



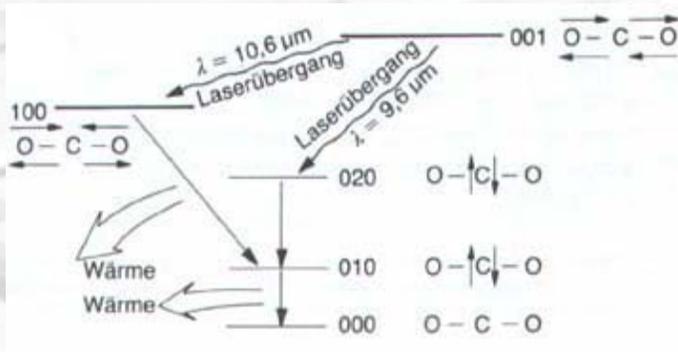
Laser in der Materialbearbeitung und Medizin

von
Daniel Rollert
und
René Juretschk

Industrielaser

CO₂ Laser

- Gaslaser
- hohe Leistungen
- $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$

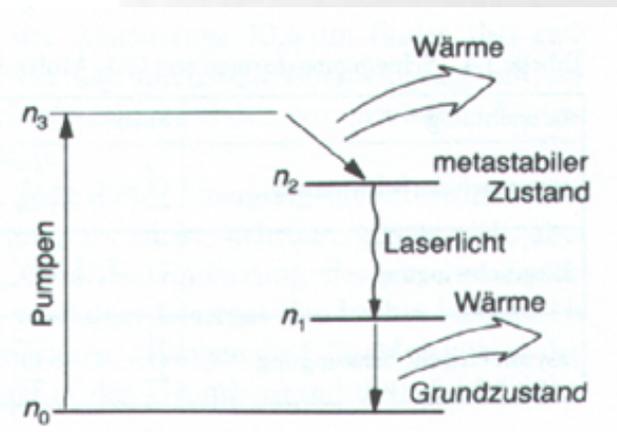


Halbleiterlaser

Siehe Skript:
„Der Halbleiterlaser“

Nd:YAG –Laser

- Festkörperlaser
- $\lambda = 1,06 \mu\text{m}$
- über Lichtleitfaser übertragbar



Eximerlaser

- Gaslaser
- kleine Wellenlängen
- Verwendung in der Medizin



Eigenschaften der Laserstrahlung

- hohe Leistungsdichten erforderlich

Leistungsdichte = Laserleistung / Fokusquerschnitt

- Puls- und Dauerstrichbetrieb

Leistungsregulierung bei Pulsbetrieb $P = W / T$; mit T = Abstand der Pulse

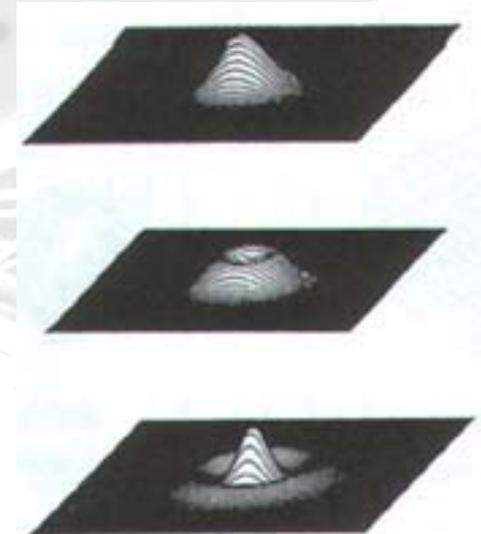
- Fokussierbarkeit \leftrightarrow Strahlparameterprodukt

