

Mikrooptiken in Kunststoff

U. Teubner

*Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH
Carl-Zeiss-Str. 18-20
55129 Mainz*

17. Fachgruppentreffen der ITG-FG 5.4.1 „Optische Polymerfasern“, Mainz, 5. November 2003

Vorteile von Mikrooptiken in Kunststoff:

- meist geeignet für kostengünstige Massenfertigung
- hohe Miniaturisierung und Integration
- Kombination z.B. mit mechanischen u./o. mikrofluidischen Systemen

Gliederung

- Kurze Vorstellung der Abteilung und der Gruppen
- Mikrooptiken in der Kommunikation:
Telekom, Datakom (Automotive, Luftfahrt; Home Network)
→ Mehrfachsteckverbinder, Sternkoppler, Transceiver,
opt. Schalter, Mikrolinsen, WDM-Komponenten, ...
→ **Vorträge I. Frese, T. Klotzbücher**
- Optische Sensoren
- Kombination Mikrooptik / Mikrofluidik
- Technologie
- Zusammenfassung und Ausblick

Ausstattung des Institutes und der Abteilung Optik

- AFM, SNOM, REM, Weißlichtinterferometer u.ä.m.
- verschiedene Spektrometer ((Rö ...)UV ... MIR)
- Ellipsometer, Refraktometer
- ATR-Meßsystem
- Ausstattung für Faserbearbeitung und Vermessung (Dämpfung, ...)
- Klimaschränke
- Beschichtungsanlagen (met. u. Polymerschichten, UV-Litogr.),
Prägen
- u.a.m.

Laserlaborausrüstung der Abteilung Optik

Lasersysteme:



**Excimerlaser-Workstation
(193 nm, 17 ns): UV-Mikro-
strukturierung, Laser-LIGA**



**fs-Oszillator (800 nm, <12 fs):
sub- μ m-Strukturierung
geplant: Nachverstärkung**



**Nd:YAG-Bearbeitungsstation
(cw, Q-Sw. 100 ns, 1064 nm):
Mikrobohren, Feinschneiden
Kunststoffschweißen**



**Diodenlaserschweißanlage
(Barren 976 nm, cw):
Kunststoffschweißen**



**Nd:YAG-Bearbeitungsstation
(gepulst, 1 ms, 1064 nm):
Metallschweißen**



**Nd:YAG-Laser mit Scanneroptik
(Q-Sw. 100 ns, 532 nm):
Laserformabtrag und Beschriftung**

Optische Sensoren

Entwicklungsbeispiele optischer Sensoren am IMM

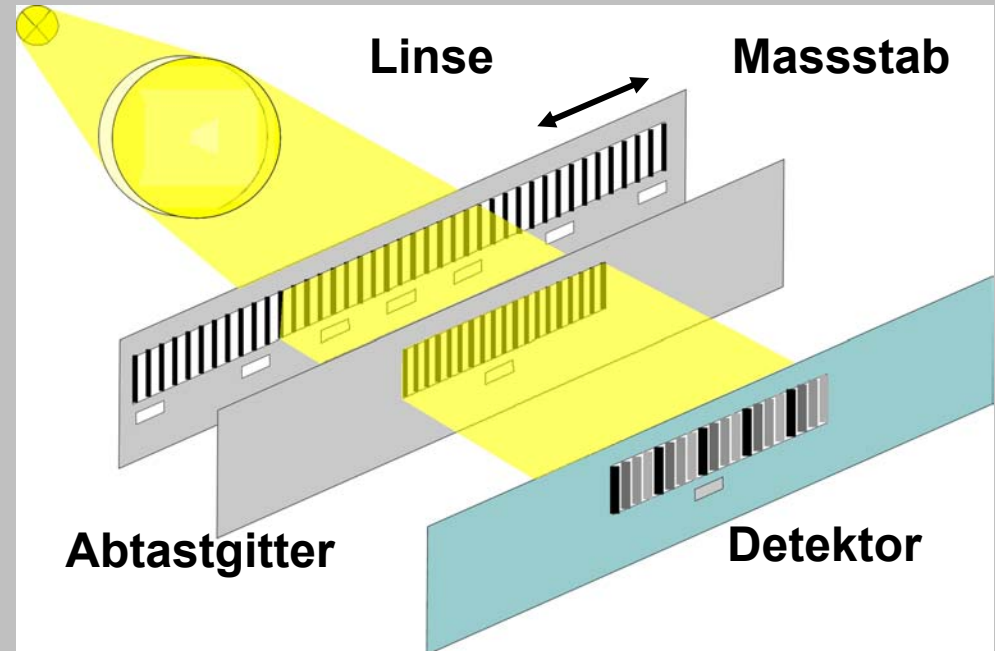
- **Wegmeßsensoren**
- **Spektralsensoren**
- Farbanalytik
- **Ölanalytik**
- Lebensmittelanalytik
- **Medizintechnik**
- Ortsauflösende Sensoren
- neue Schaltprinzipien
- Integrierte Wellenleiter- und faseroptische Sensoren

