



Laser in Medizin: Cui bono?

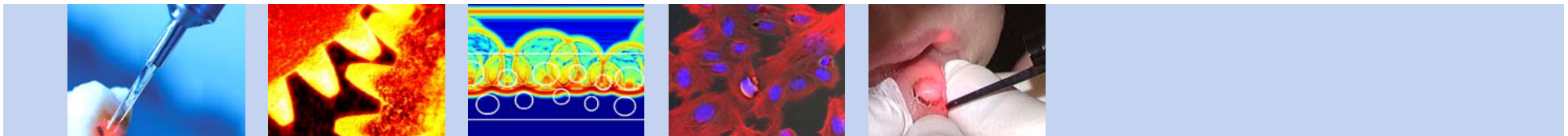
Karl Stock

Institut für Lasertechnologien in der
Medizin und Messtechnik an der
Universität Ulm

50 Years Laser (SSOM) &
3D Measuring (SLN)

NTB Interstaatliche Hochschule für
Technik Buchs

02. Dezember 2010



Einführung / Historie

1960 Erster Laser

1961 *science*, Solon et al, physiological implications of laser beams

1962 *nature*, erster kommerzieller Rubin-Laser („PISTO LASER“) mit Hinweis auf mögliche chirurgische Anwendung

1963 *nature*, Laser photocoagulation. We conclude that the laser, being an emitter of high-intensity light, is a new energy source to be explored with regard to its effects on ocular and other

power supply. Its miniaturized size makes it highly portable and it may be operated by battery or conventional alternating current supply. The dual safety trigger control prevents accidental firing. Accessory units are available to supplement the 'Pisto Laser' light source in order to demonstrate particular advanced optical electronic systems, for example, optical radar. In communications research the 'Pisto Laser' can be used to study the characteristics of

very narrow beam-width transmission of optical data; in medical research, high-intensity cauterization; in crystallography, crystal structures using non-linear

ferences
1 C. H. Townes, *Phys. Rev.*
nature 187, 493 (1960); R. J.
Rev. Letters 5, 303 (1960);
P. P. Sorokin and M. J. Stevenson, in prepara-
tion.

Historie: am Zahn

1960

1964

1968

1974

1977

1980

1988

1989

1989

1991

1993

1996

1998



first laser
(Ruby)

Ruby laser

cw CO₂ laser

Nd:YAG laser

Ar+ laser

qs (ns) Nd:YAG laser

Er:YAG laser

ArF, XeCl Excimer laser

μs CO₂ laser

Er:YSGG laser

2v - Alexandrit laser

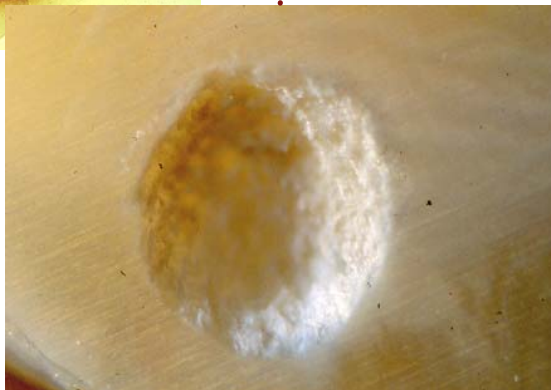
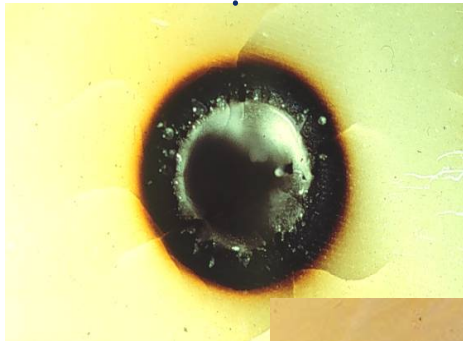
ns TEA CO₂ laser

ps Nd:YAG laser

free electron laser (FEL)

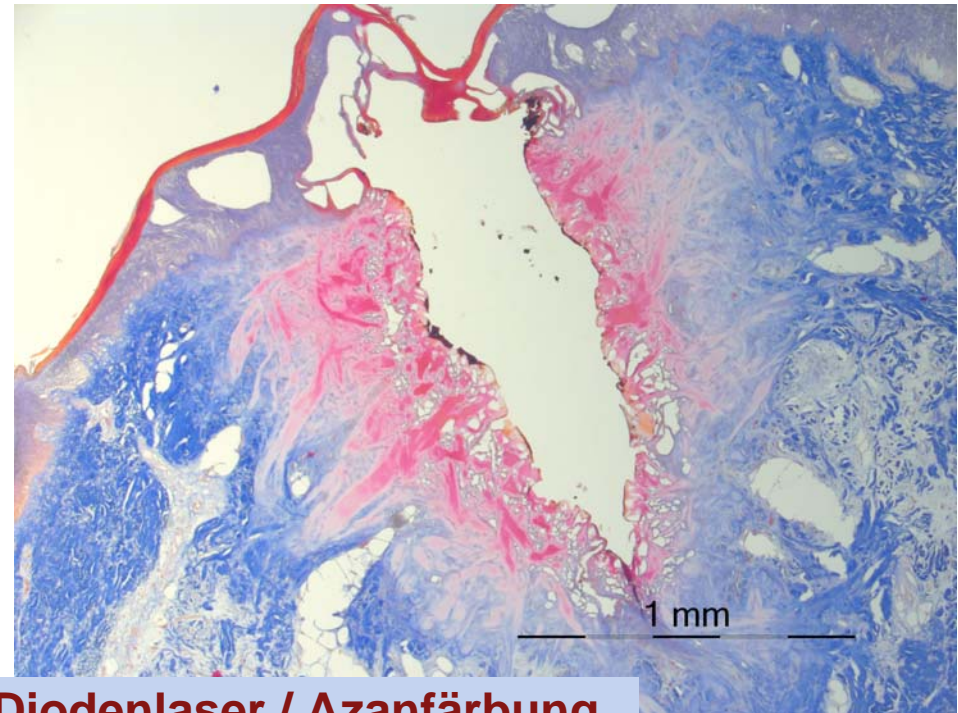
fs Nd:YLF

fs Ti:Sapphire laser



Einflussgrößen

- **Laserparameter**
Wellenlänge, Leistung / Energie, Bestrahlungs- / Pulsdauer, Repetitionsrate, Fokussierung
- **Gewebeparameter**
Absorption / Streuung bzw. Farbe, Wärmekapazität, Wärmeleitung
- **Indikation**
Lokalisation / Zugang, Größe, Tiefe, geforderte Präzision
- **Handling / Applikatoren**
- **Kosten**



