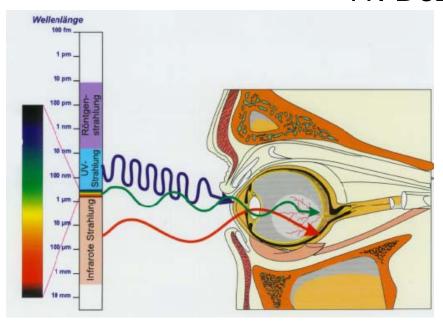
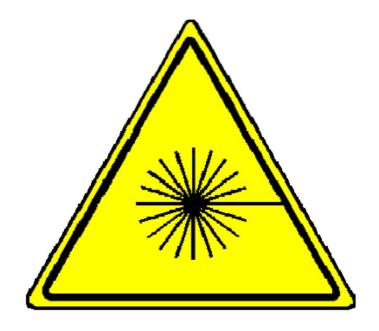
Laser Sicherheitsunterweisung

Stefan Malzer

Laserschutzbeauftragter

11. Dezember 2012







Warum?

Gesetzlich geregelt: Risiko durch sichtbare und unsichtbare Strahlung

aufgrund stimulierter Emission.

Wellenlängenbereich: 1 mm - 100 nm

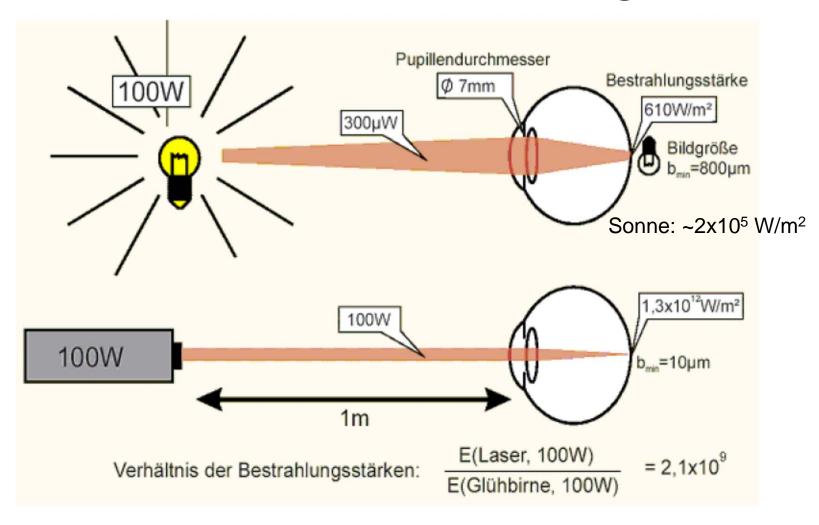
Energieskala: 1 meV - 10 eV

Schäden durch

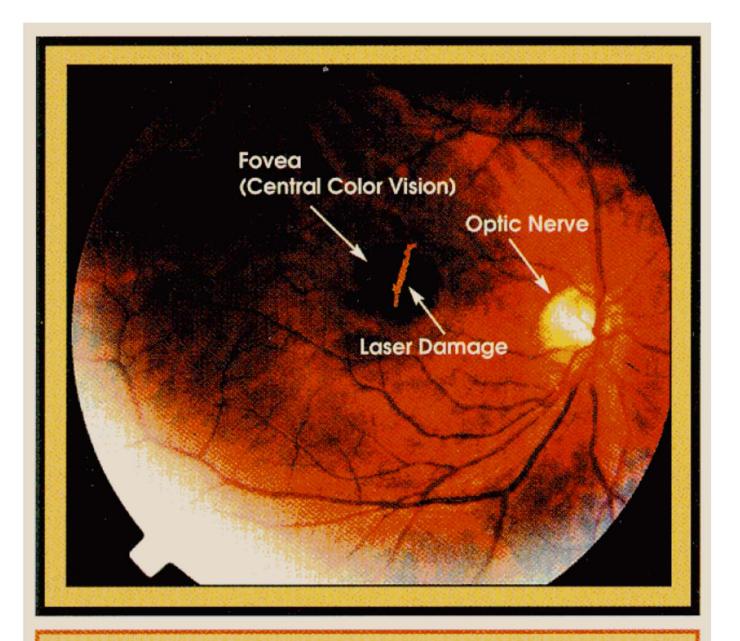
- Photochemische, thermische oder opto-mechanische Effekte.
 - -> Risiko von irreparablen Augenschäden!
- Schädliche Gase und Dämpfe
- Brennbare Materialien und explosive Gasmischungen (Lösungsmittel, Papier, Plastik, ...)
 - => Laser Sicherheitsbereich mit entsprechender Kennzeichnung



