

SWISSLASER NET

3D-Lasermaterialbearbeitung

Kavitäten und Strukturen im Mikrobereich

Institut für Produkt- und Produktionsengineering :

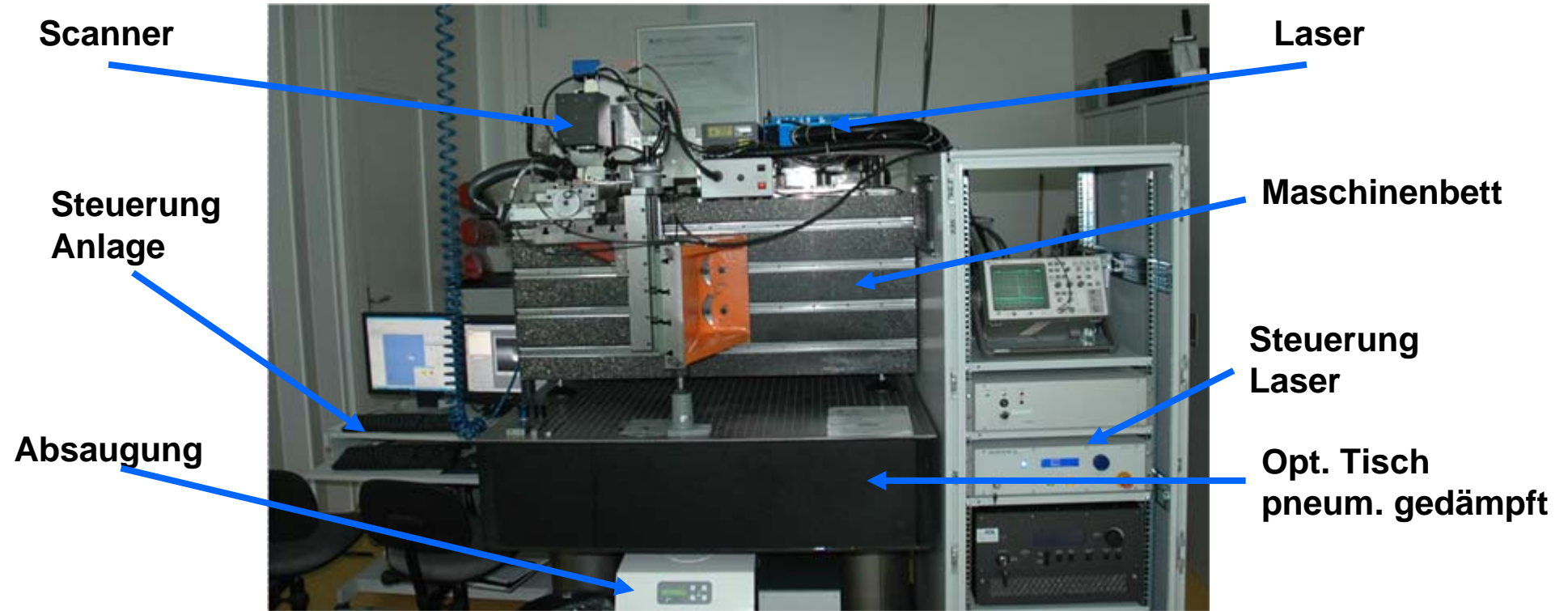
Lisa Gross, Beat Lüscher, Armin Stumpp, Markus Krack, Jörn Lungershausen,
Stefan Fuhrer, Hansjörg Vogt

Donnerstag, 30.09.2010, FHNW Brugg-Windisch

Inhaltsverzeichnis

- Laseranlage
 - Aufbau der Laboranlage
 - Strahlführung / erreichbare Präzision
- 3-D Bearbeitung
- Applikationen:
 - 3-D Kavitäten in Metall
 - 3-D Kavitäten in Kunststoffen
 - Bearbeitung von Kunststoff-Folien
- Zusammenfassung

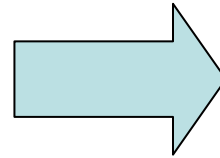
Aufbau der Laboranlage



Laser:	Time Bandwidth Duetto ps-Laser
Scanner:	Scanlab intelliSCANde® (digitale Encoder)
Focus Shifter:	Scanlab varioSCANde®20i
Steuerkarte:	Scanlab RTC5
Objektive:	Sill 32mm, 56mm, 100mm, 250mm
Software:	Scaps SAM3D / Scan Lab Laserdesk / eigene benutzerdefinierte Software

Ziel dieser Laboranlage

- 3D - Materialabtrag mit ps Lasertechnik
- hohe Präzision
- gute Oberflächengüte
- Langzeitstabilität
- hohe Flexibilität (rasches Umrüsten)
- Einbau weiterer Komponenten (opt. + mech.)
- hohe Geschwindigkeiten ($v_f = <1'500\text{mm/s}$)



hochwertige Komponenten (Laser, Scanner, Strahlführung, ...)

mechanisch stabiles Maschinenbett aus Mineralguss mit hoher Eigendämpfung

minimale thermische Deformationen durch Temperaturschwankungen - Entkopplung aller Wärmequellen