Diodenlaser / Azanfärbung

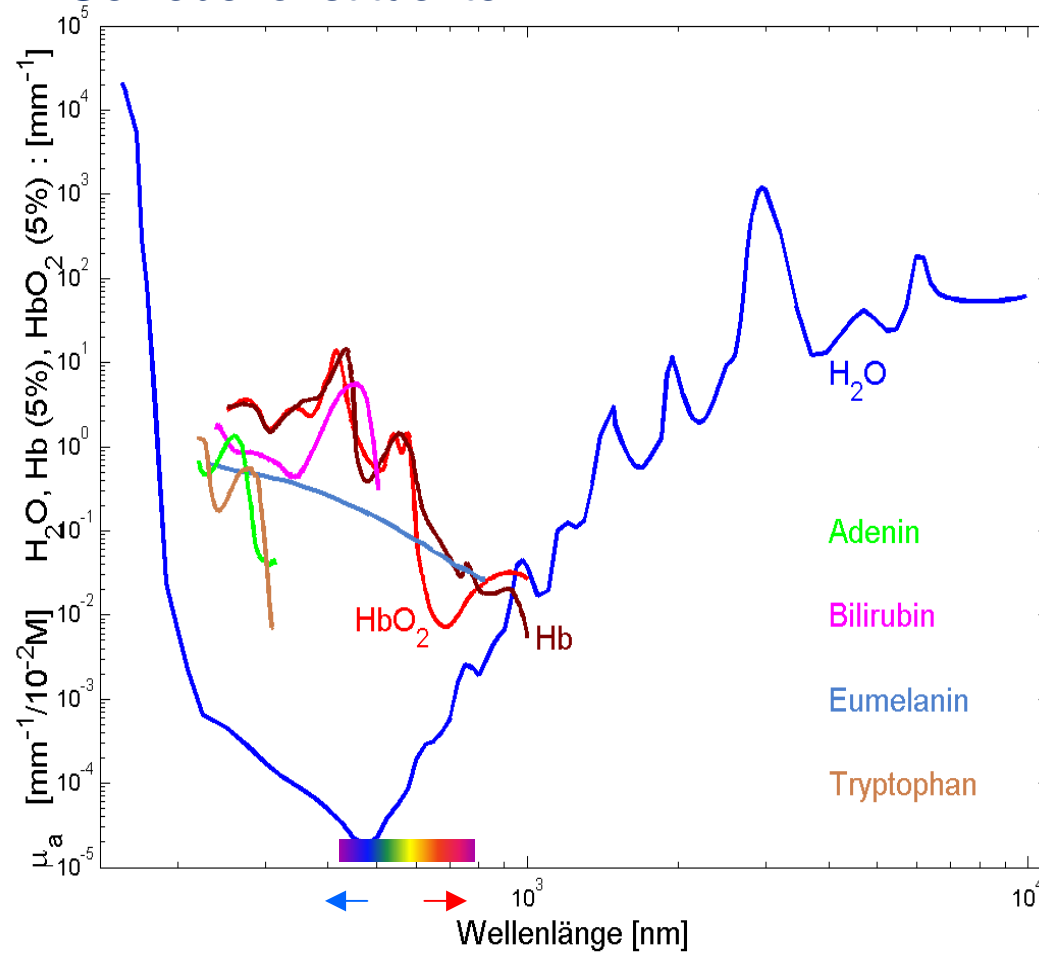
Lichtausbreitung: Primärprozesse

Absorption μ_a : starke Variation

Streuung μ_s :
monotoner Abfall

typisch: stark
vorwärts gerichtet
 $g = 0.7 - 0.95$

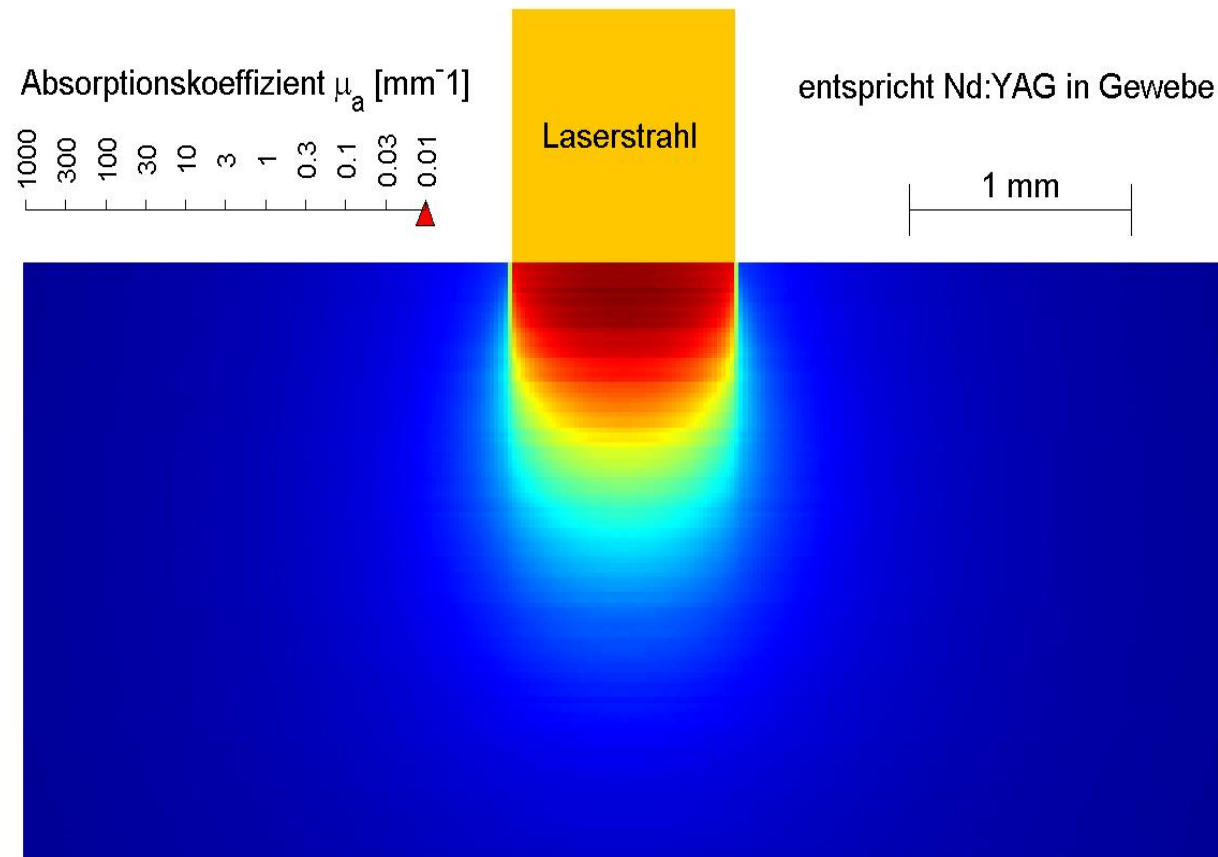
Absorptionskoeffizient einiger wichtiger Gewebekonstituenten



