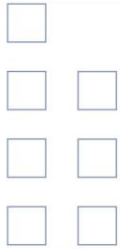


# Einsatz von Faserlasern in der Materialbearbeitung



**Andreas Siewert,  
IPG Laser GmbH, Germany**

Lasertechnologie - Einsatz in der Materialverarbeitung  
26. Februar 2015, Hanau



# Agenda

---

- IPG Photonics
- CW – ps Fiber Lasers
  - Aufbau, Produkte und Anwendungen
- Zusammenfassung





# IPG Photonics

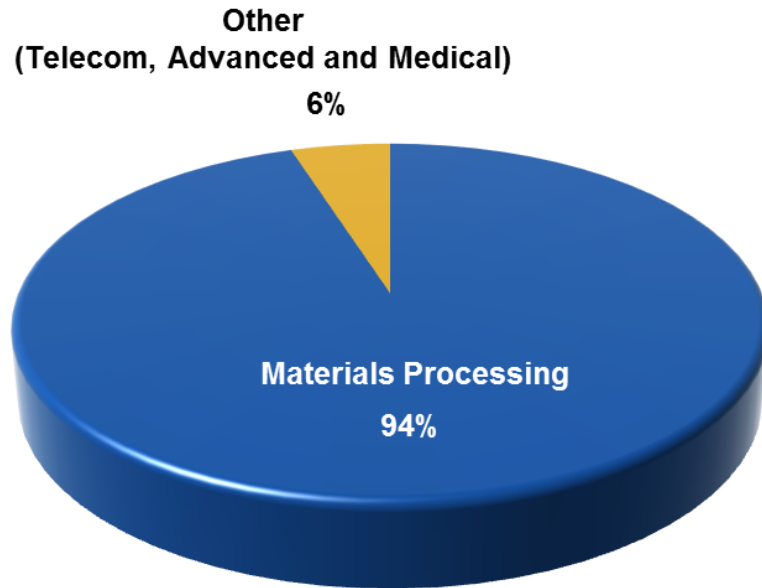
---

- Weltweit führender Hersteller von Faserlasern**
- Umsatz 2014 von \$769 million; YOY Wachstum von 19%**
- Faserlaser ersetzen bislang eingesetzte Laser und erschließen neue Anwendungsfelder**
- Kunden OEMs, Systemintegratoren und Endanwender in einer Vielzahl von Industrien**
- Mehr als 3,000 Mitarbeiter weltweit**

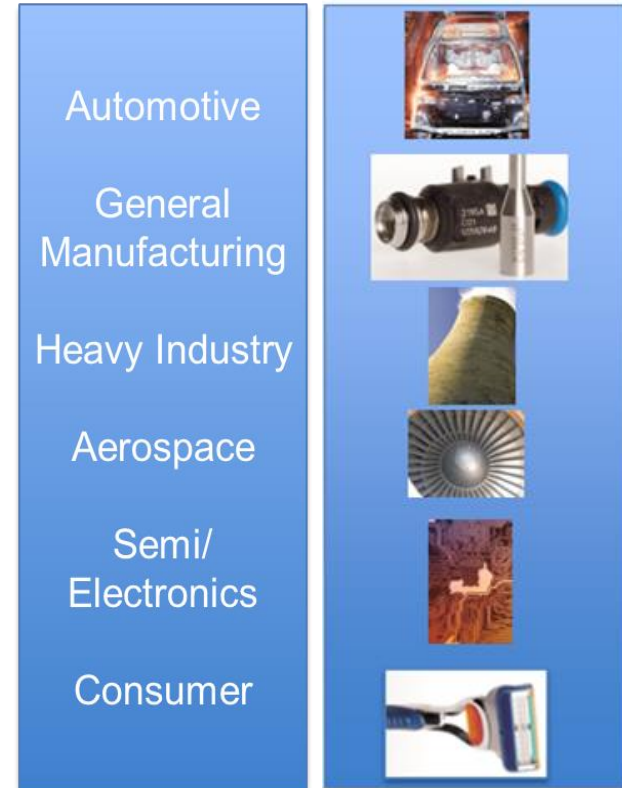


# Anwendungen und Einsatzgebiete

## Broad End Uses<sup>(1)</sup>



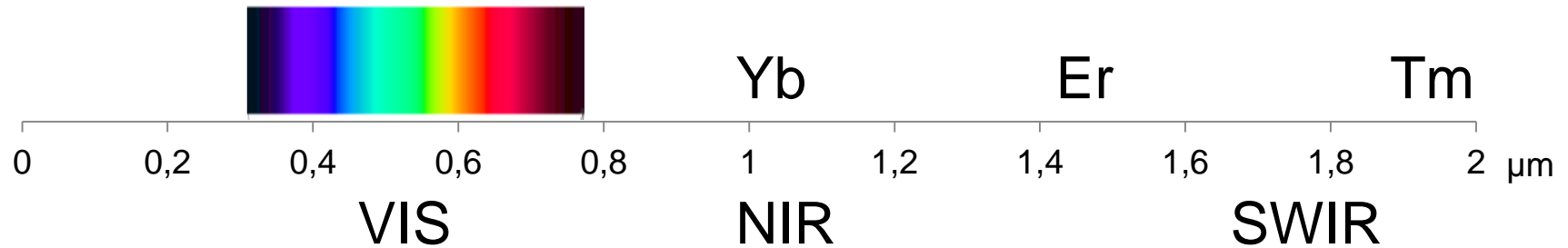
## Diverse end uses in Materials Processing



(1) For the quarter ended 12/31/13



# IPG Faserlaser

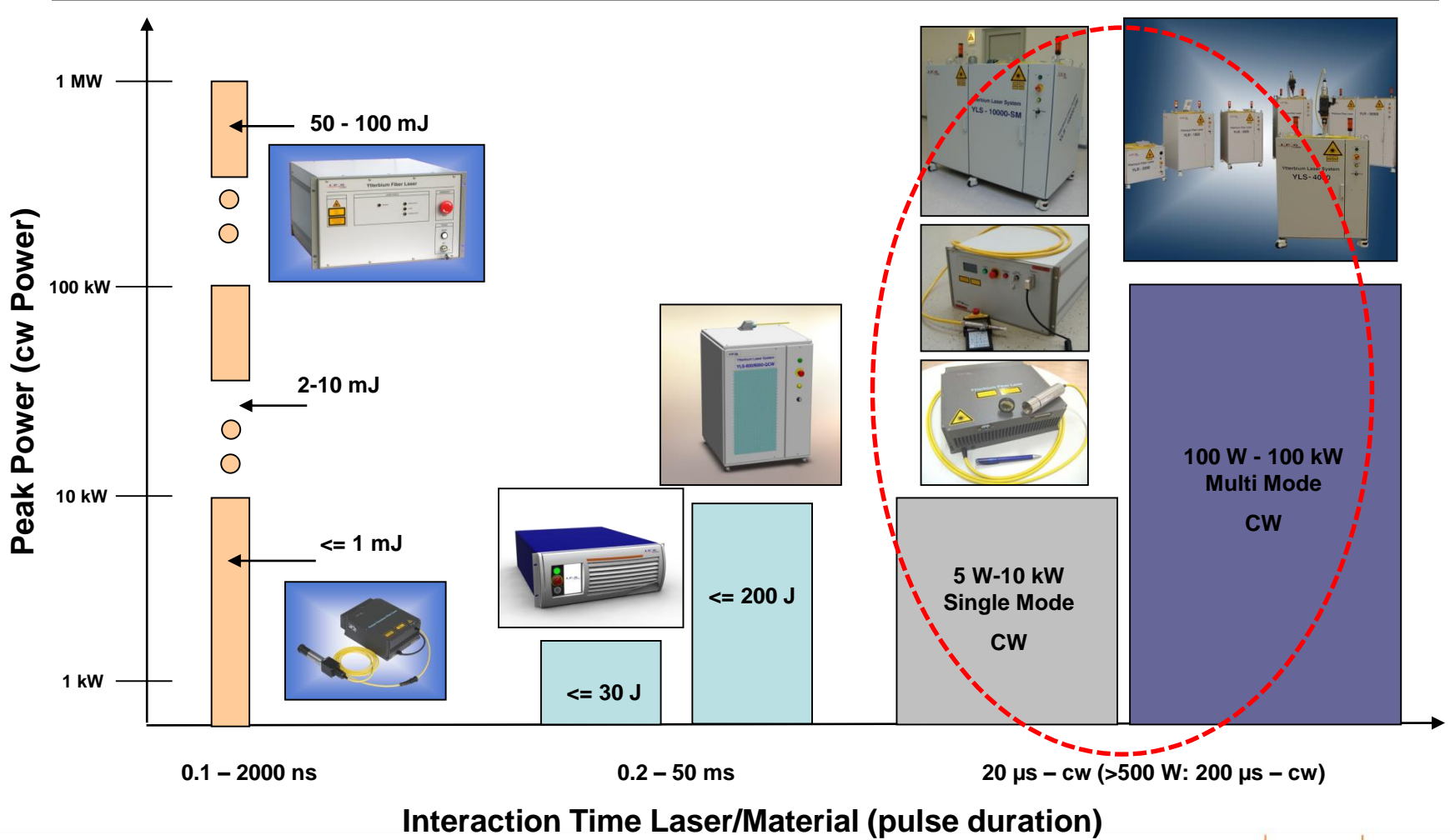


355 nm	532 nm	975 nm	1070 nm	1500 nm	2000 nm
ULP	GLP	DLM	YLP	ELP	TLP
ULR	GLR	DLR	YLM	ELM	TLM
		DLS	YLR	ELR	TLR
			YLS	ELS	

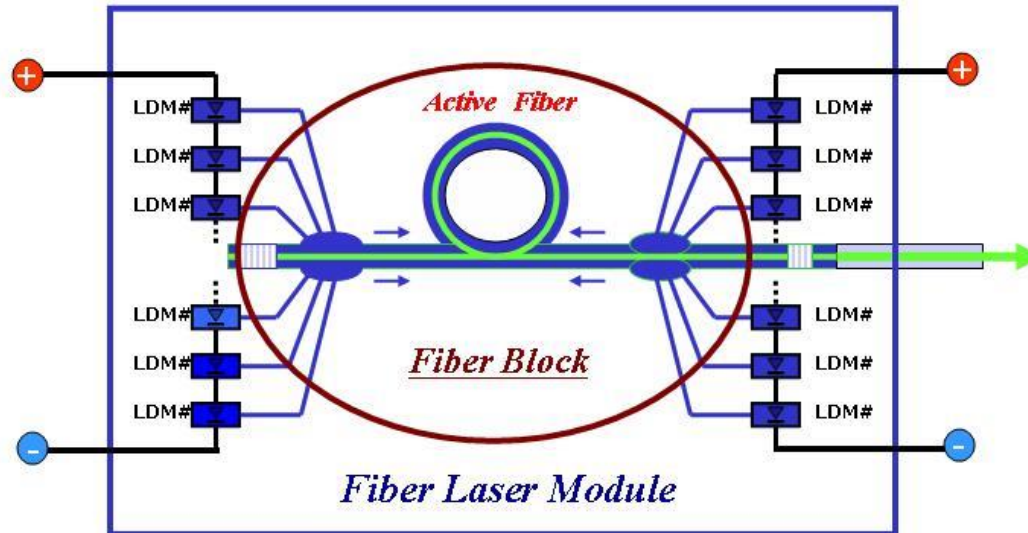
all wavelengths are available as pulsed and cw model



