

New perspectives on high-speed material processing with ultrafast lasers

Kurt Weingarten
Time-Bandwidth Products
Rütistrasse 12, Schlieren
kw@time-bandwidth.com

Kurzer Überblick

- Vorstellung Time-Bandwidth Products
- UKP-Laser für Mikromaterial-Bearbeitung
- Perspektive schnelle Oberflächen-Bearbeitung
- Beispiele Anwendungen
- Perspektive Laserquellen

Informationen zu Time-Bandwidth Products

- Spin-off der ETH Zürich, erste kommerzielle Produkte seit 1996
- "SESAM®" know-how Technologie-Führer
- Internationales Verkaufs-Netzwerk, vertreten in allen Schlüsselmärkten
- Etablierte Produkte für industrielle "24/7" Anwendungen
- Industrielle Kunden in den Bereichen Halbleiter, Biotech, Materialbearbeitung, etc.
- New expanded facility in Schlieren since June 2013



OEM Laser für die Mikro-Materialbearbeitung

PicoBlade™

voll integrierter Pikosekunden Laser



	PicoBlade™
Ausgangsleistung	bis zu 50 W
Pulsfrequenz	von Einzelpuls bis 8 MHz
Pulsenergie	bis zu 200 µJ
Pulsdauer	10 ps
Spitzenleistung	bis zu 20 MW
Wellenlänge	1064 nm
M ²	< 1.3