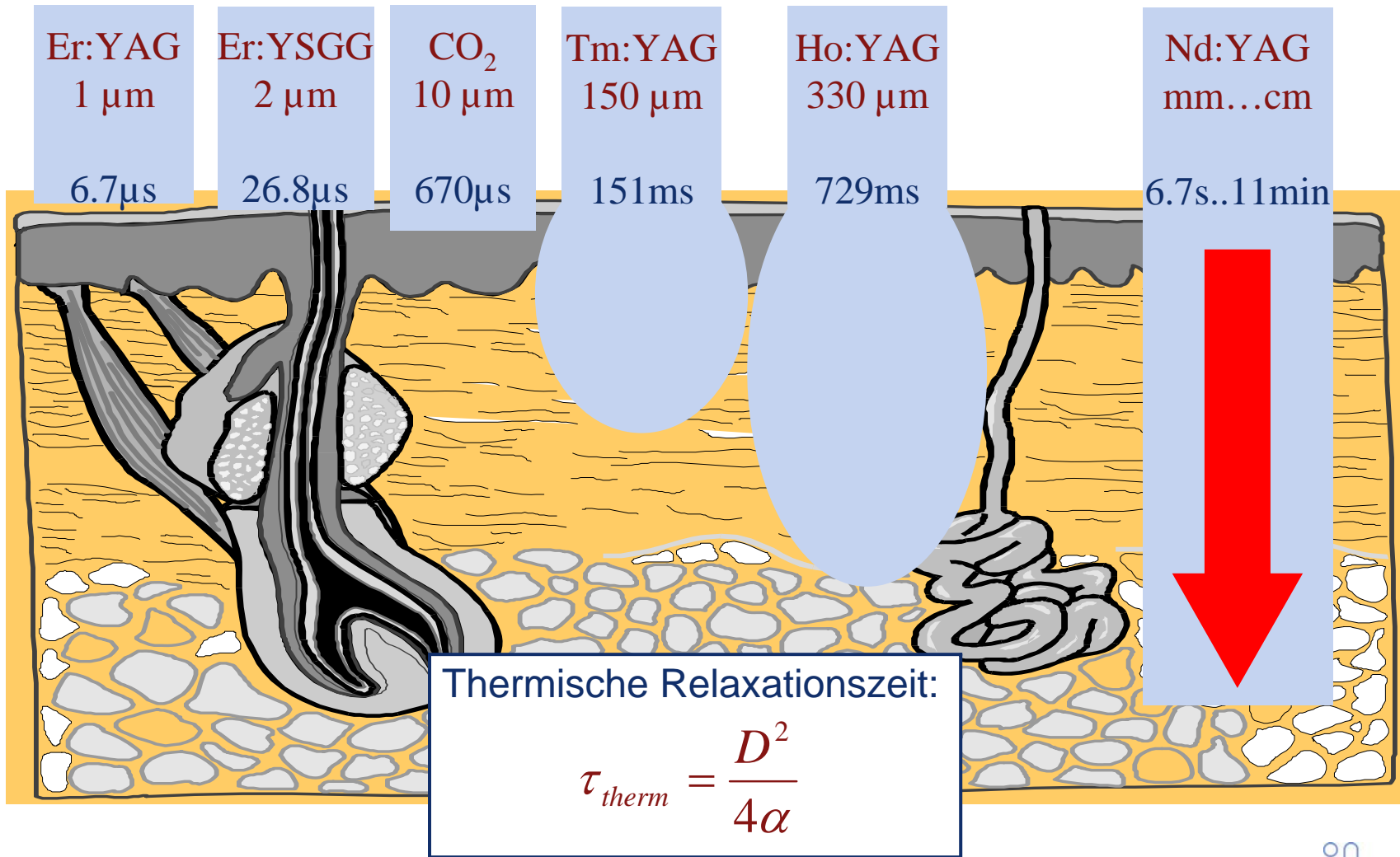
Intensitätsverlauf im Gewebe

Konturplot der Intensität (Raumbestrahlungstärke, fluence rate) im Gewebe

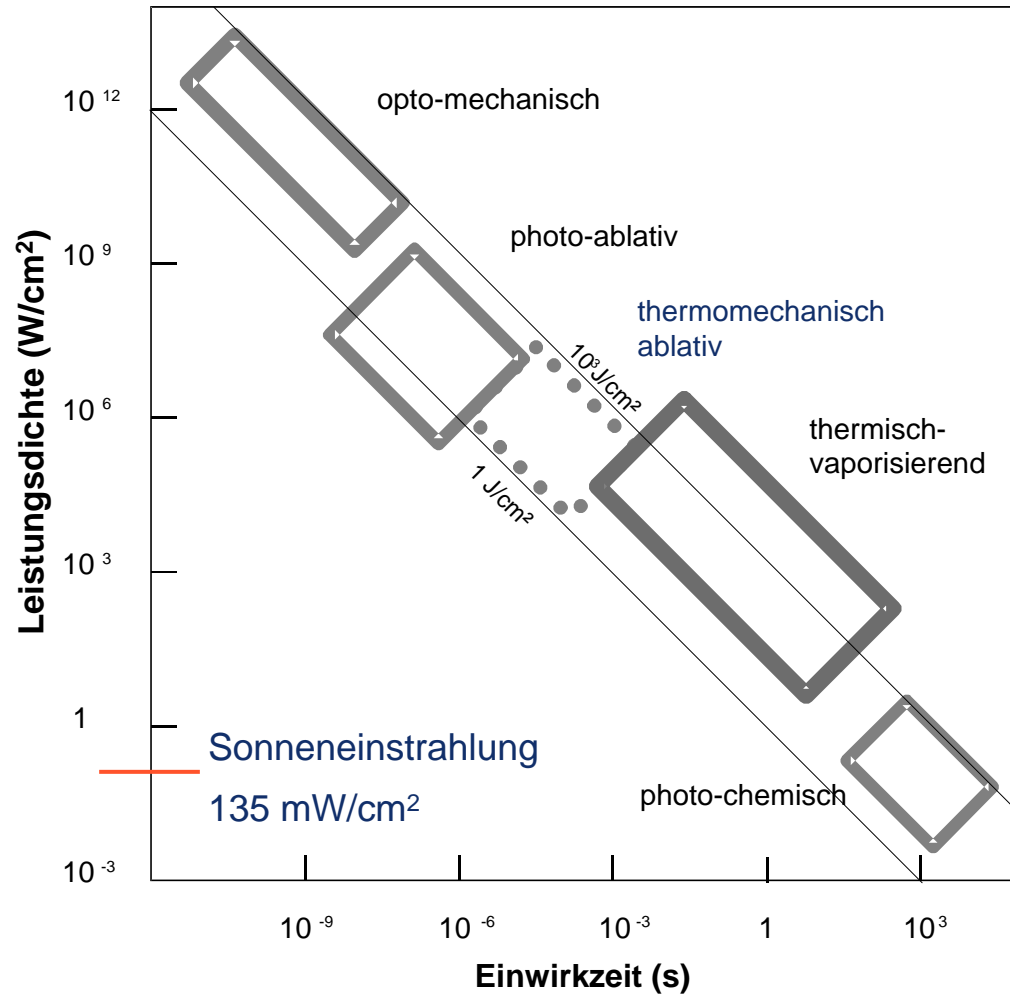
Strahldurchm. = 1mm
 $\mu_s' = 1 \text{ mm}^{-1}$



Schädigungszonen der Laserstrahlung in der Haut



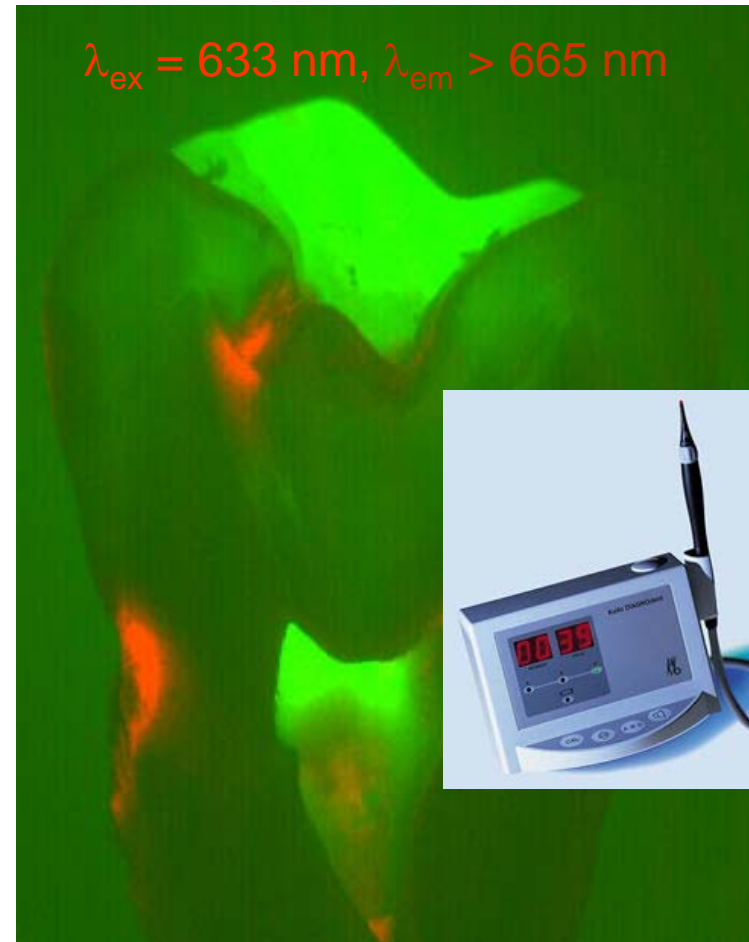
Wirkungsmechanismen: Übersicht



J.L. Boulnois 1986

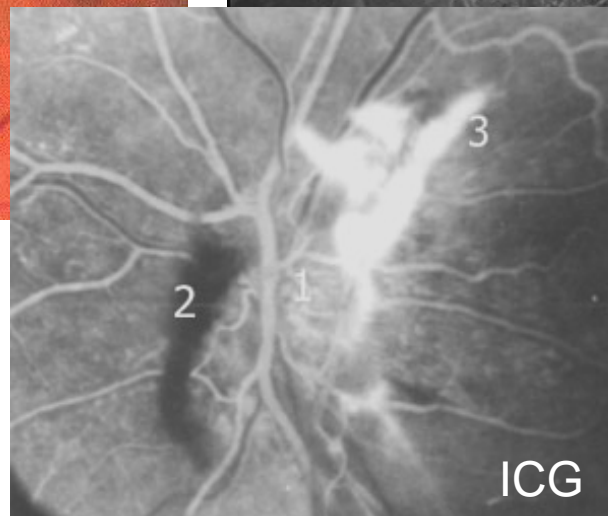
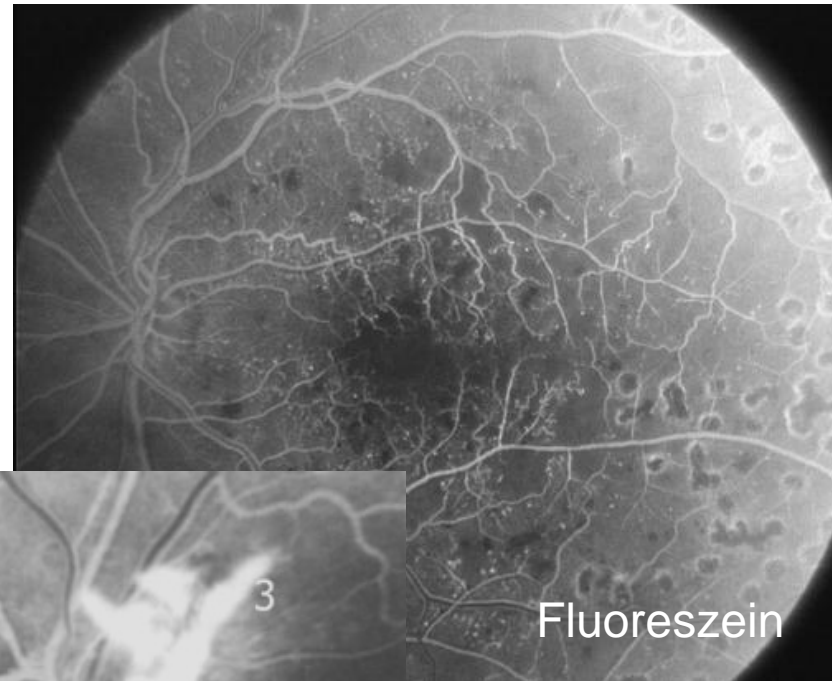
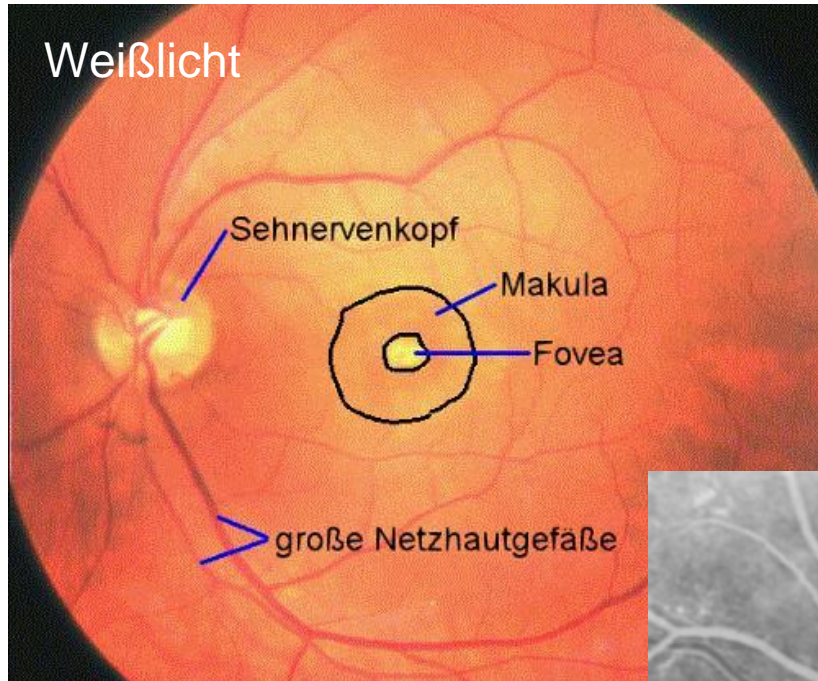


Fluoreszenzdiagnostik von Karies (Autofluoreszenz)