Gefahr für das Auge

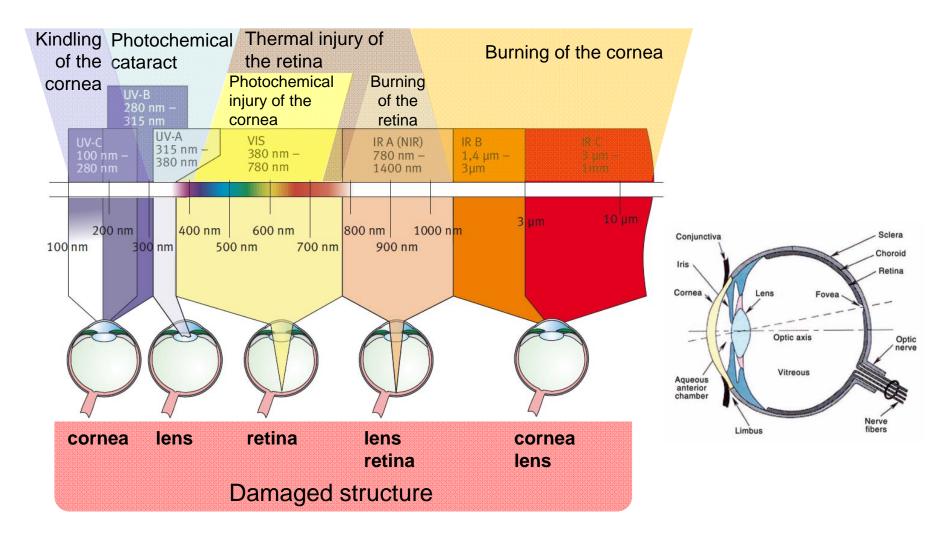


(1 mW Laser kann die 100-fache Beleuchtungsstärke der Sonne bewirken)



An accident with a Ti:sapphire laser burned a permanent line in the retina of a Harvard doctoral student — highlighted here in false color. Courtesy of Dr. Carmen Puliafito.

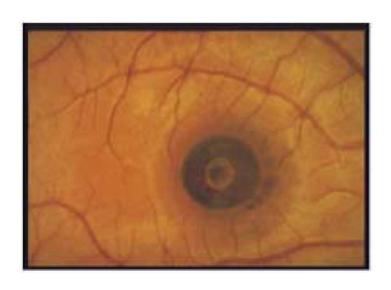
Eindringtiefe ins Auge



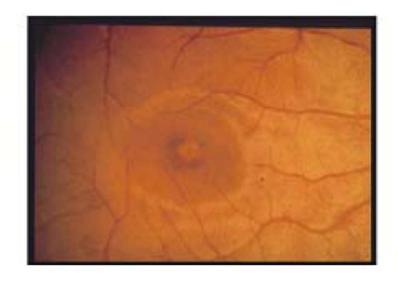
Hornhautschädigung durch UV-Laser



Netzhautschaden







Same retina 3 years after laser accident

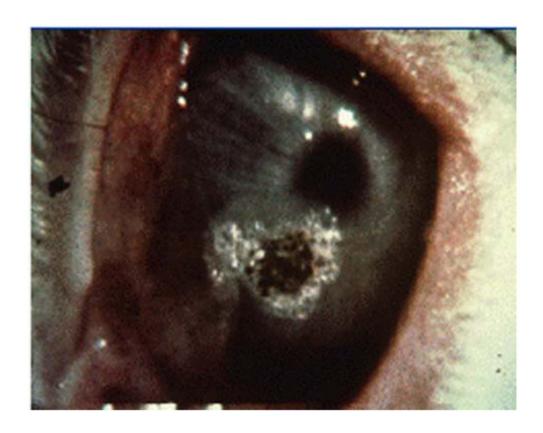
"Sehen" mit Laserschädigung?