viel Platz

klimatisiertes Laborgebäude

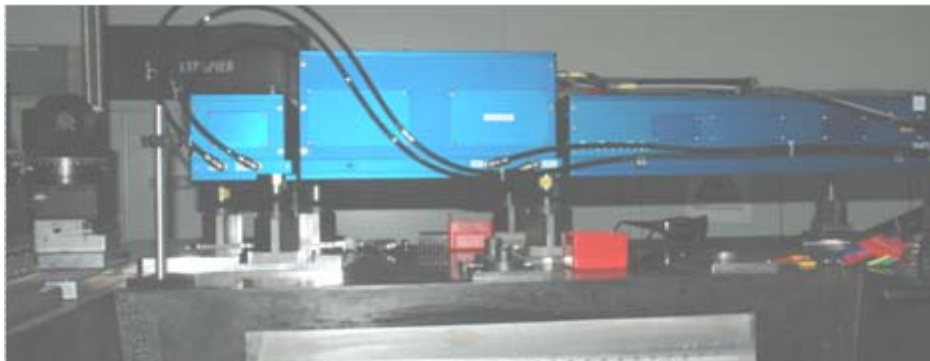
Laser: Ultrakurzpuls laser

Typ: Time Bandwidth Duetto

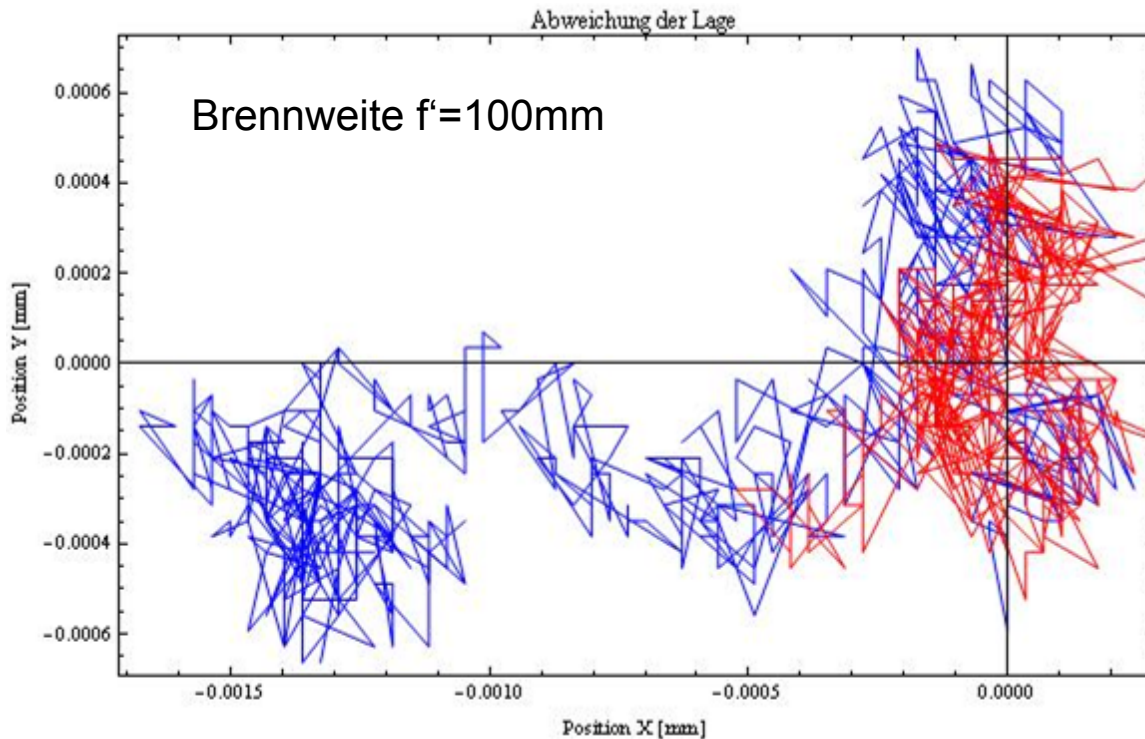
High Brightness Laser Sources and their Applications 26.11.2009,

<p>Dr. Kurt Weingarten / Time Bandwidth Products AG Link</p>	<p>Precision Cold Ablation Material Processing using High-Power Picosecond Lasers</p>	<p> Weingarten TBWP (2.34 MB)</p>
---	---	--

<http://www.swisslaser.net/workshops.html?293>



Scanner: Präzision während der Bearbeitung



Rot: aktive Prozessüberwachung (alle 1'000 Ausg.)
Blau: inaktive Prozessüberwachung (Drift)

Neueste Scannertechnik ermöglicht eine Überwachung der Positionsgenauigkeit bei langen Bearbeitungszyklen.

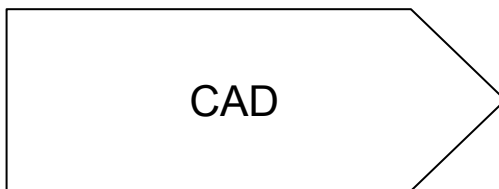
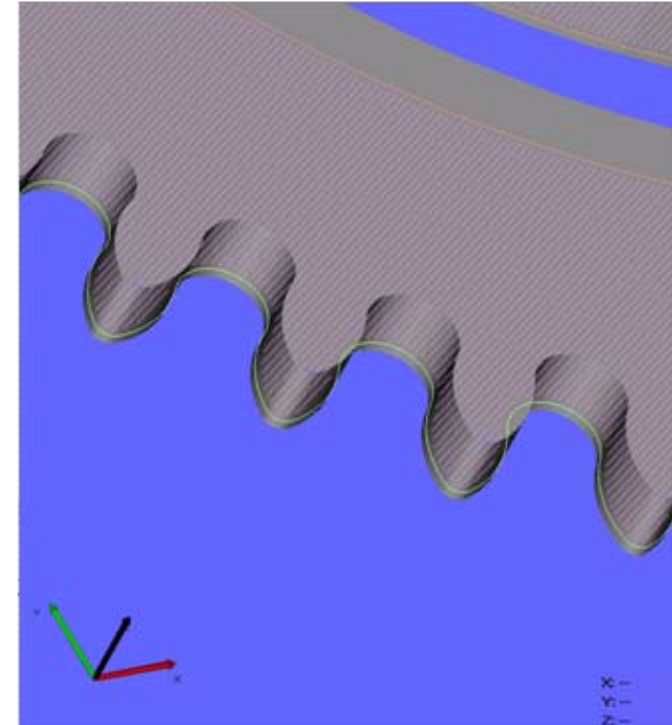
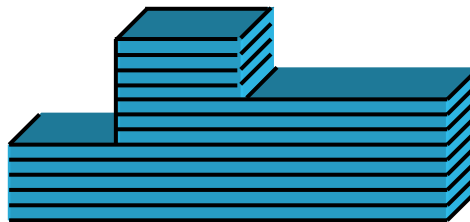
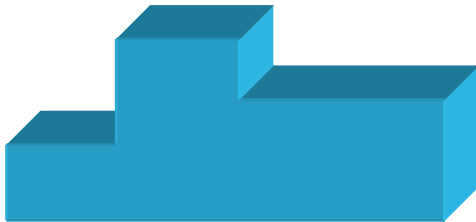
Bemerkungen:

- nur die Abweichung des Scanners wird gemessen
- es handelt sich um eine Winkelmessung der Spiegel
- Jede Frontlinse hat einen Fehler
- Die Strahlstabilität des Lasers ist nicht in den Werten enthalten
- eine Messung mit allen beteiligten Komponenten ist extrem schwierig

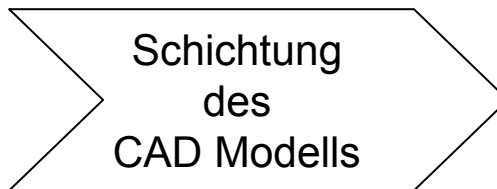
Inhaltsverzeichnis

- Laseranlage
 - Aufbau der Laboranlage
 - Strahlführung / erreichbare Präzision
- **3D- Bearbeitung**
- Applikationen:
 - 3-D Kavitäten in Metall
 - 3-D Kavitäten in Kunststoffen
 - Bearbeitung von Kunststoff-Folien
- Zusammenfassung

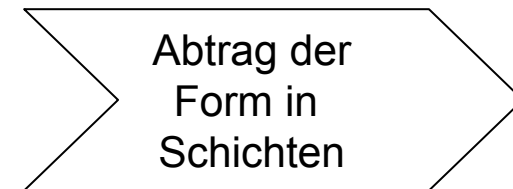
Wie funktioniert der 3-D Abtrag



Rechnerinternes
CAD Modell
(Datenmodell)

