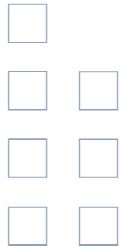


Sicherheit bei Hochleistungs-Faserlasern



BGIA/BGETE Vortragsveranstaltung, Hennef, 23. September 2009



Berthold Kessler

The Power to Transform™

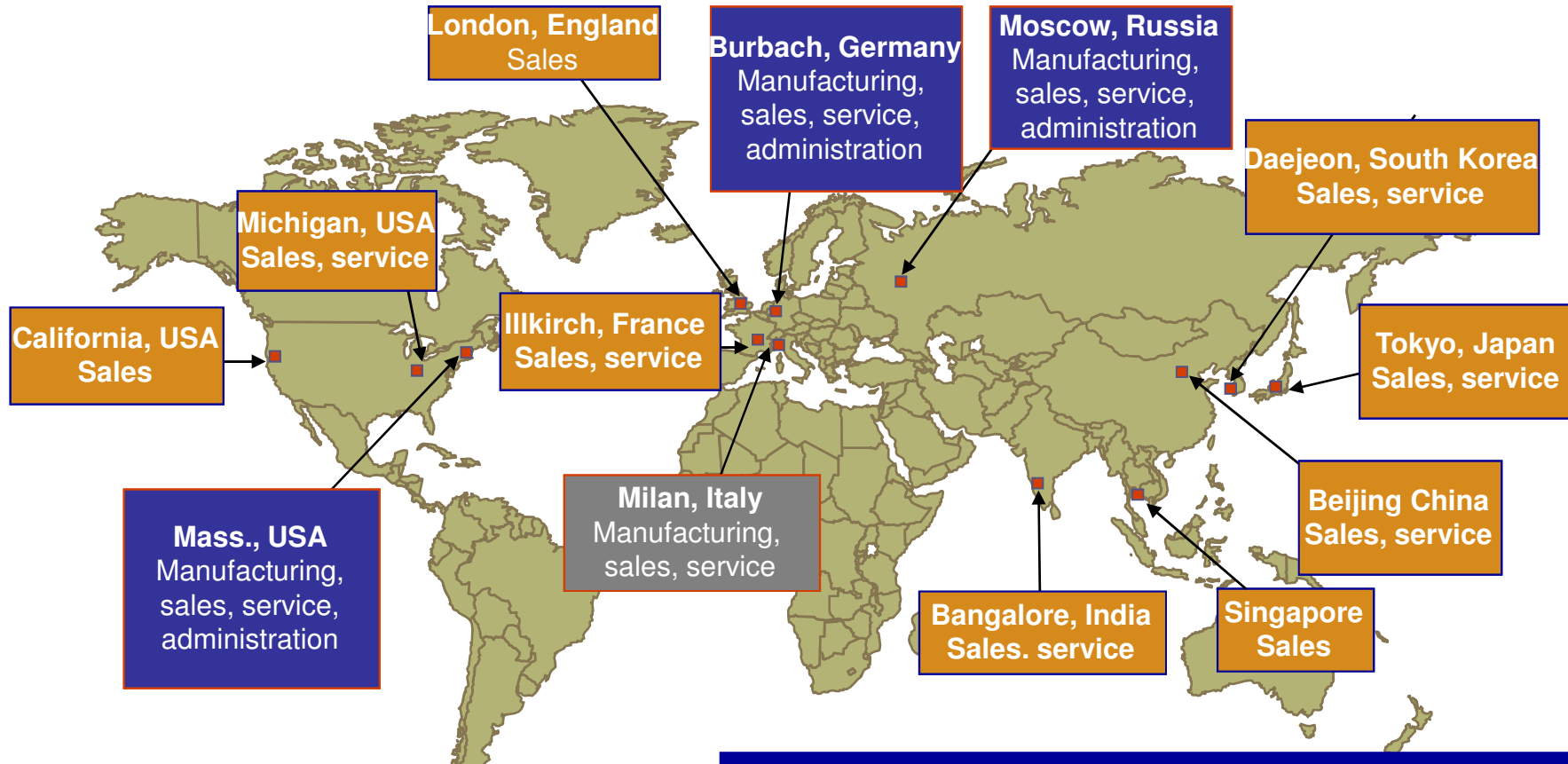
Nasdaq: IPG Photonics (IPGP)

Agenda

- IPG Photonics Corporation
- Grundlagen/ Aufbau des Faserlasers
- Faserlasersysteme
 - Single Mode Laser
 - Multimode Laser
- Schutz-Umhausungen für verschiedene Anwendungen
- Zusammenfassung

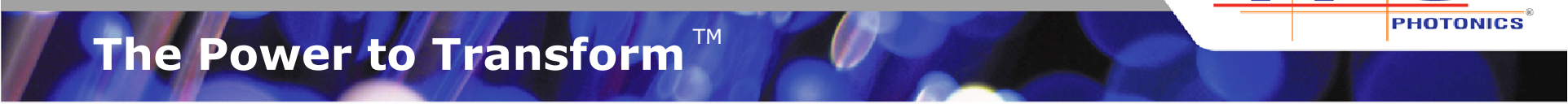


IPG Photonics Corporation



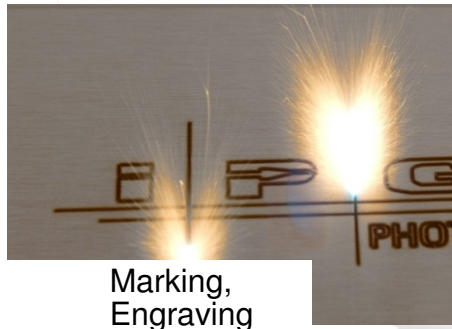
- Produktion, Service, Vertrieb, F&E**
- Produktion, Service, Vertrieb**
- Vertrieb und Service**