"Sehen" mit Laserschädigung?

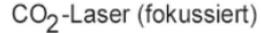


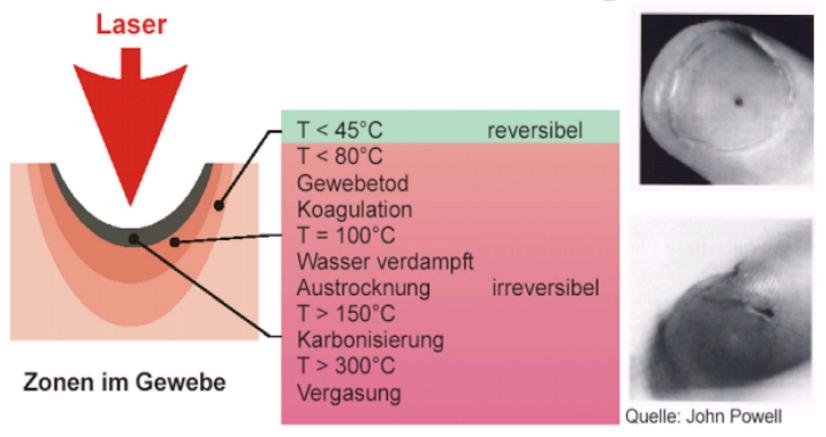
Thermische Hornhautschädigung



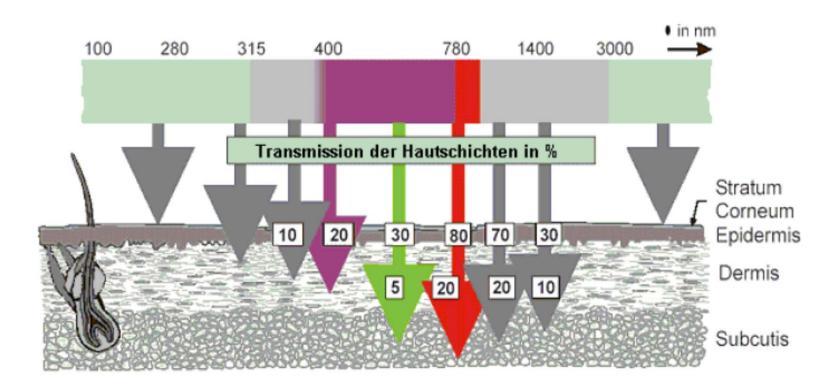
Corneal laser damage CO₂ (10.4 µm IR)

Schäden auf der Haut





Eindringtiefe in der Haut



Laser Kategorien (EN 60825-1)

Laser Klass e	Erläuterung	λ, nm	AELs	Risiko
1	Die zugängliche Laserstrahlung ist ungefährlich	Alle	Abhängig von λ (μ W)	Keine Sicherheitsaus- rüstung erforderlich
1M	Ungefährlich, solange keine fokussierenden Elemente das Strahlprofil verkleinern	302,5- 4000	Abhängig von λ	Ohne Verwendung optischer Instrumente ist keine Sicherheitsausrüstung nötig
2	Augensicher durch Lidschlußreflex (< 0.25 s)	400 – 700	< 1 mW	Keine Sicherheitsaus- rüstung notwendig
2M	Eye safe by aversion responses (<0.25 s) as long as no optical instruments reduce the beam profile	400 – 700	< 1 mW	Ohne Verwendung optischer Instrumente ist keine Sicherheitsausrüstung nötig
3R	Strahlung überschreitet MZB (max. zul. Bestr.) Werte. Die Strahlung beträgt max. 5x Klasse 1 (unsichtbar) oder 5x Klasse 2 (sichtbar).	302,5 – 10 ⁶	< 5 mW	Gefährlich für das Auge, Sicherheitsbrillen empfohlen
3B	Der direkte Laserstrahl ist gefährlich. Diffuse Reflexe werden als ungefährlich betrachtet.	Alle	< 500 mW	Gefährlich für das Auge, Sicherheitsbrillen obligatorisch
4	Auch Streulicht ist gefährlich, Gefahr von Bränden, Gefahr für die Haut	Alle	> 500 mW	Persönliche Sicherheits- ausstattung notwendig (Schutzbrillen, Abschirmung)