Fluoreszenzdiagnostik am Auge

Fluoreszein blau / Indocyaningrün 780 nm



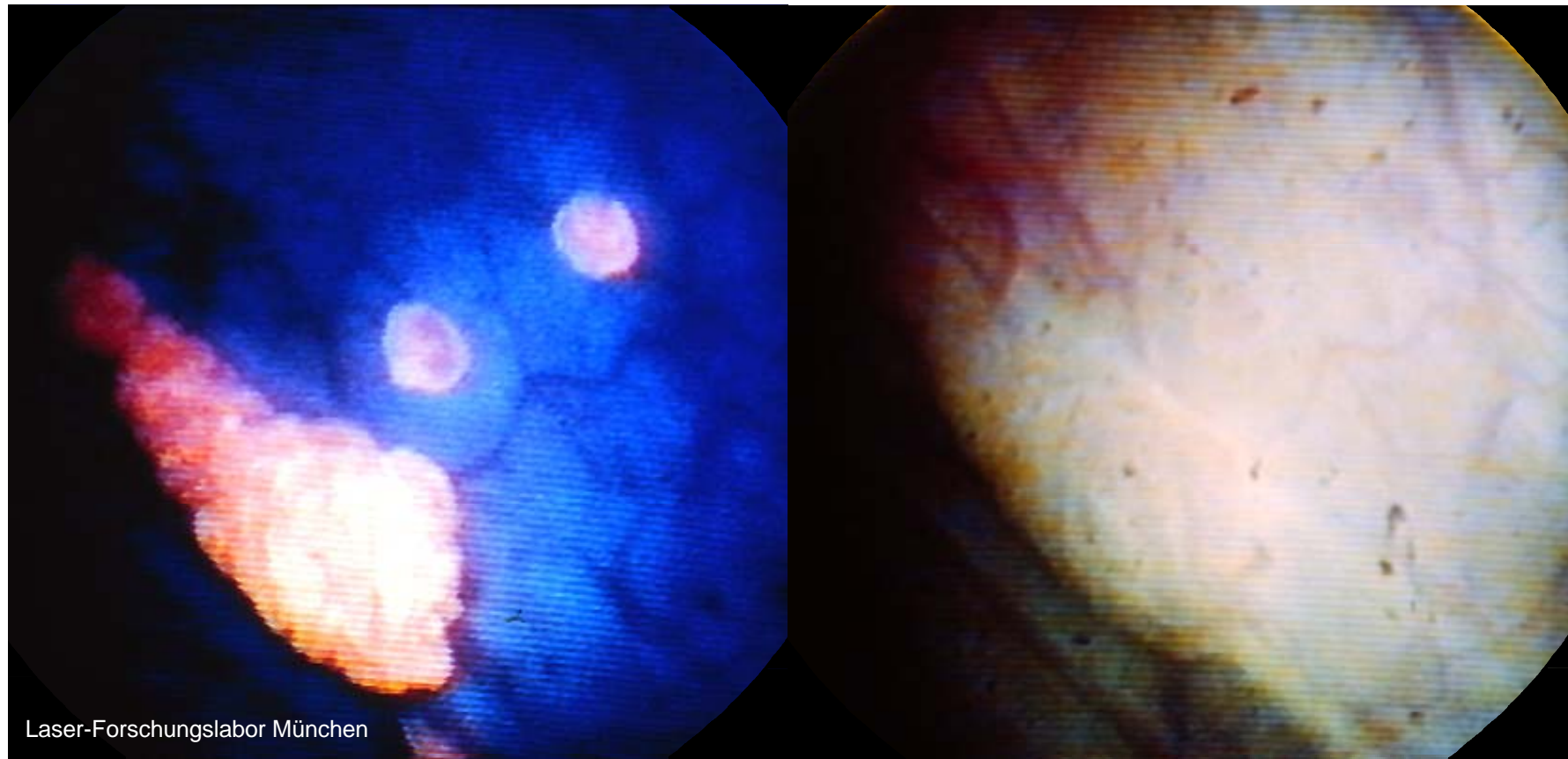
kein Laser !

Diabetes Typ I
bei jungem Mann



Fluoreszenzdiagnostik von Blasen Tumoren

PP IX Fluoreszenz nach Gabe von 5-Aminolaevulinsäure (5-ALA)
(Xenofluoreszenz)

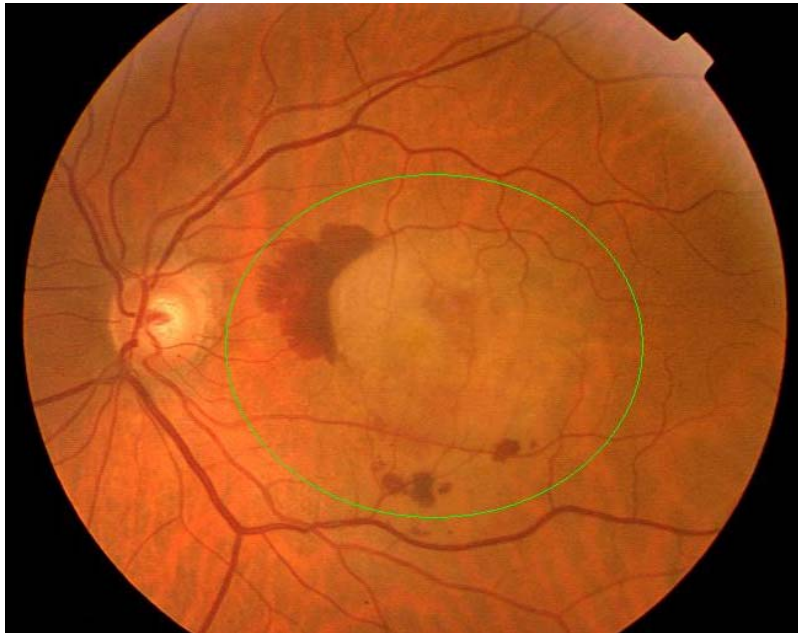


kein Laser !

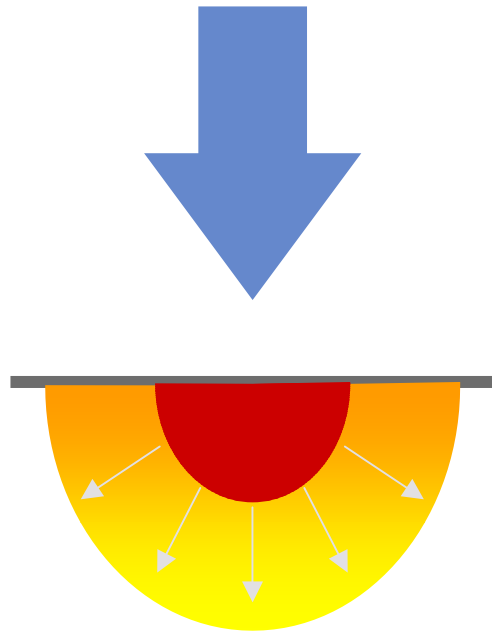


Photodynamische Therapie

Behandlung der altersbedingten Makula-Degeneration (AMD) in Kombination mit Verteporfin und Laser (VISULAS 690s)