- 58.000 m² Produktions- und Bürofläche
- 1.420 Mitarbeiter





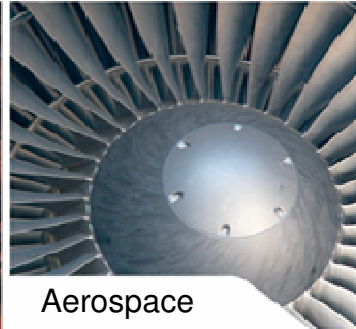
IPG- Faserlaser - Marktübersicht



Marking,
Engraving



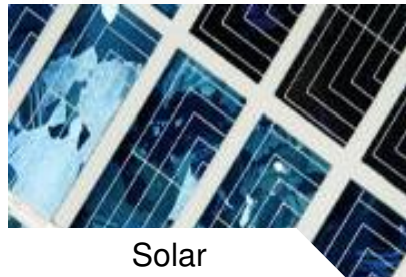
Automotive



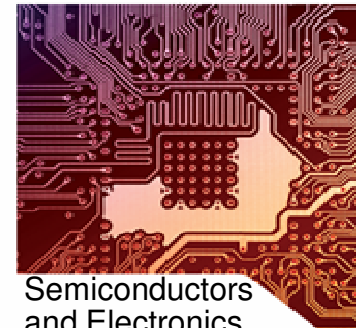
Aerospace



Heavy Industry



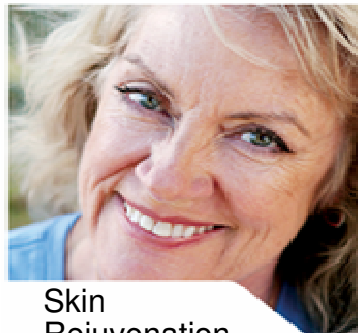
Solar



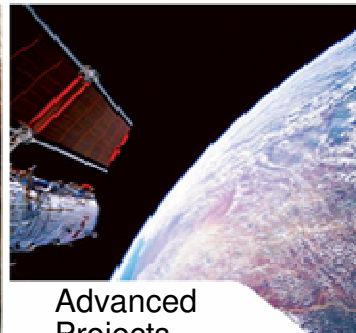
Semiconductors
and Electronics



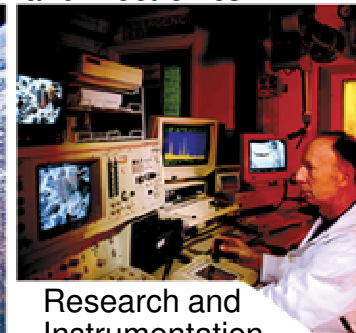
Broadband
and DWDM



Skin
Rejuvenation



Advanced
Projects



Research and
Instrumentation

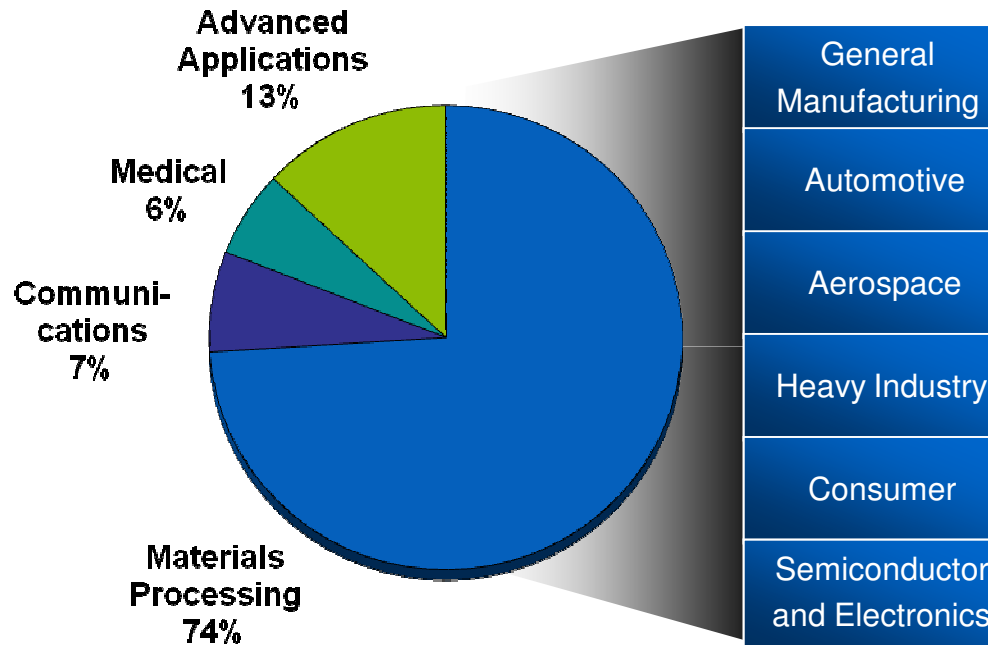
The Power to Transform™



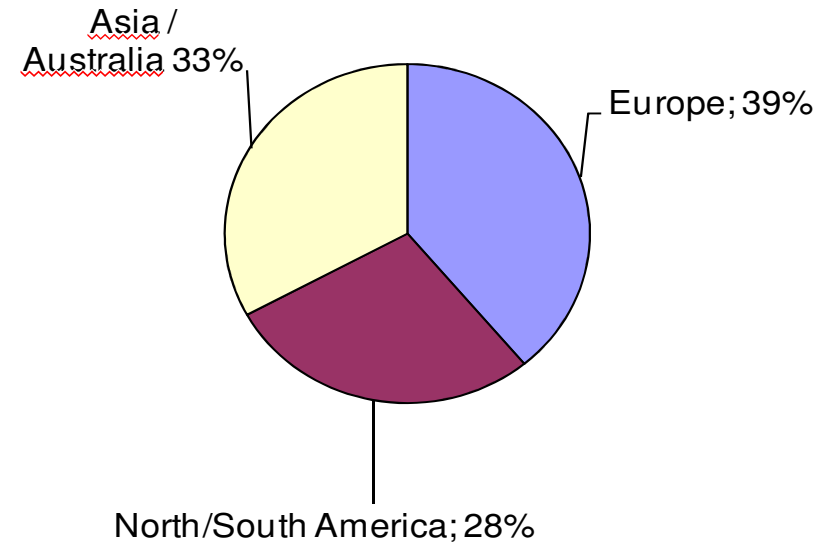


IPG-Laser – Marktaufteilung

Markets and Applications



Geographical Distribution



über 40.000 installierte IPG Faserlaser (1994 – 2008)