# IPG Faserlaser

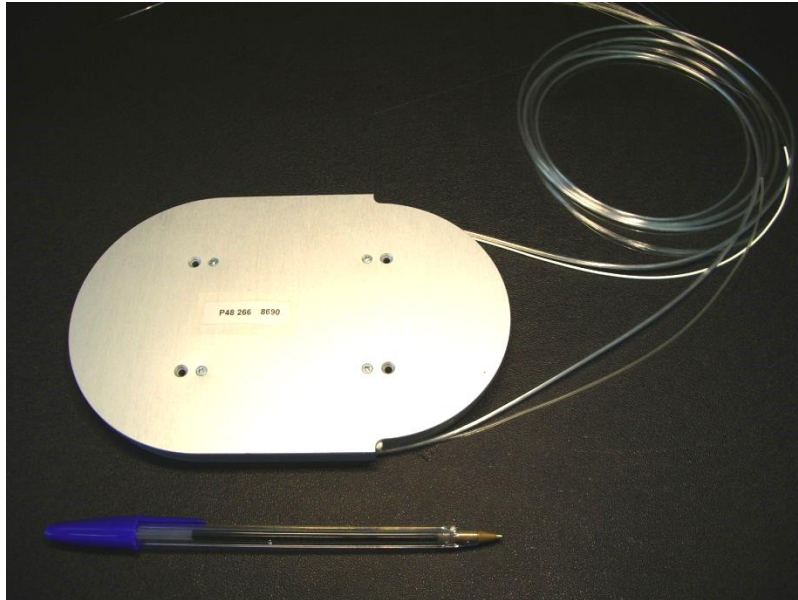


# Aufbau Faserlaser



- Kompaktes u. monolithisches Design
- Parallele Pumpanordnung der LDM
- Monomode-Strahlqualität  $M^2 < 1.05$
- Robuster mechanischer Aufbau
- Thermisch unempfindlich
- Keine Justage des Lasers

# Aufbau Faserlaser



**400 Watt Ytterbium Faserblock**



**Faserlasermodul**



# Wirkungsgrad



**Ausgangsleistung** 6 kW  
**Stromverbrauch** < 15 kW  
**Wirkungsgrad** > 40 %

**Ausgangsfasern** 50  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$   
**BPP @ 50  $\mu\text{m}$**  < 2 mm x mrad  
**Abmessungen** 856 x 806 mm x 1206 mm



**Production Year 2008**  
WPE  $\approx$  25 %

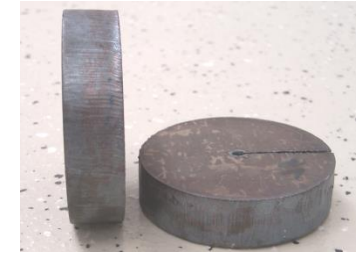
**Production Year 2011**  
WPE  $\approx$  30 %

**Production Year 2013**  
WPE  $\approx$  35 %



# Schneiden mit Faserlaser

1 kW - 8 kW  
Multi Mode  
CW



Gepulste Faserlaser  
Pulsenergie 15 – 60 J  
Pulsspitzenleistung  
1,5 – 6kW

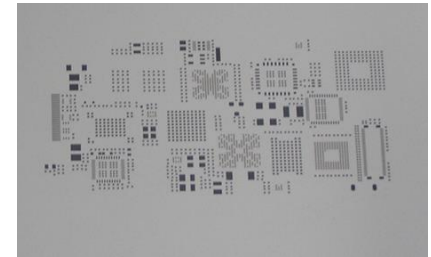
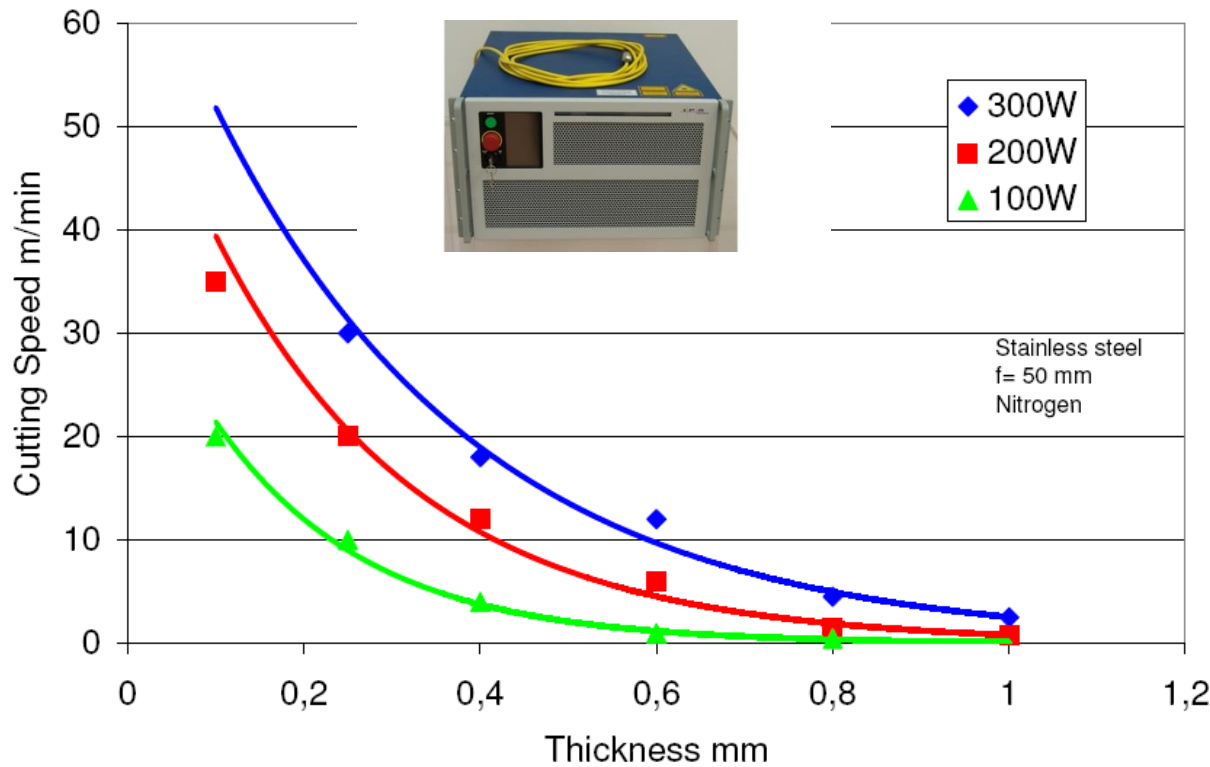


