

Achtung Laser



Inhalt

- ◆ Einführung
- ◆ Warum sind Laser gefährlich?
- ◆ Gesetzliche Grundlagen
- ◆ Laserklassen
- ◆ Laserunfälle in der Schweiz
- ◆ Schluss

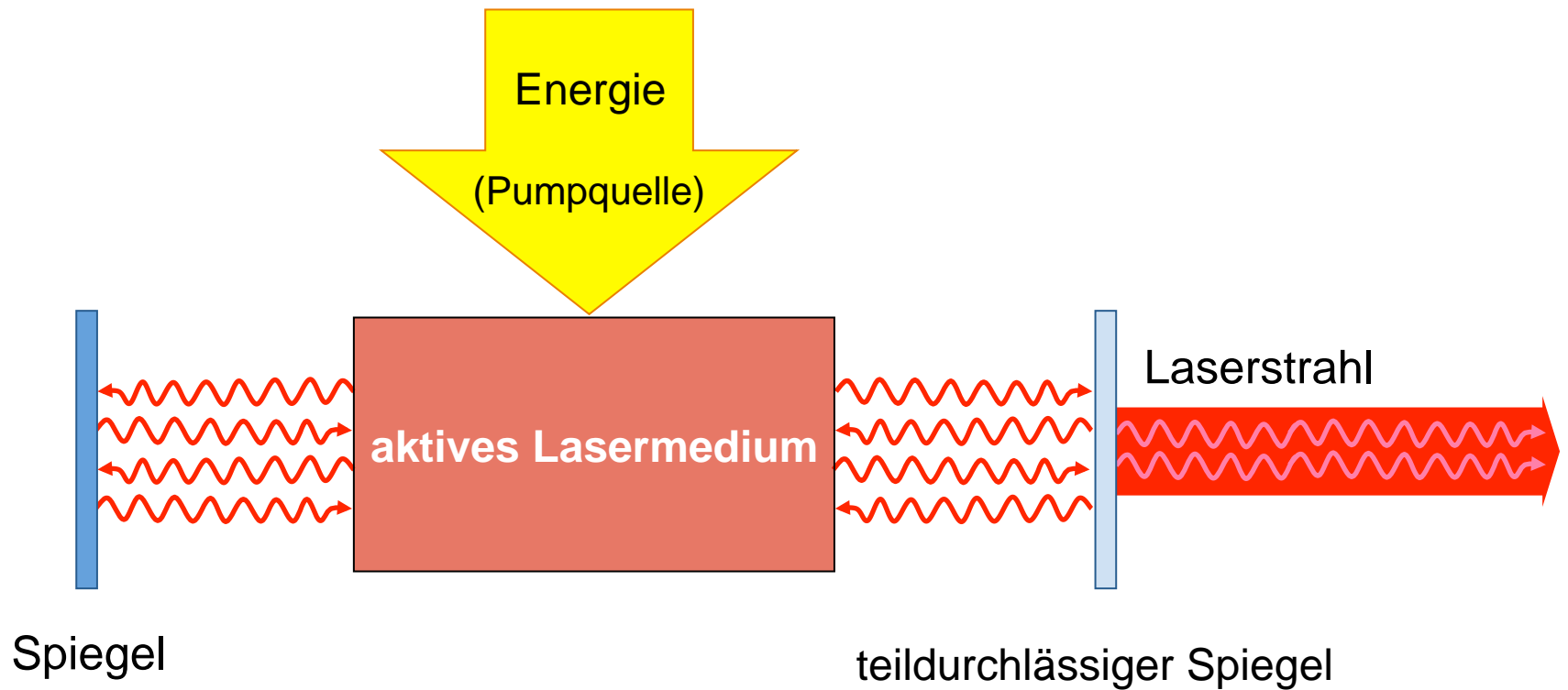
Einführung

- ◆ **1960:** Entdeckung des Lasers durch Theodore Maiman
- ◆ **1965:** Die ersten Lasermarkierungen
- ◆ **1967:** Blechschneiden mit Lasern
- ◆ **1982:** Laser zur Datenspeicherung bei CDs. Laser dringen in den Massenmarkt vor.
- ◆ **1980er:** Laserdioden und Glasfaserkabel führen zu hohen Datenübertragungsraten.
- ◆ **1990er:** Laser werden in fast allen Bereichen der Alltagswelt, Wirtschaft und Forschung genutzt.