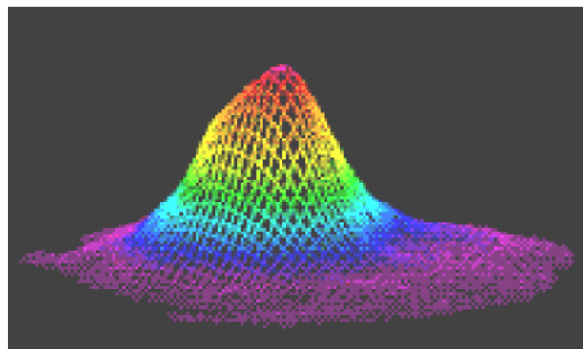
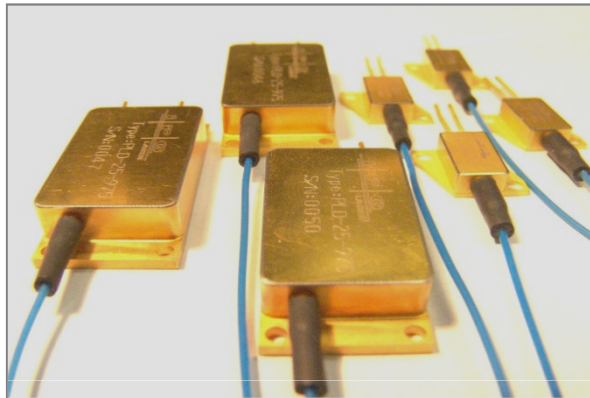
The Power to Transform™





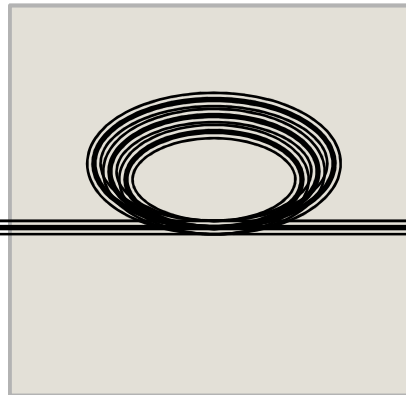
Aufbau Faserlaser - Strahlkonvertierung

Breitband-Multimode-Einzelemittter
970nm +/- 10nm

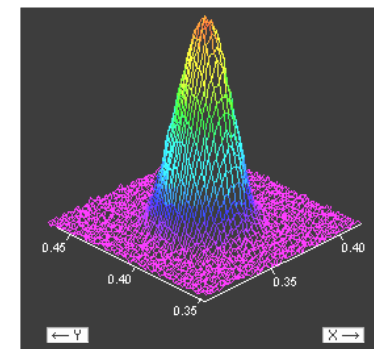


Multimode; NA=0,12; $M^2 > 20$

Faserblock



Grundmode Faserlaser
1070nm (500W – 1500W)



TEM₀₀; NA=0,06; $M^2 = 1$



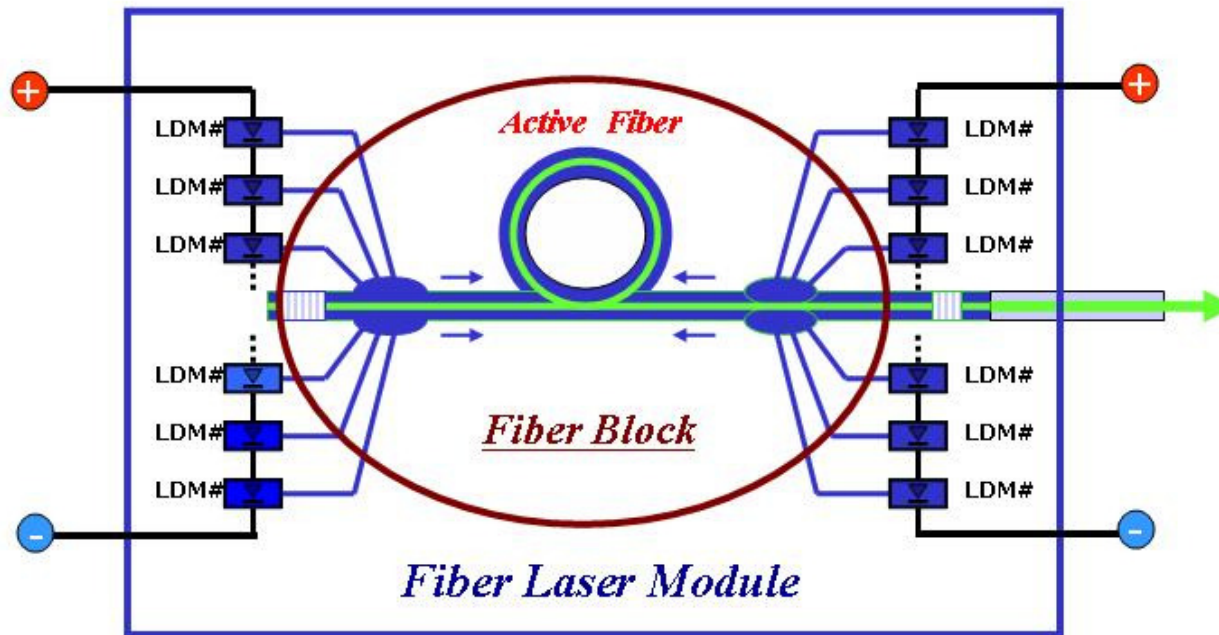
Konvertierung durch
Yb-dotierte Faser

The Power to Transform™





Aufbau des Faserlasers – Schema Grundmodul



- Kompakter und monolithischer Aufbau
- keine „Free Space Optiken“
- Parallele Pumpanordnung der PLD
- **Singlemode-Strahlqualität**
 $M^2 < 1.05$
- Robuster mechanischer und thermischer Aufbau
- Keine Justage des Lasers