Strahlparameterprodukt = Divergenz \cdot Radius an der Strahltaillie

- Modenstruktur = Leistungsverteilung im Strahlquerschnitt

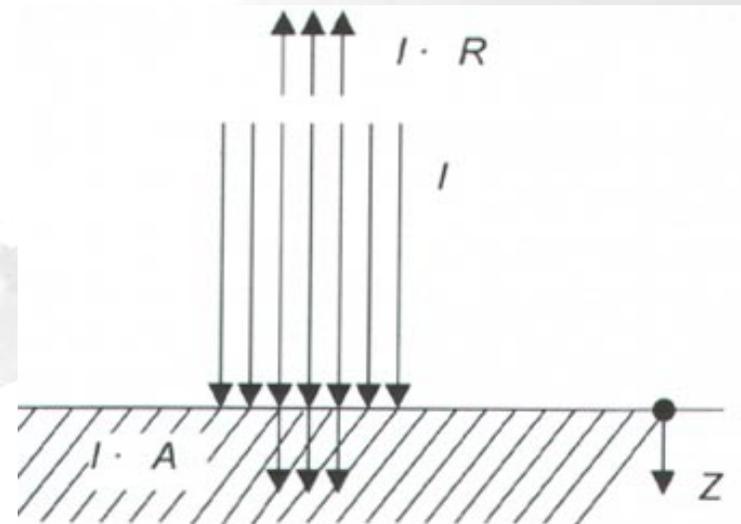
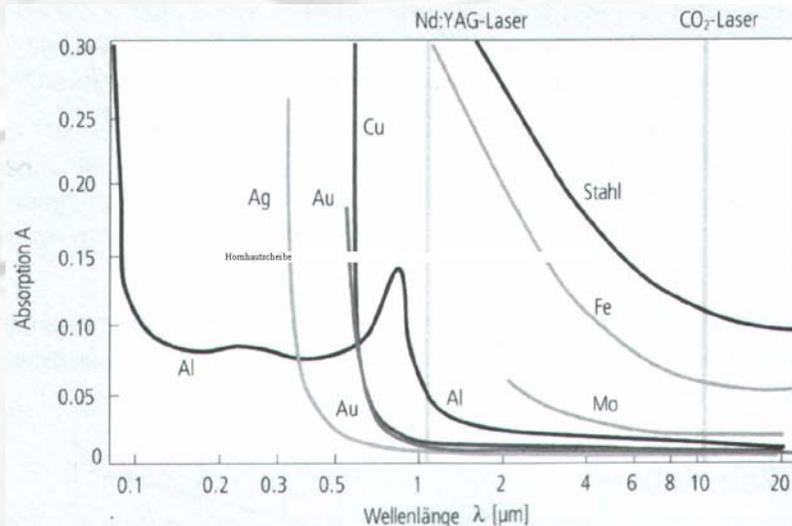
Leistungsdichte ist abhängig von

- Leistung
- Divergenz
- Wellenlänge
- Modensstruktur



Absorption und Reflektion

- Wärmeeinkopplung \leftrightarrow Absorptionsgrad
- meist nur sehr oberflächliche Wärmeeinwirkung weil Wärme schnell abgeleitet wird
- Absorption von Wellenlänge und Material abhängig



Schneiden

- Aufschmelzen und verdampfen des Materials → Laserschnitt

Sublimationsschneiden

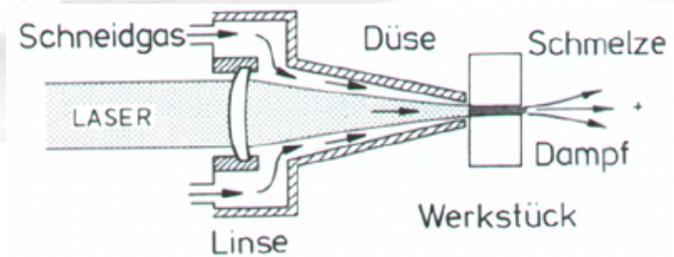
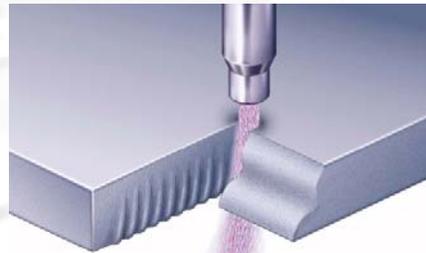
- Werkstoff verdampft und entweicht
- Schneidgase schützen Mat.
- Holz, Papier u.ä.

