

Lasieranwendungen in der Medizin: Wirkungsmechanismen

- thermische Beeinflussung
- thermoakustische Wirkung
- photochemische Reaktionen



Thermische Gewebeveränderungen:

| Temperatur: | 37°C - 60°C | > 60°C | < 100°C | 100°C bis einige 100°C | |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------|
| Wirkung | Erwärmung | Koagulation | Austrocknung | Karbonisierung | Vergasung, Verbrennung |
| Optisches Verhalten | Änderung nicht sichtbar | weißgraue Färbung, erhöhte Streuung | konstante Streuung | braun-schwarze Färbung, starke Absorption | Entstehung von Rauch |
| Mechanisches Verhalten | Änderung nicht erkennbar | Auflockerung | Entzug von Flüssigkeit, Schrumpfung | Verkrustung | Abtragung |

Strahlenschutz: Das Augenlicht ist unersetzbar

- Laserschutzbrillen (Kennzeichnung nach DIN 58215)
- med. Spezialprodukte (Augenpads, Patientenbrillen)
- Justagebrillen
- Brillen mit Sonderfiltern (z. B. für F&E an Unis)
- Laserschutzfenster



Definition der optischen Dichte eines Filters:

Als Optische Dichte (OD oder D(l)) bezeichnet man die Abschwächung von Licht, das einen optischen Filter durchstrahlt. Zur Berechnung wird der dekadische Logarithmus vom Verhältnis der transmittierten zur eingestrahlichten Leistung gebildet.

Definition von VLT (Visible Light Transmission) eines Filters:

VLT ist ein Maß für Lichtabschwächung eines Filters mit der Transmission $t_F(l)$ im sichtbaren Bereich und wird auf die Normlichtart D65 bezogen und mit der spektralen Empfindlichkeit des Auges für das Tagessehen $V(l)$ gewichtet.

$$D(\lambda) = \log_{10} \left(\frac{P_i(\lambda)}{P_t(\lambda)} \right) = -\log_{10} \tau(\lambda)$$

$$\tau_V = \frac{\int_{380nm}^{780nm} \tau_F(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_{D65\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380nm}^{780nm} V(\lambda) \cdot S_{D65\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda}$$

Laserunfälle in der Medizin

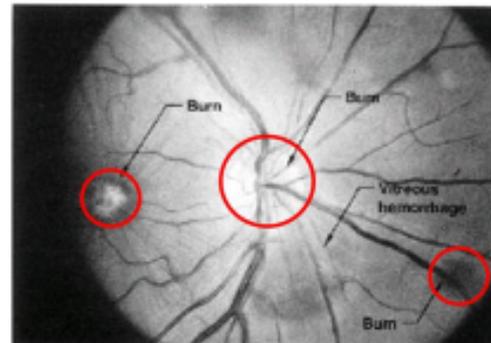
US-Report, 1984-1989, 134 Zwischenfälle

- 50% aller Schädigungen am Auge
(Schutzbrille!)
- angeblich 48% durch Laserfehlfunktion
(Wartungsmangel?, Sicherheitsvorkehrungen?,
Ausbildungsmangel?, Zeitdruck?, Gewohnheit?)
- Personenkreis: 72% Patienten

Merke:

Die maximal zulässige Bestrahlung (MZB-Wert) des Auges hängt von zahlreichen Parametern ab. Grenzwerte siehe DIN/EN 60825

Und wenn es doch passiert:



mehrfacher Augenschaden nach Bestrahlung mit einem Ar+-Ionenlaser (Quelle: R. Neuendorf, Universität Oldenburg, 2004)

Strahlenschutz: Laserklassen nach der DIN/EN 60825

Tabelle: Laserklassen und ihre Gefährdung (Quelle: 801/2007)

| Laserklasse | Gefährdung bzw. Schädigungsmöglichkeit | Typische Leistung P (Dauerstrich-Laser) | Typische Anwendung |
|-------------|---|--|--|
| 1 | Unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen sicher | P kleiner 0,4 mW | Scanner-Kasse, DVD-Player |
| 1M | Bei Einsatz von optisch sammelnden Instrumenten für das Auge gefährlich (sonst wie Klasse 1) | P kleiner 0,4 mW; aber der Strahldurchmesser ist größer als 7 mm | – |
| 2 | Der direkte Blick in den Strahl muss vermieden werden – bei längerer Betrachtung über 0,25 s hinaus kann es zu Netzhautschäden kommen | P kleiner 1 mW | Laserpointer, Laser-Wasserwaage |
| 2M | Bei Einsatz von optisch sammelnden Instrumenten für das Auge gefährlich (sonst wie Klasse 2) | P kleiner 1 mW; aber der Strahldurchmesser ist größer als 7 mm | – |
| 3A | Nur bei Einsatz von optisch sammelnden Instrumenten für das Auge gefährlich | P kleiner 5 mW; aber der Strahldurchmesser ist größer als 7 mm und die Leistungsdichte ist bezogen auf den Pupillendurchmesser so groß wie beim Klasse-2-Laser | – |
| 3R | Gefährlich für das Auge | P kleiner 5 mW | Show- und Projektions-Laser, Materialbearbeitungslaser |
| 3B | Immer gefährlich für das Auge | P kleiner 500 mW | Show- und Projektions-Laser, Materialbearbeitungslaser |
| 4 | Immer gefährlich für das Auge und die Haut | P größer 500 mW | Show- und Projektions-Laser, Materialbearbeitungslaser |