Laseraufbau → Sicherheit

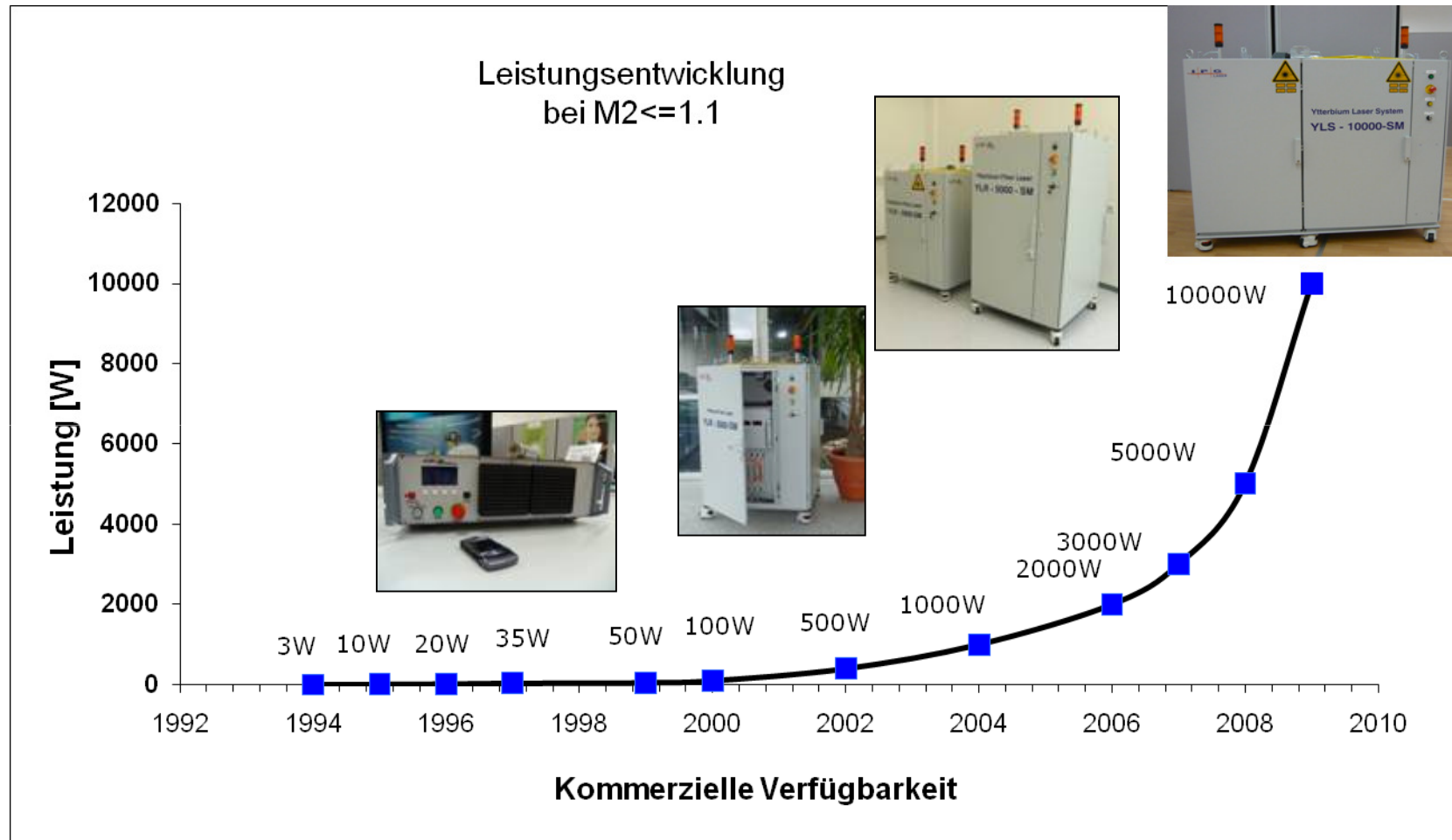
Durch monolithischen Aufbau gibt es keinen freilaufenden Strahl im Laser, der durch einen Shutter unterbrochen werden könnte.

Ein Shutter wird nicht benötigt, da kein Standby-Betrieb erforderlich ist oder andere Strahlung aus dem laser-aktiven Medium austreten kann.

Faserlaser ↔ Kein Shutter

Das Sicherheitskonzept basiert auf der elektromechanischen Unterbrechung der Stromzufuhr und ist BG-zertifiziert.

Hochleistungs-Single Mode Faserlaser



The Power to Transform™





Hochleistungs-Single Mode Faserlaser

Serienschaltung von Modulen
(MOPA-Anordnung)

Strahlqualität ist so hoch, dass keine Faser-Faser-Kopplung möglich ist.

Kein Shutter, da Lichtführung im Festkörper bis zum Ende des Fasersteckers.