Optischer Wegmeßsensor

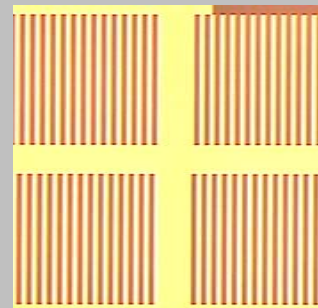
- Auflösung: 0,5µm
- Genauigkeit: 5µm
- Messweg: <110mm
- Baugröße: 3x3x2 mm³



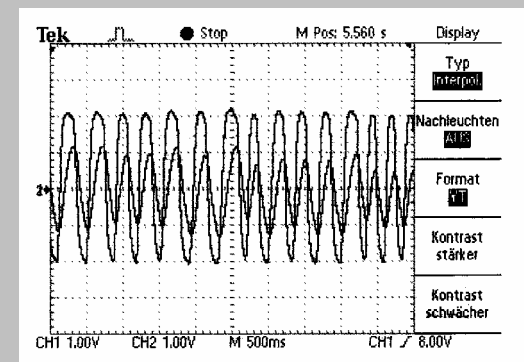
Lichtquelle



Gitterquadrant

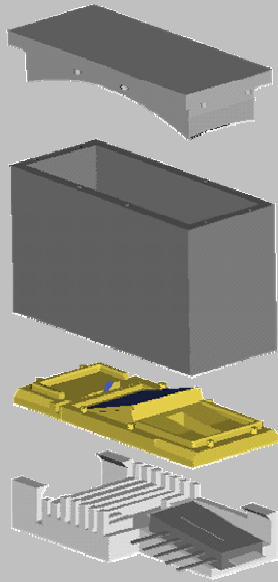


Meßsignal

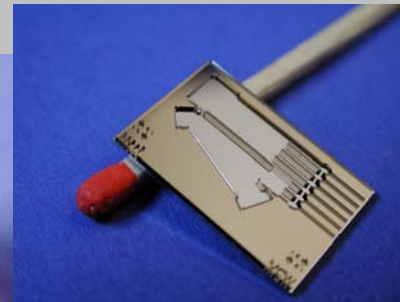


Spektralsensoren

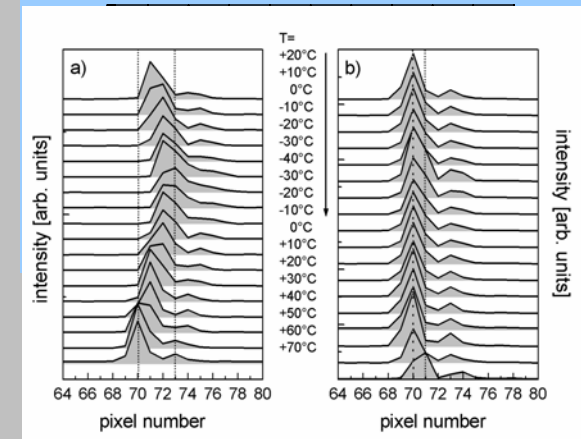
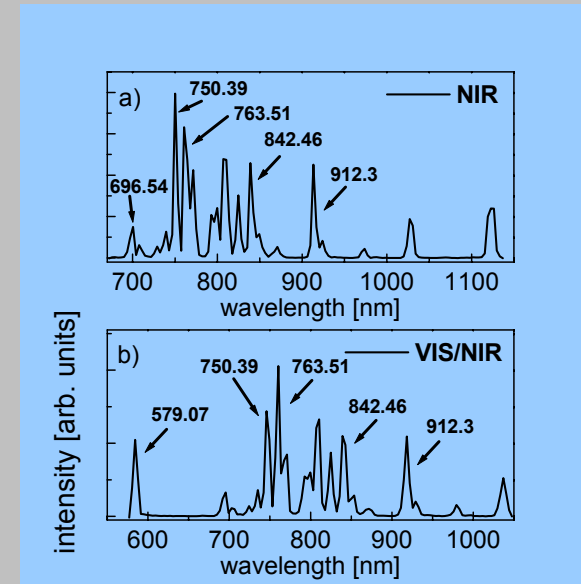
Ziel: Kostengünstige optische Sensoren für UV, VIS und NIR



- Modularer Aufbau
- Polymerbasiert
- Integration mechanischer und optischer Elemente
- "kein" Temperaturdrift (-40°C - +60°C)
- 375nm-740nm / 740nm-1050nm