100 W-1 kW  
Single Mode  
CW



# Schneiden mit Single Mode Faserlasern

YLR 300 SM



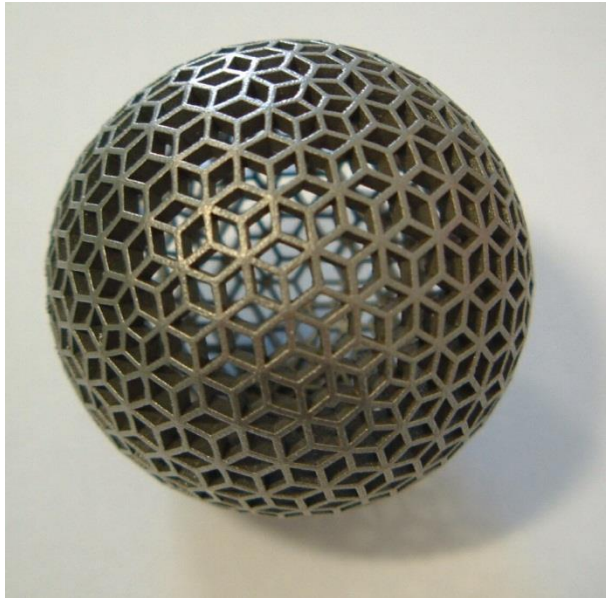
Druckschablonen



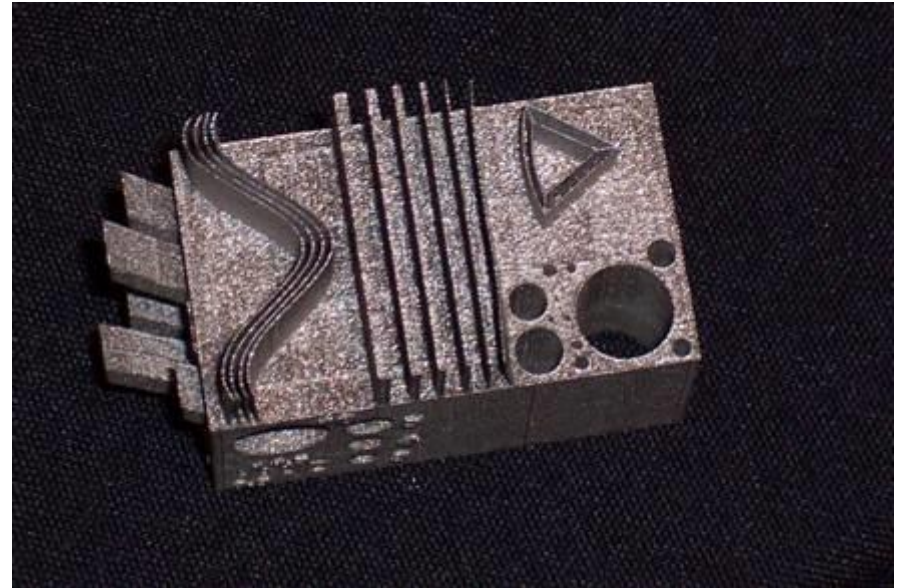
Medizinische Stents



# Sintern mit Faserlasern

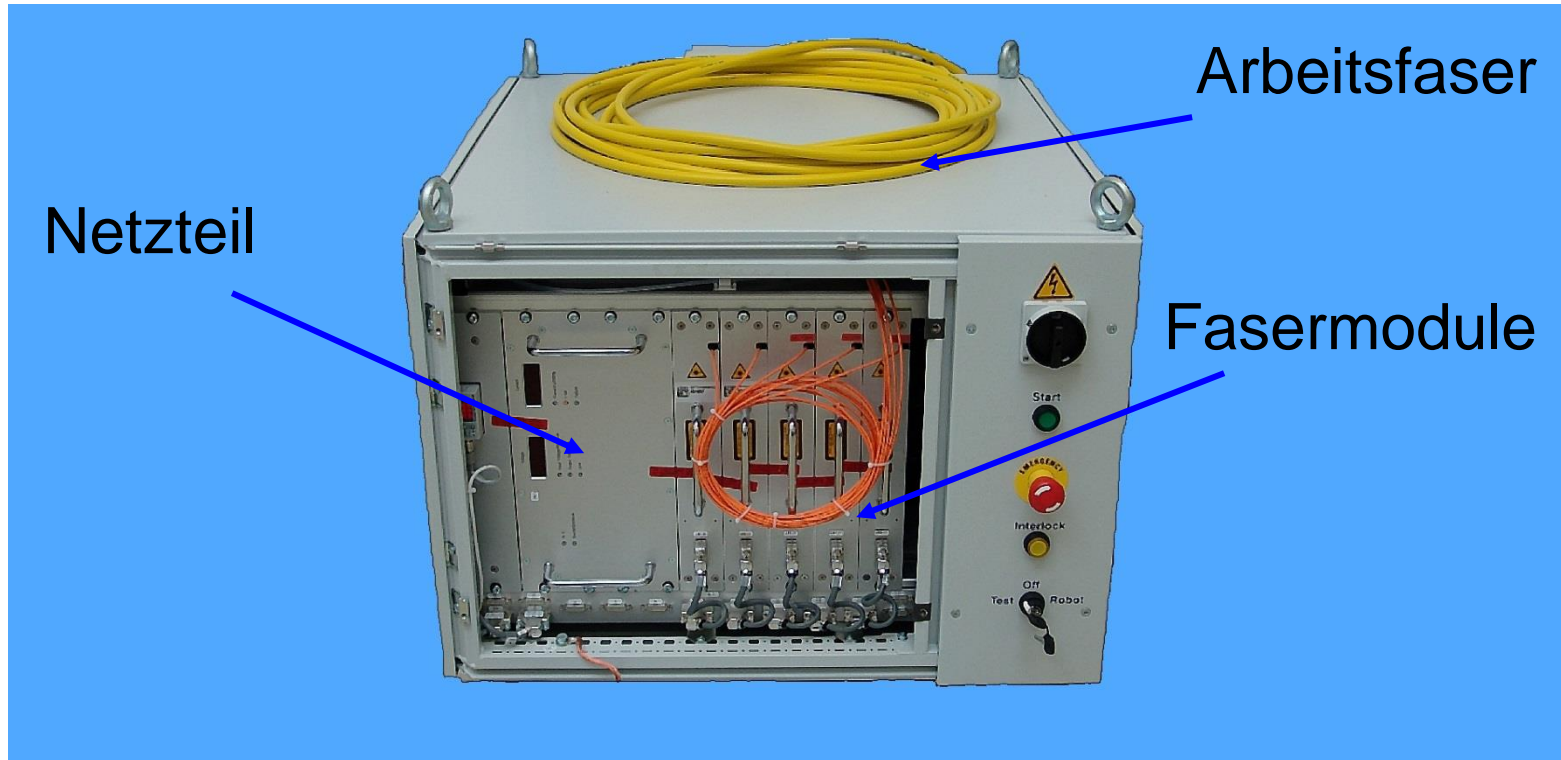


Quelle: EOS



Metall, Keramik

# Schneiden mit Multi Mode Faserlasern



**Wirkungsgrad > 40 %**

*Abmessung: 800mm x 800mm x 550mm*



# Schneiden mit Multi Mode Faserlasern

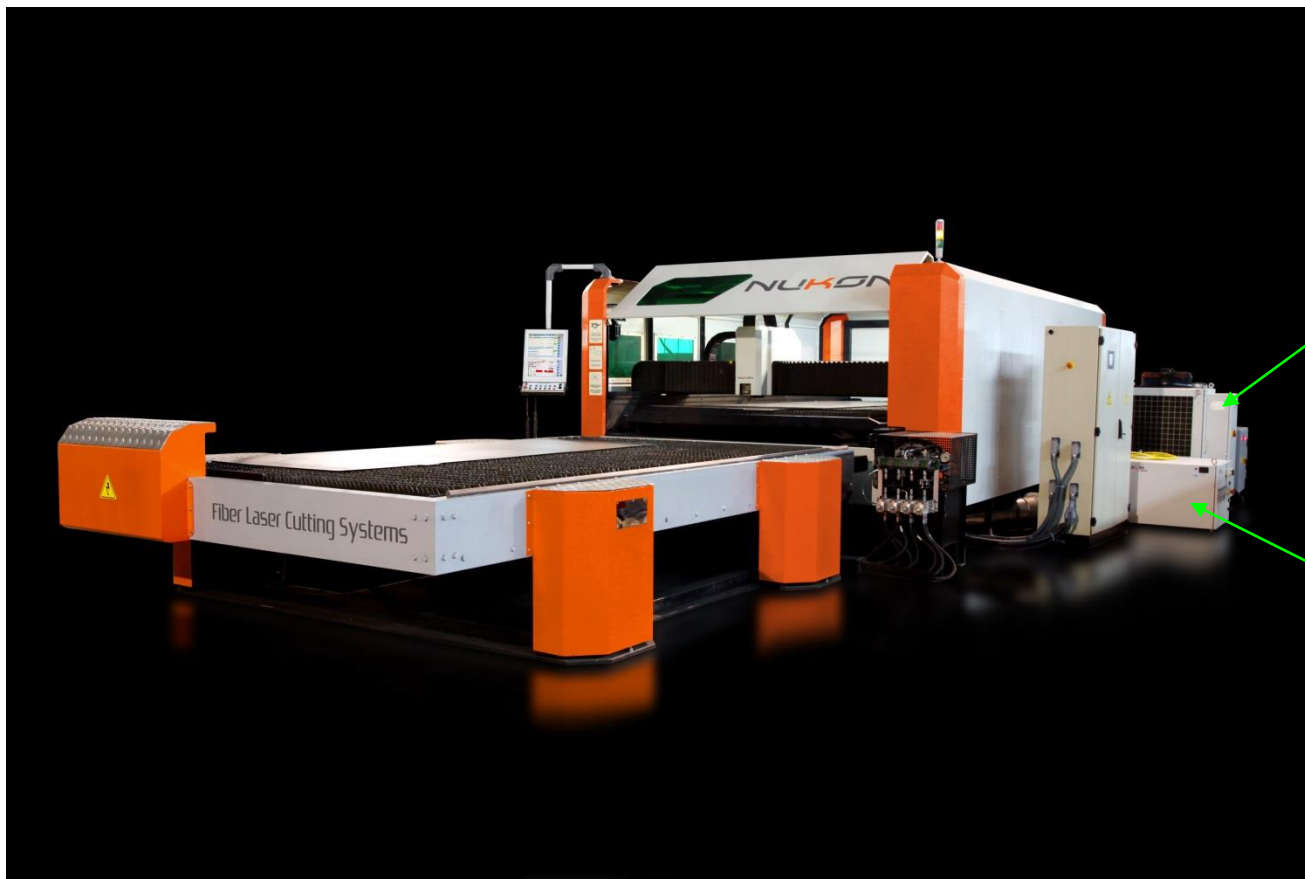


Edelstahl 15mm



Baustahl 25 mm

# Schneiden mit Multi Mode Faserlasern



Wasser-Luft Kühler

5kW Faserlaser

Courtesy of Nukon Lazer Makina Metal



# Schneiden mit Multi Mode Faserlasern



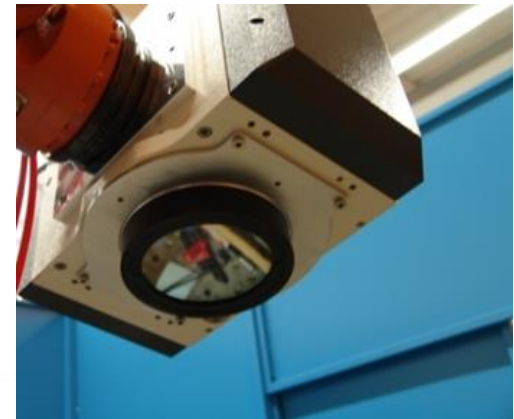
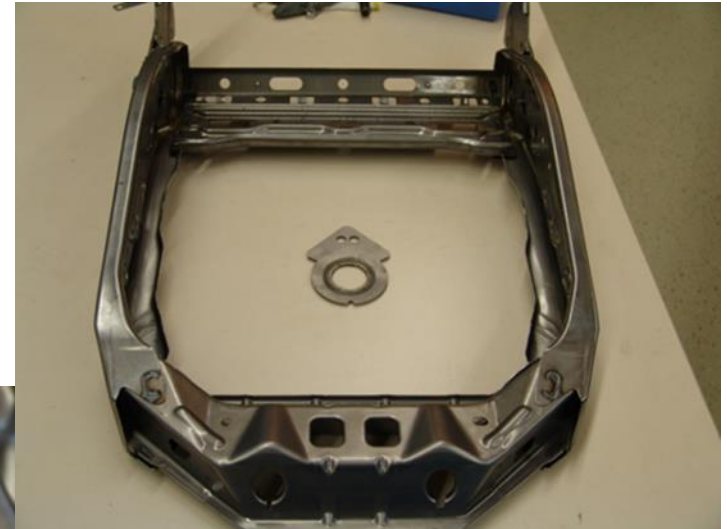
**3D-Schneidzelle  
mit Faserlaser**





# 3D-Remote Schweissen mit Scanner

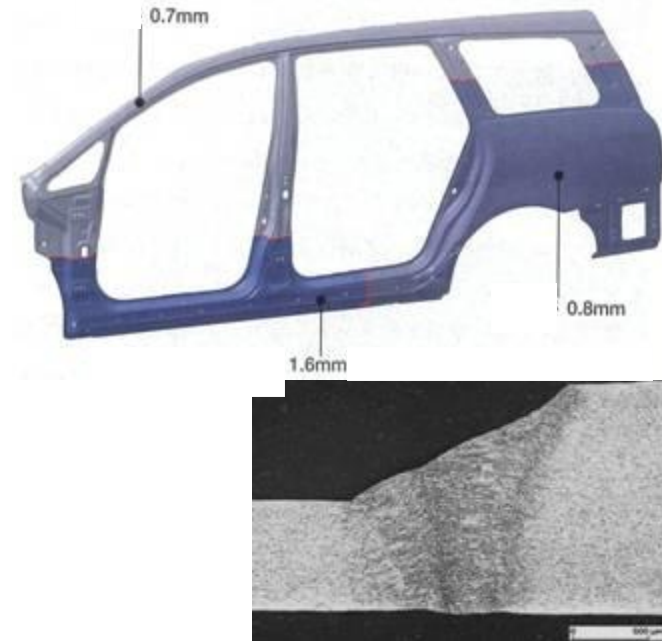
- Roboter führt Scannerkopf
- Rücksitzlehne PKW
- 18 Schweißnähte in 6s
- Überlappnähte



# Multi Mode Laser: Schweissen

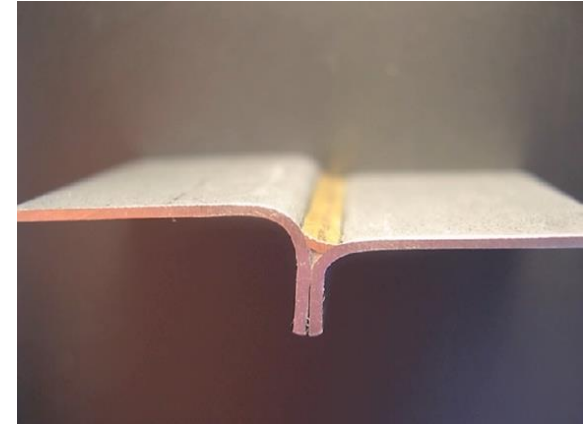
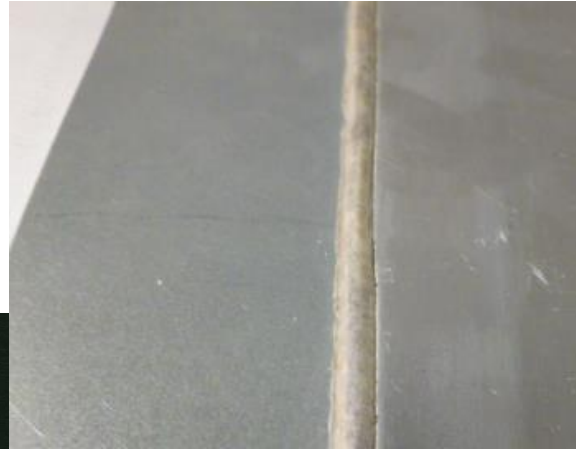