Zusammenfassung

	Sichtbar	Unsichtbar	
Klasse 1	sicher	sicher	
Klasse 2	Lidschlußreflex		
Klasse 3A	Keine Optik	sicher	
Klasse 3R	Gefährlich für das Auge		
Klasse 3B	Gefährlich, nicht dem Strahl aussetzen!		
Klasse 4	Extrem gefährlich für Auge und Haut, auch Streulicht!		

Minimierung des Risikos TOP - Prinzip

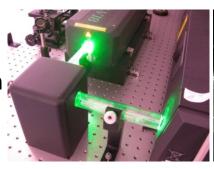
Technische Sicherheitsvorrichtungen und - instrumente

Organisation am Arbeitsplatz

Persönliche Sicherheitsvorkehrungen

TOP — **Technische Vorkehrungen**

Einschluß des Laserstrahls
Offen zugängliche Strahlwege minimieren





- Verwendung (spezieller) Vorhänge zum Schutz des Eingangsbereichs
- Seitliche Abschirmung des Aufbaus durch Bleche oder Vorhänge





- Benutzunge von Strahlblenden um den Laserstrahl zu blockieren
 - bevor optische Elemente verändert werden
 - wenn der Laser nicht benutzt wird
- ➤ Schlüssel abziehen (Steuergerät) bei Klasse 3B und Klasse 4 Lasern

TOP — Organisation

Sicherheit des Laserbereichs

- Laserbereich muss klar gekennzeichnet werden
- Laserbereich so klein wie möglich
- > Keine "Besucher"
- Sauberer Arbeitsplatz
- ➤ Tragen von Schutzbrillen

TOP — Organisation

Kennzeichnung des Laserbereichs





Laserstrahlung

Bestrahlung von Auge oder Haut durch direkte oder Streustrahlung vermeiden

Laser Klasse 4 nach DIN EN 60 825-1: 2001-11 Unsichtbare Laserstrahlung

Bestrahlung von Auge oder Haut durch direkte oder Streustrahlung vermeiden

Laser Klasse 4 nach DIN EN 60 825-1: 2001-11

 $P_0 = 20 \text{ W}$

 $\lambda = 457 \text{ nm} - 514 \text{ nm}$

 $P_0 = 100 \text{ W}$

 $P_{p} = \le 5.5 \text{ kW}$

 $t = 0.1 \, \text{ma} - 20 \, \text{ms}$

F = Einzelimpuls bis 300Hz

 $\lambda = 1064 \text{ nm}$

TOP — Organisation

Sicherheitsvorkehrungen bei der Arbeit mit Klasse 3B und 4 Lasern:

- Sicherheitsbrillen tragen
- > Schlüssel abziehen, wenn der Laser nicht benutzt wird
- Wenigstens zwei Personen zur Bedienung des Lasers

Auswahl von Laserschutzbrillen

Vollschutz (EN 207)

Hinter den Gläsern entspricht die Laserstrahlung der Klasse 1

Justierbrillen (EN 208)