OEM Laser für die Mikro-Materialbearbeitung

PicoBlade™

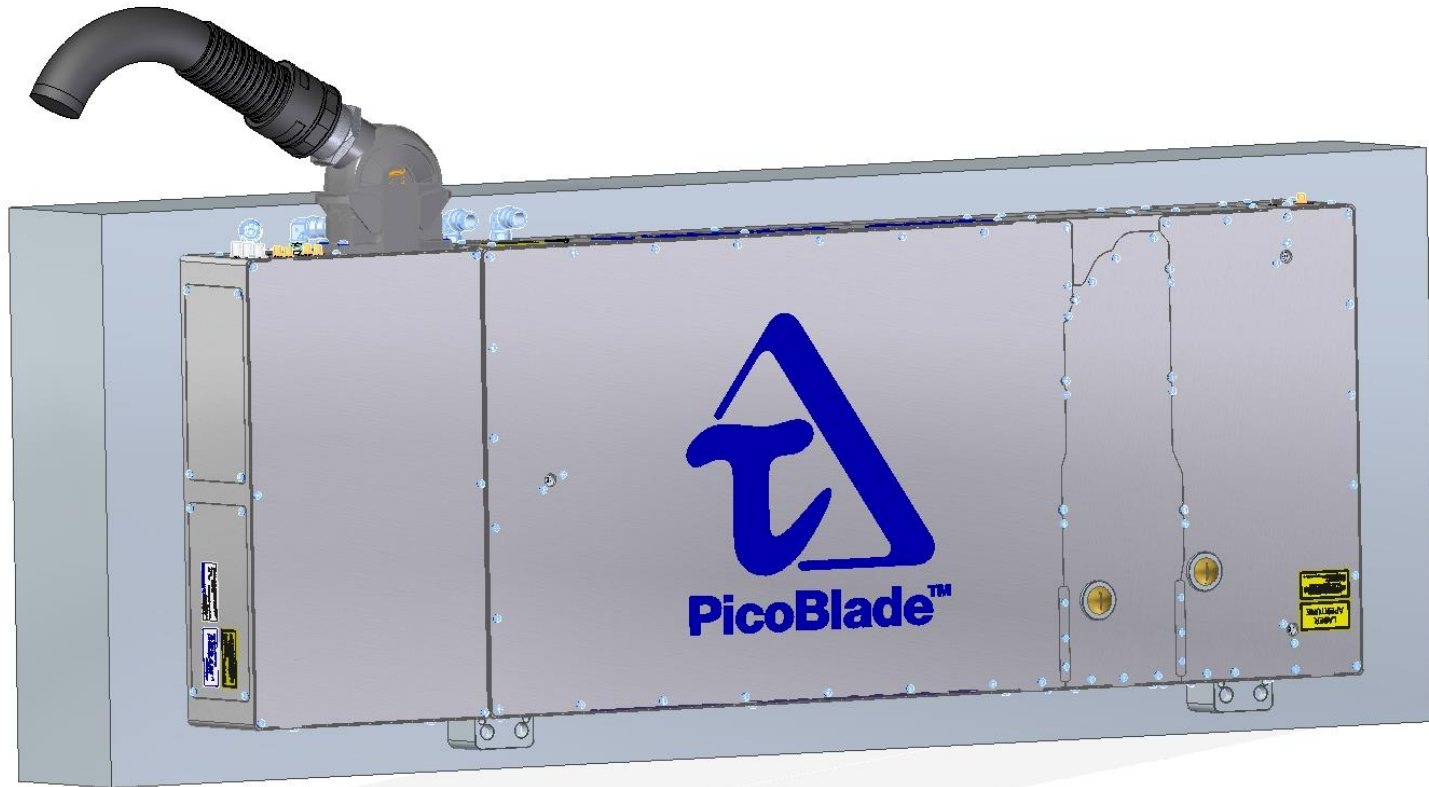
beidseitig trennbares Schlauchpaket



OEM Laser für die Mikro-Materialbearbeitung

PicoBlade™

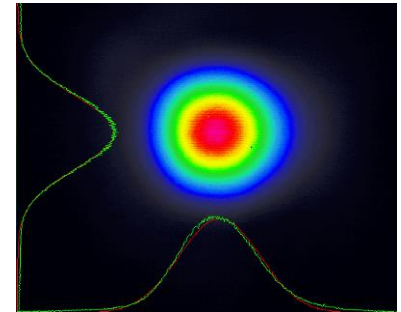
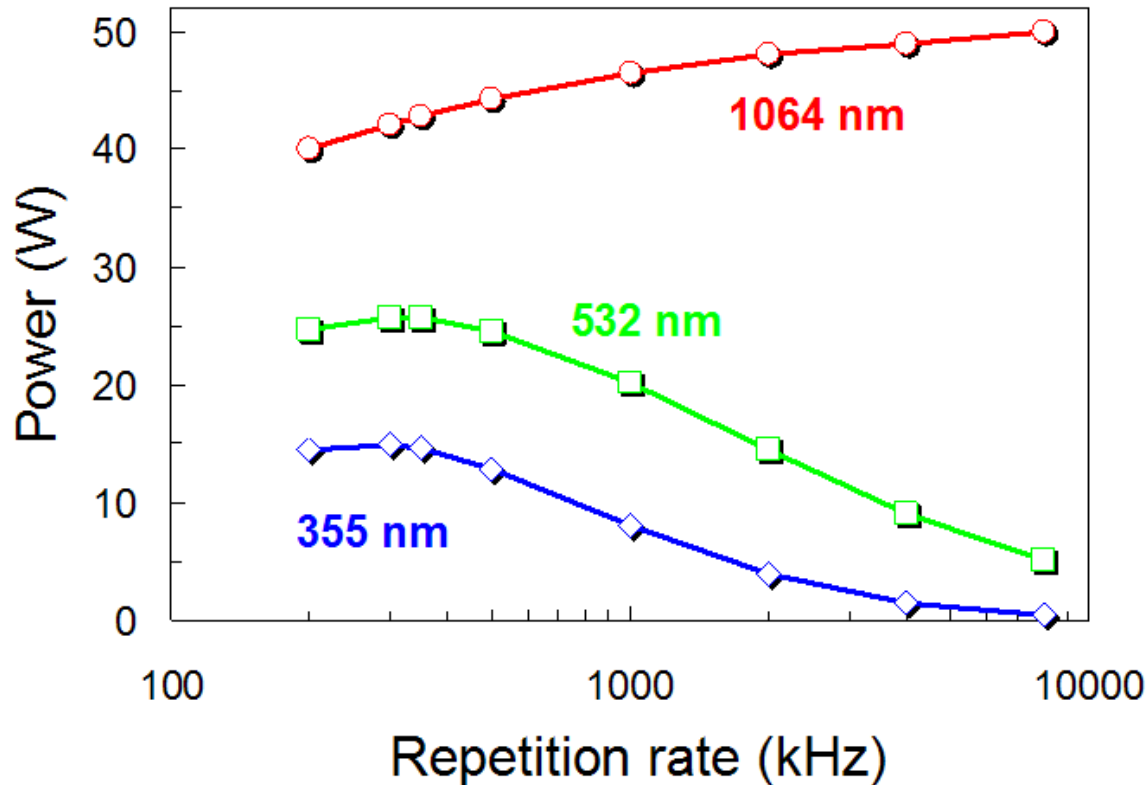
Vertikale Montage-Option



OEM Laser für die Mikro-Materialbearbeitung

PicoBlade™

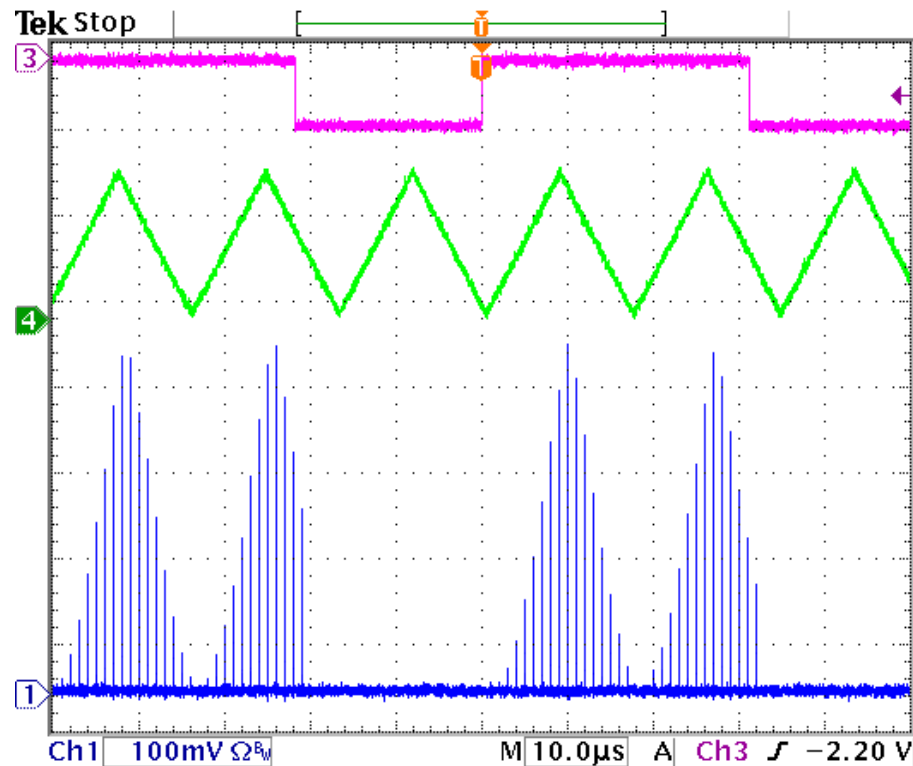
SHG / THG Optionen



OEM Laser für die Mikro-Materialbearbeitung

PicoBlade™

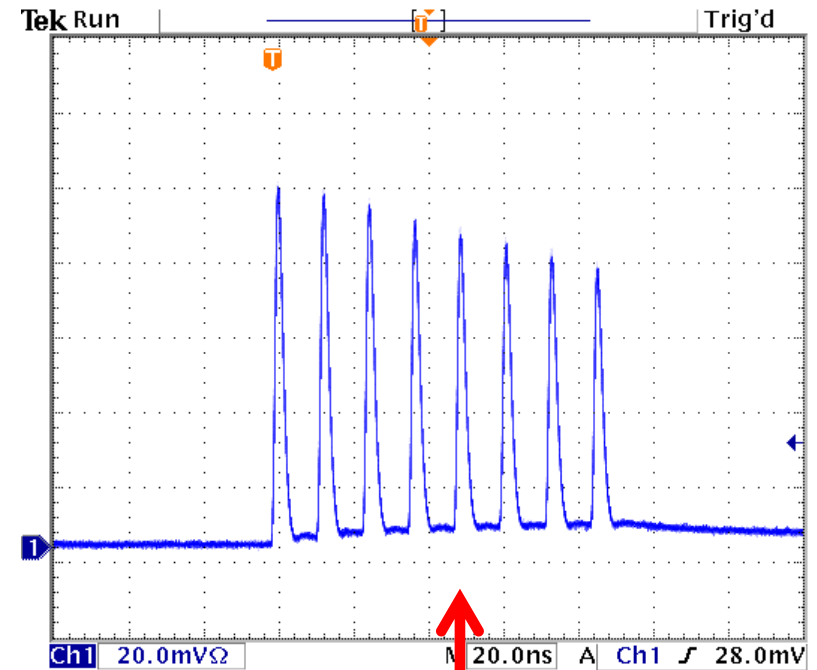
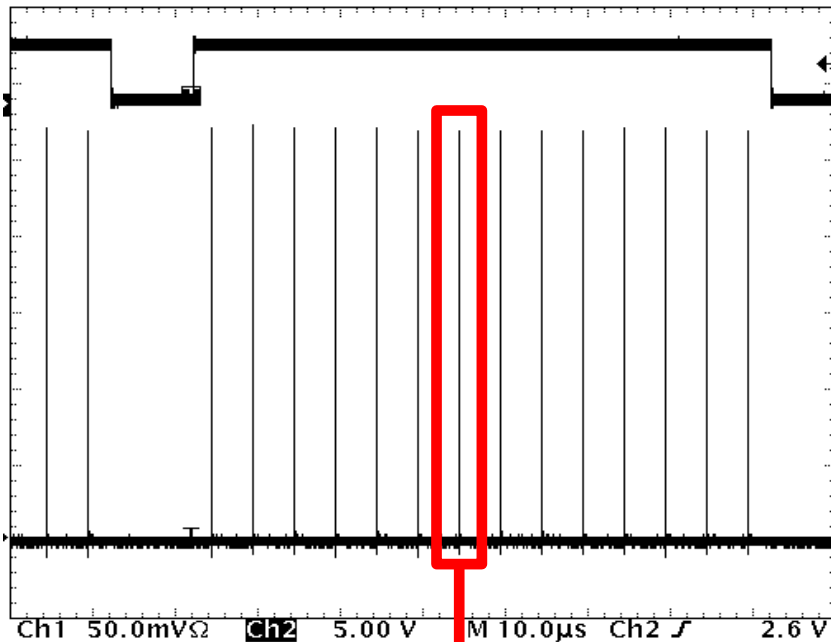
Schnelle Analog- und Digital-Modulation (>3 MHz Pulsgenau)