WDM-Bauteil
in SU-8



Systemlösung

Optische Sensoren in der Ölanalytik

**Zu überwachen:
Degradation des Öls in Kompressoren**

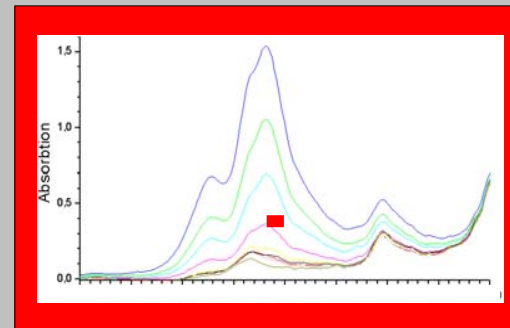
Dimensionen:



(15 x Ø8 cm³)

Spektralbereich: VIS und MIR
Umgebungstemperatur < 100°C
Druck < 15 bar (~2 bar)

Spektroskopischer Nachweis der Öl-Alterung

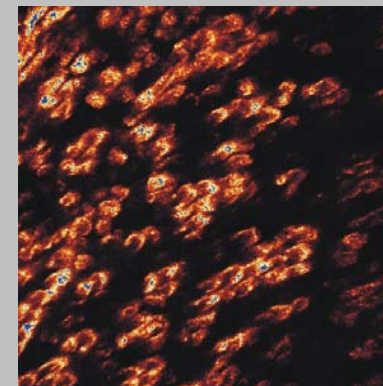
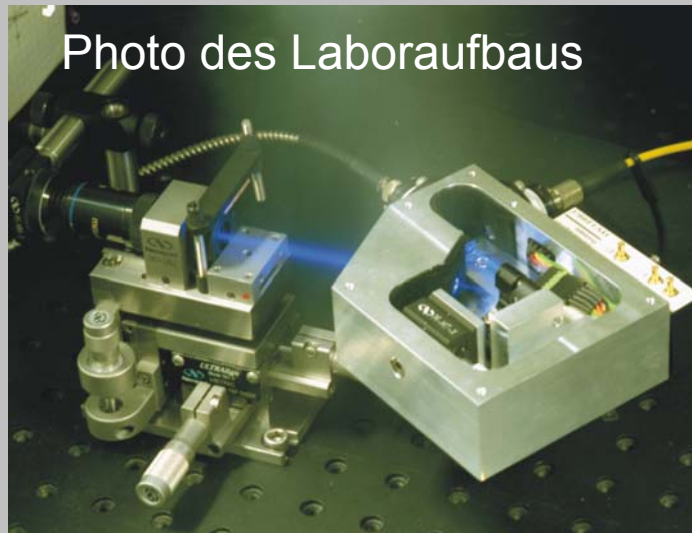
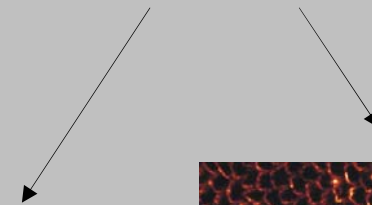
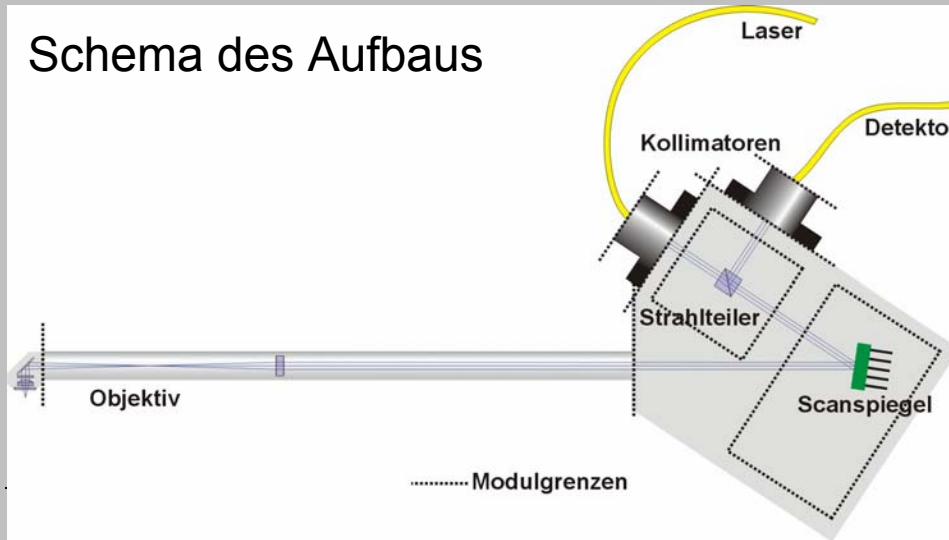


Spektroskopischer Nachweis:

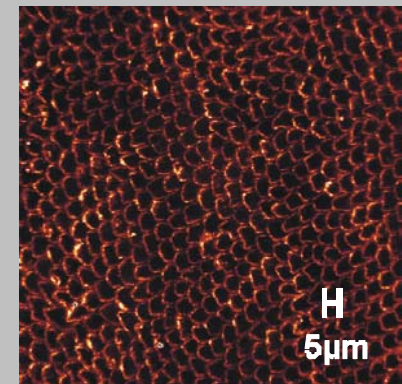
mittels Gittern oder Filtern

Alternative: ATR

Miniaturisiertes konfokales Mikroskop zur Kariesfrüherkennung



Kariöser
Zahnschmelz



Gesunder
Zahnschmelz

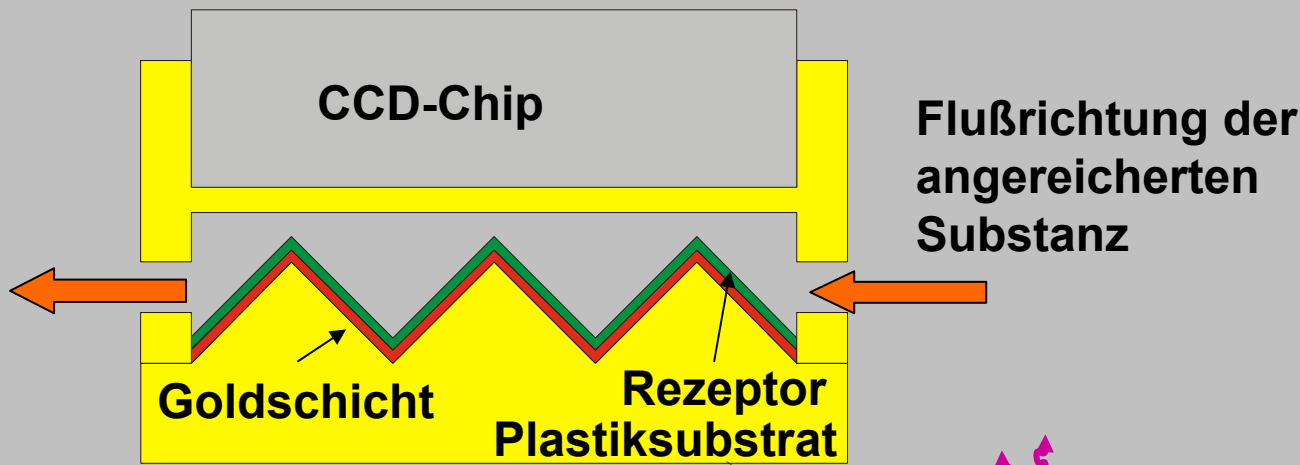
angestrebt: Auflösung ca. 1 μm ; Bildfeld 100 μm x 100 μm ; >1Bild/s

Kombination Mikrooptik / Mikrofluidik

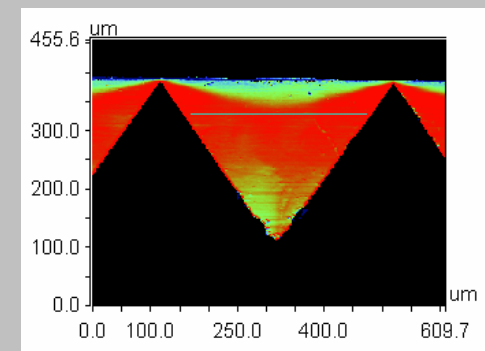
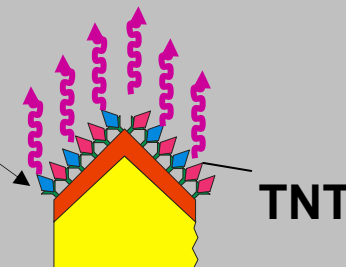
Optische Sensorik, Kombination mit Mikrofluidik: TNT-Sensor

Ziel: Vor-Ort-Analyse von Bodenproben auf Schadstoffbelastung (TNT) durch die Verwendung von billigen Ein-Weg-Chips