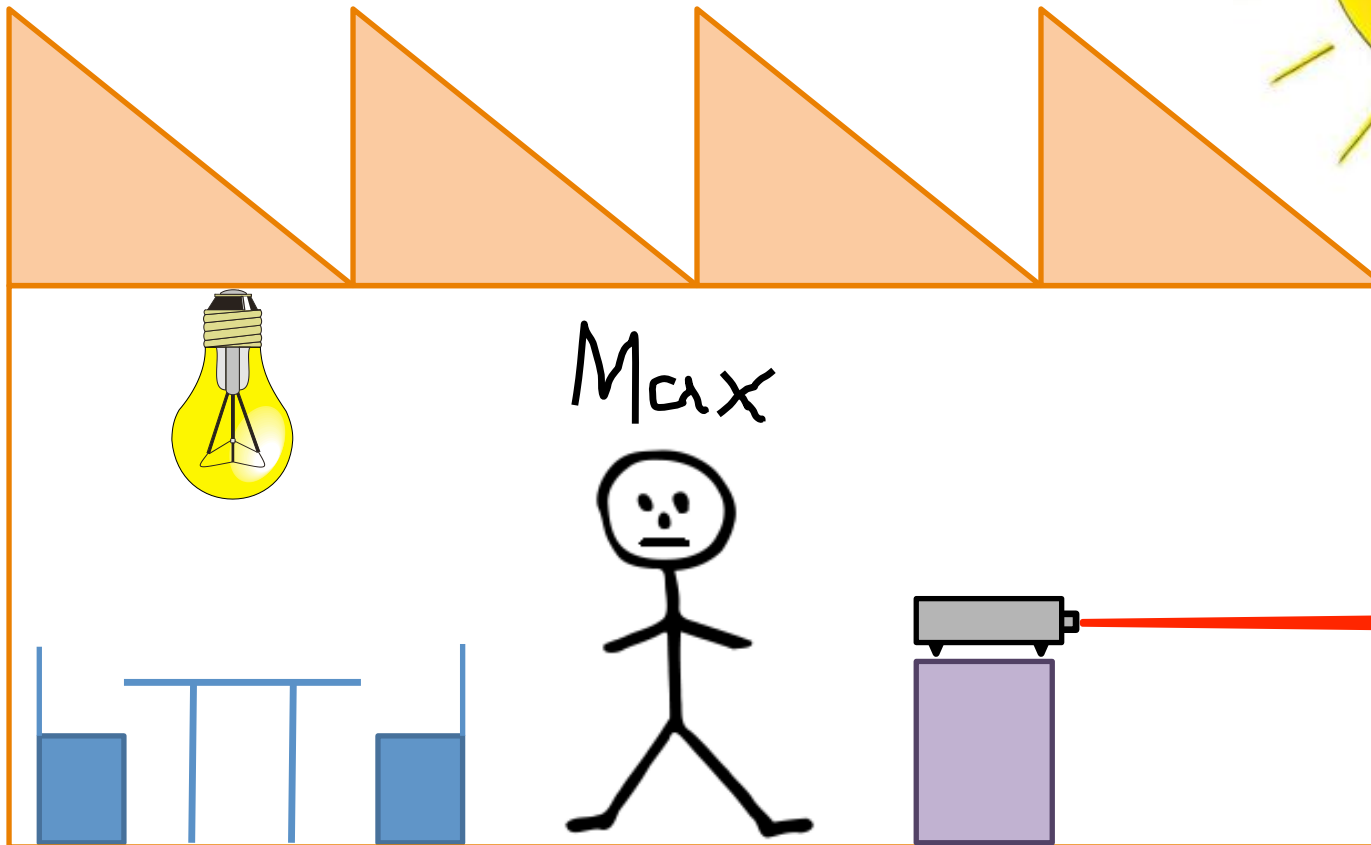


Laser

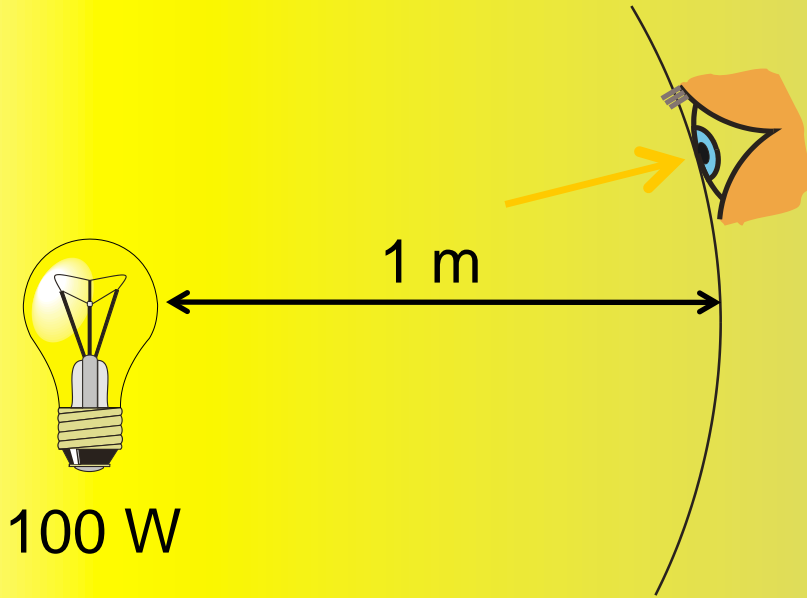
Light **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation
(Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung)



Warum sind Laser gefährlich?