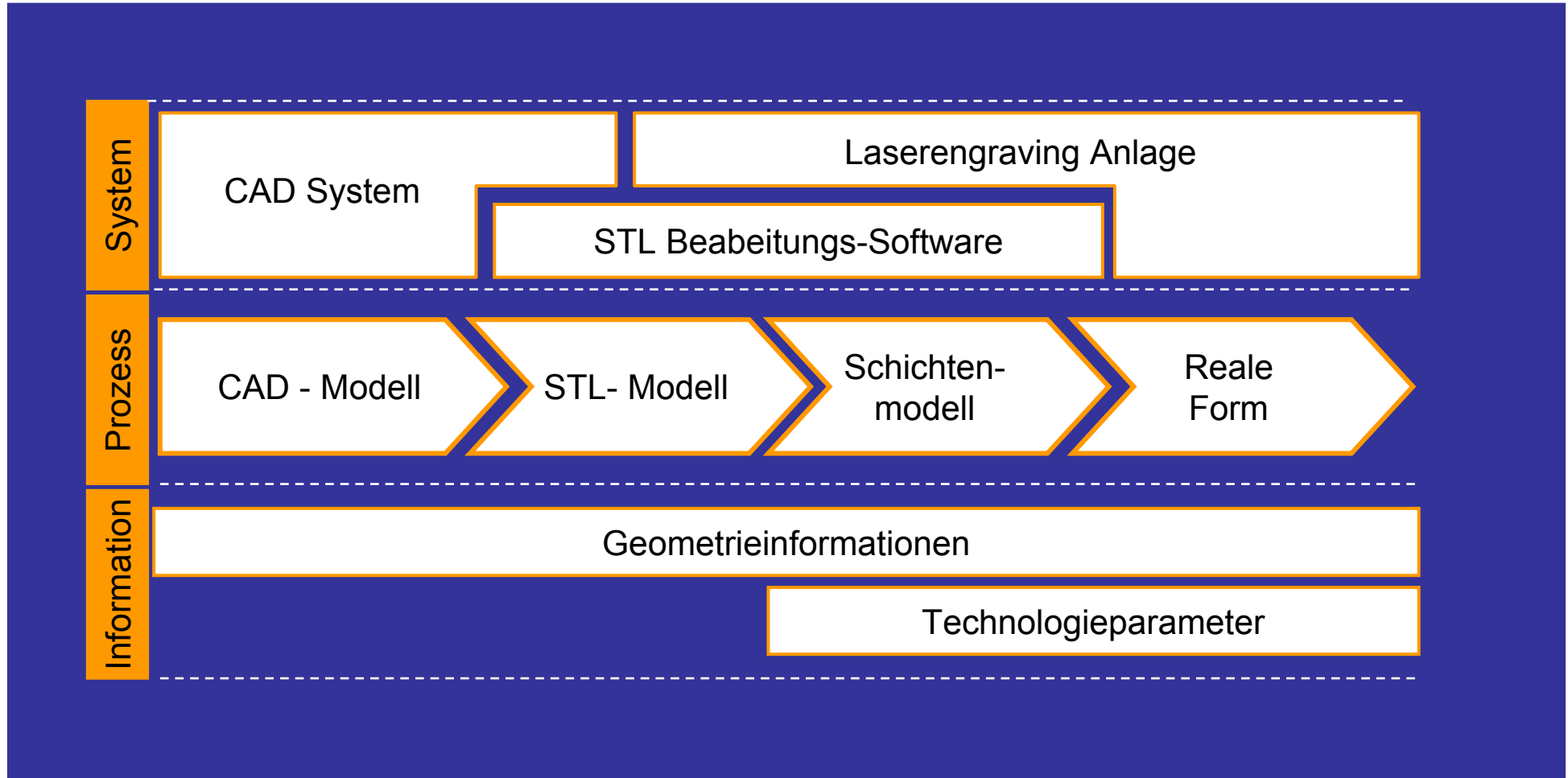


Zerlegung des CAD
Modells in einzelne
„topographische“
Schichten in der
Z-Achse
(Schichtdicke 0.3 - 1 μm)



Abtrag der Form im Material
schichtweise

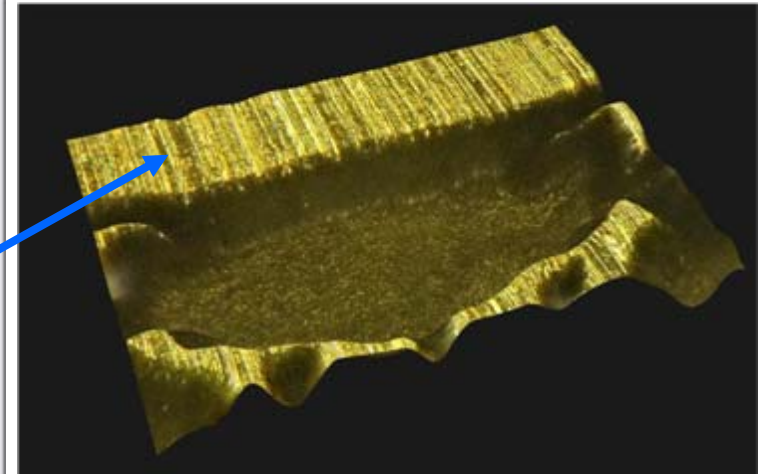
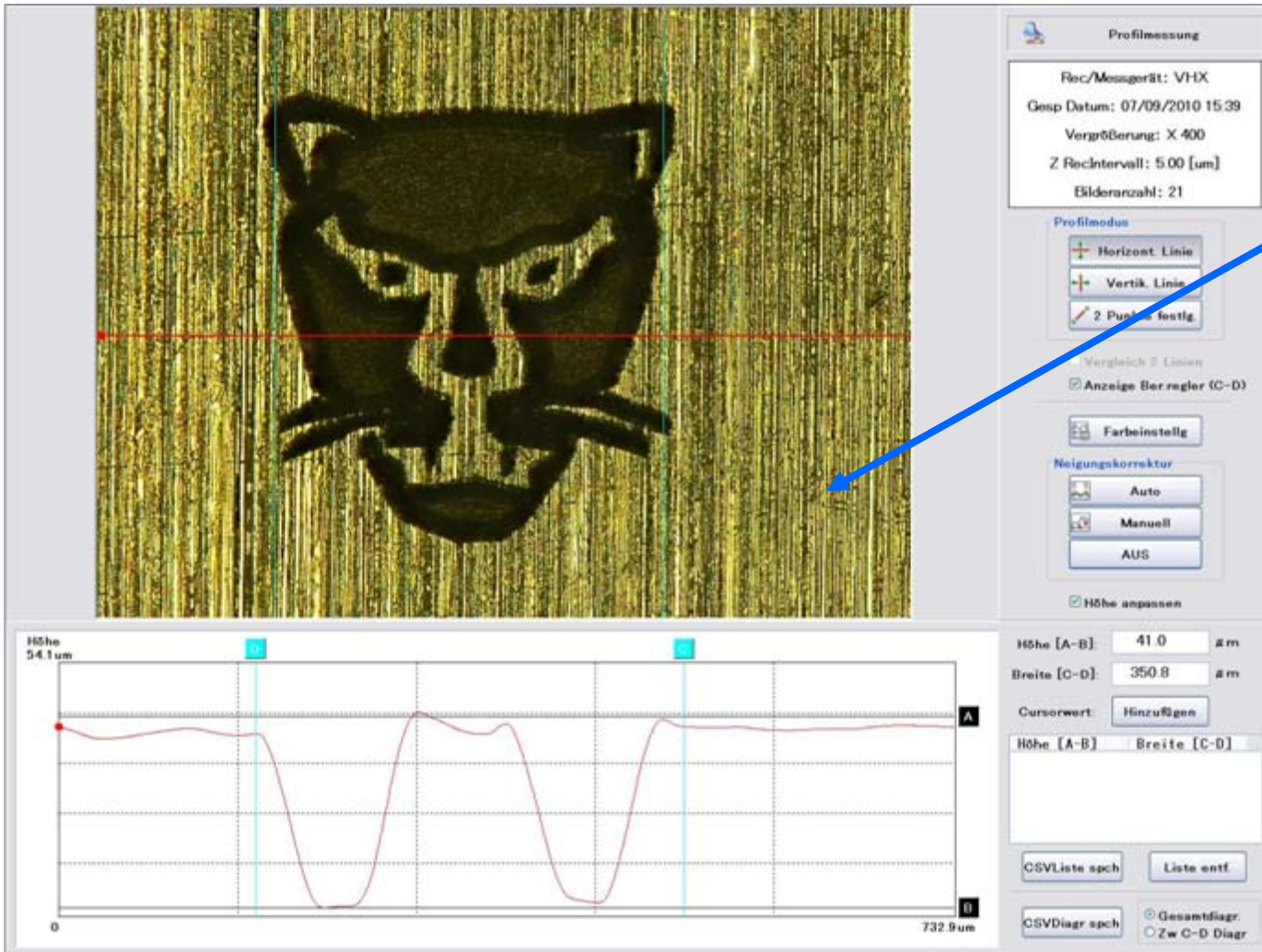
Verfahren