⇒ Detektion durch Chemolumineszenz mittels Analyse-Chip auf Polymerbasis



Prinzip des Sensors

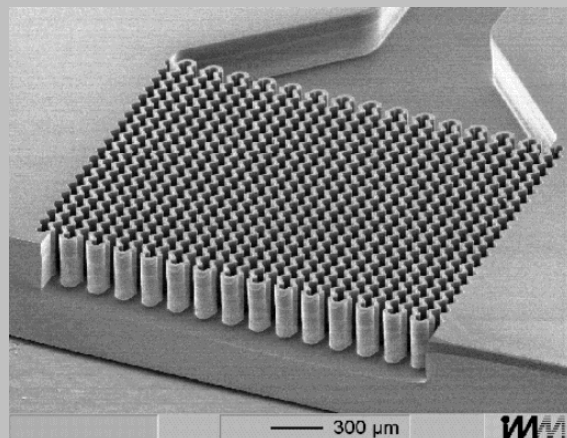


Hohe Effizienz durch optimierte Oberflächenstruktur

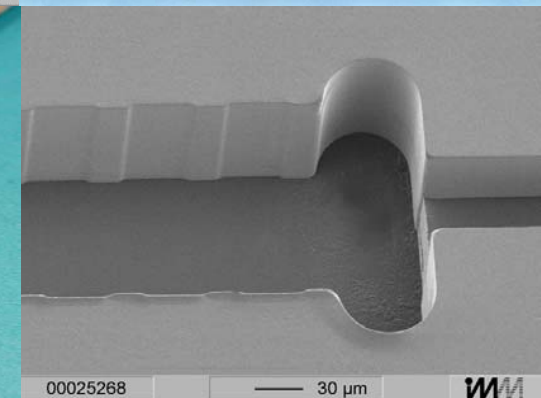
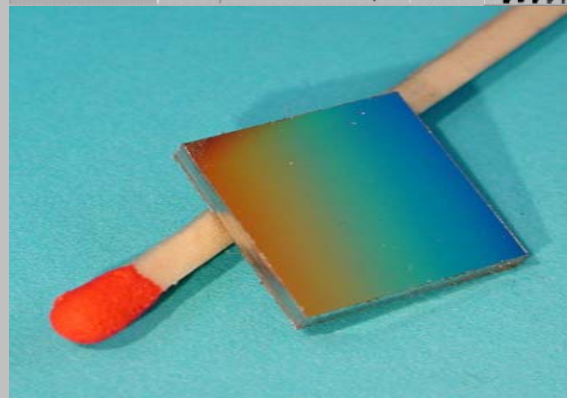
Beispiel: Kombination Mikrooptik - Fluidik

Ziel:

- Optische On-line Analyse von Flüssigkeiten in mikrofluidischen Kanälen
- Beispiel: Bestimmung der Ölqualität durch Nachweis von Oxidation, Wasser, Sulfate,...



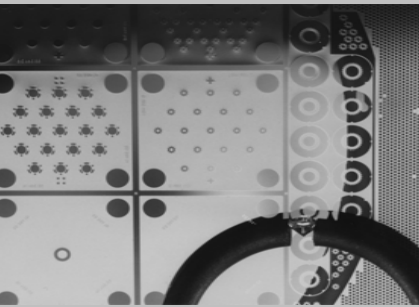
Integriert mikrofluidisches-
mikrooptisches Detektions-
system



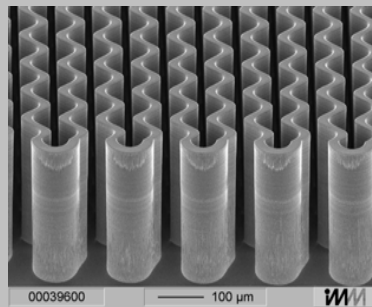
Technologie

Technologiebasis der Mikrooptik

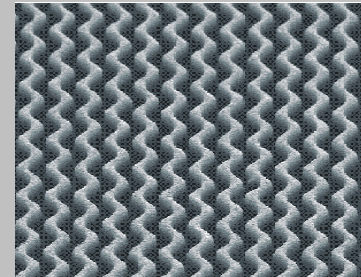
Verfügbare Technologien zur Fertigung von Mikrostrukturen und -systemen:



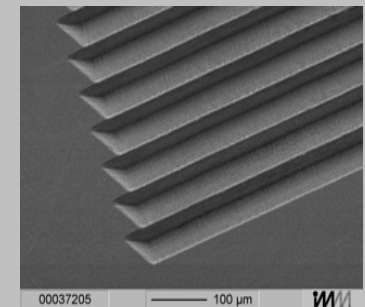
**Dünnschicht-
technik**



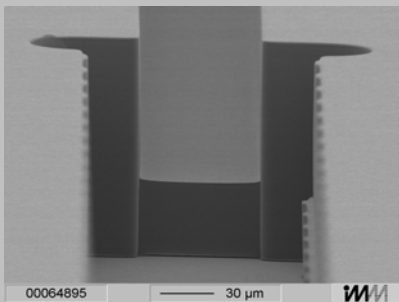
**Advanced
Silicon Etching**



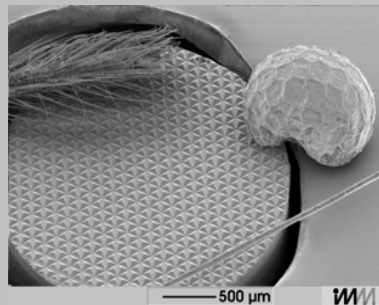
**Mikrofunken-
erosion**



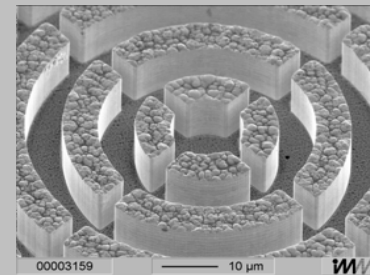
**Lasermaterial-
bearbeitung**



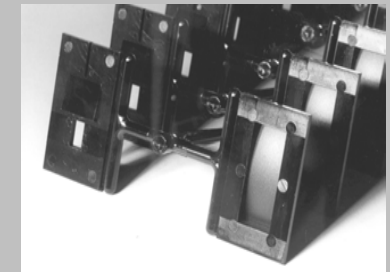
UV-Lithografie



**Ultrapräzisions-
fräsen, -drehen**



Galvanik

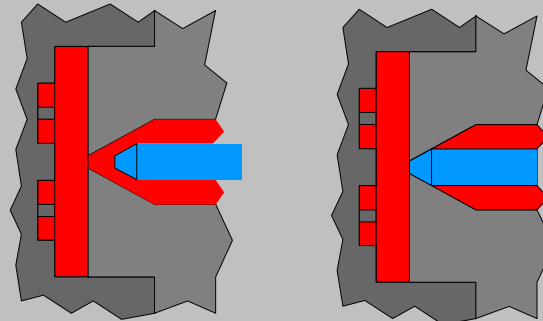


Abformung

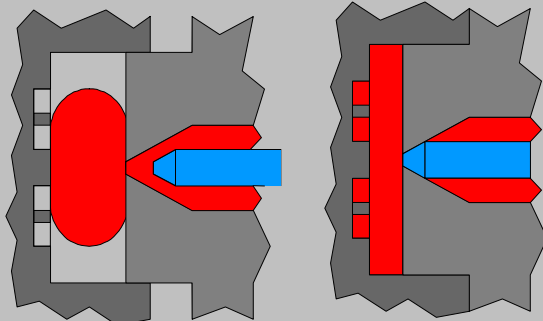
Konventionelle Kunststofftechnologie für die Optik

Mikroabformtechnik in optischen Polymeren

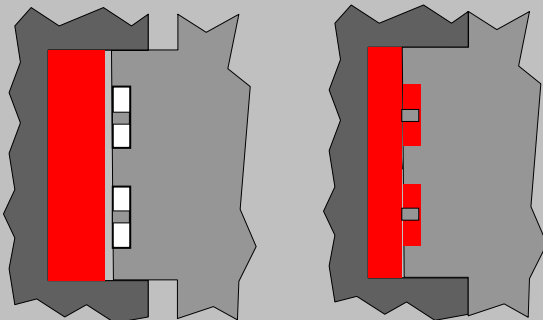
Spritzguß



Spritzprägen



Heißprägen



Materialien u.a.:

PA (Polyamid)

PAI (Polyamid-imid)

PI (Polyimid)

PC (Polykarbonat)

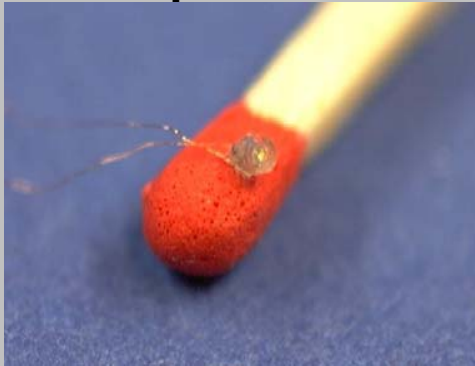
PS (Polystyrol)

PMMA (Polymethyl-
methacrylat)

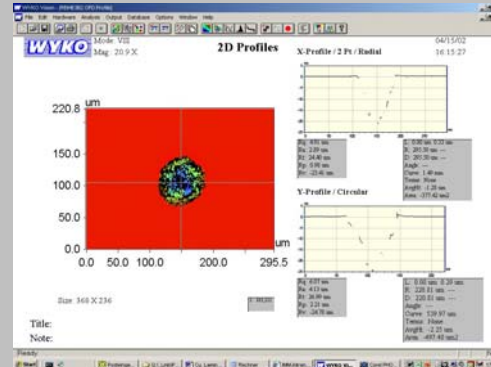
COC (Cycloolefin-
copolymer)