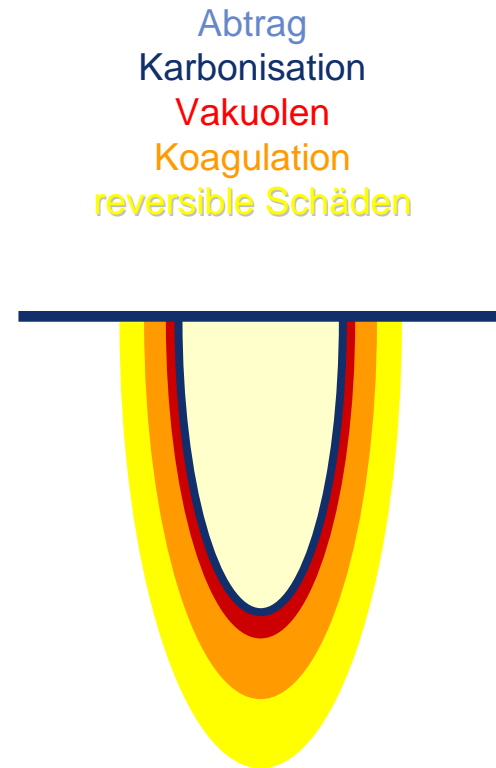


Thermische Wirkungen



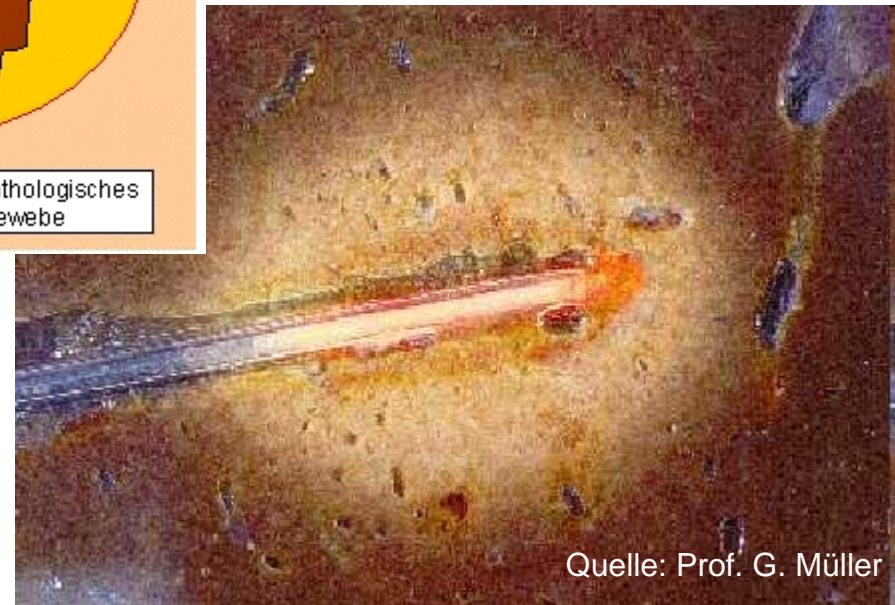
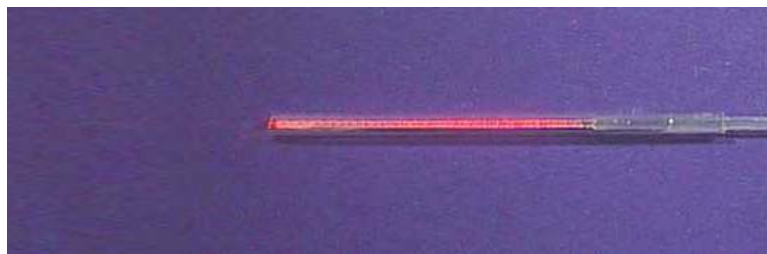
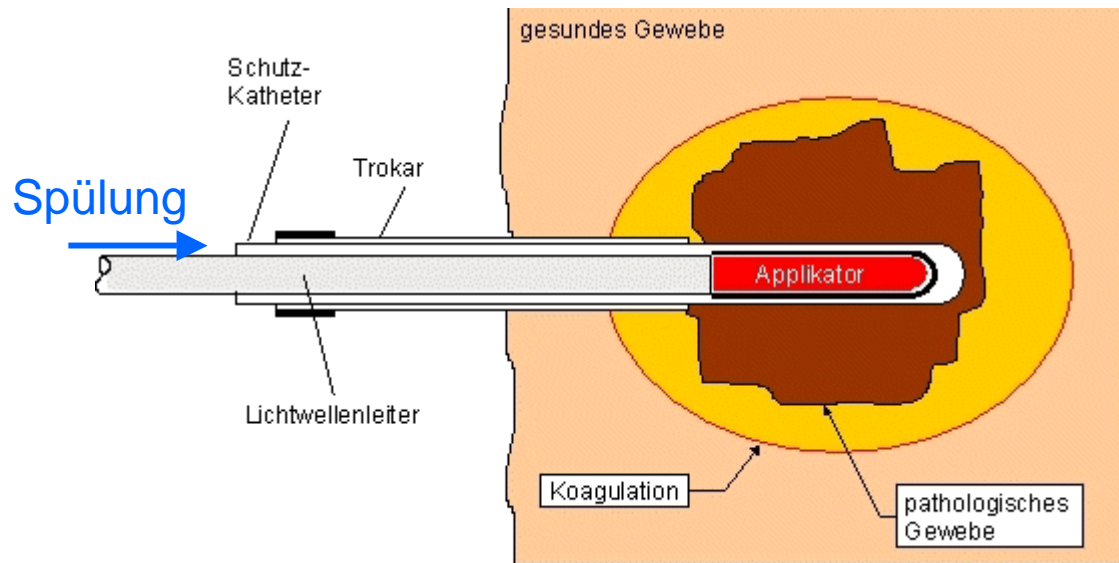
Absorption
Aufheizen
Wärmeleitung

- > 300°C Pyrolyse
Verbrennung
- > 150°C Karbonisation
- 100°C Volumenverdampfung
- Maillard-Reaktionen
- > 65°C Denaturierung
von Stützproteinen
Koagulation
- > 43°C Konformations-
änderungen von
Enzymen



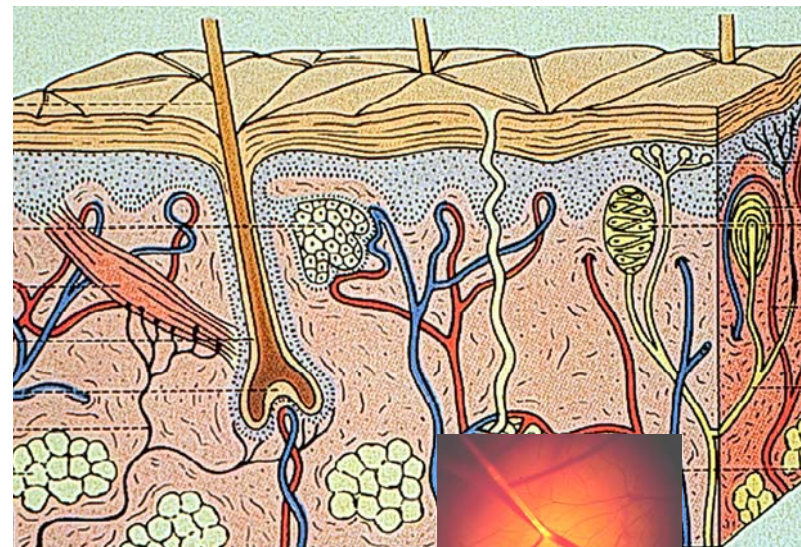
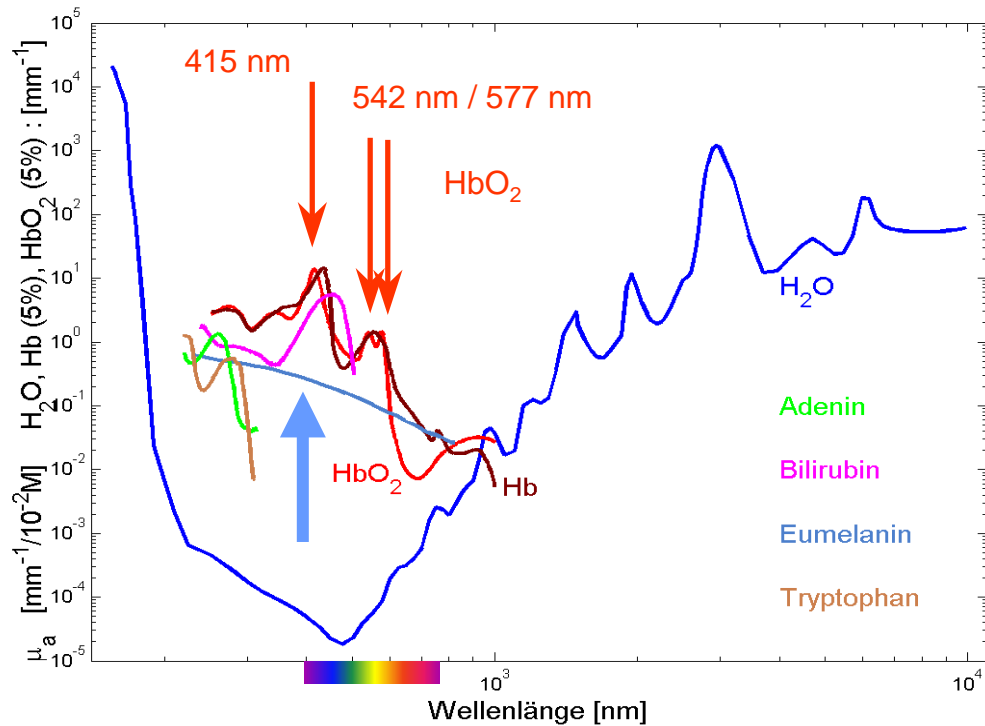
Abtrag
Karbonisation
Vakuolen
Koagulation
reversible Schäden

Laserinduzierte Thermotherapie (LITT)

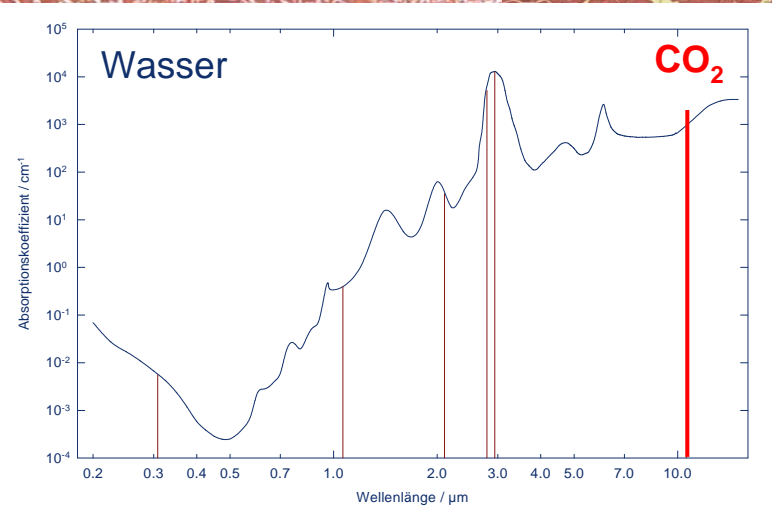
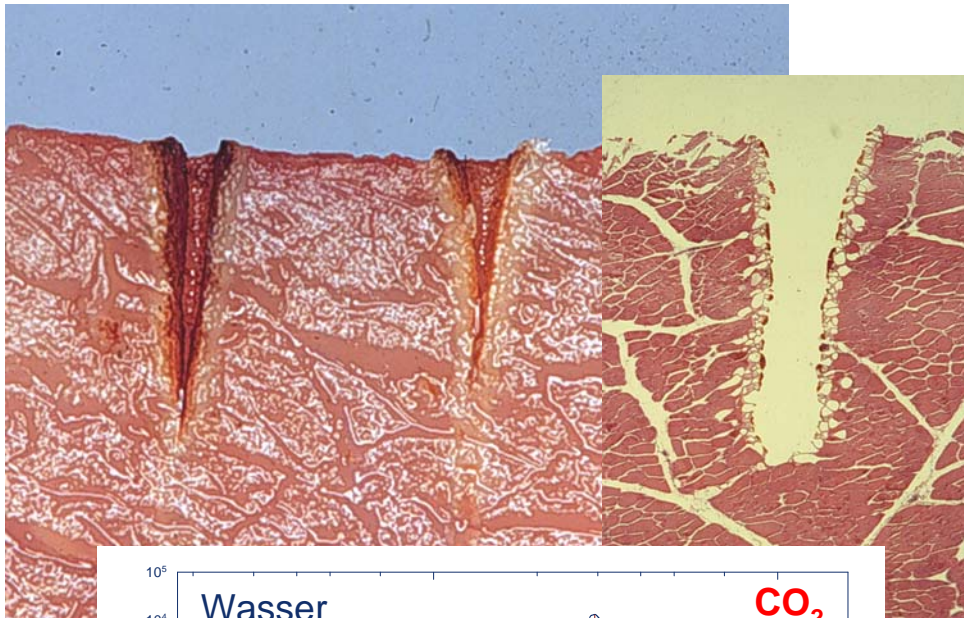