Inhaltsverzeichnis

- Laseranlage
 - Aufbau der Laboranlage
 - Strahlführung / erreichbare Präzision
- 3D- Bearbeitung
- **Applikationen:**
 - **3-D Kavitäten in Metall**
 - **3-D Kavitäten in Kunststoffen**
 - **Bearbeitung von Kunststoff-Folien**
- Zusammenfassung

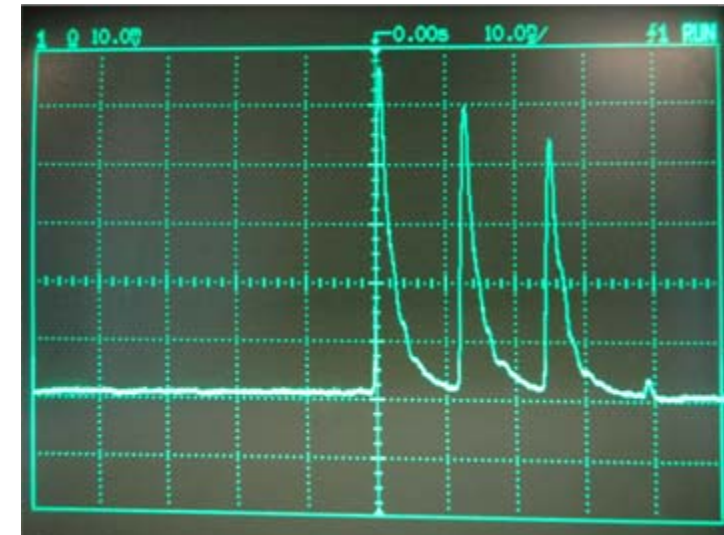
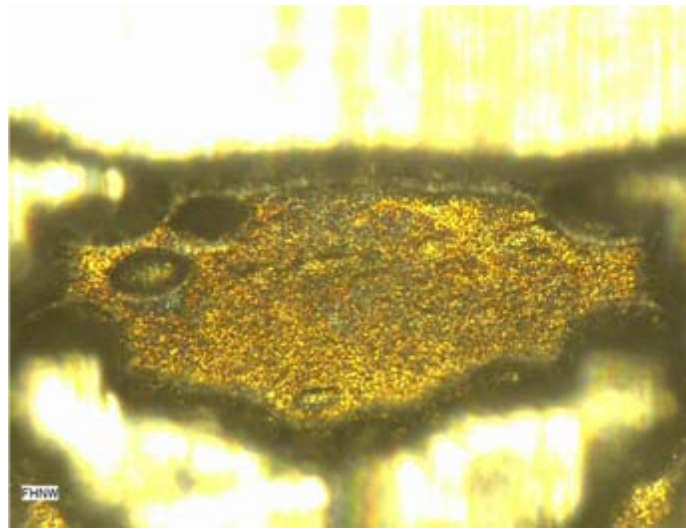
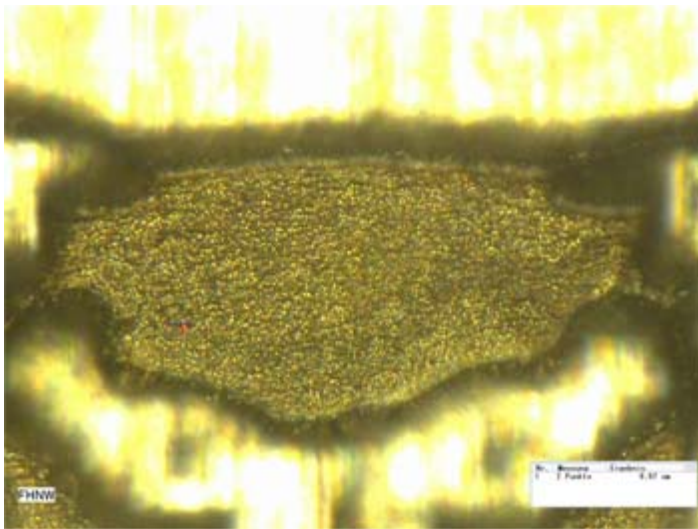
Mikro- Prägestempel



Laserparameter:

Wellenlänge	355nm
Leistung	0.24 W
Pulsenergie	0.48 µJ
Repetitionsrate	500 kHz
Pulspicker	1
Burst	3
Vorschub	350 mm/s
Optik Brennweite	32 mm
Schichten	80

Mikro- Prägestempel / Parametervergleich



Laserparameter:

Wellenlänge	355nm
Leistung	0.349 W
Pulsenergie	0.349 μJ
Repetitionsrate	1'000 kHz
Pulspicker	1
Burst	1
Vorschub	350 mm/s
Optik Brennweite	32 mm
Schichten	80