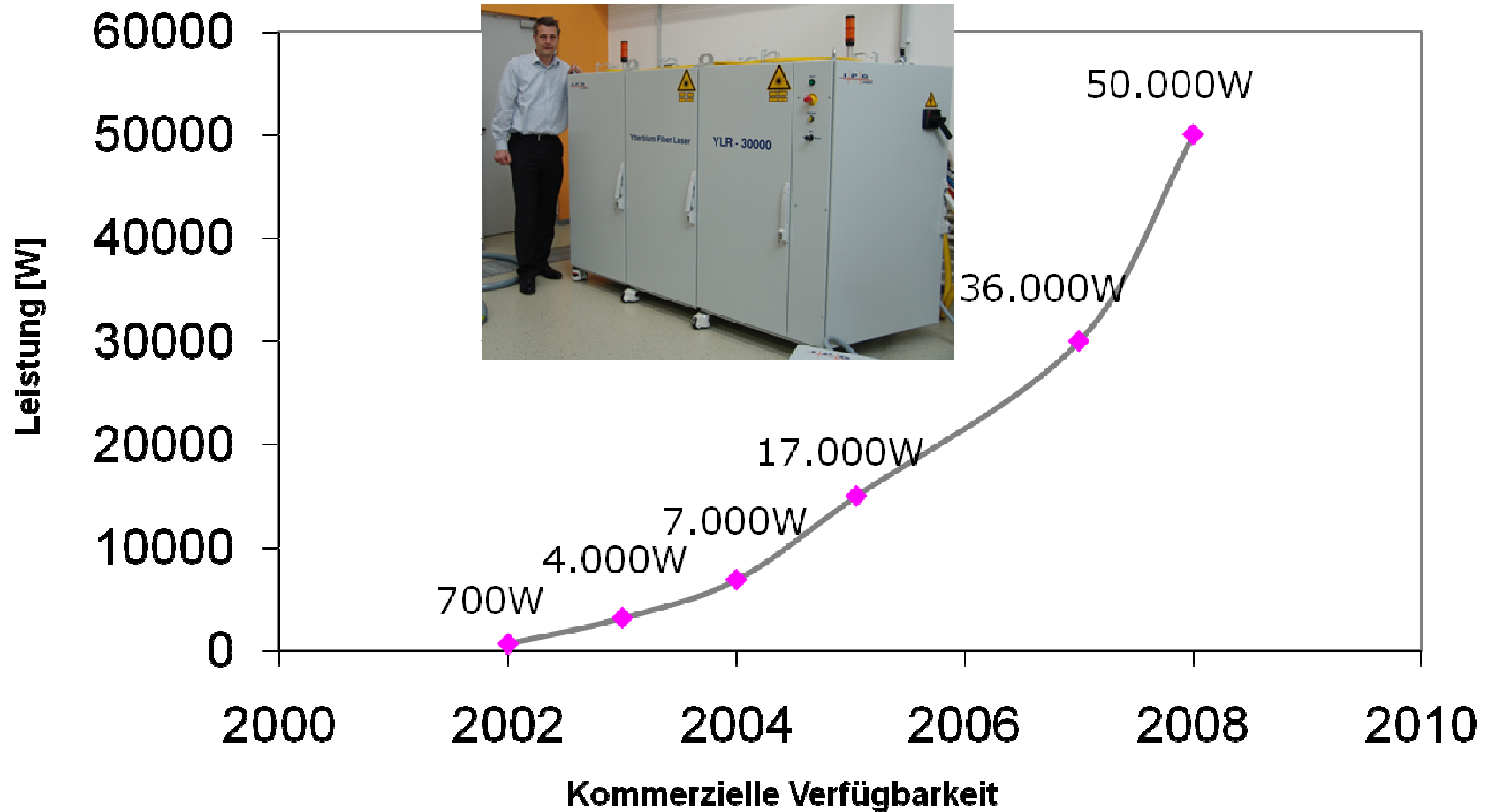
Sicherheitskonzept basiert auf Abschalten und Entladen des Netzteils. Lasergehäuse und Faser sind gegen Strahlaustritt geschützt und sicherheitsüberwacht

→ Laser Klasse 1

(Am Strahlaustritt Laser Klasse 4, $\lambda=1070\text{nm}$, CW-Laser)