Schmelzschnitten

- Mat. wird durch Gas ausgeblasen
- sehr schnell
- ! Riefenbildung
- ! Schnittfugenbreite

Brennschnitten

- Scheidgas = O_2
- zus. Energieeinspeisung
- Erhöhte Schnittgeschw.
- ! Oxidation der Schneidkanten



Schneiden

Weitere Anwendungen

- Schneiden von Kunststoffen
- Schneiden von Glas
- Bohren
 - Einzelimpuls
 - Perkussionsbohren
 - Trepanieren



Fazit

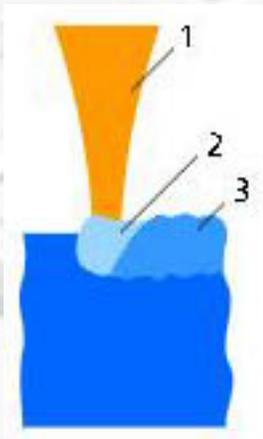
- Präzise
- hohe gleich bleibende Qualität und Produktionsgeschwindigkeit
- entfallende Nachbearbeitung (!)
- Schnittdicken bis zu 40 mm
- !Anlagenkosten
- !Handling



Schweißen

Wärmeleitungsschweißen

- kleinflächiges therm. Aufschmelzen
- geringer Tiefeneinfluss
- !langsam

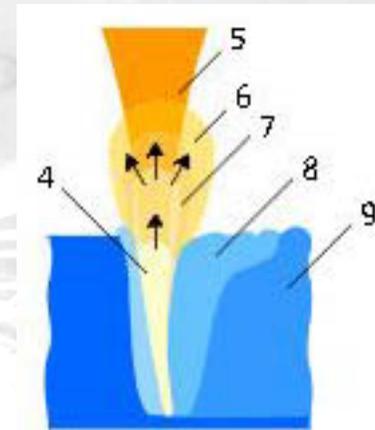
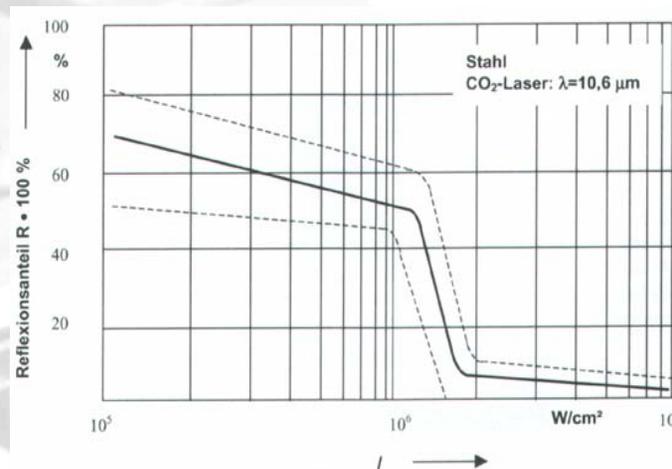


Fazit

- begrenzte Wärmeeinflußzone mit geringer Verzugswirkung
- unterschiedliche Werkstoffe miteinander ffügbar
- schwer zugängliche Stellen und kompl. Formen schweißbar
- geringer Verschleiß

Laserstrahltiefschweißen

- Erhöhung der Laserleistung
→ Änderung des Ref.-Verhaltens
- Plasmabildung
- Dampfkapillare
- Mehrfachreflektion