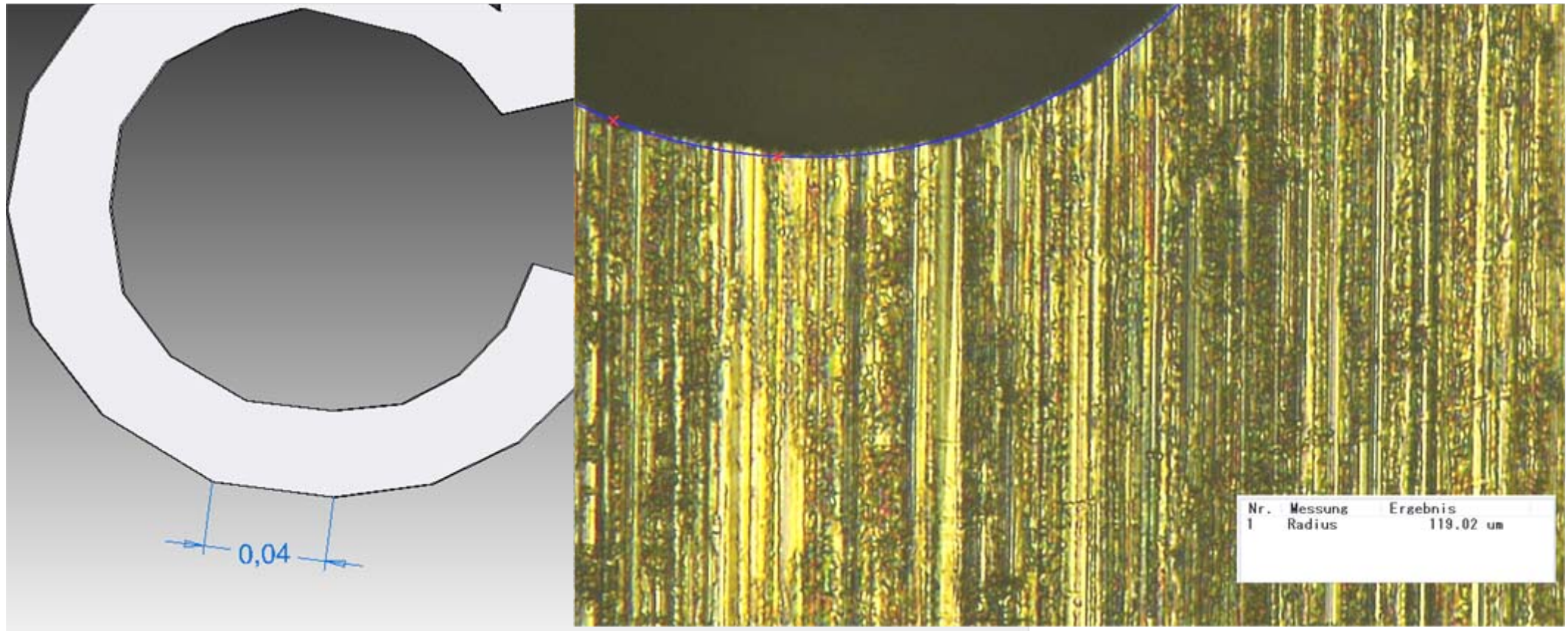
Laserparameter:

Wellenlänge	355nm
Leistung	0.157 W
Pulsenergie	0.157 μJ
Repetitionsrate	1'000 kHz
Pulspicker	1
Burst	1
Vorschub	350 mm/s
Optik Brennweite	32 mm
Schichten	80

Laserparameter:

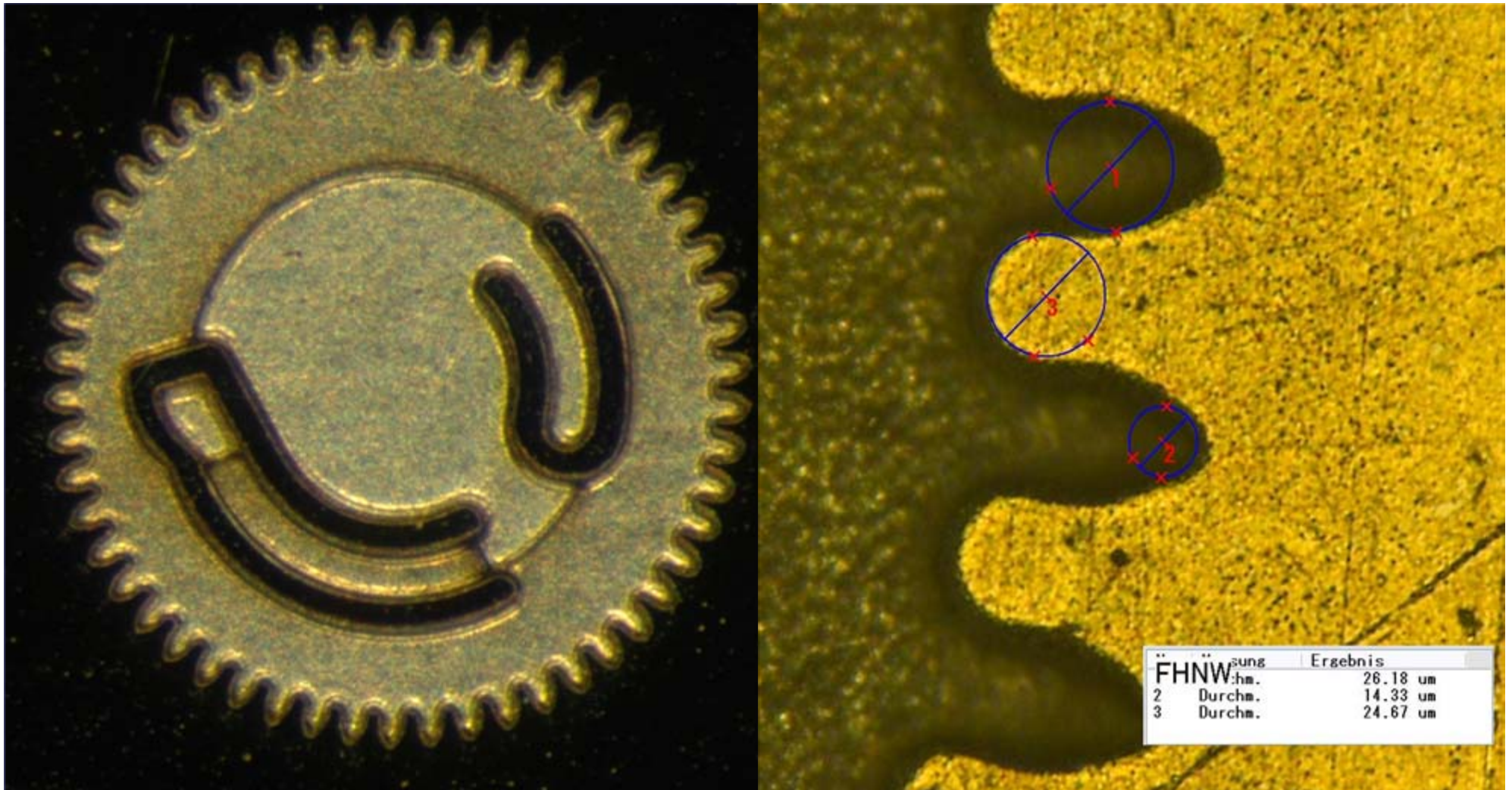
Wellenlänge	355nm
Leistung	0.24 W
Pulsenergie (Σ Burst)	0.48 μJ
Repetitionsrate	500 kHz
Pulspicker	1
Burst	3
Vorschub	350 mm/s
Optik Brennweite	32 mm
Schichten	80