OEM Laser für die Mikro-Materialbearbeitung

PicoBlade™

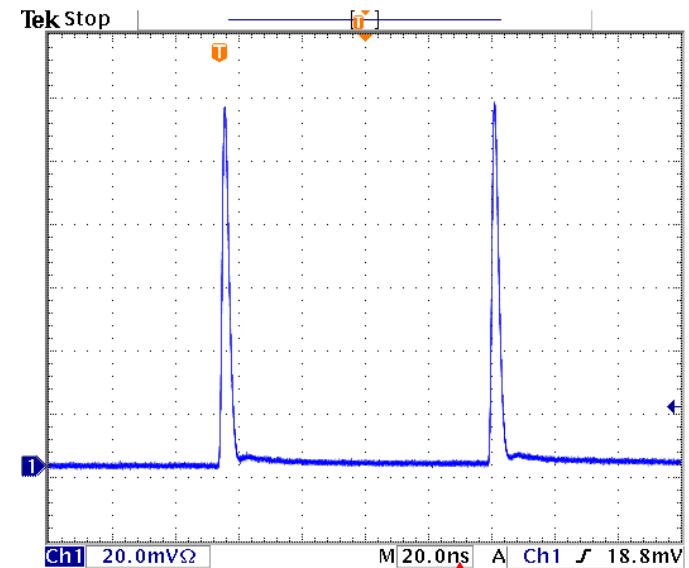
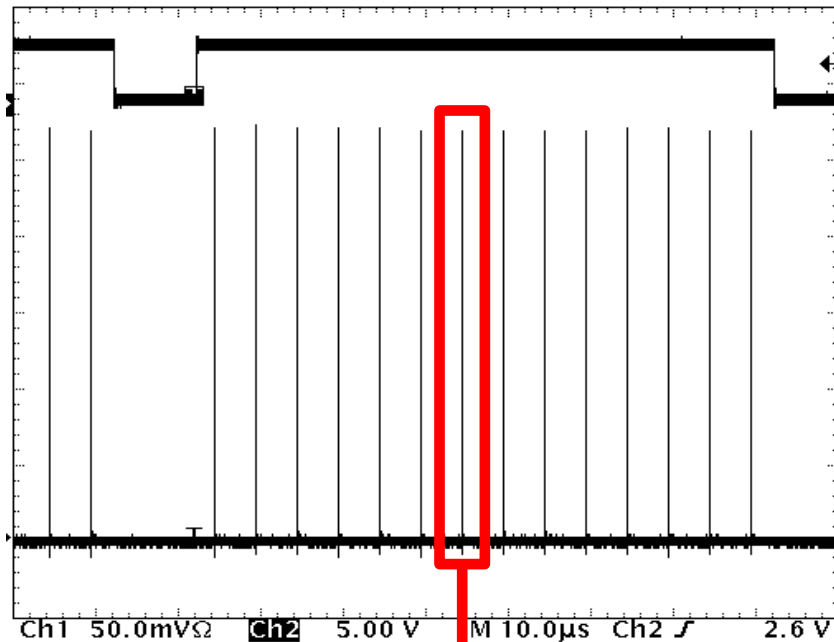
FlexBurst™ - Technologie



OEM Laser für die Mikro-Materialbearbeitung

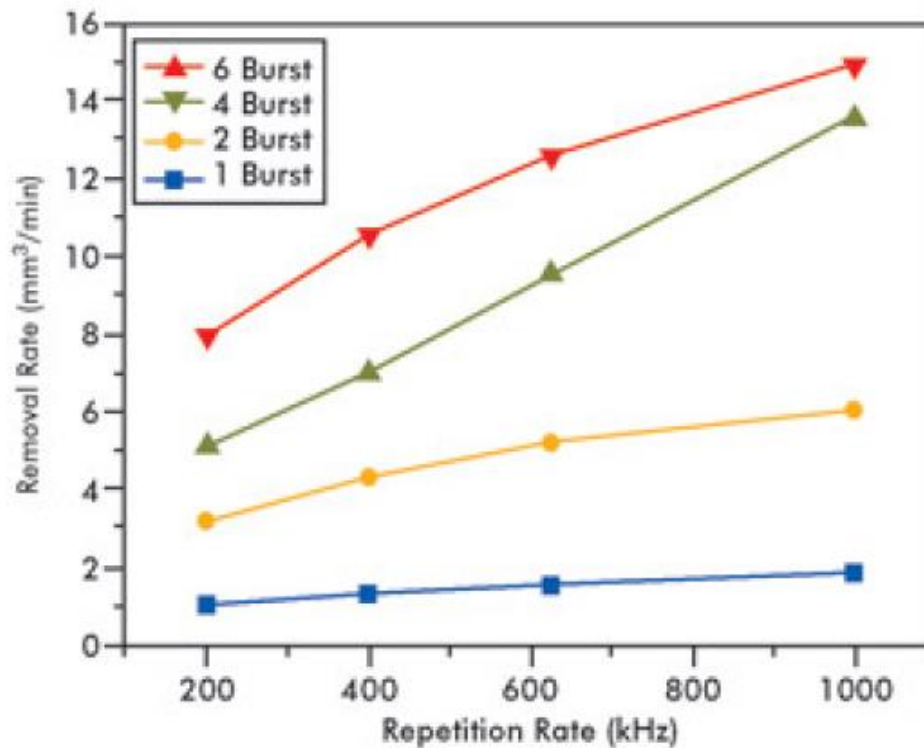
PicoBlade™

FlexBurst™ - Technologie



PicoBlade™

FlexBurst™ - Technologie



- Erhöhte Abtragsraten
- Bessere Oberflächen

Phot. Spectra, issue 11, 2009.
(Ablation of Si)