Rapid Prototyping, Laserstrukturierung, -schneiden, -bohren

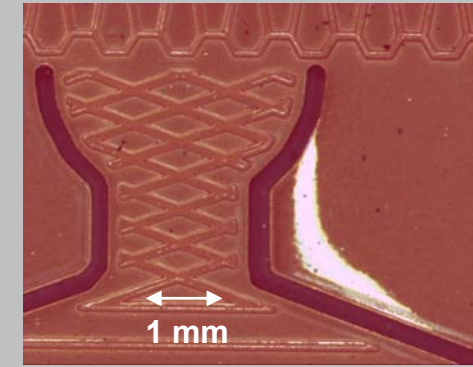
Beispiele



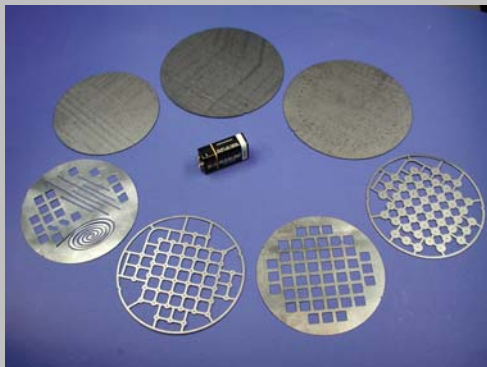
Rapid Prototyping:
Miniaturisierte CO₂-Gassensoren
 für In-Vivo-Applikationen
 (Partner: vertraulich)



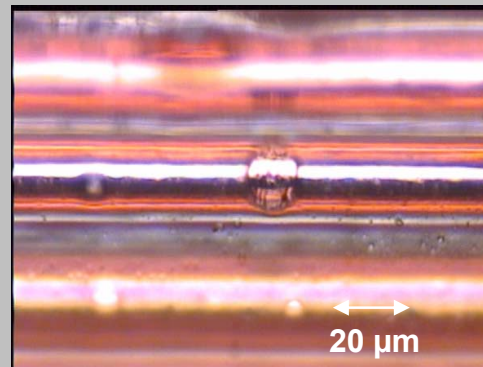
Parameterstudien:
Laserbohren von Lacken für An-
 wendungen in der Drucktechnik
 (Partner: vertraulich)



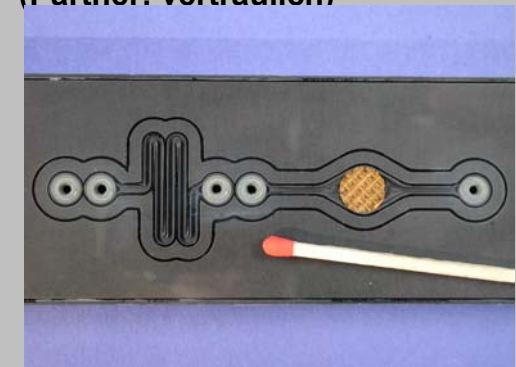
Feinschneiden:
Excimer-Laserschneiden von
 strukturierten Kaptonfolien für
 Anwendungen in der
 Medizintechnik
 (Partner: vertraulich)



Feinschneiden:
Graphitdichtungen für
 Mikroreaktoren und -mischer



Excimerlaserbohren:
Durchkontaktierung von Draht-
 isolation für medizinische
 Hirnsonden



Kunststoffschweißen:
Dichtung von Analyseplatten
 für miniaturisierten Feld-
 detektor zum TNT-Nachweis

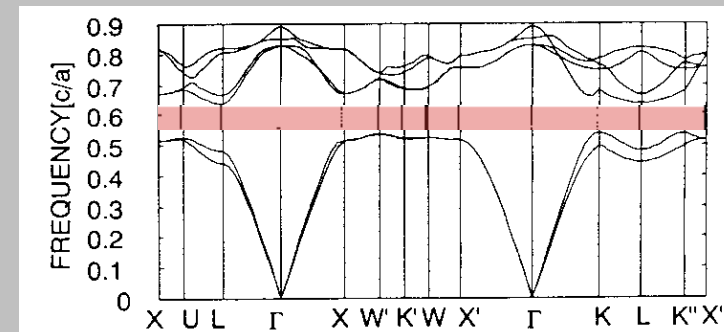
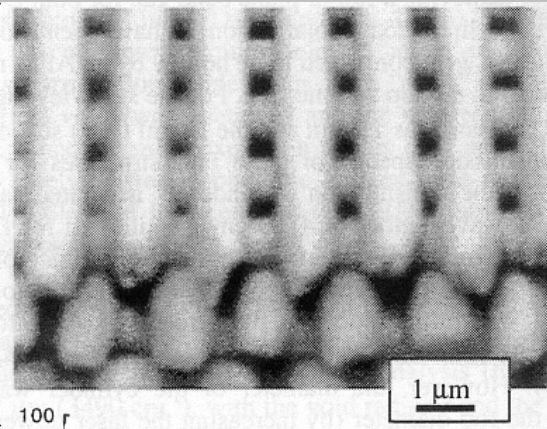
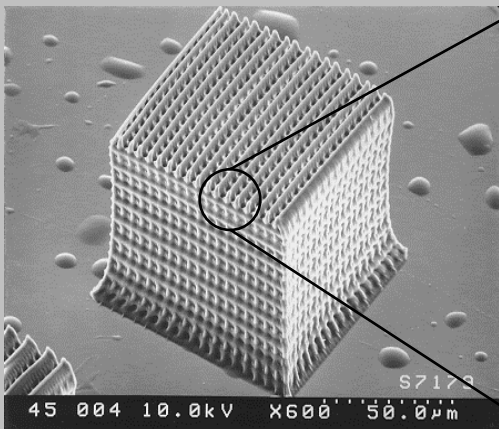
Zukünftig für spezielle Anwendungen → Nano-Photonik



Einsatz von fs-Lasertechnologie:

- noch kleinere Strukturen:
u.a. sub- μm Oberflächenmodifikation
- Herstellung photonischer Kristalle
- Direktschreiben von SM-Wellenleitern

Ziel: neue Bauteile für Datenübertragung und Sensorik u.a.m.