**Tailored Blank Schweissanlage**  
**P=5kW, v=12m/min, s=0,8-1,4mm**

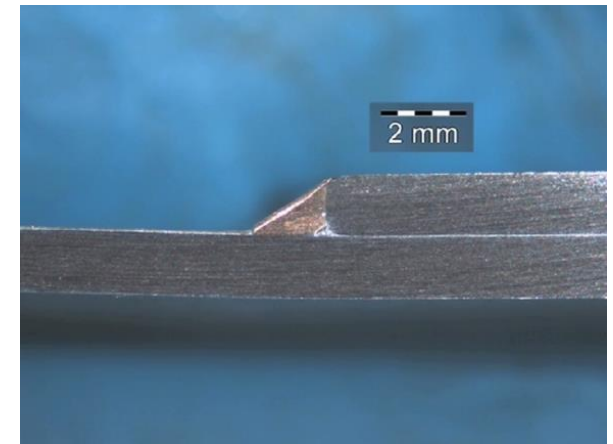
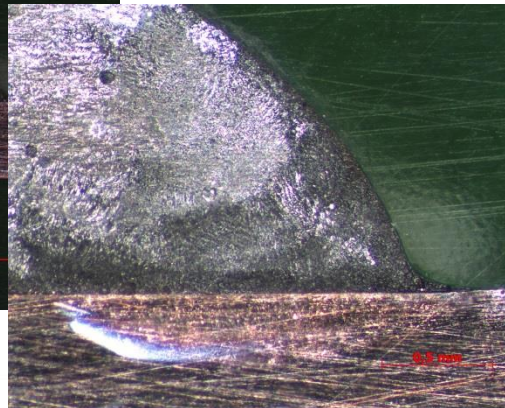
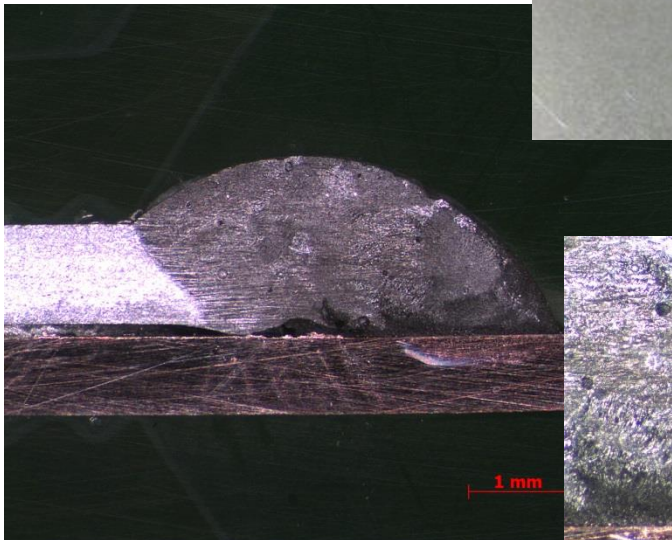


# Lötanwendungen im Karosseriebau

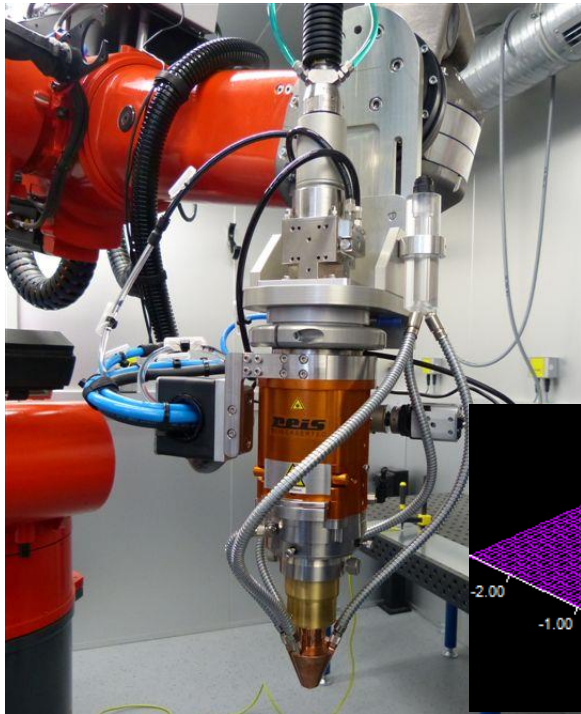
Brazing:  $\varnothing_{\text{spot}}=3-4\text{mm}$   
Zn coated steel (right)



Al + Zn coated steel  
With flux core wire  
(bottom)  $v=3\text{m/min}$

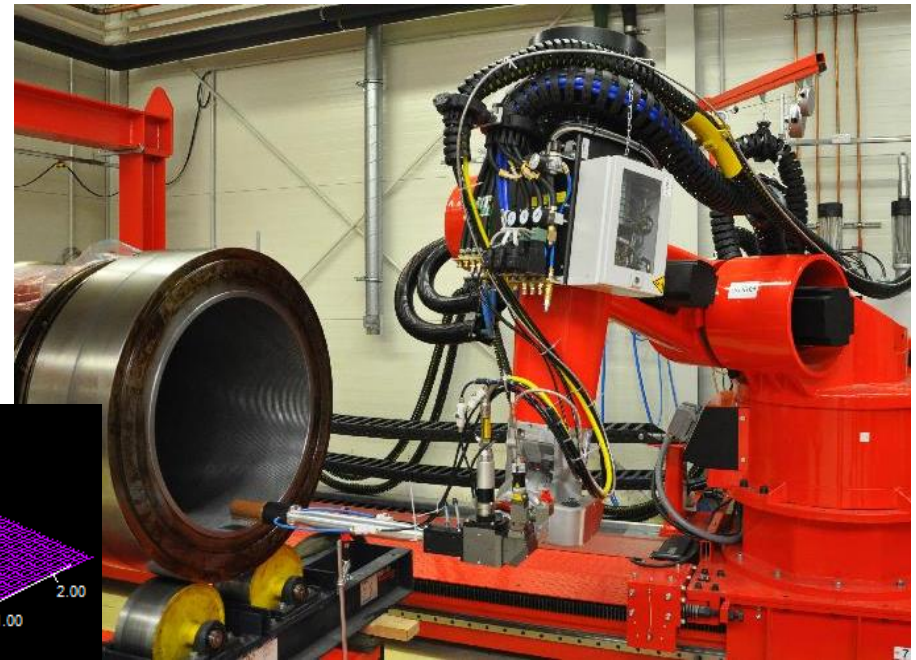
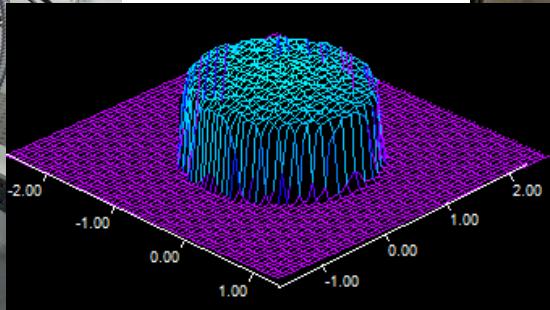


# Auftragsschweissen mit Faserlasern



Homogene  
Strahlverteilung

$\varnothing_{\text{spot}}$  3-6mm



Courtesy of: Reis robotics and NU-Tech

76

Inconel 625 on mild steel: 15 kW, 1000 mm/min,  $\varnothing = 5$  mm, scan freq. 100 Hz, dilution 3%, deposition rate 14.7 kg/h.

# Faserlaser im Kranbau

$P_L = 12\text{kW}$

$T \leq 12\text{mm}$

$TS \leq 1100\text{N/mm}^2$

Laserhybridschweissung,

Schneiden der Löcher

Anlagenlänge  $\approx 20\text{m}$



Courtesy of: Carl Cloos GmbH



Laser: YLS-12000-S2  
mit 2-fach Strahlweiche

- 200 $\mu\text{m}$  Faser zum Schneiden
- 300 $\mu\text{m}$  Faser zum Schweissen



# Hybridschweissen im Schiffsbau



Comparison of two processes  
Laser-arc hybrid SAW



Aker Finyards  
Turku, Finland



# IPG Wobbelschweisskopf

## Aluminium

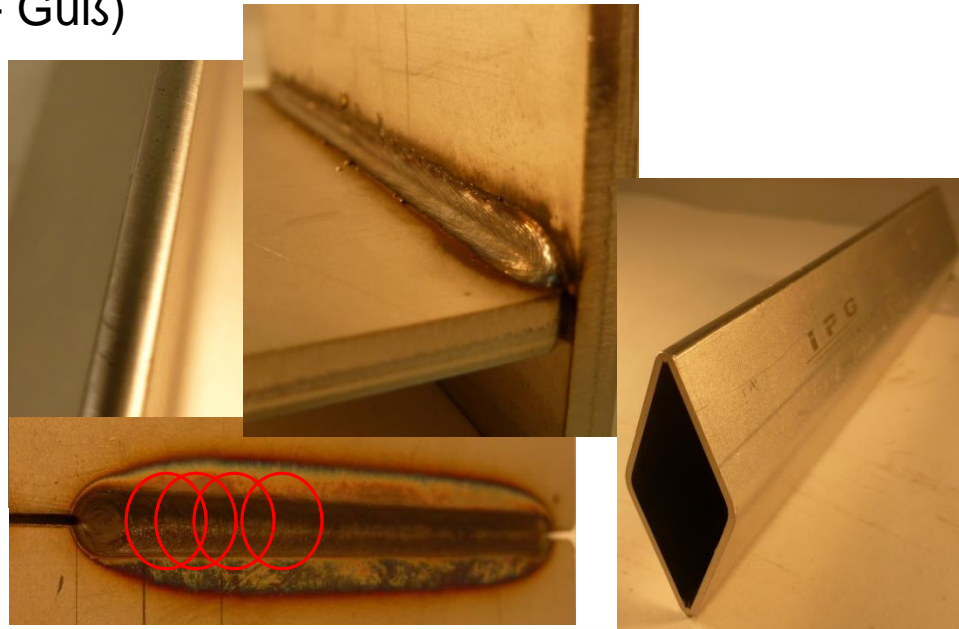
- Kehlnaht (EN AW-6016)
- Eckstoß (EN AW-6016)
- Stirnflächen (EN AW-6016)
- Blindnähte (EN AW-5083)
- I-Stoß (5xxx + Guß)