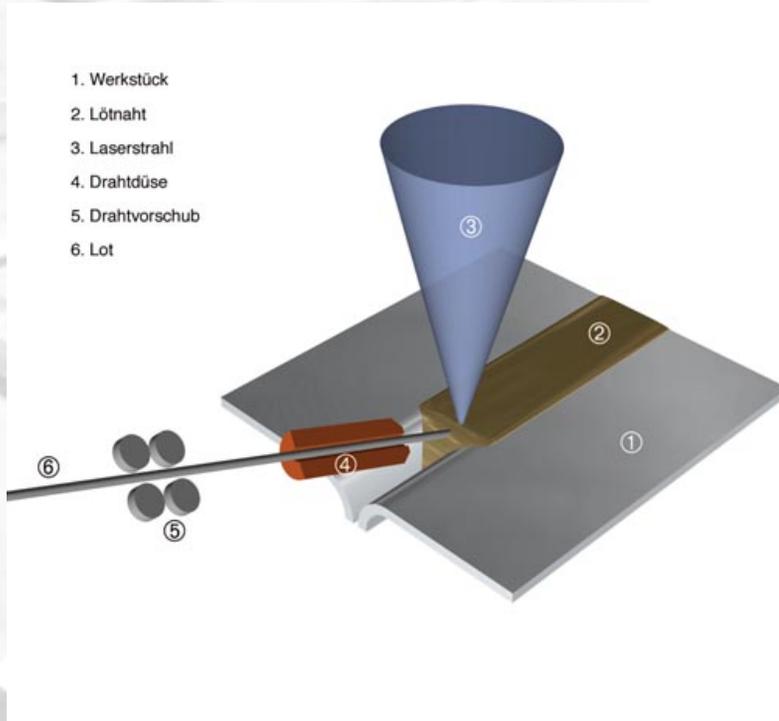


!Anlagenkosten/Handling!



Löten

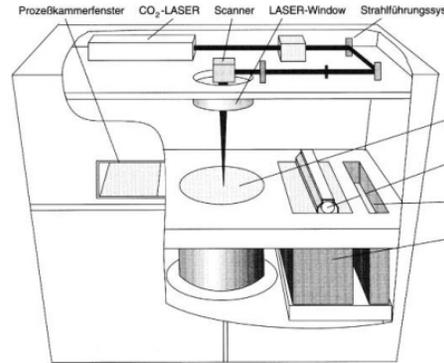
- Weich- oder Hartlöten ohne Aufschmelzen der zu verbindenden Materialien
- Automobil- und Elektronikindustrie
- kleine Laserleistungen
- keine thermische Belastung durch geringe Wärmeeinbringung



Andere Anwendungen in der Industrie

3D Prototyping

- Stereolithographie
- Lasersintern
- Laminated Objekt Manufacturing



Oberflächenbehandlung

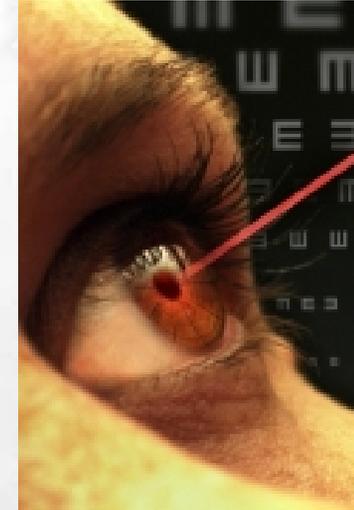
- Umschmelzen
- Lasersintern
- Legieren
- Beschichten



Diagnostik

hohe Kohärenz
monochromatisches Licht
→ Meist als Indikator und Messgerät

- Laser-Doppler-Geschwindigkeitsmessung
Messung der Blutströmung im Auge
- Aufspüren von Krebswucherungen schon bei geringem Zellumfang
- Netzhautvermessung
- ATR-Spektrometer zum Nachweisen von chemischen und biologischen Substanzen