Quelle: H. Misawa, H.-B. Sun, S. Juodkazis, M. Watanabe, S. Matsuo, Microfabrication by Femtosecond Laser Irradiation, Proc. SPIE 3933 (2000) 246

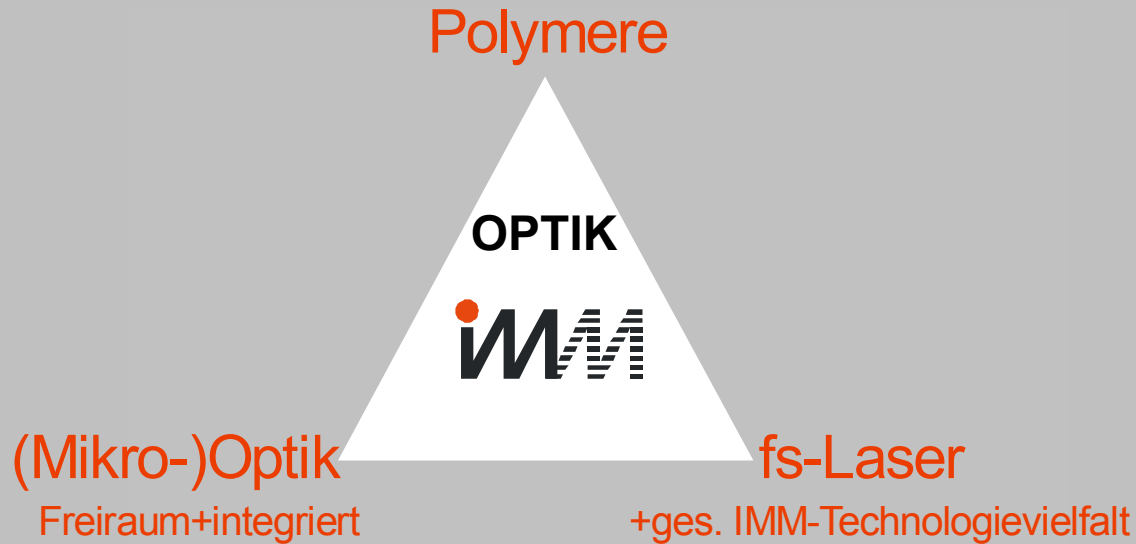
Beispiel: Laserdirektschreiben von photonischen Kristallen in Photoresists durch Ausnutzung von Zwei-Photonen-Absorption

Zusammenfassung

- ☞ Übersicht über die **Aktivitäten der Abt. Optik** am IMM an Hand ausgewählter Beispiele
- ☞ es wurden **leistungsfähige Komponenten für die optische Kommunikation** entwickelt z.B. für Anwendungen im Automobilbereich, die Luftfahrt und “Home Networks“:
 - ☞ u.a. **niedrige Dämpfung** (fast am theoret. Grenzwert), **hohe Uniformität**, **hohe Datenraten**, Komponenten arbeitsfähig unter ungünstigen Arbeitsbedingungen; anwendbar für verschiedene Fasertypen (z.B. HCS, POF)
- ☞ Ausbau der Optischen Sensorik
 - ☞ Weiterentwicklung von **Spektralsensoren**
weiterer Schwerpunkt: **Ölanalytik**
zukünftig auch: **Lebensmittelanalytik**, **Medizintechnik** und “**Scientific Market**“
- ☞ Vorteile durch hausinterne Kooperation u.a. mit **Mikroabformung** und **Mikrofluidik**
- ☞ hohes Potential durch das gute Leistungsvermögen im Bereich der Lasertechnikgruppe

Ausblick

Stärken und Potential:



darüber hinaus:

- ⇒ Projektmanagement zwischen den Abteilungen / Firmen
- ⇒ Erfahrung kombiniert mit Schutzrechten
- ⇒ Know-how Gewinn und Vorlaufforschung durch öffentliche Projekte und Beteiligung in internationalen Netzen

Mitarbeiter

- I. Frese
F. Gindele
T. Klotzbücher
- M. Sprzagala
U. Schwab
E. Nahrstedt
T. Kolling
- C. Novotny
T. Braune
S. Sigloch
A. Koch
- F. Gaul
D. Heldt
J. Rüter