## Edelstahl

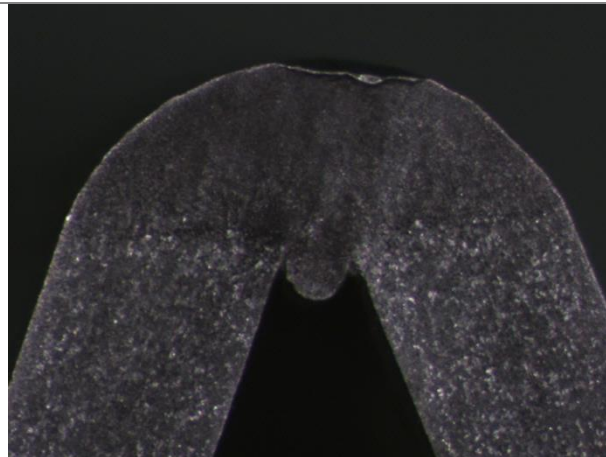
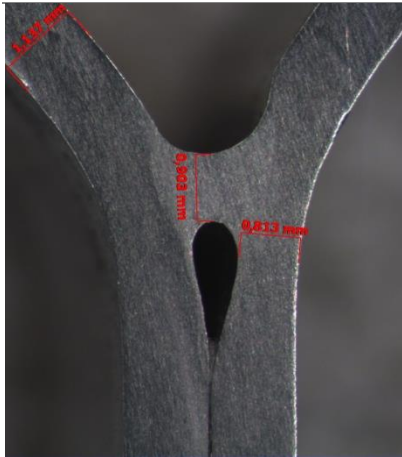
- Kehlnaht
- Eckstoß
- Spalt

## Titan

- Eckstoß



# EN AW-6016

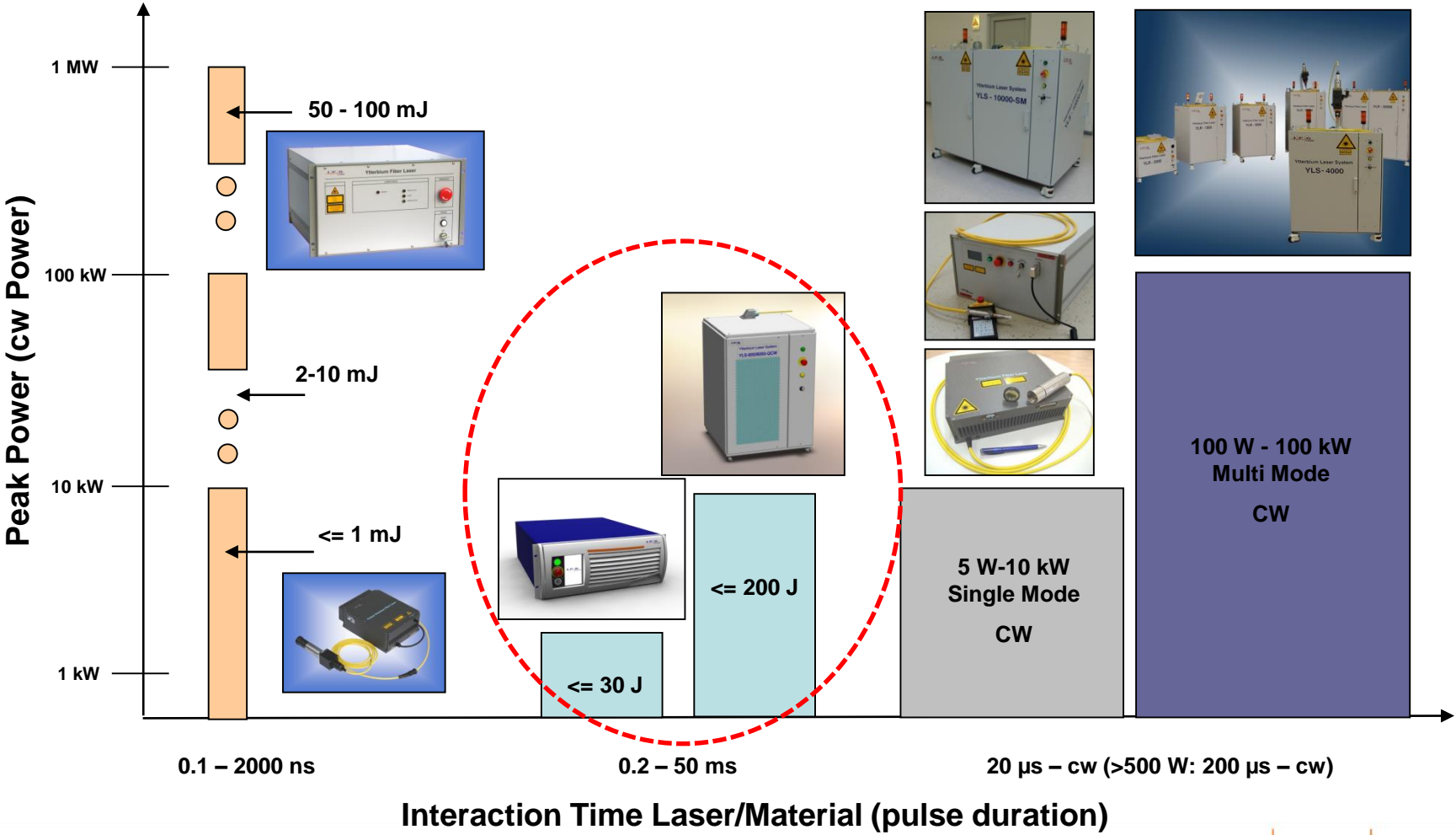


- Naht regelmäßig
- Keine Poren
- Keine Spritzer
- Gute Ergebnisse in großen Parameterbereichen

		Kehlnaht	Eckstoß	Stirnfläche
Laser Power	[kW]	1,7	4	2
Speed	[m/min]	2	2	1
Focal Position	[mm]	10	15	15
Wobbel frequency	[Hz]	150	150	120

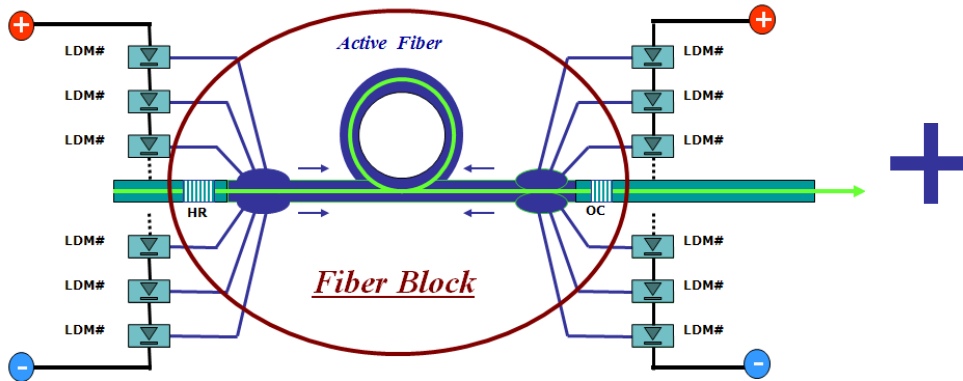


# IPG Faserlaser

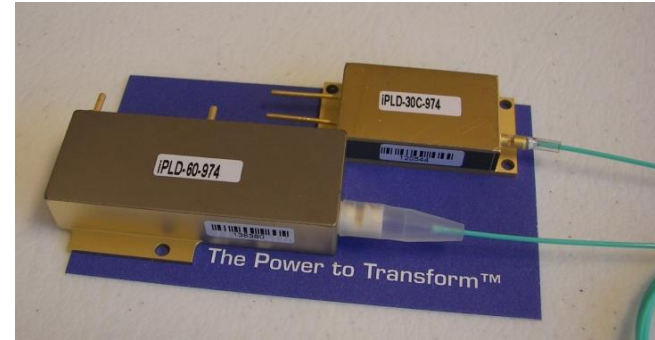


# QCW Pulsed Fiber Lasers

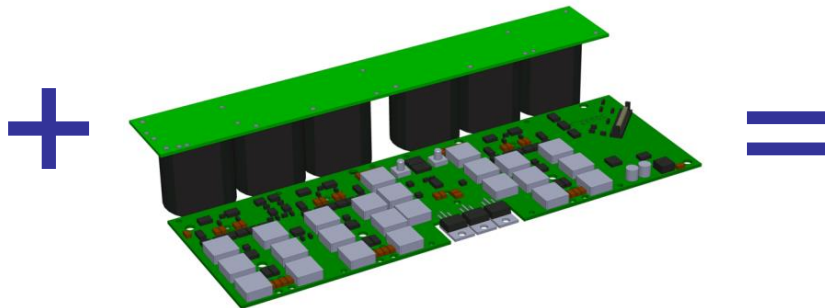
## IPG's CW Faserlaseraufbau



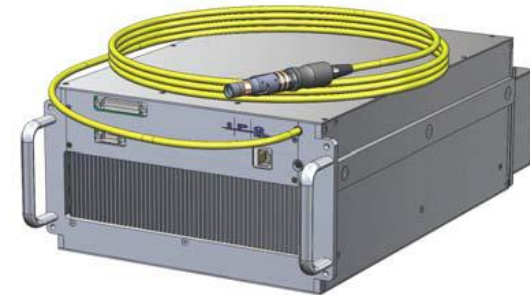
## Hochleistungspumpdioden



## Spezielle Ansteuerelektronik

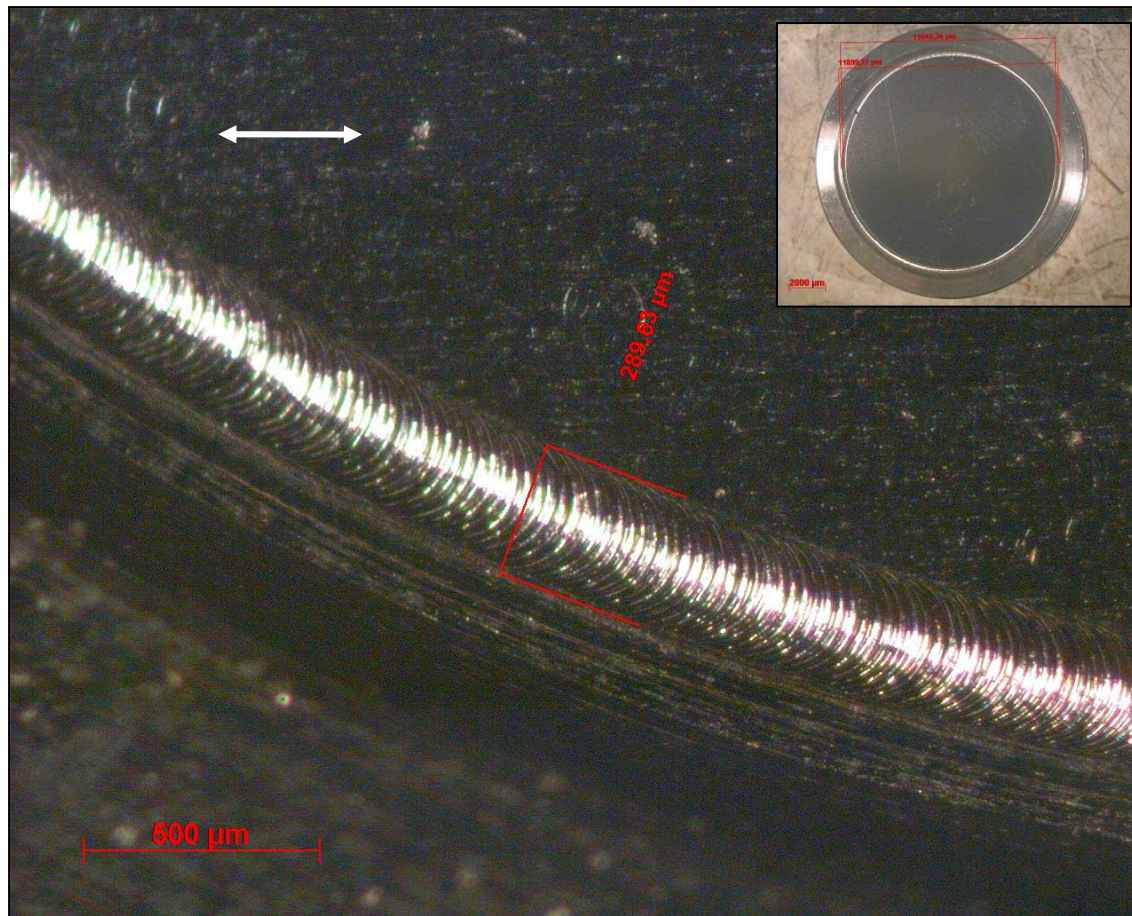


## QCW-Module



- ✓ Pulsenergie bis 45 J
- ✓ Durchschnittsleistung to 450 Wat

# Schweissen von Drucksensoren



Laser: YLR-150-1500-QCW-AC  
Material: Edelstahl,  
20 μm  
Parameter: 50 μm Faser  
200 mm/min