Hochleistungs-Multi Mode Faserlaser

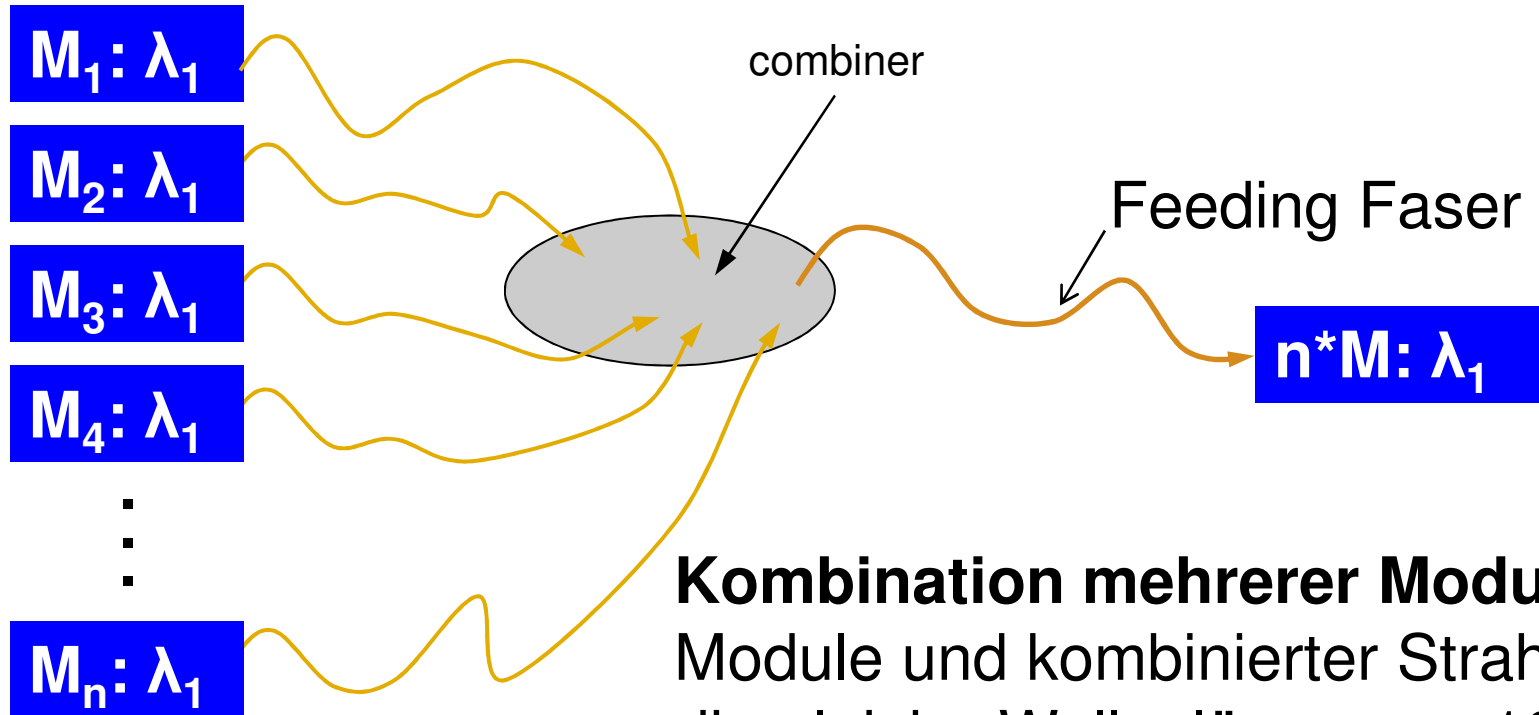


The Power to Transform™





Modulkombination – Faserlaser (Multimode)



Kombination mehrerer Module:
Module und kombinierter Strahl haben die gleiche Wellenlänge von 1070nm!

Bis zum Strahlaustritt an der Feeding-Faser monolithischer Aufbau.



The Power to Transform™



IPG Faserlaser ohne Faser-Faser-Koppler



Verfügbare Laserleistungen:

- 500W
- 1000W
- 1500W
- 2000W
- 2500W
- 3000W

Feeding-Faser wird direkt zum Bearbeitungskopf geführt.

→Kein Shutter vorhanden

Anwendung:

- 2D-Schneiden
- Schweißen mit Scanner oder Einzelschweißkopf



The Power to Transform™



IPG-Faserlaser mit Faser-Faser-Koppler



Verfügbare Laserleistungen:
500W – 30kW

Feeding-Faser wird im
Faser-Faser-Koppler auf
Prozess-Faser gekoppelt

→Kein Shutter vorhanden

→Prozess-Faser auswechselbar
→Große Faser-Durchmesser möglich

Anwendung:
2D-, 3D-Schneiden, Schweißen mit Scanner
oder Einzelschweißkopf, Beschichten,
Härten, Löten

The Power to Transform™

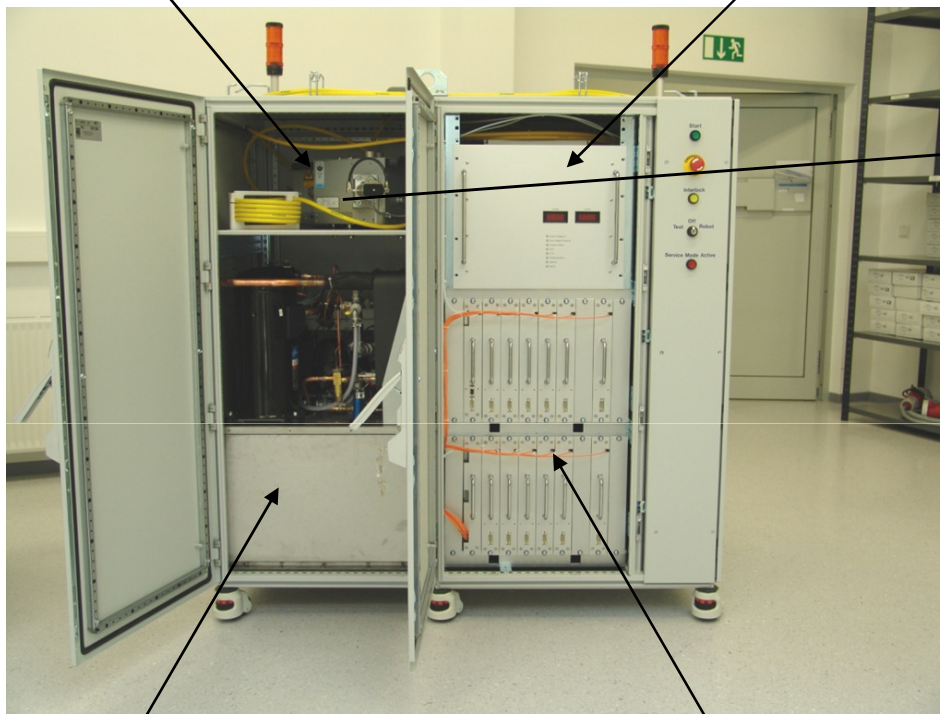




IPG Faserlaser mit 2-fach Strahlweiche

Integrierte Strahlweiche

Netzteil



Schneiden, Schweißen im
Mehrstationen Betrieb
Strahlweiche ermöglicht Shutter-
Betrieb der Einzelkanäle.
Unabhängiges Arbeiten möglich

Integrierter Kühler

Laser-Module

Zertifiziert nach CE Standards (TüV)