Quelle: Prof. G. Müller

Selektive Photo-Thermolyse



Schneiden von Weichgewebe bei hoher Absorption mit dem cw CO₂-Laser



Entfernung einer Mukozele (Schleimzyste)



„Thermische“ Laseranwendungen

Laser

Nd:YAG-Laser / KTP-Laser, Argon-Laser,
(gepulste) Farbstofflaser,
Dioden-Laser (810nm - 1470nm),
Faserlaser (1900nm),
CO₂-Laser

Fachgebiete

Dermatologie / Kosmetik

Ophthalmologie

Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Urologie

Gynäkologie

HNO

Gastroenterologie

Pulmologie



Gefäßpathologien, Chirurgie,
aktuell: Lipolysis
Netzhaut anheften
Oralchirurgie, Keimabtötung

Chirurgie (CO₂-Laser)
/ Tumorthherapie

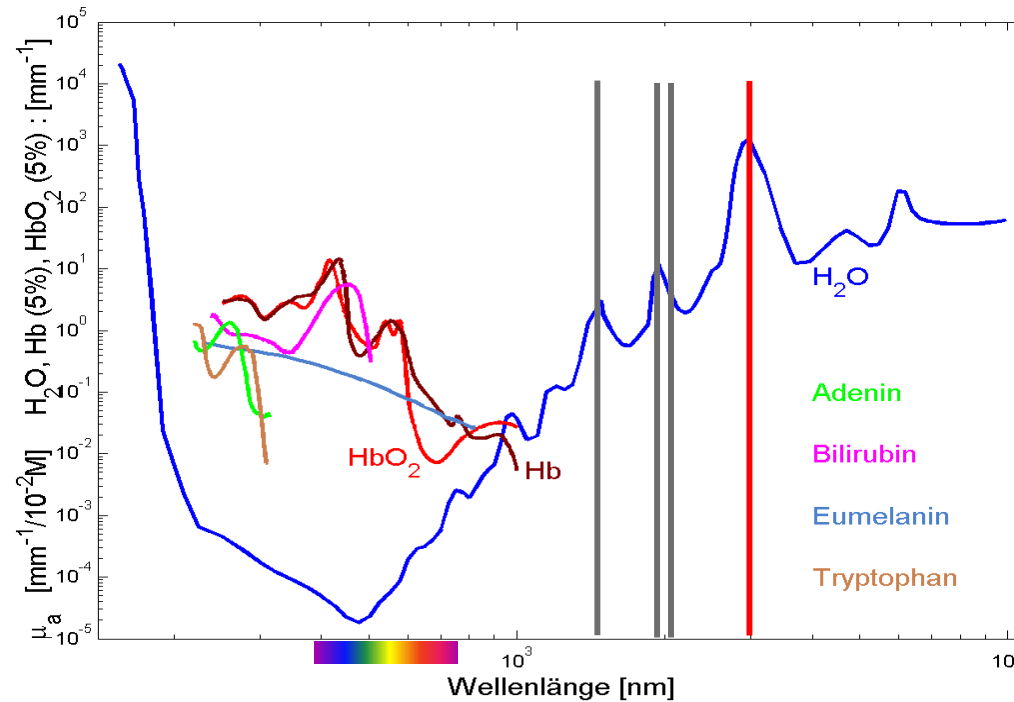


Neue Entwicklungen in der Weichgewebechirurgie I

Neue Wellenlängen

1470nm, 1900nm, 2,1 μm , 3 μm (CW Er:YAG-Laser)

→ Mikrochirurgie mit minimaler Schädigung



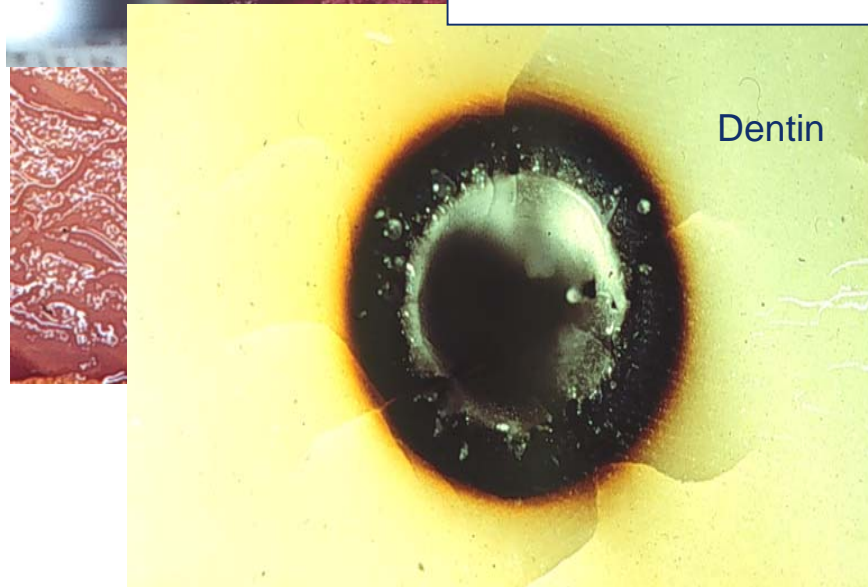
cw CO₂-Laser / gepulster Er:YAG-Laser auf Hartgewebe



cw, < 100 W
CO₂-Laser



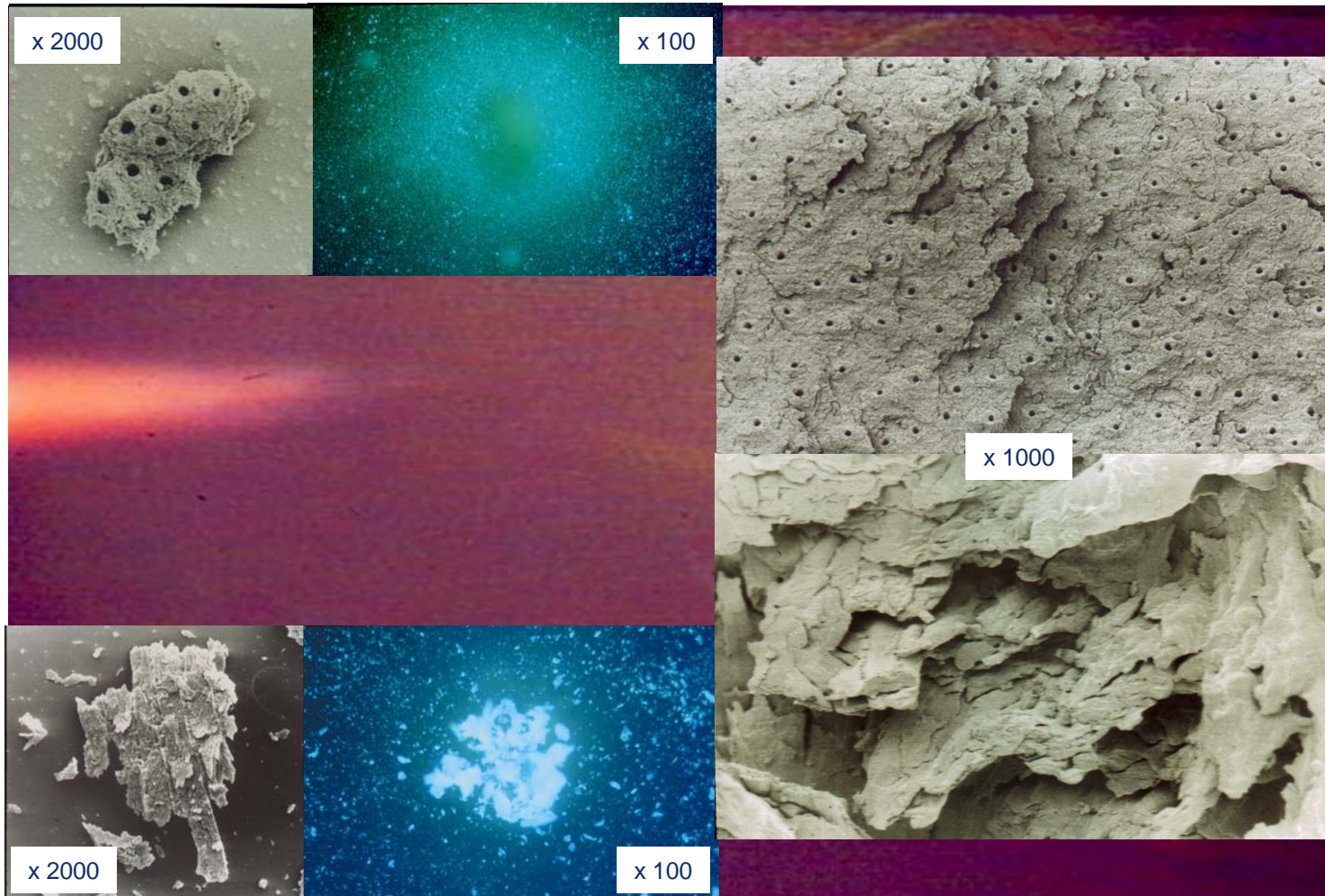
gepulst, >1kW
Er:YAG-Laser
+ Absorption 10x höher