Durchmesser 12 mm



# QCW Faserlaser



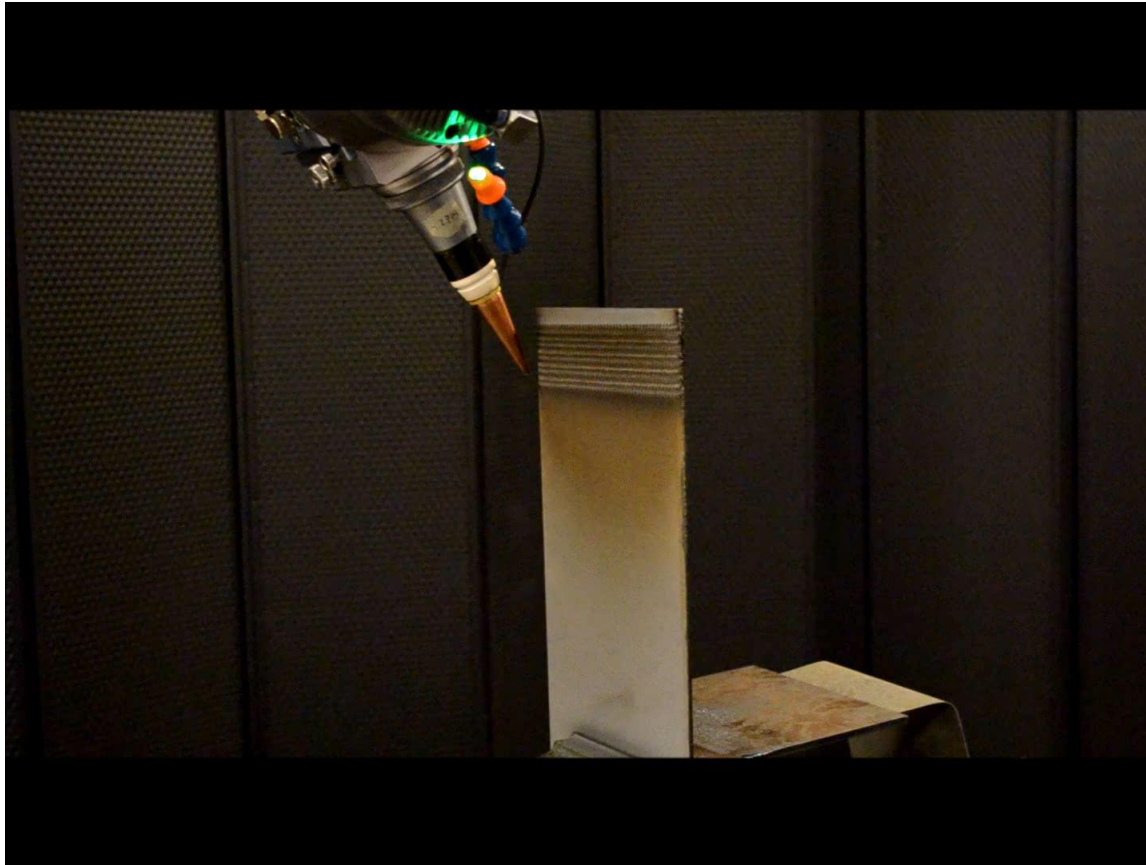
## Ersatz für lampengepumpte Nd:YAG Laser

- Pulsdauern: 0,2-10ms / Pulsenergie bis 200J
- Wirkungsgrad: >30%
- 20kW Pulsspitzenleistung
- Strahlqualität optimiert für die jeweilige Anwendung
- luftgekühlt lieferbar
- Integrierter Pulsgenerator & Pulsshaping Funktion