Mikro- Prägestempel / Genauigkeit von CAD Files



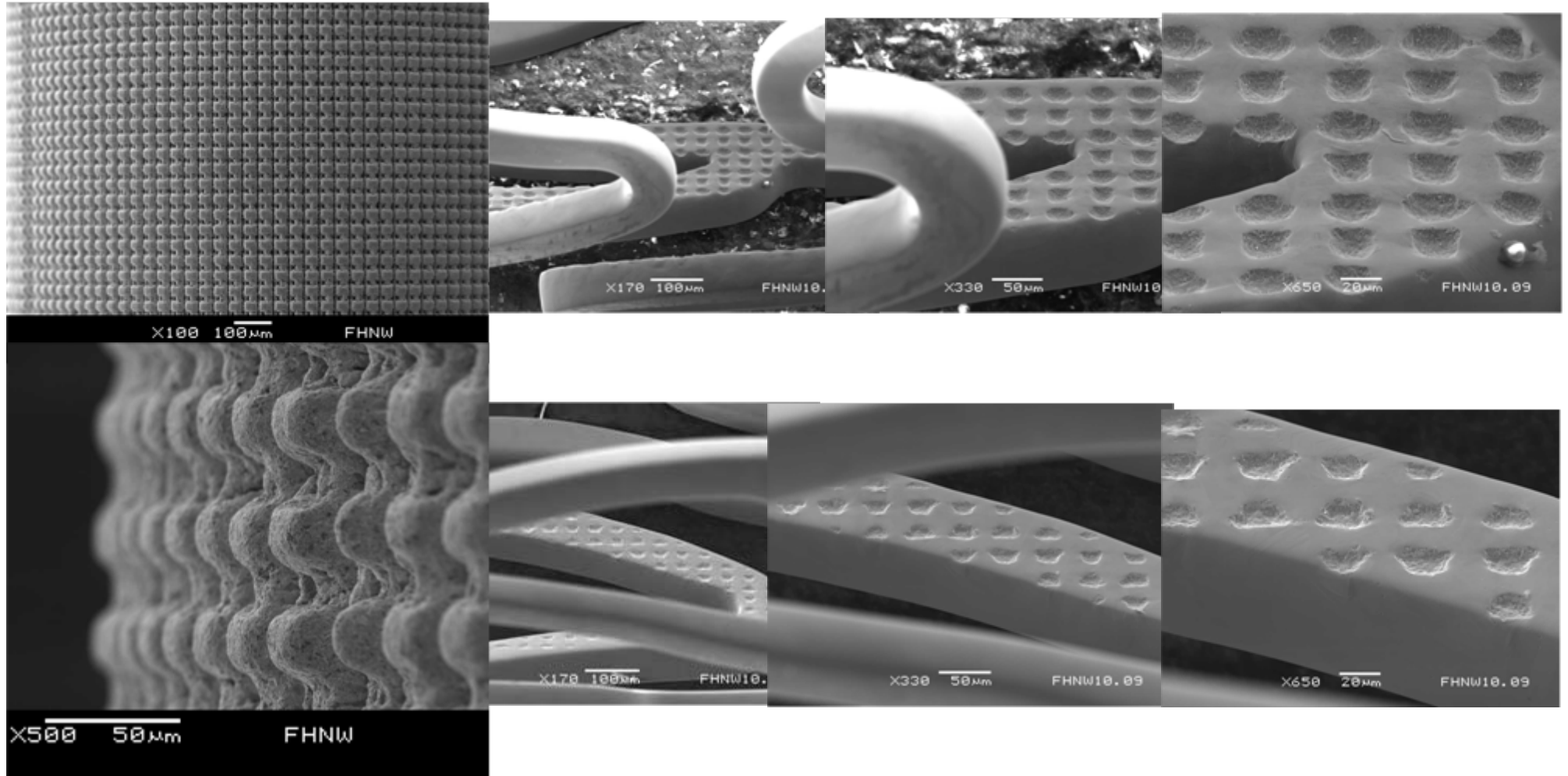
CAD / STL Files

Kavität Zahnrad

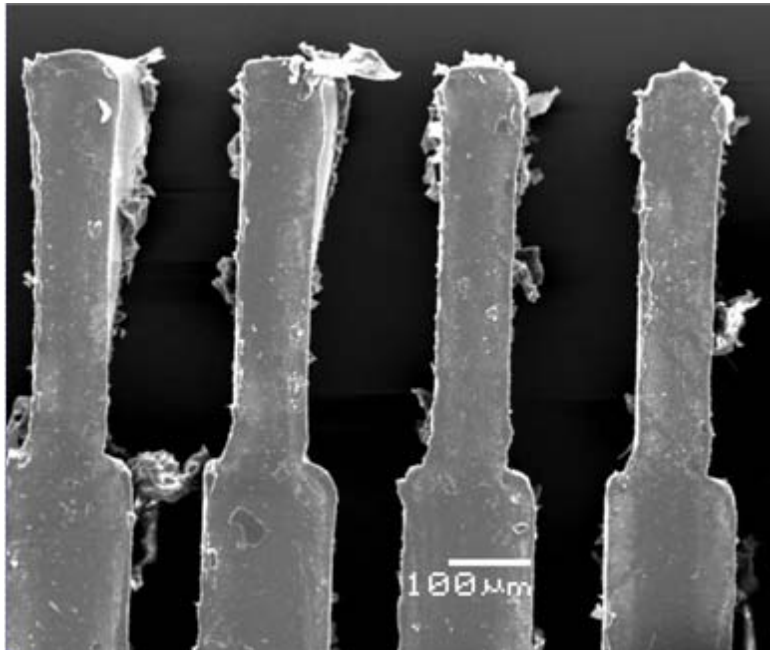


Strukturabformung auf Dorn

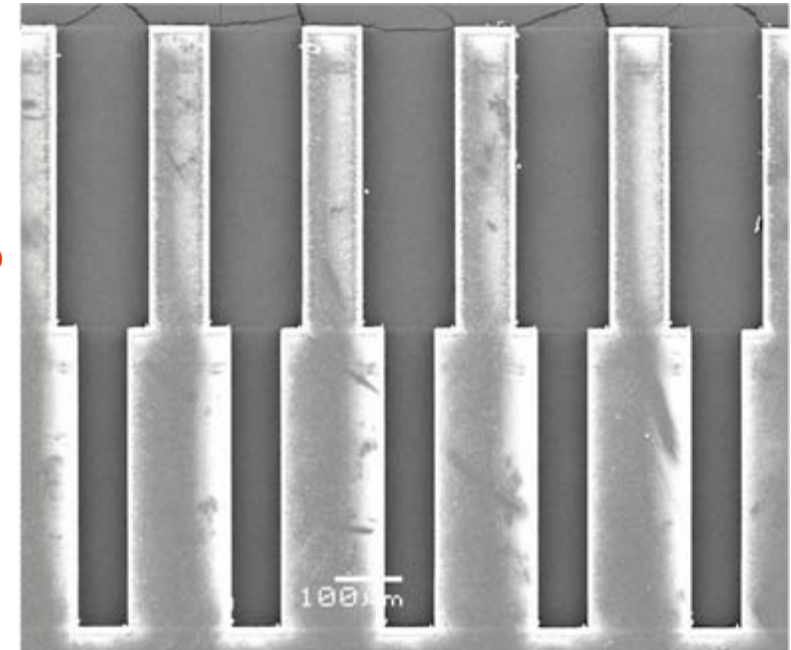
Zäpfchen in Linienstruktur



Kunststoff in der 3D-Lasermaterialbearbeitung



nano ↔ pico



Pulslänge im Nanosekundenbereich

Pulslänge im Picosekundenbereich

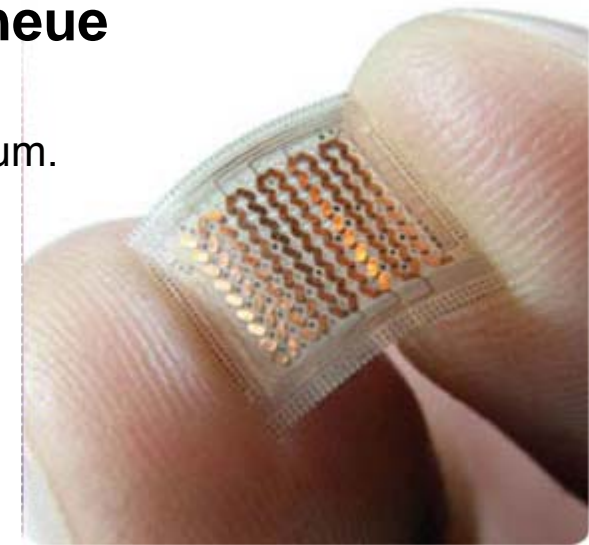
- Kunststoffe reagieren völlig anders als Metalle!
- Der Wärmeeintrag durch den Laser muss in Grenzen gehalten werden (Kaltabtrag)
- Allzu hohe Repetitionsraten wirken sich negativ aus
- Strategien wählen, dass sich das Material abkühlen kann

Mikrostrukturierung von Hochleistungspolymeren für neue thermoelektrische Generatoren

Thermoelektrische Generatoren (TEGs) wandeln Wärme in elektrische Energie um.

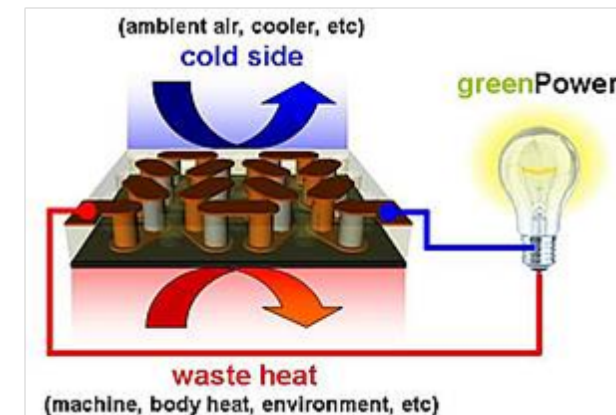
Stand heute:

- Nur in wenigen Nischenmärkten (Weltraumforschung, Medizin), weil Herstellungsverfahren sehr kostenintensiv
- Hinsichtlich Massenproduktion nicht skalierbar sind.
- Weitere Nachteile marktgängiger Produkte sind deren Dicke sowie fehlende mechanische Flexibilität



Zukunft:

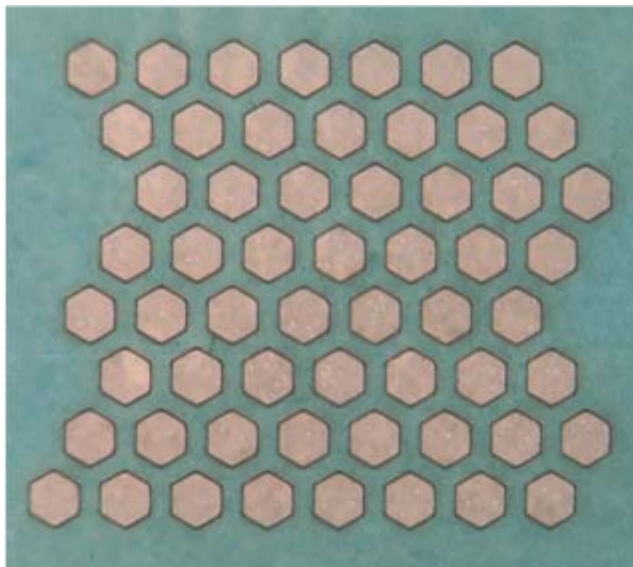
- Verzicht auf photolithographischen Prozess reduziert die Prozesskosten
- Erfolgreiche Produktion grossflächiger TEGs
- Erhöhung/Optimierung der Leistung der TEGs
- Herstellen von sehr kleinen Löchern mit verschiedenen Geometrien
- und minimalen Abständen
- Kontrolle in Z-Richtung ermöglicht neuen Fabrikationsprozess
- Kontaktierung der Thermoschenkel mit integriertem Laserprozess



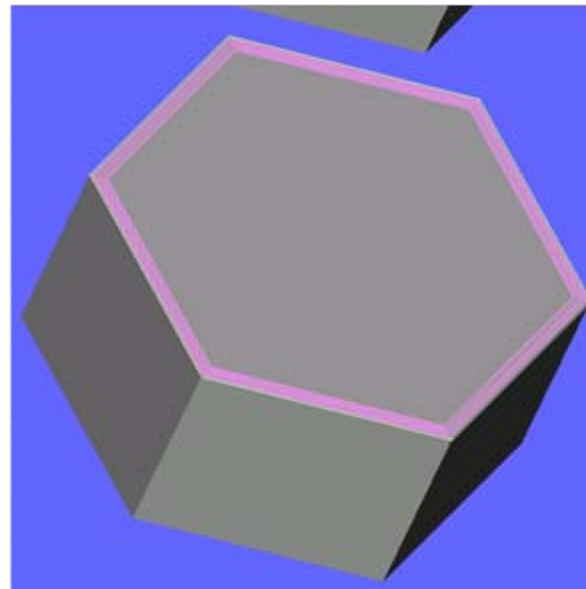
Mikrostrukturierung von Hochleistungspolymeren für neue thermoelektrische Generatoren

Die Strukturierungsmethode muss folgende Dimensionen realisieren können:

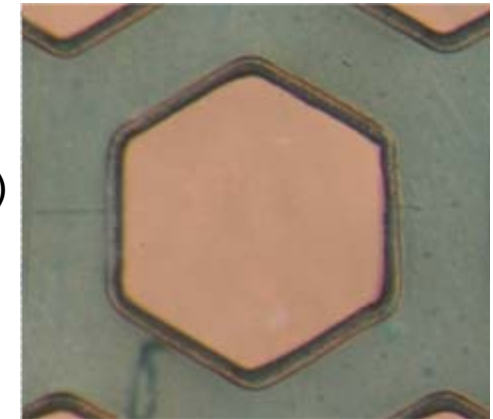
- Lochdurchmesser 100-800 μm .
- Hochskalierung der TEGs auf 10 cm x 10 cm (5'000 bis 10'000 Löcher)
- geringer Abstand (Rand zu Rand 100-500 μm)
- Optimierung der Packungsdichte/Effizienz (z.B. 3, 4 und 6-eckige Löcher)



Strukturgröße 300 μm



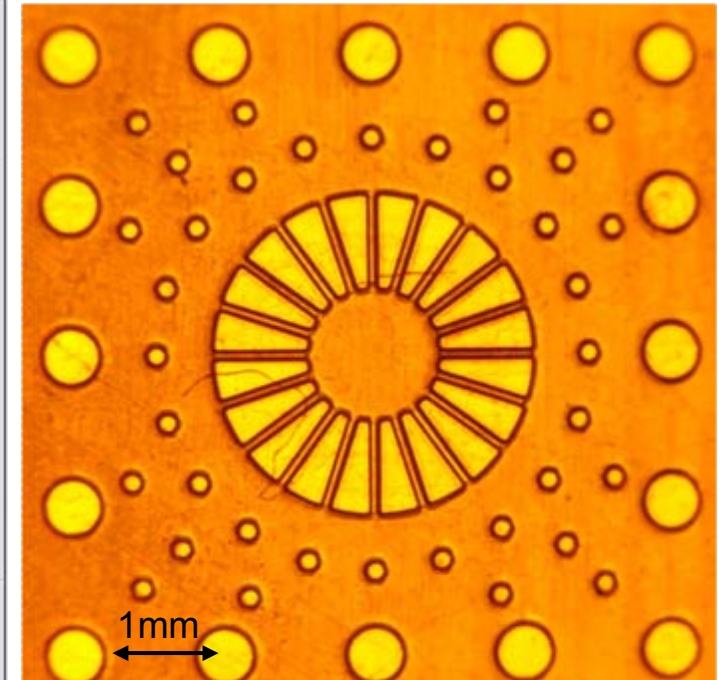
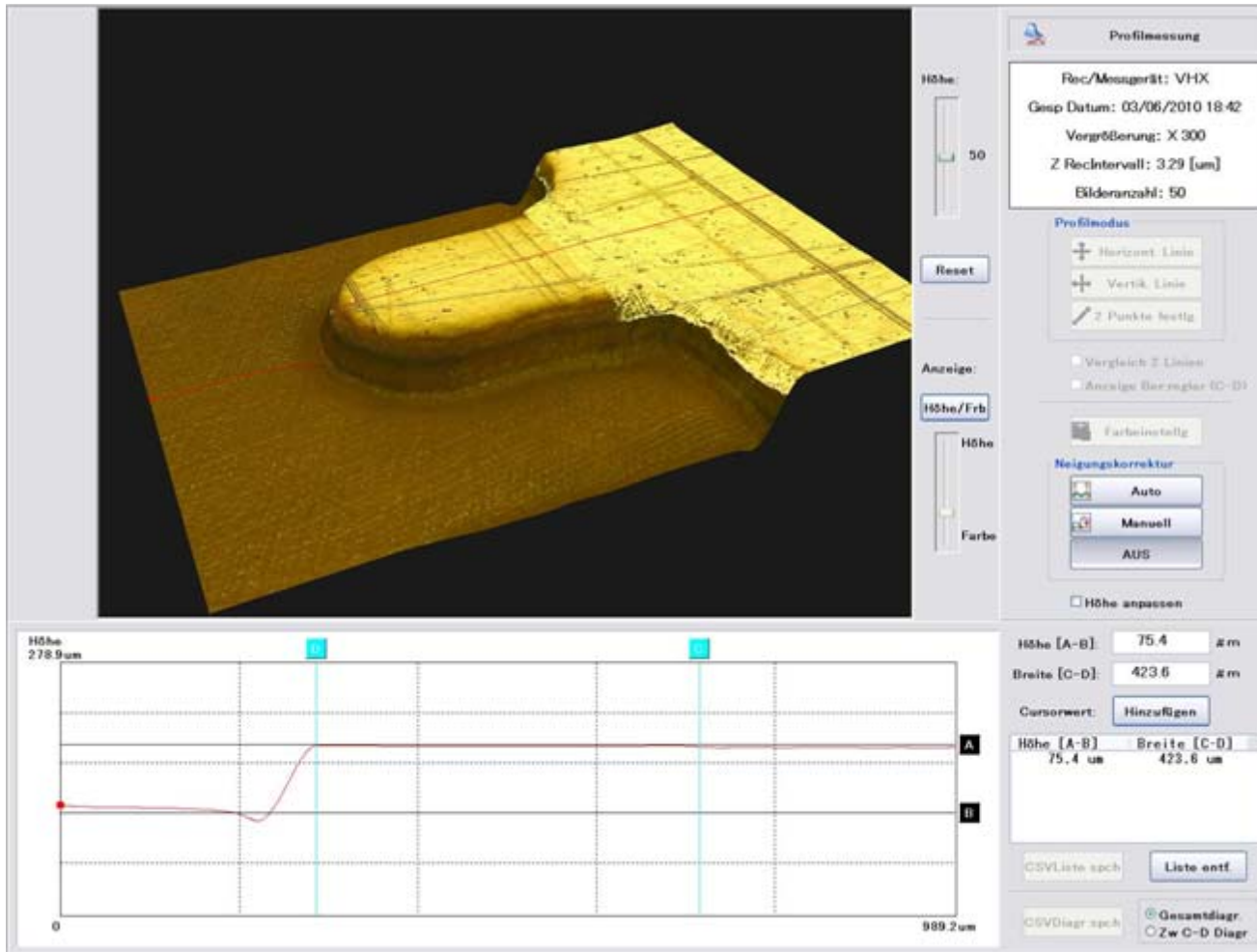
Bearbeitungsstrategie



Laserparameter:

Wellenlänge	355nm
Leistung	4.6 W
Pulsenergie	46 μJ
Repetitionsrate	100 kHz
Pulspicker	1
Burst	1
Vorschub	300 mm/s
Optik Brennweite	250 mm

Strukturen in Kunststoff-Folien für Sensoren



70 µm Strukturtiefe

Zusammenfassung

Anlage:

- Anlage muss thermisch stabil sein (Bearbeitungszeiten sind teilweise lang)
- Strahlqualität und Langzeitstabilität des Lasers unerlässlich
- Strahlführung vor allem Scanner muss "top" sein

Prozess:

- Prozessparameter sind entscheidend für die Qualität
- Oberflächengüte des Ausgangsmaterials muss sehr gut sein, Fehler werden bis in tiefere Schichten übertragen
- CAD File resp. STL File muss eine gute Auflösung haben

Diskussion

Fragen?

...