Lasersicherheits Zertifikat (BG)

The Power to Transform™





IPG-Faserlaser mit 4-fach Strahlweiche

4-fach Strahlweiche



Integrierter Kühler

Schneiden, Schweißen im
Mehrstationen-Betrieb
Strahlweiche ermöglicht Shutter-
Betrieb der Einzelkanäle.
Unabhängiges Arbeiten an
4 Stationen möglich

MPI Interface mit Kodier-Kabeln
verhindert das Verwechseln der
Prozess-Fasern

The Power to Transform™

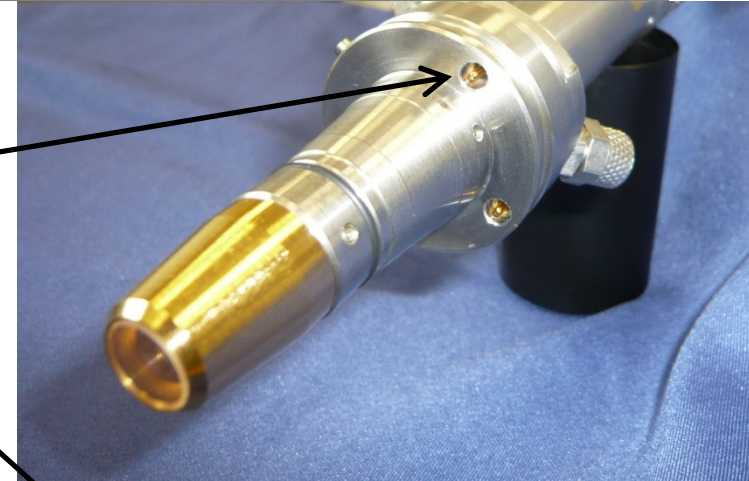




IPG-Fasern und Faserbruchüberwachung

BG-zertifizierte Faserbruch-Überwachung durch mitgeführte Kupferdrähte.

Kupferdrähte sind mit den Kontakten am Faserstecker verbunden. Durch Verriegeln des Fasersteckers im Bearbeitungskopf wird elektrischer Kreis geschlossen.



↑ Automobil-Stecker, ↓ QBH-Stecker



The Power to Transform™





Anwendungen Hochleistungs-Faserlaser

- Schneiden 2D/3D (Remote)
- Schweißen/Schneiden
- Hybridschweißen
- Bohren
- Beschichten
- Lötén
- Wärmebehandlung
- Umschmelzen

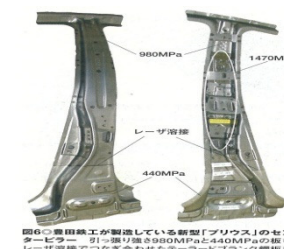
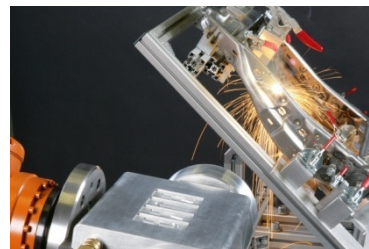
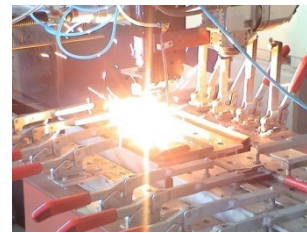
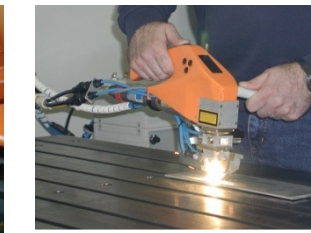
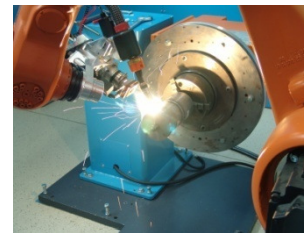
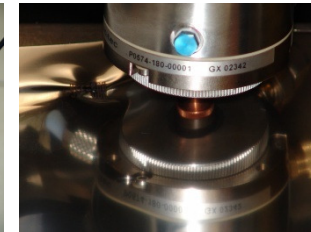
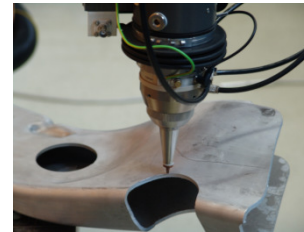
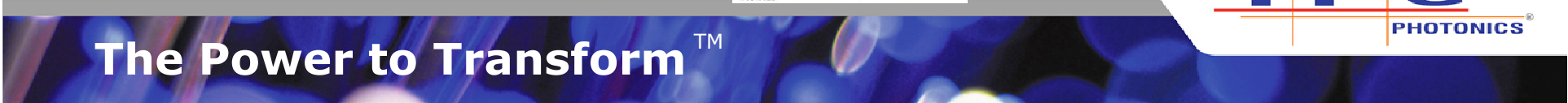
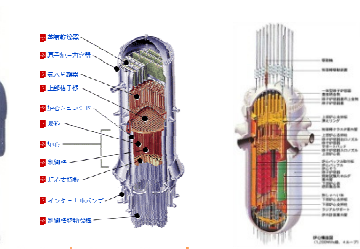


図12 自動車工が製造している新型「プリウス」のセンターピラー。引張強さ約980MPaと440MPaの超高強度鋼板をレーザー溶接でつなぎ合わせたチアードプラック鋼板を熱間プレスで成形し、センターピラーの中央部に同じく熱間プレスで成形した引張強さ1470MPaの補強材を取り付けた。