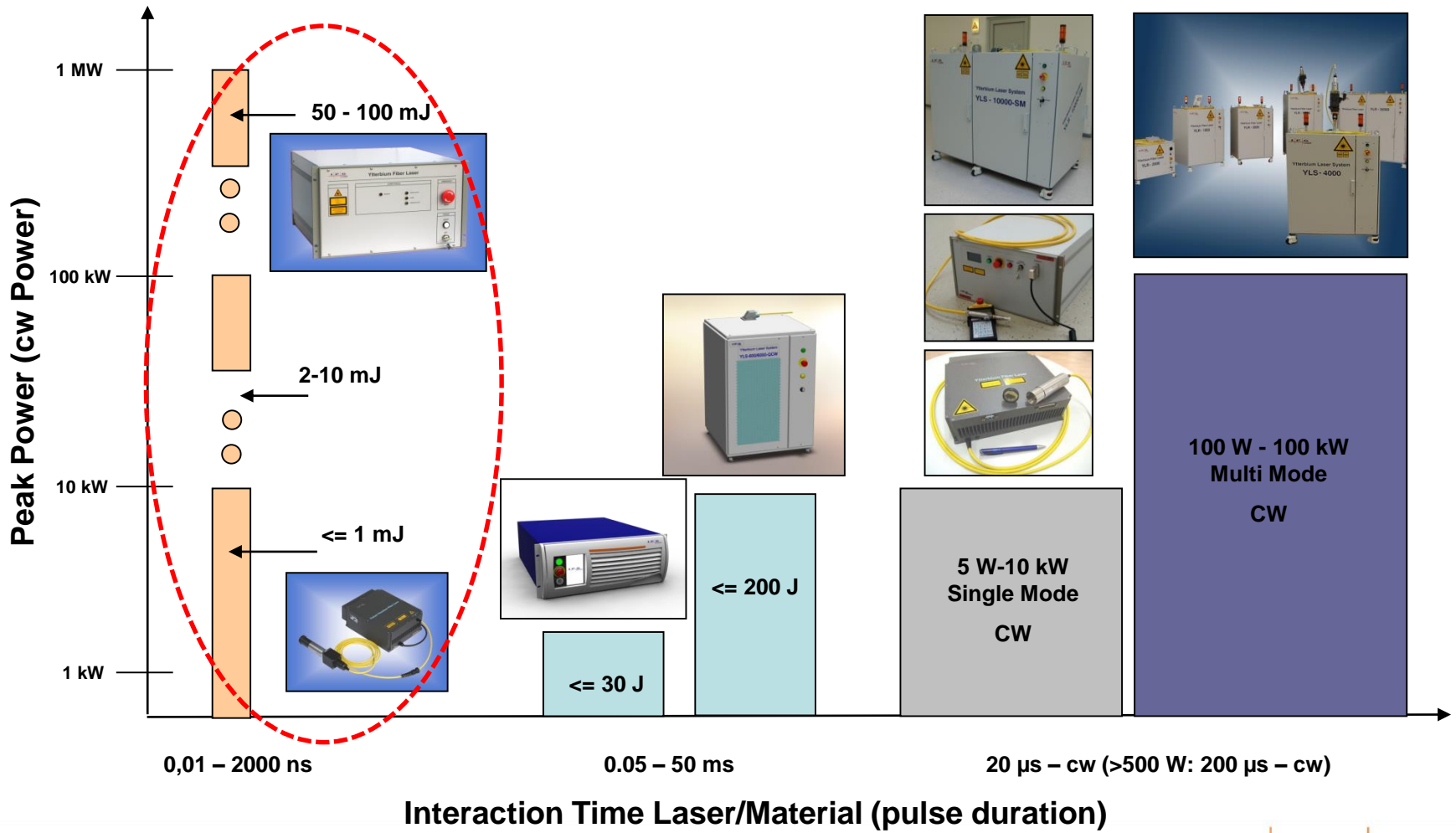
# QCW Faserlaser



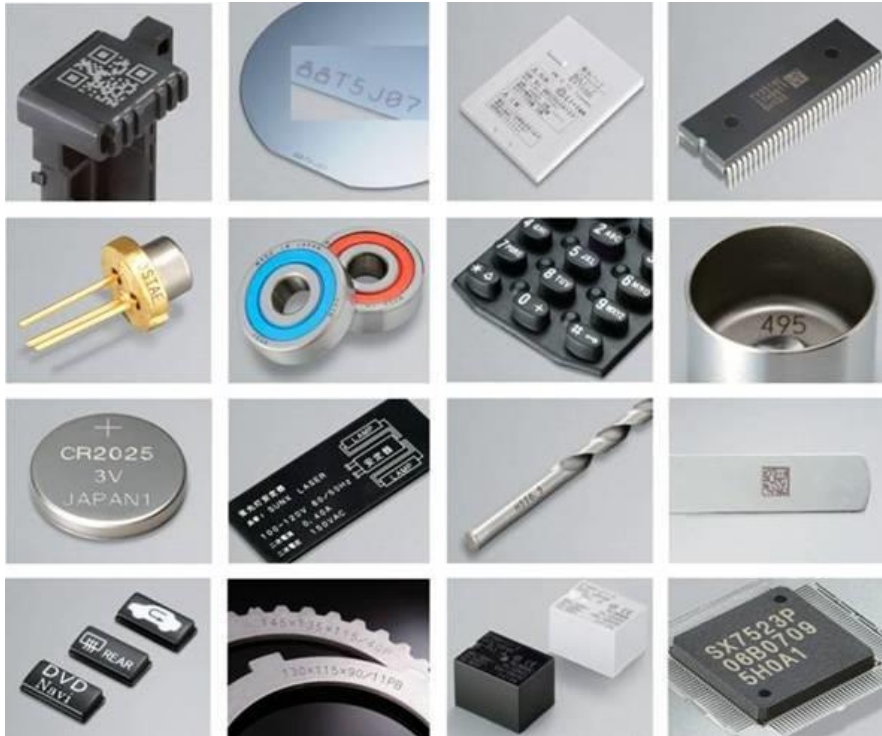
# Bohren von Turbinenschaufeln



# IPG Faserlaser



# Markieren mit Faserlasern

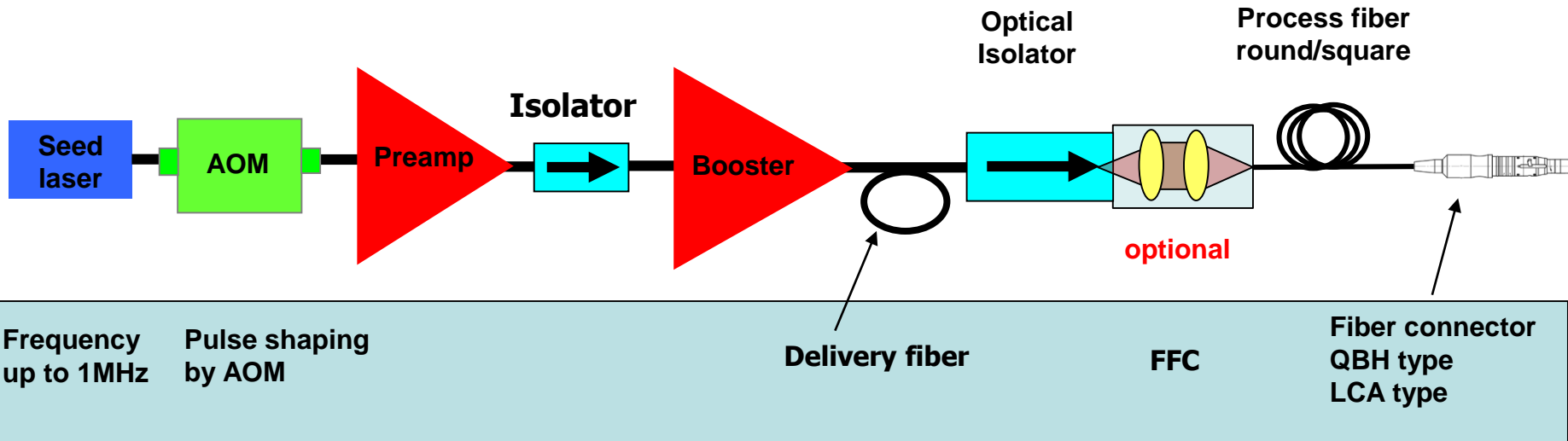


- Leistung 10/20/30/50W
- Pulsenergie 0.5/1mJ
- Frequenz 20...200kHz
- Pulsbreiten 100ns



Quelle: Panasonic Electric Works

# ns - Faserlaser



- Pigtailed AOM zur Pulsbreiten Modulation 50-1500 ns
- Ausgangsleistung bis 1000 Watt
- Prozessfasern mit Faser Interlock
- Standard Faserstecker für standard Bearbeitungsoptiken



# ns - Faserlaser

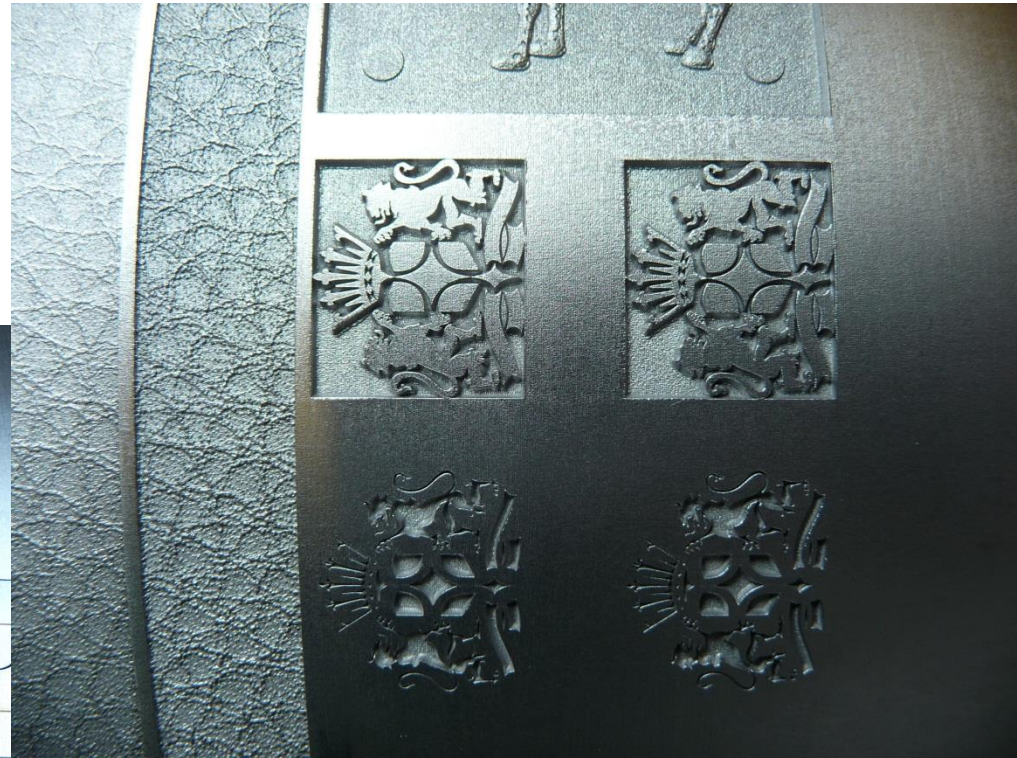
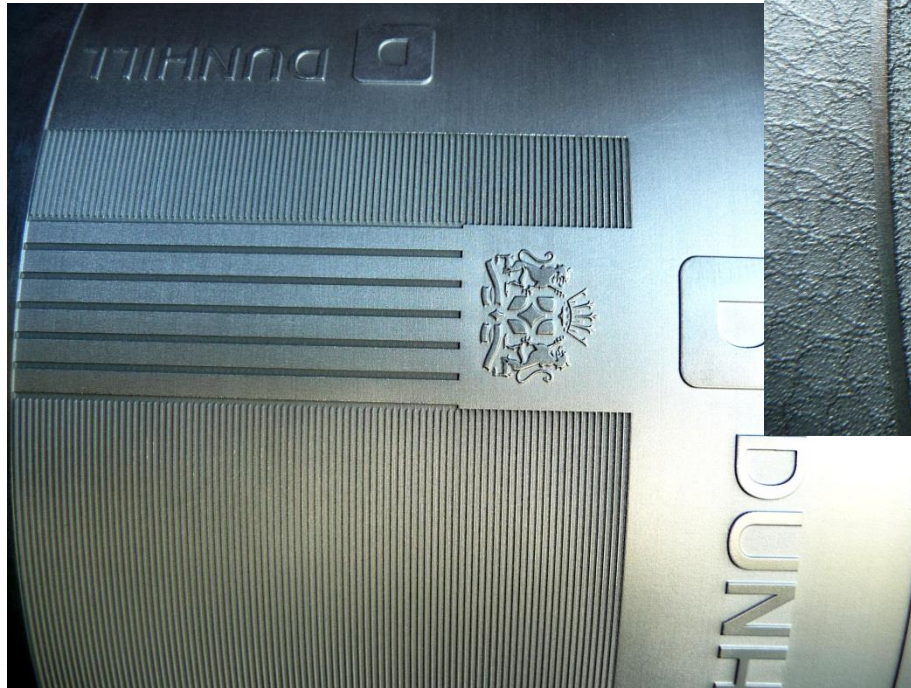


Wellenlänge	1070 nm
Durchschnittsleistung	500 Watt
Pulsenergie	1 mJ
Pulsbreite	120ns
Strahlqualität $M^2$	~ 1,5

- **19" Rack**
- **Hohe Repititionsraten 500kHz – 1MHz**
- **Kollimierter Ausgangsstrahl**
- **Einzelpulsansteuerung**
- **Ideal für Mikromaterialanwendungen**

# Druckwalzenbearbeitung

Hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit  
bei 1MHz



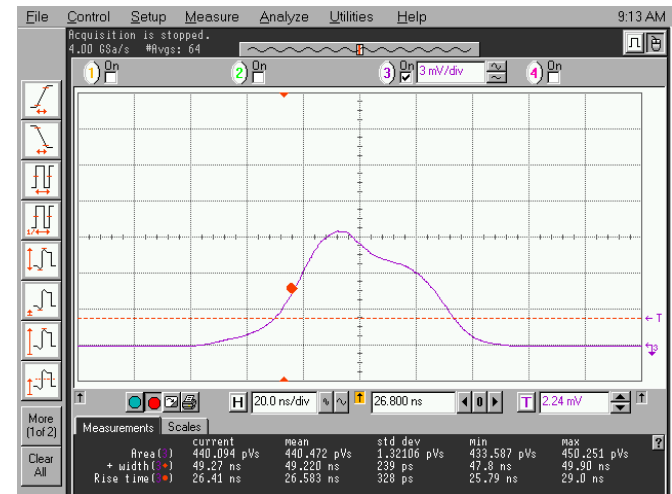
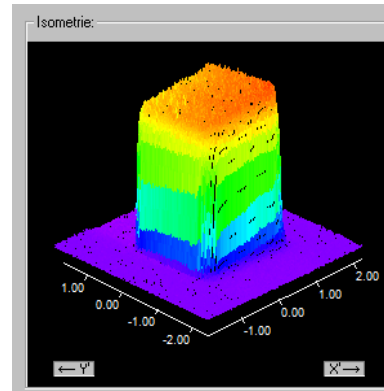
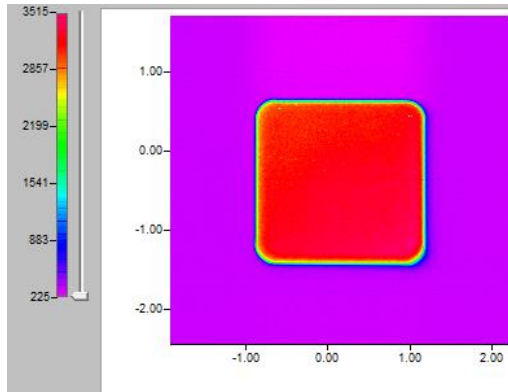
Courtesy of: **SCHEPERS**



# ns - Faserlaser

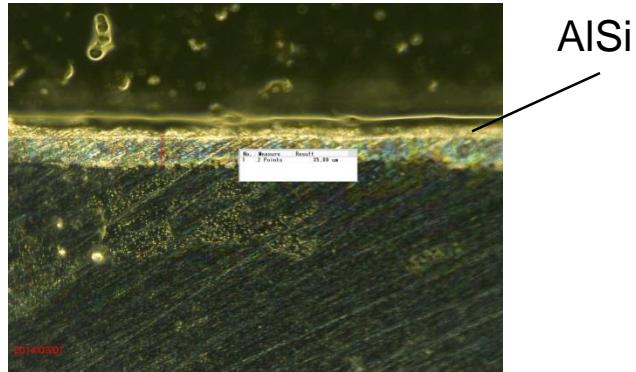


Wellenlänge	1070 nm
Durchschnittsleistung	1000 Watt
Pulsenergie	100 mJ
Pulsbreiten	50ns
Pulsspitzenleistung	2 MW
Faser	600 x 600 $\mu\text{m}$