Chirurgie

Photochemische Effekt

Aufbrechen von Molekülverbindungen mit langen Bestrahlungsdauern

Photothermische Wirkung

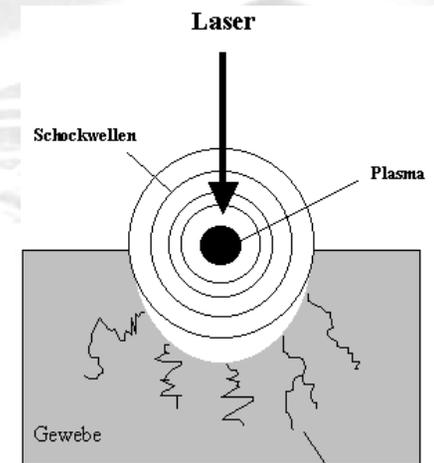
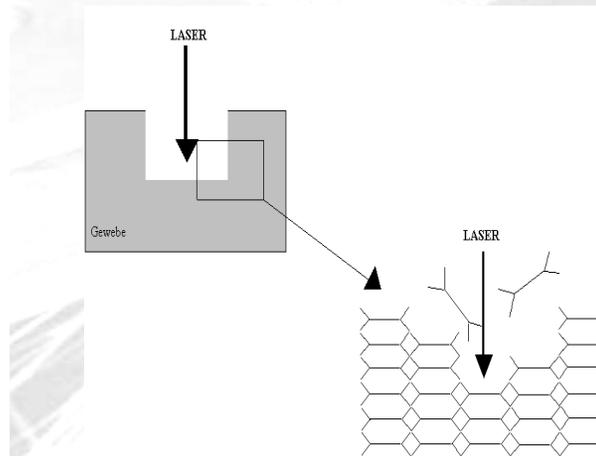
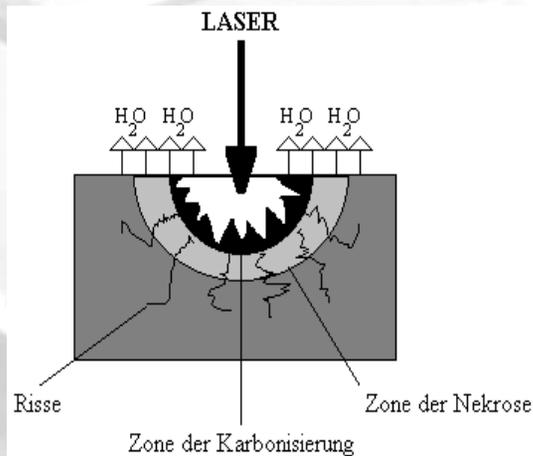
Zellwasser verdampft
Verkohlung des Gewebes
→ Schneidwirkung

Photoablation

sehr kurze Pulse
hohe Energiedichte
Aufbrechen der Moleküle
örtlich sehr begrenzt
geringe Umgebungswärme

Photodisruption

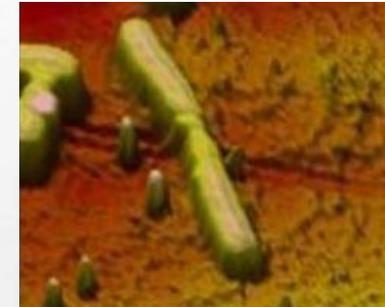
Gewebsdurchbruch
Expandierendes Plasma
Druckwellen



Chirurgie

Anwendungsbeispiele

- Tumorentfernung durch Bestrahlung (Lunge, Magen-Darm-Trakt)
- Entfernung von Nieren- Blasensteinen
- Ablagerungen in Blutgefäßen beseitigen
- Laserskalpell
- Kosmetische Korrekturen (Narben, Flecken)



Fazit

- keine Keimverschleppung
 - wenig Blutverlust beim Schneiden
 - geringer postoperativer Schmerz
 - Einsatz in Mikrochirurgie möglich
 - berührungsfrei
- !hoher Aufwand für Strahlführung



Behandlung von Fehlsichtigkeit / LASIK

Veränderung der Linsenkrümmung durch Abtragen von Gewebe (Photoablation)
Eximerlaser (kurze Pulse)

1. Voruntersuchung



2. Keratektomie1



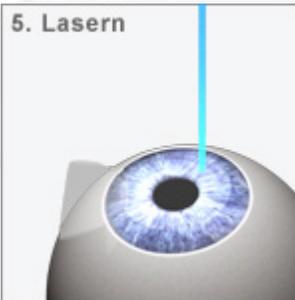
3. Keratektomie2



4. Flap abheben



5. Lasern



6. Flap reponieren