Hinter den Gläsern entspricht die Laserstrahlung der Klasse 2











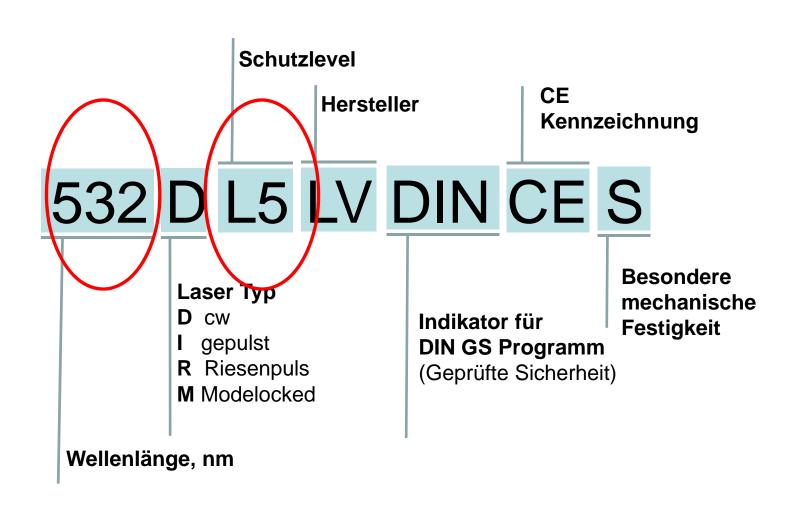


Niemals direkt in den Strahl schauen!!

Gemäß EN207/208 Standard sind Schutzbrillen für direkte, 10 s (100 pulses) dauernde Laserbestrahlung getestet.

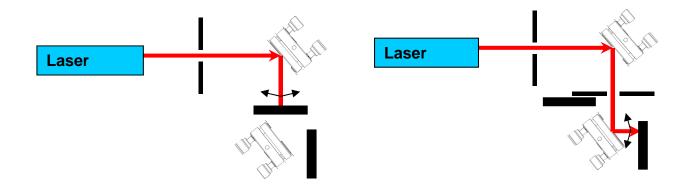


Kennzeichnung von Laserschutzbrillen:



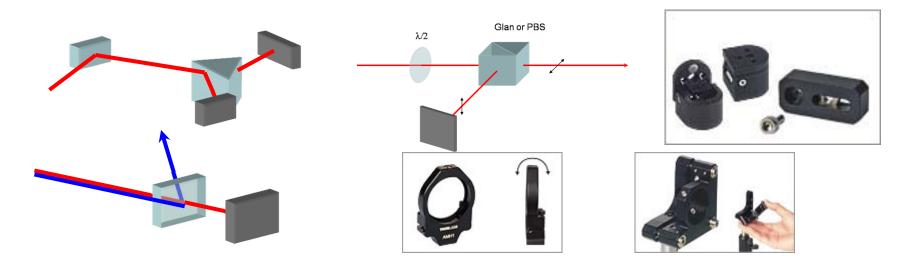
Justierung:

- ➤ Blockieren des Laserstrahls, immer bevor optische Komponenten verändert werden
- ➤ Abschwächen der Laserleistung oder schwächere (sichtbare) Laserquelle verwenden
- > Verwenden von Blenden, Verschlüssen und Strahlkäfigen



Sichere Auslegung des experimentellen Aufbaus

- > Laserstrahl nicht in Augenhöhe
- Strahlführung auf einer Ebene parallel zum Tisch (konstante Strahlhöhe)
- > Vermeide Strahlführung in vertikaler Richtung!
- > Abschirmen des Aufbaus
- Achten auf Reflexe und gestreutes Laserlicht. (Abschirmung verwenden)



Sicherheitsregeln

- Niemals direkt in den Strahl oder dessen Reflexe blicken
- 2. Raumbeleuchtung möglichst hell lassen
- 3. Keinen Schmuck tragen
- 4. Vermeiden von gestreuter Laserstrahlung
- 5. Optische Komponenten arretieren
- 6. Strahl in der Horizontalen führen
- 7. Nicht unter die Strahlhöhe beugen
- 8. Sicherheitsbrillen tragen

Was noch?

- Explosive/brennbare Flüssigkeiten (Aceton, Methanol, ...), Gase & andere Chemikalien
- Hochspannung
- Flüssiger Stickstoff/Helium
- Arbeitsplatz sauber halten (keine Stolperfallen)
- Im Labor nicht essen oder trinken



Manchmal scheinen ja Sicherheitsvorkehrungen übertrieben...



Aber denken Sie daran – Sie haben nur 2 Augen!

Danke für die Aufmerksamkeit!



Big Scary Laser

Do not look Into beam with remaining eye

DOCTOR FUN



26 June 97

www.electricstuff.co.uk

Peer pressure in the laser lab