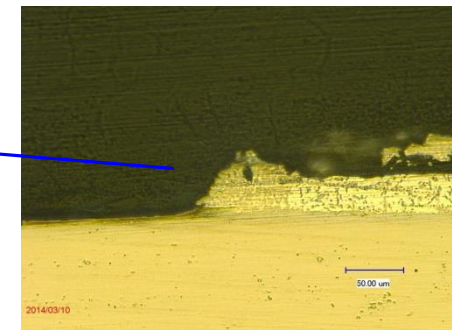
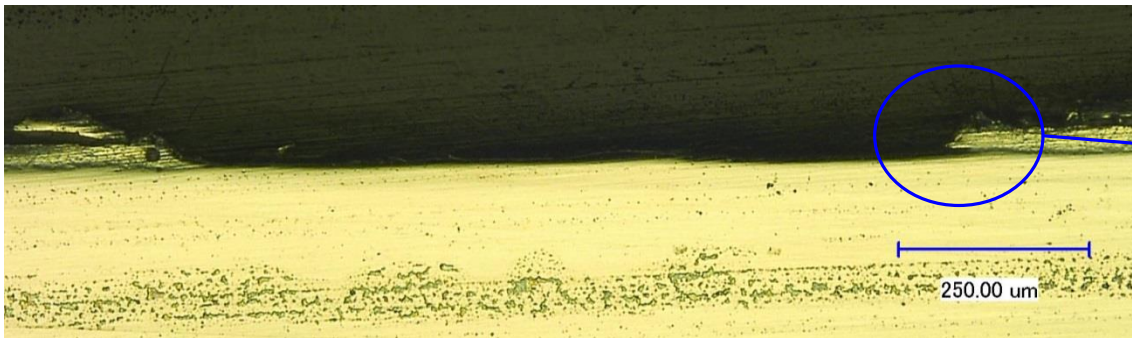
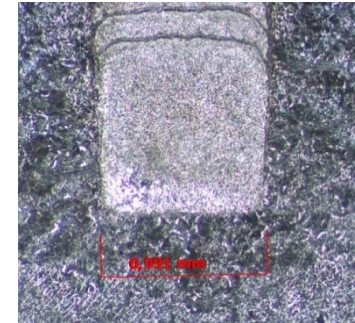


# ns - Faserlaser

## Abtragen von AlSi Schichten



Oberseite



# ns - Faserlaser



YLPP-1-150V-30

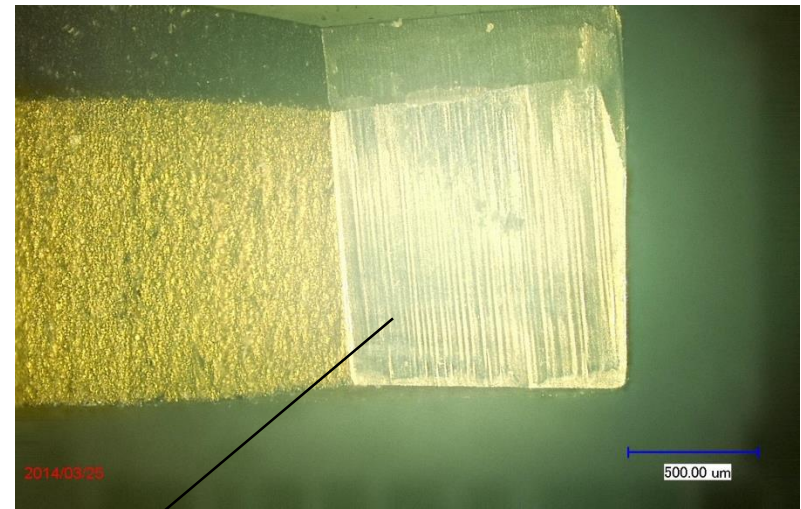
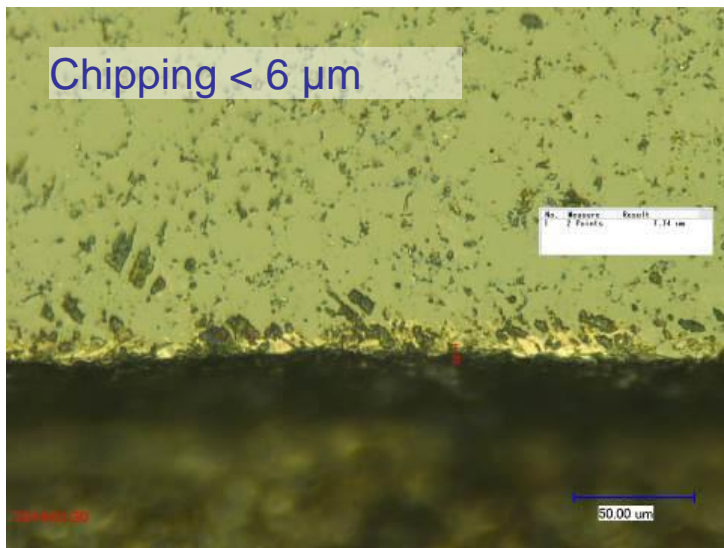
Wellenlänge	1070 nm
Leistung	30 Watt
Pulsenergie	50 $\mu$ J
Pulsbreite	150 ps - 5 ns
Pulsspitzenleistung	330 kW
Strahlqualität	$M^2 \sim 1.5$

- Variable Pulsbreiten von ns to ps
- Hohe Pulsspitzenleistung im MWatts
- Einzelpulsansteuerung
- Hohe Repitionsraten von 1MHz

# ns - Faserlaser

## Schneiden von PKD-Schneidplatten

- geringe Rauheit an der Schnittkante ( $R_a = 0,2 - 0,3 \mu\text{m}$ )
- geringe Wärmeeinflußzone



Hohe Schnittqualität  $R_a < 0,3 \mu\text{m}$



# NEU: MW Pulsspitzenleistung ps- Faserlaser

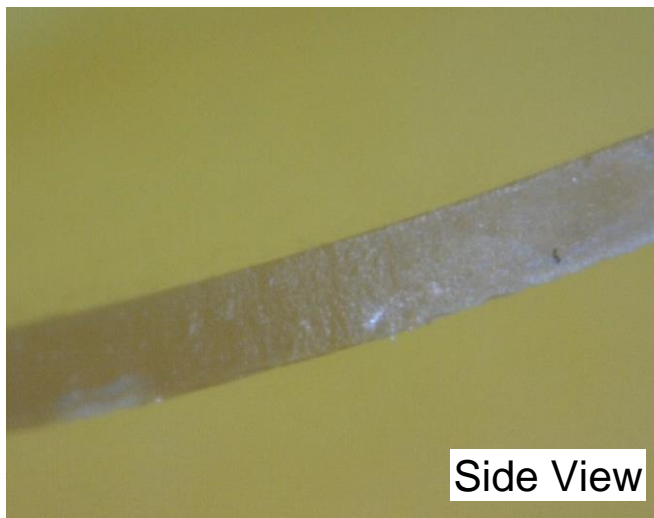
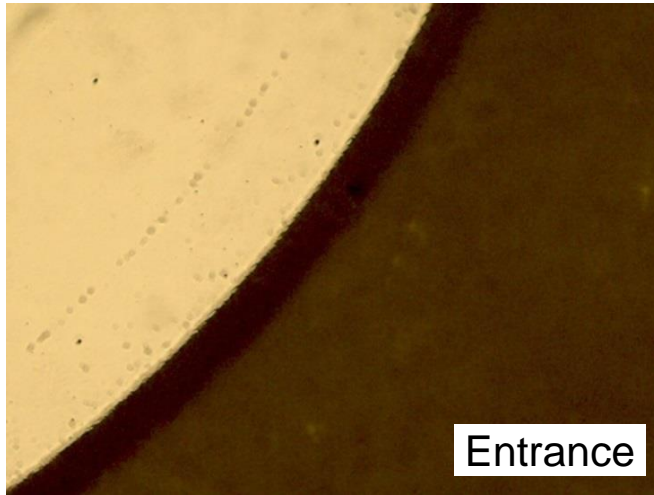


Wellenlänge	1070 nm
Leistung	30 Watt
Pulsenergie	100 $\mu$ J
Pulsbreite	10 – 20 ps
Pulsspitzenleistung	10 MW
Strahlqualität	$M^2 \sim 2$

**YLPP-100-10-30-R**



# Schneiden von Saphirmaterial



## ➤ Saphirschneiden

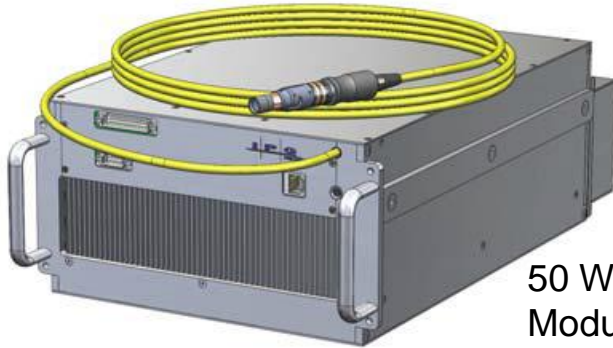
- Materialstärke: 0.3mm
- Schnittgeschwindigkeit: >5mm/s

## Prozessergebnis:

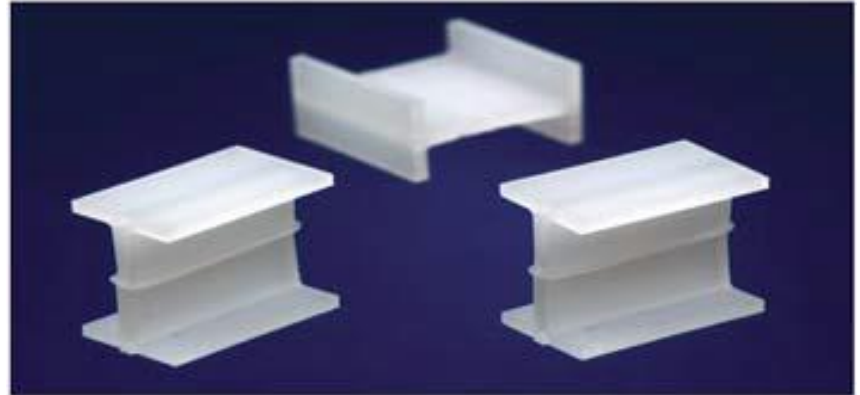
- Keine Mikrorisse



# Thulium Faserlaser @ 1940 nm



50 W luftgekühltes Modul



120 W wassergekühltes Modul

Anwendung:

- Schweissen von transparenten Kunststoffen

# Zusammenfassung

- **CW Ytterbium Fiber Lasers werden zum Schneiden und Schweißen in einer Vielzahl von Applikationen eingesetzt und sind heute mit Leistungen bis 100kW verfügbar**
- **Wellenlängen von 355 bis 2000nm**
- **Strahlqualitäten können dem Prozess angepasst werden und sind von 0.4 und 45 mm\*mrad erhältlich**
- **QCW Laser mit Pulsenergien von 200J für Bohranwendungen**
- **ns-Faserlaser werden zum Markieren , Gravieren oder zum Reinigen eingesetzt**
- **Wirkungsgrade von mehr als 40% reduzieren Ihre Betriebskosten**



**Thank You  
for your attention!**

**IPG Laser GmbH**

Andreas Siewert

Siemensstr. 7

D-57299 Burbach

[www.ipgphotonics.com](http://www.ipgphotonics.com)

[sales.europe@ipgphotonics.com](mailto:sales.europe@ipgphotonics.com)