Schnelle Oberflächenbearbeitung

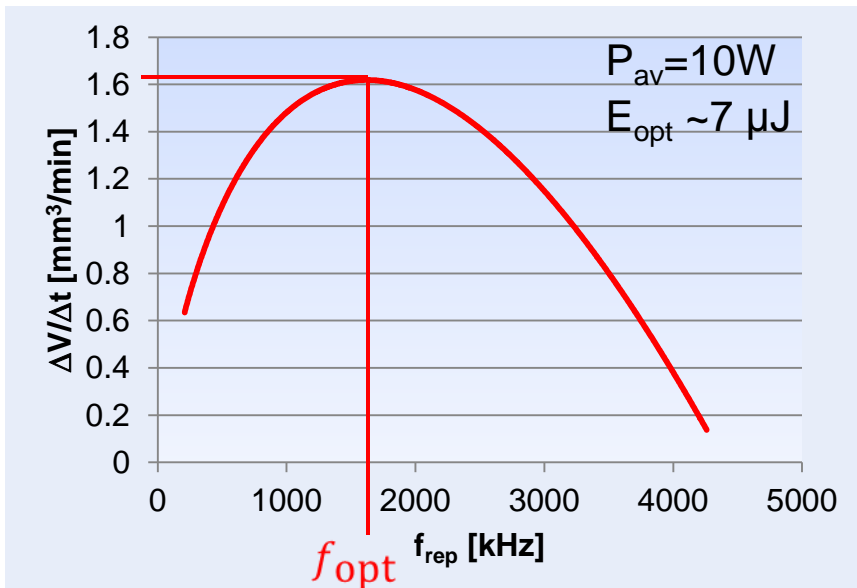
- Strukturieren
- Abtragen dünner Schichten (z.B. Display-Herstellung)

«Hürden» bei der schnelle Bearbeitung mit UKP-Lasern

" Es gibt eine optimale Pulsenergie für eine maximale Abtragsrate "
(Prof. Beat Neuenschwander, AKL '12 Aachen)

↔ Für konstante mittlere Leistung gibt es eine optimale Pulsfrequenz

$$\text{VRR} \propto f_{\text{rep}} \cdot \ln\left(\frac{1}{f_{\text{rep}}}\right)$$



Erhöhung der mittleren Leistung



Erhöhen der Pulsfrequenz
(um optimale Pulsenergie zu behalten)

Heute: Systeme durch Scanner limitiert

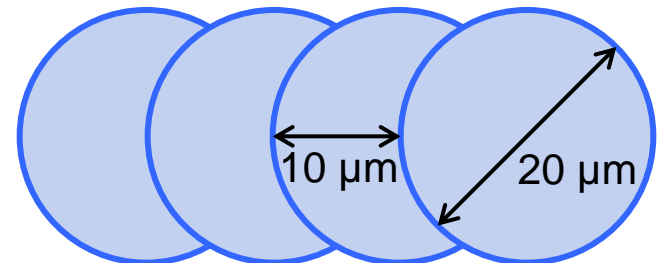
Annahme:

- Spot Durchmesser (IR): 20 μm
- Lateraler Puls-Überlapp 50%: 10 μm
- Pulsfrequenz: ~~8~~ 1 MHz (mit zunehmender Leistung, bei konstanter Pulsenergie)

→ Benötigte Geschwindigkeit: ~~80~~ 10 m/s

Heutige kommerzielle Systeme: 1.5 m/s (z.B. mit 100 mm f- Θ)

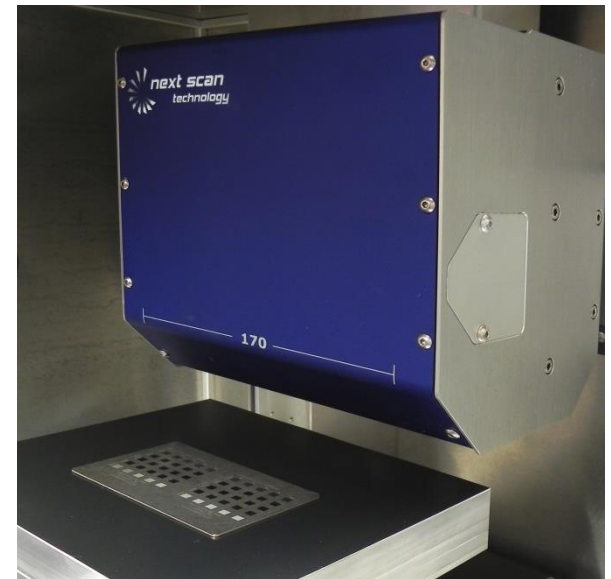
**Puls-Überlapp >99%,
thermische Effekte !**



Lösung: Polygon-Spiegel Scanner

z.B. Next Scan Technology

- Laterale Geschwindigkeit: 25-**100** m/s
- Scanfeld-Grösse: 170 mm x ∞
- f- Θ (telezentrisch): 190 mm
- Eingangsapertur: 10 mm
 - Minimaler Spot ($1/e^2$)
 - 44 μ m (IR)
 - 22 μ m (grün)
- Positions-Genauigkeit: 5 μ m
- Wiederholgenauigkeit: 3 μ m