図13 三菱自動車工業のミニバン「グランディス」のサイドパネル。3種類の鋼板を接合したチアードプラック鋼板をプレス加工する。





Schweißanlage Laserhybrid: $P_L=10\text{kW}$



Robotergeführter
Schweißkopf

Schweißkabine mit
aktiv überwachten
Wänden

Vollautomatischer
Betrieb

Bildnachweis: Carl Cloos Schweißtechnik GmbH

The Power to Transform™





Hybrid-Schweißen im Schiffsbau



Bildnachweis:
IMG-Rostock



Gantry-Schweißanlage für Hybridschweißen in der Schiffindustrie.
Hier: Fincantieri in Monfalcone (Italien)

Laserleistung: 10 kW

Schweißkopf ist immer nach unten gerichtet

The Power to Transform™

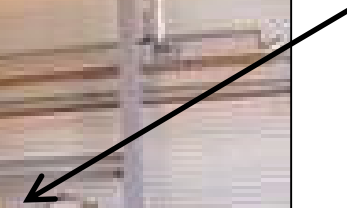




Hybrid-Schweißen im Schiffsbau



Laser 6kW



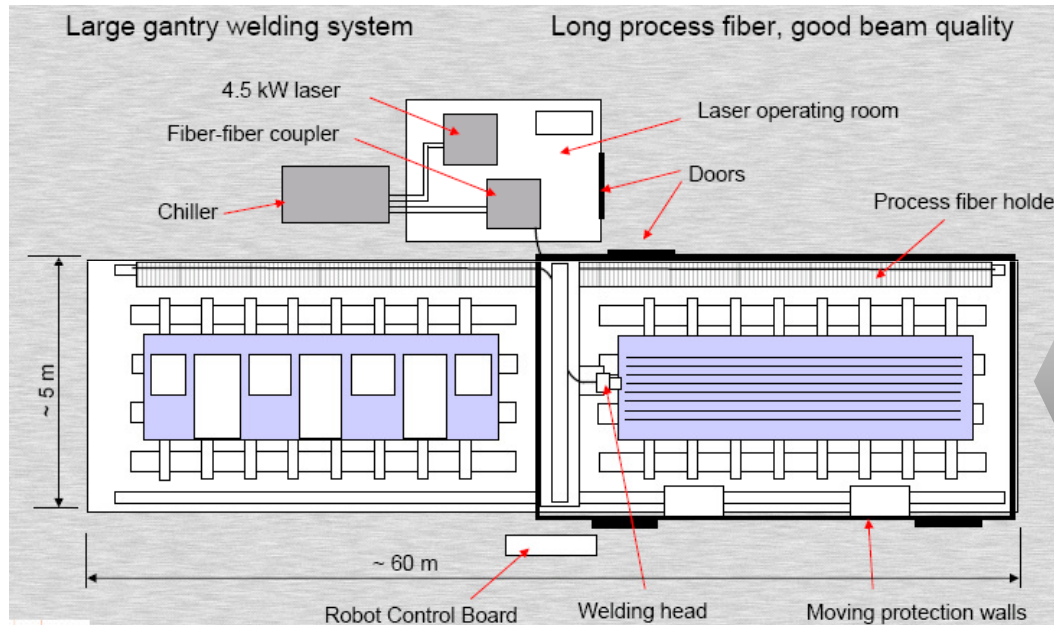
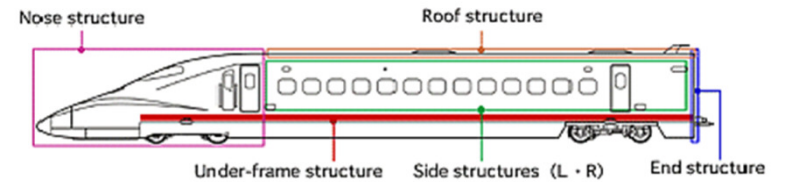
The Power to Transform™



Laserschweißen im Schienenfahrzeugbau

Aluminum-Schweißen

- Kinki Sharyo, etc.
- IPG Fiber Laser 4,5 kW



Roboter Portal mit geschlossener Kabine 30 x 5 m

The Power to Transform™





Schneiden 2D-Flachbettschneidanlagen



Bildnachweis: ↑Salvagnini , ↓Messer Cutting & Welding

Anlagen sind voll gekapselt



The Power to Transform™





3D-Schneiden: Roboter geführt



Voll gekapselt

Überwachung
per Kamera

4 Roboter und 4 Laser je 1,5 kW

The Power to Transform™





3D-Schneiden: Portal-Roboter



Voll gekapselt

Doppelwand-
Kabine mit

Laserspy-
Sensoren

Tor ist
zusätzlich
sicherheits-
verriegelt

The Power to Transform™





Remote Schweißen: Roboter geführt



Voll gekapselt
Aktive
Schutzkabine

Laser mit
Strahlweiche

Öffnen
Schleuse
→
Wegschalten
Strahlweg

Sicherheits-
abschaltung
bei
Laseremission
 $t \geq 10s$

2 Roboter und 2 Laser je 4,5 kW

The Power to Transform™





Zusammenfassung

Hochleistungs-Faserlaser sind alle Laserklasse IV am Strahlaustritt

Durch geschlossene Gehäuse und Überwachung können sie frei aufgestellt werden. Die Prozess-Fasern sind Bruch überwacht und können frei verlegt werden.

Sicherheits-Umhausungen der Faserlaser-Maschinen sind anwendungsspezifisch auszulegen. Kriterien sind die Betriebsart, Ausrichtung des Laserstrahls, die möglichen Fehlpositionierungen des Manipulators und die Abbildung der Laserbearbeitungsköpfe

Für Remote-Schweißanwendungen schaltet sich der Laser nach 10s Emissionszeit selbst ab.

Gefährdungspotential durch Streulicht ist bei Schneid- und Schweißprozessen in mehr als 1m Abstand als gering einzuschätzen. Nach oben offene Anlagen sind in der Wertindustrie sicher einsetzbar. Die Einhaltung der Grenzwerte wird durch Messung abgesichert.



The Power to Transform™