→ thermomechanische Ablation



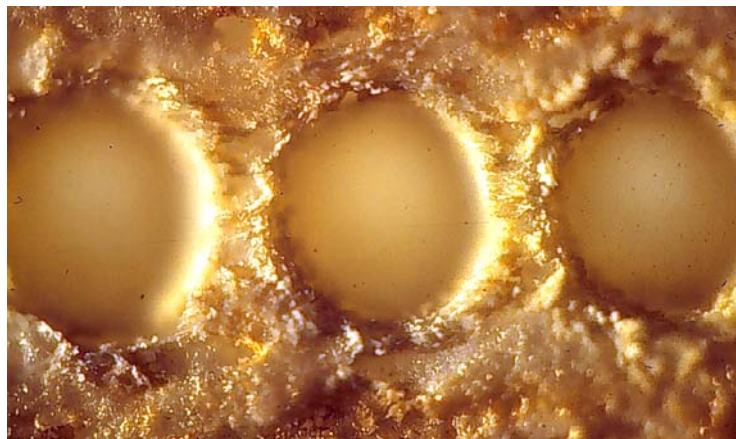
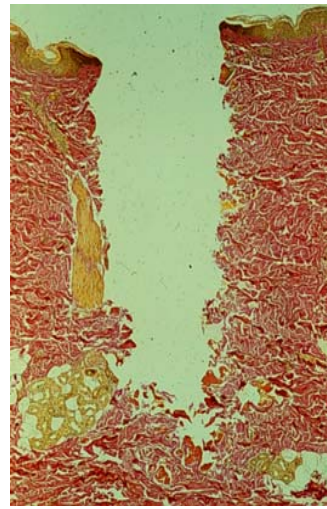
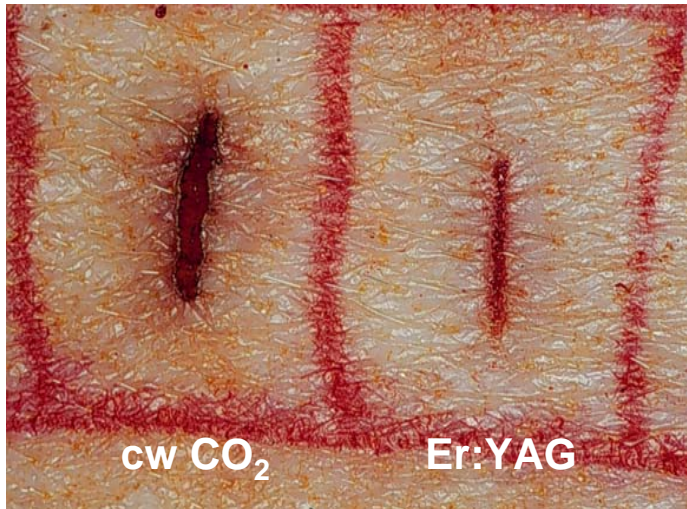
Thermomechanische Ablation (Er:YAG Laser)



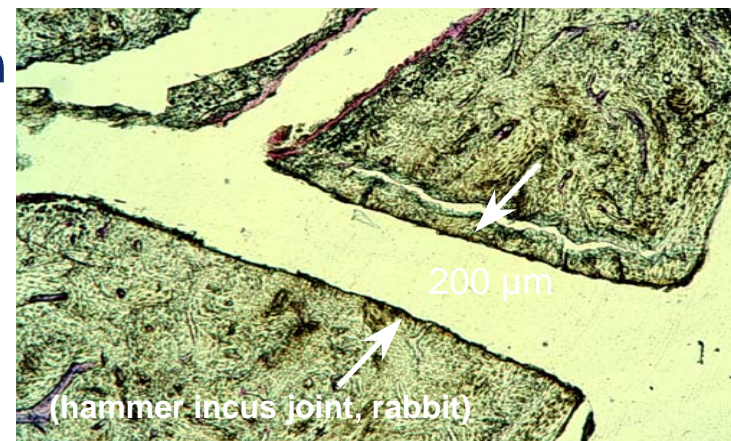
Krater-
Wände

Chirurgie mit dem Er:YAG-Laser

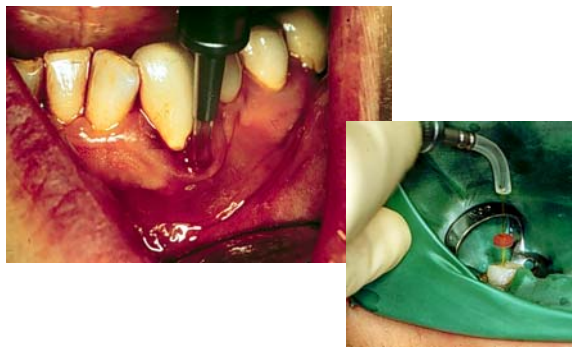
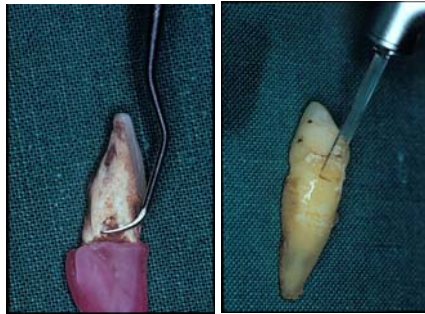
Haut



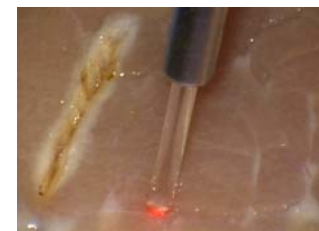
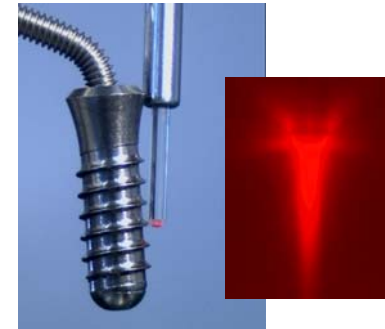
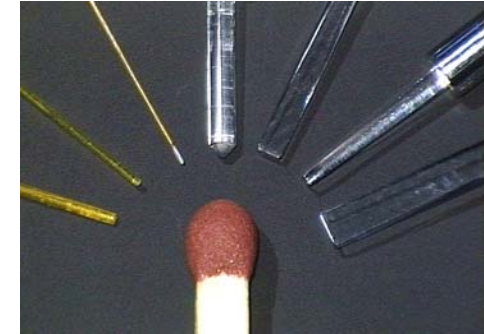
Knochen