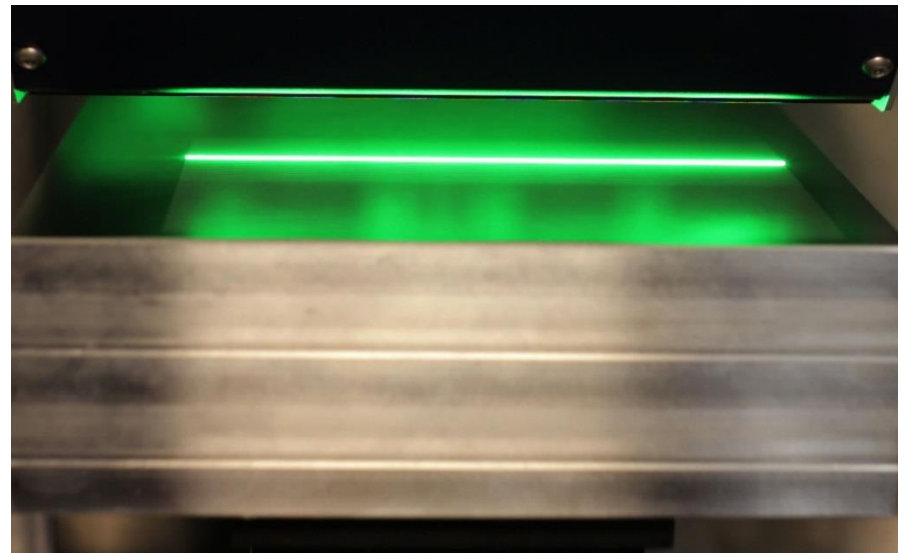


Polygon/Linien-Scanner

Keine universelle Technologie, aber gut für:

- Oberflächen-Texturierung
- Flachbildschirme / Touch-Screens
- " Roll-to-roll " Strukturierung
- Wafer-dicing
- Grossflächige Strukturen mit hoher Komplexität

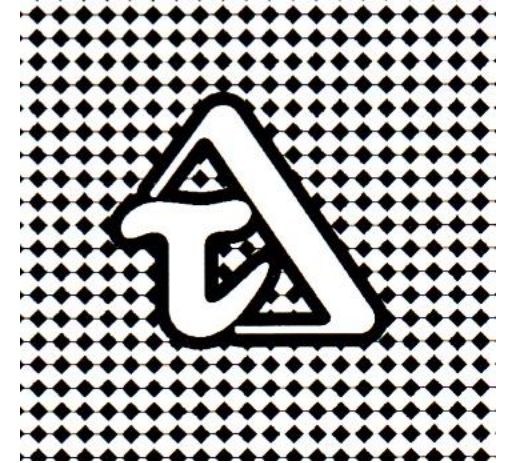
→ " *Komplexität ist gratis* "



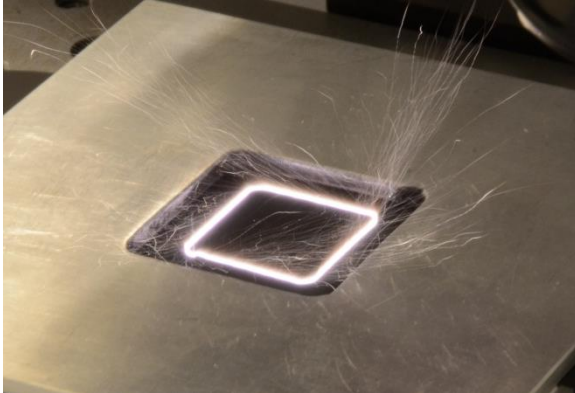
Ultraschnelle Bearbeitung mit Polygon-Scanner

Beispiel: Abtragen dünner Schichten

- 2 MHz Pulsfrequenz (mit «Super-Synch»)
- Fläche: 170 x 170 mm²
- Dauer: ca. 10s (Auflösungsabhängig)
- 400 Linien/s



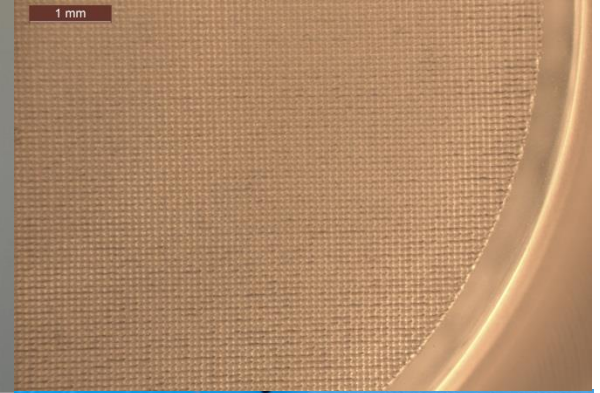
Perspektive Laserquellen - Applikationen



Schneiden von Batteriefolien
(Metall-Keramik Verbund)



Schneiden und Strukturieren
Von LTCC und Al_2O_3
(VRR bis zu $2.7 \text{ mm}^3/\text{min}\cdot\text{W}$)



Strukturieren von Glas
und Polymeren für
besseres Zell-Wachstum

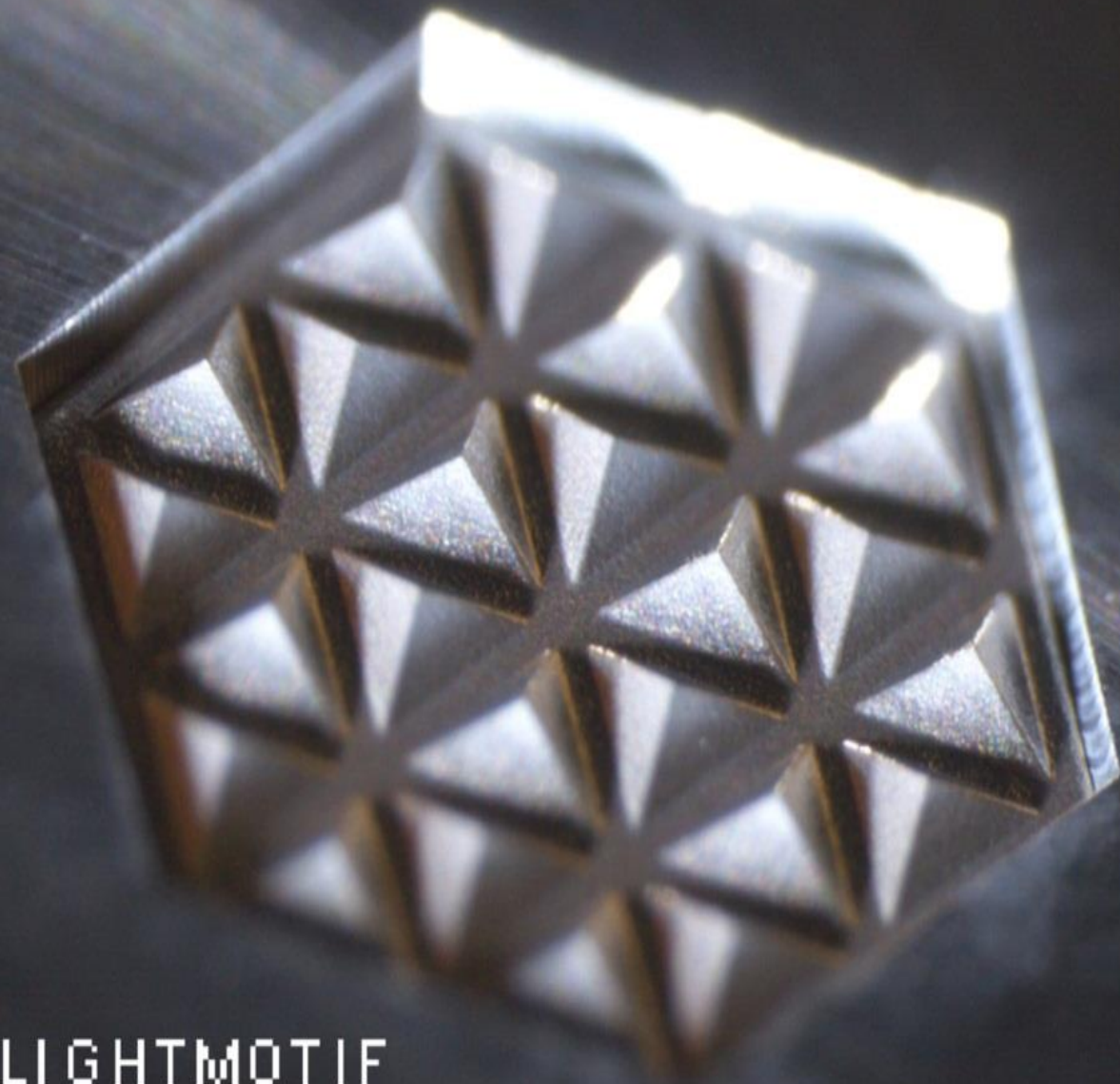
Thin Films

- ▶ 300 nm ITO on glass
- ▶ Scribing ≥ 2 m/sec

A micrograph showing a thin film device on a glass substrate. The device consists of several green conductive lines. On the left, there are four horizontal lines that are connected to a vertical line, forming a comb-like structure. To the right of this structure, there are several more horizontal lines. A scale bar at the bottom indicates a length of 300 μm.