Erbium:YAG-Laser in der Zahnheilkunde



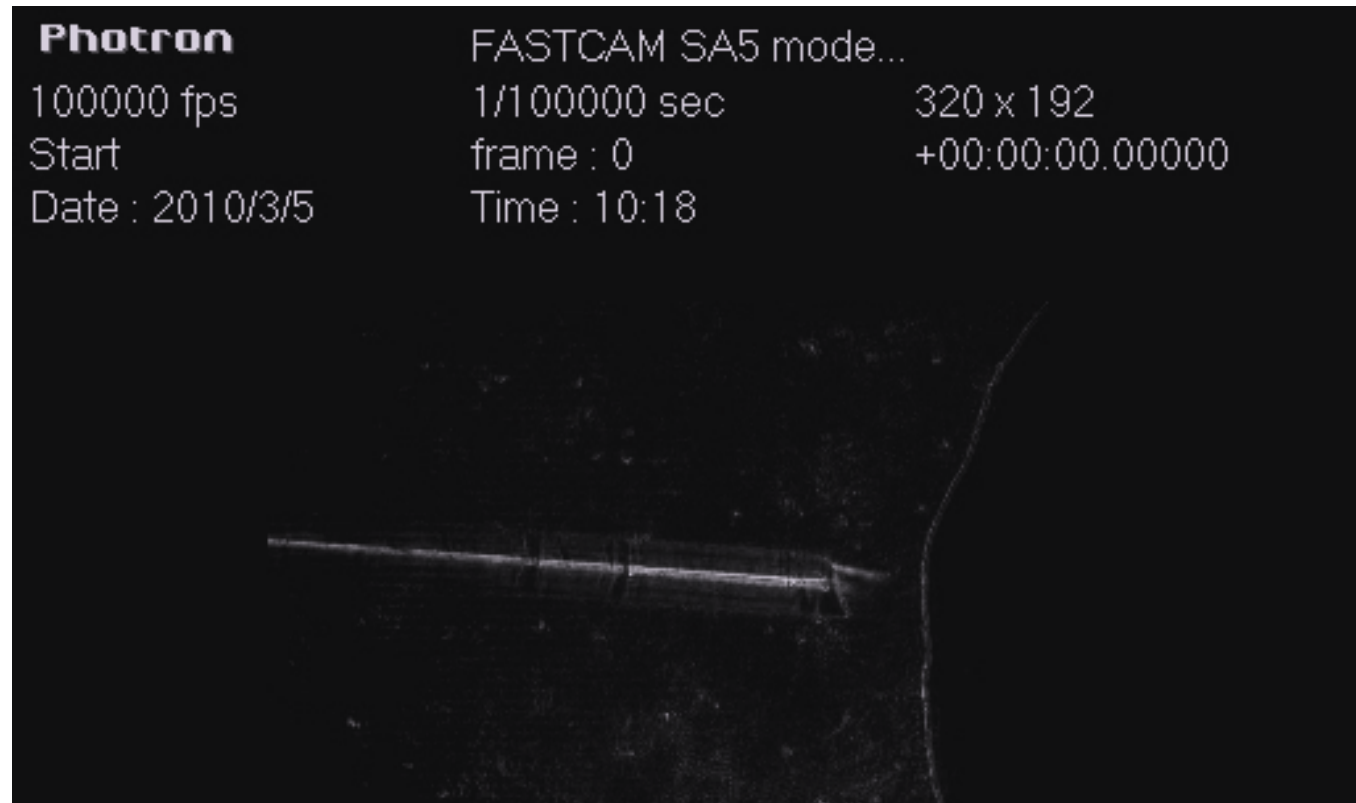
KEY-3plus
KAVO, Biberach



Laser-Lithotripsie

Steinzertrümmerung in der Urologie

Ho:YAG-Laser
E = 200 mJ
Abstand = 400 μ m



Photoablation

Thermomechanische Ablation



Er:YAG-Laser
> 100 μm pro Puls

Photoablation



193 nm Excimer-Laser
<1 μm pro Puls

Photorefraktive Keratektomie (PRK)



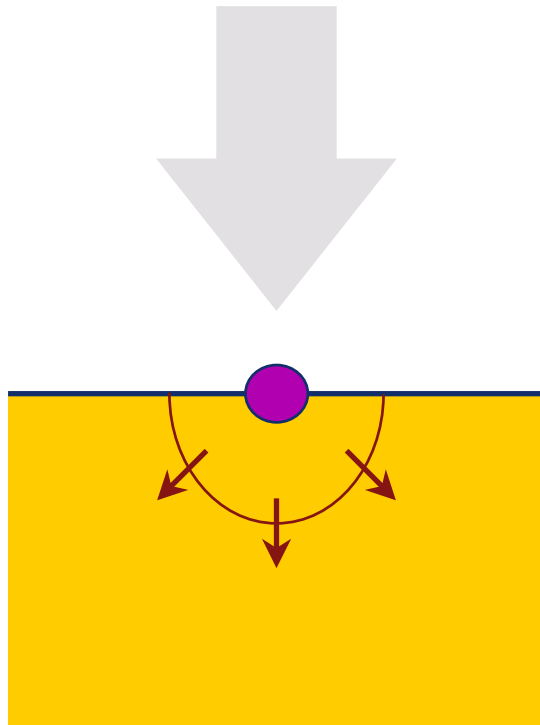
LASIK (Laser-assisted-in-situ-Keratomileusis)



alternativ (z.B. bei dünner Hornhaut):
LASEK (Laser assisted-sub-epithelial-
Keratomileusis)
nur das Epithel der Hornhaut wird (mit Alkohol)
entfernt

Mikrotom zur Durchführung
des Hornhautflaps
(alternativ:
Femtosekunden-Laser)

Opto-mechanische Effekte



**Sehr hohe Intensität
(Q-switch Laser)**

**Plasmabildung
starke Absorption**

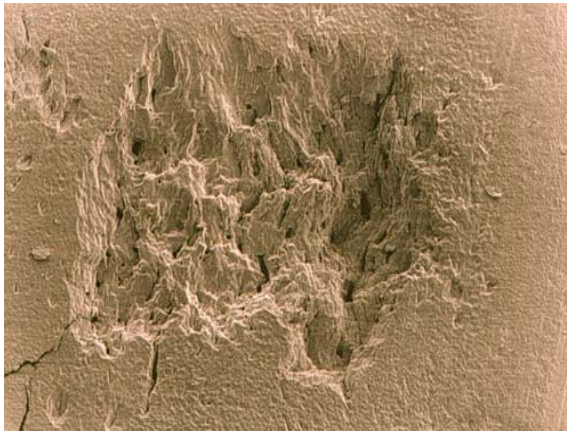
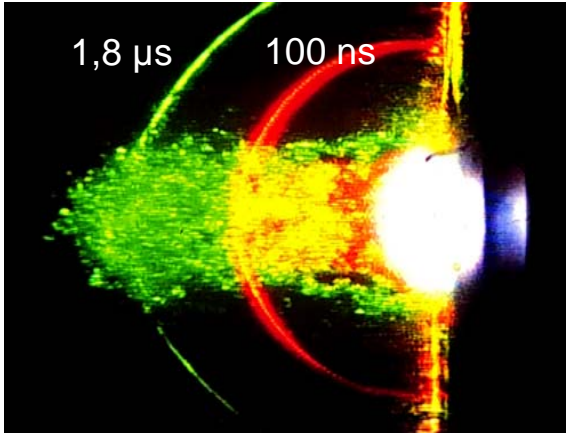
**Sehr schnelles Aufheizen
Druckanstieg**

↓

Stoßwellen

↑

**Kollaps von
Kavitations- / Dampf
Blasen**



Photodisruption in der Ophthalmologie



Entfernung der
Nachstarmembran

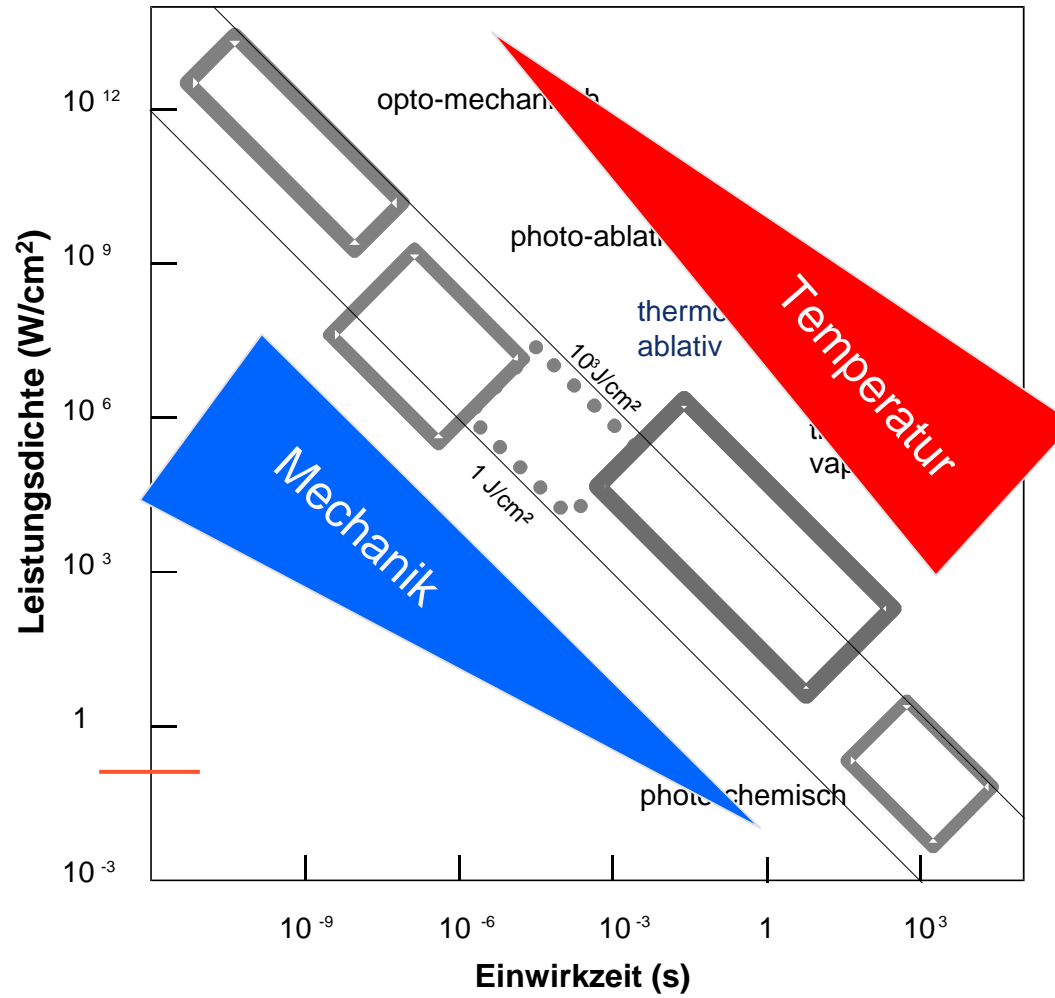


Iridotomie



qs Nd:YAG-Laser (694 nm, 30 ns)

Wirkungsmechanismen: Übersicht



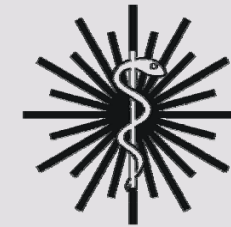
J.L. Boulnois 1986



EPILOG



“25 Years ILM” Symposium and Celebration
combined with
18th Annual Meeting of DGLM e.V.
May 20 – 22, 2011



Ulmer Weihnachtsmarkt