300 μm

Hard metals



LIGHTMOTIF

Stainless steel

- ▶ Nozzle for special hollow core fiber

LIGHTMOTIF — 100µm
JEOL 15KV X65 26mm

Poly-Crystalline Diamond PCD

► Precision nozzle



Hard metals

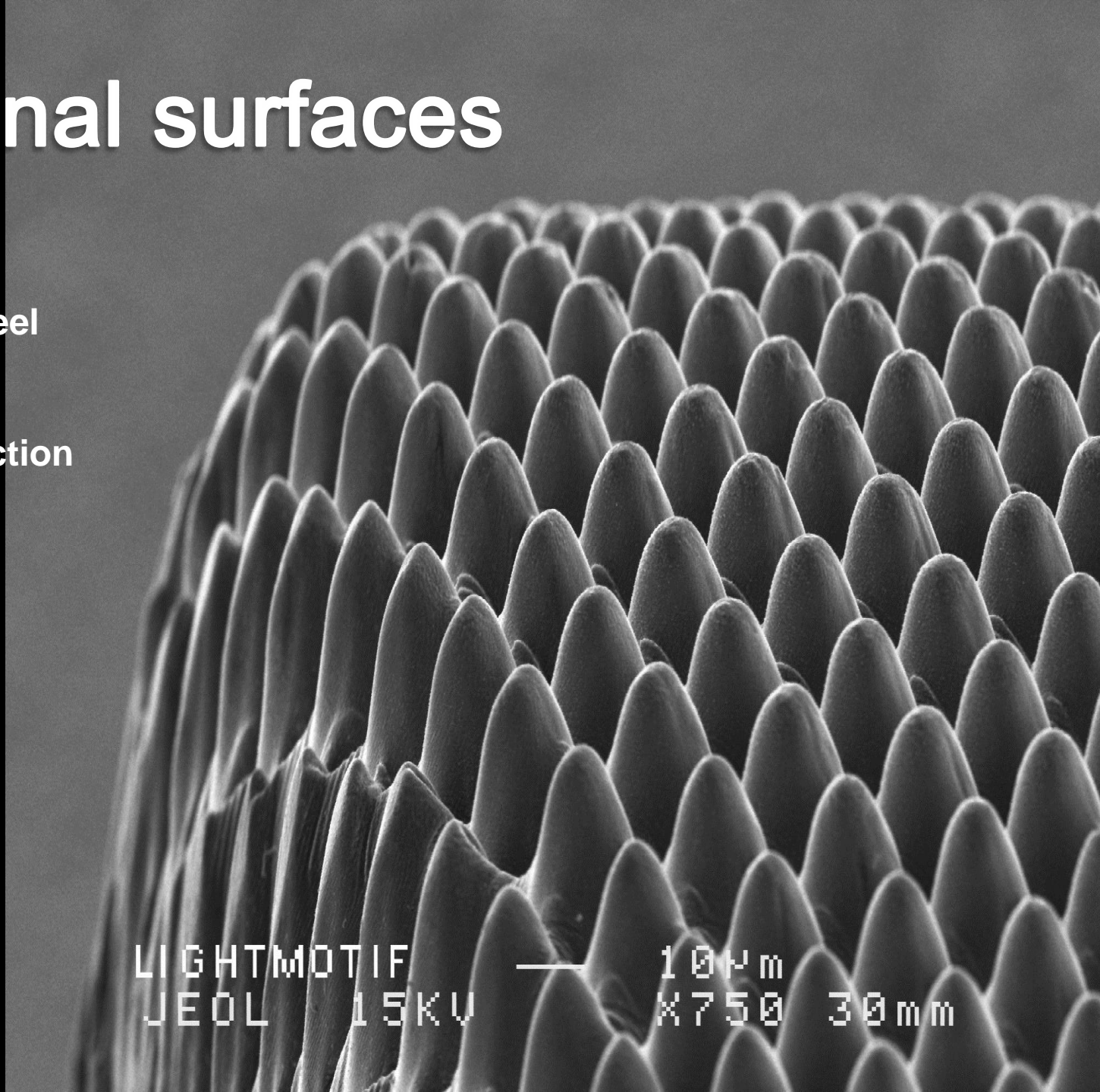
- ▶ < 200 nm roughness



LIGHTMOTIF

Functional surfaces

- ▶ Stainless steel
- ▶ Reduced friction



LIGHTMOTIF
JEOL 15KV

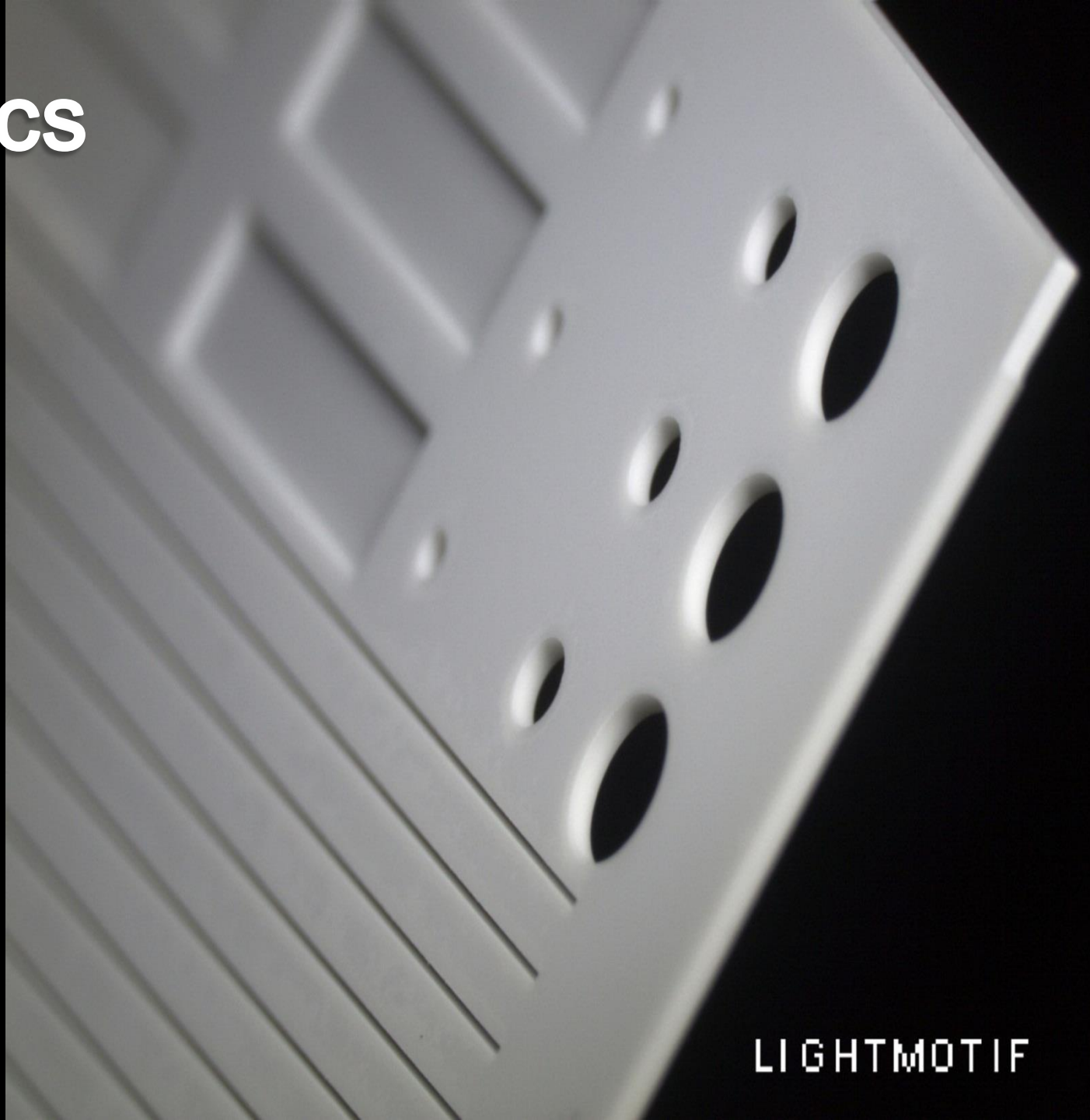


10µm

X750

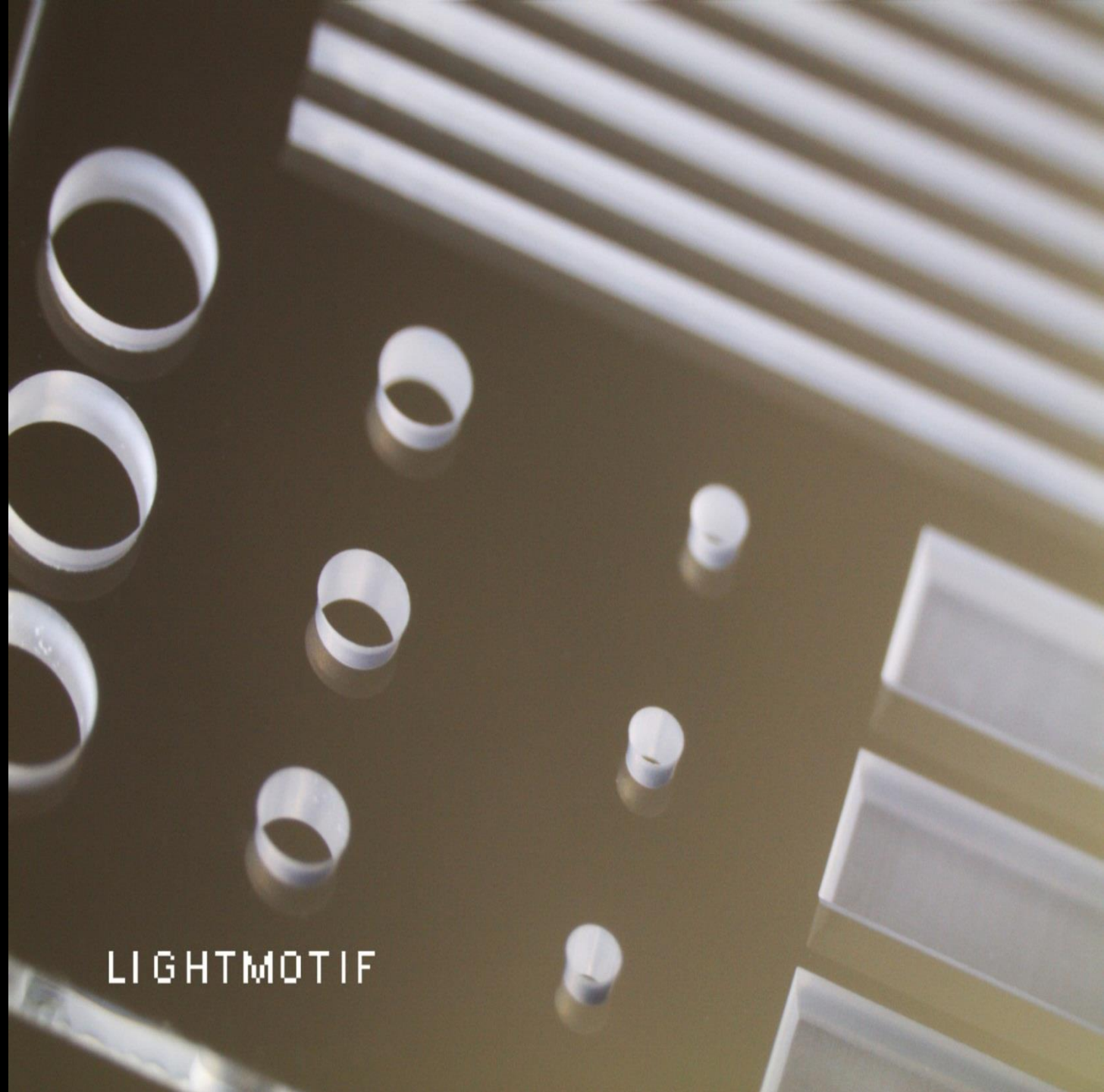
30mm

Ceramics



LIGHTMOTIF

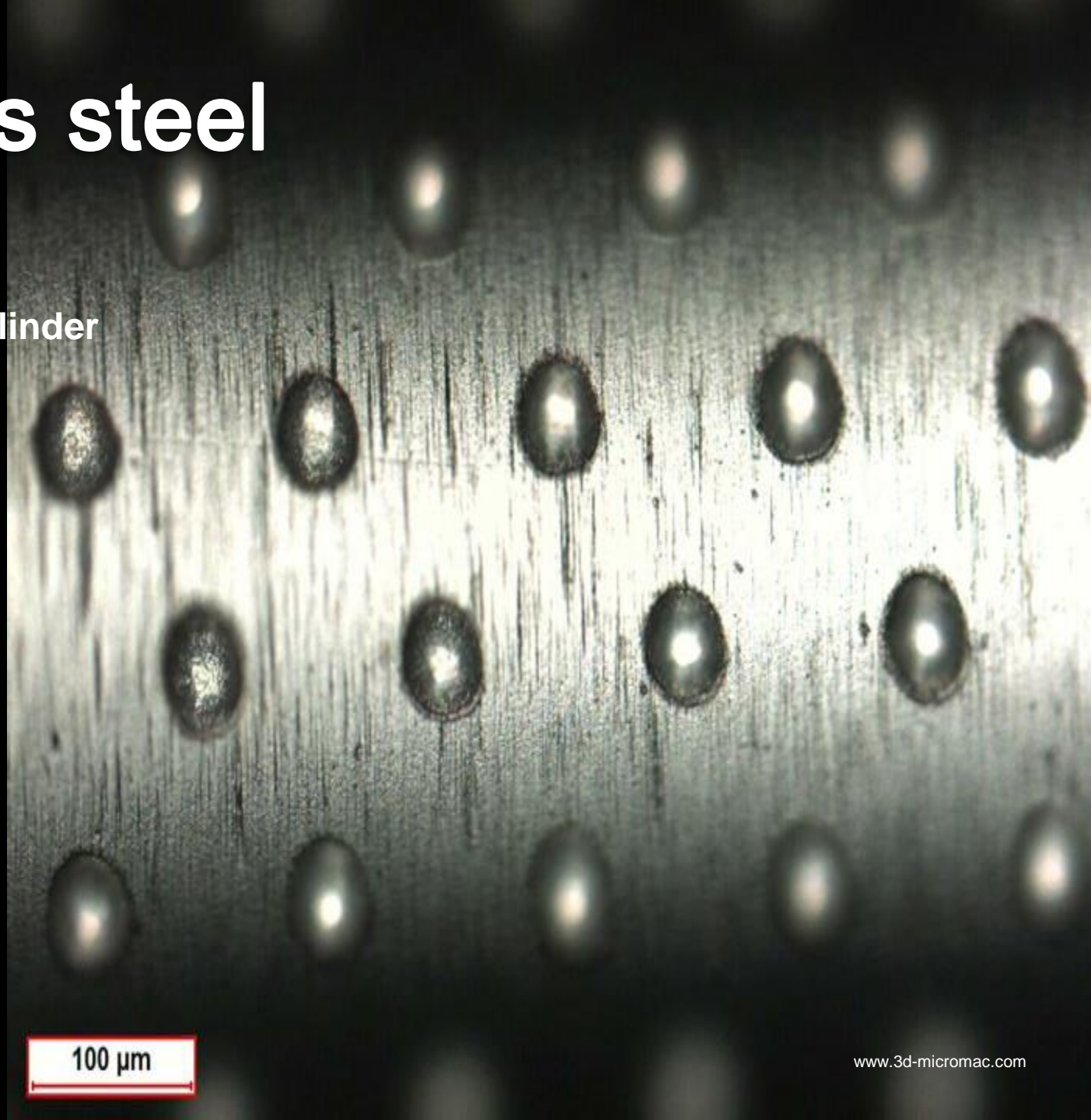
Glass



LIGHTMOTIF

Stainless steel

- ▶ Dimples on cylinder
- ▶ Reduce wear



100 μm

Perspektive Laserquellen – Next Generation Systems

Parameter	Performance
Mittlere Leistung	>100 W
Pulsdauer	~ 800 fs
Pulsenergie / Frequenz	25 μJ @ 4 MHz 100 μJ @ 400 kHz
Spitzenleistung	> 20 MW
Wellenlänge	1030 nm
Polarisation	linear, 250:1
Puls-zu-Puls Stabilität (Energie)	< 0.4% rms
Strahlqualität (M^2)	< 1.3

1

Hochleistungs Laser Systeme machen nur Sinn wenn

- Das Laser System flexibel ist (einstellbare, hohe Pulsfrequenz)
- Die Systemtechnik adaptiert ist und schnelle Bearbeitung erlaubt

2

Polygon-Spiegel Scanner erlauben die derzeit höchsten Scangeschwindigkeiten und ermöglichen hochproduktive UKP-Prozesse, vor allem für grosse Flächen

3

Die gezeigten MOPA Architekturen bieten hohe Flexibilität um höchstmögliche Produktivität zu gewährleisten

**Vielen Dank
für ihre Aufmerksamkeit**

Kurt Weingarten

Time-Bandwidth Products

Rütistrasse 12

8952 Schlieren, Switzerland

kw@time-bandwidth.com