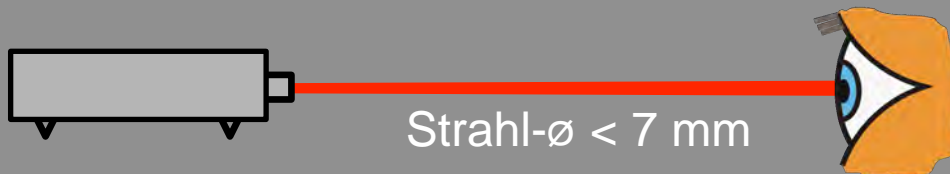
Vergleich Glühlampe - Laser



100 W

ins Auge:
0.3 mW = **0.0003%**

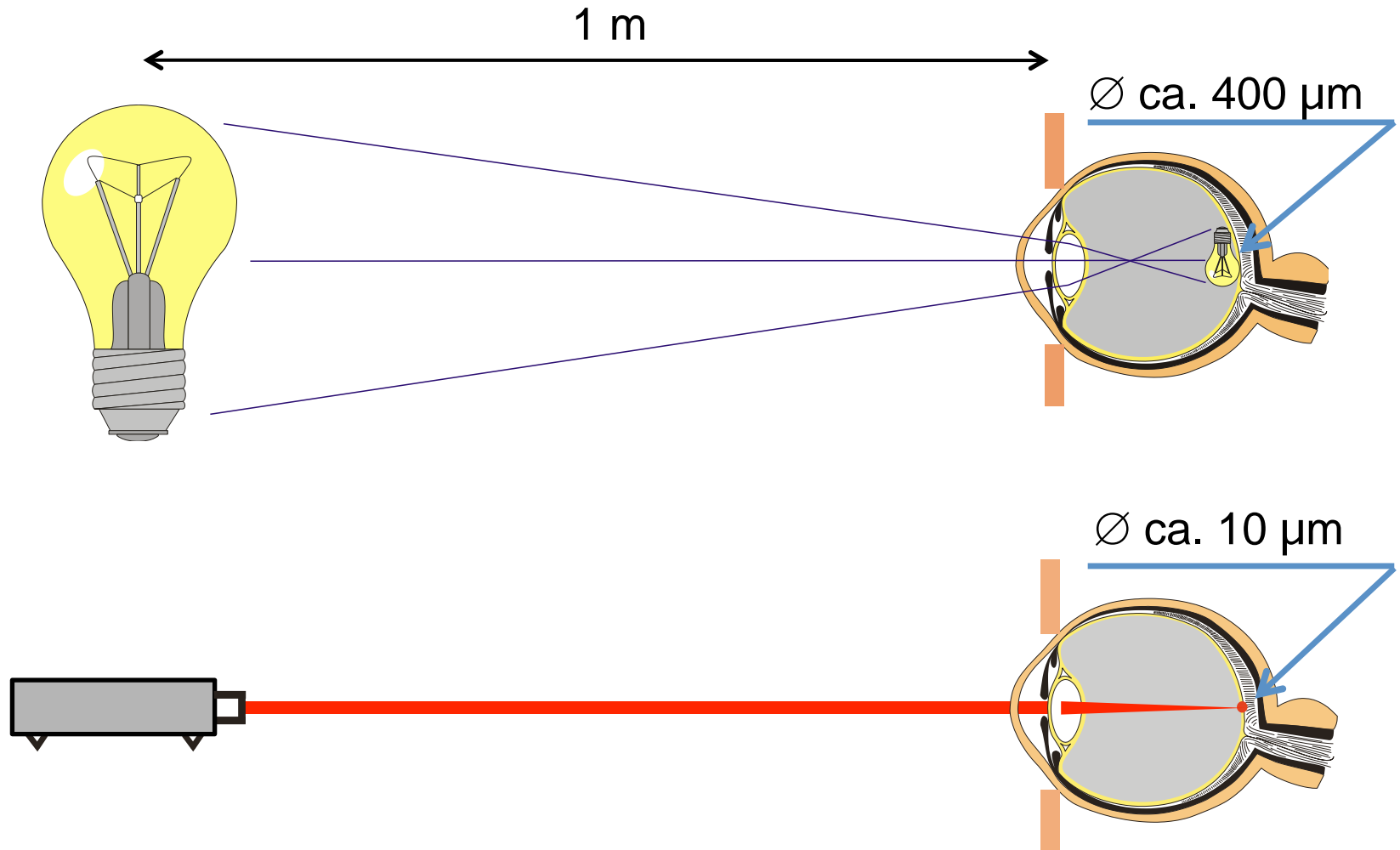
Maximale Pupillenöffnung:
7 mm \varnothing (38.5 mm²)



1 mW

ins Auge:
1 mW = **100%**

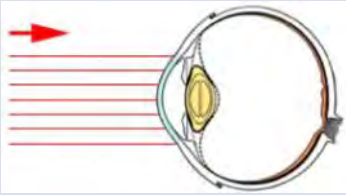
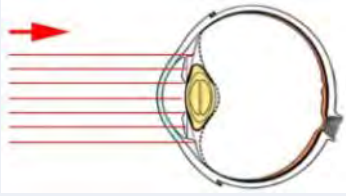
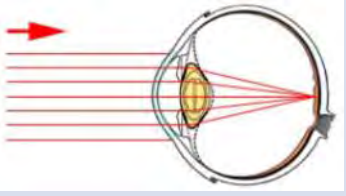
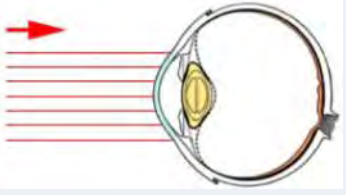
Vergleich Glühlampe - Laser



Energie auf die Netzhaut

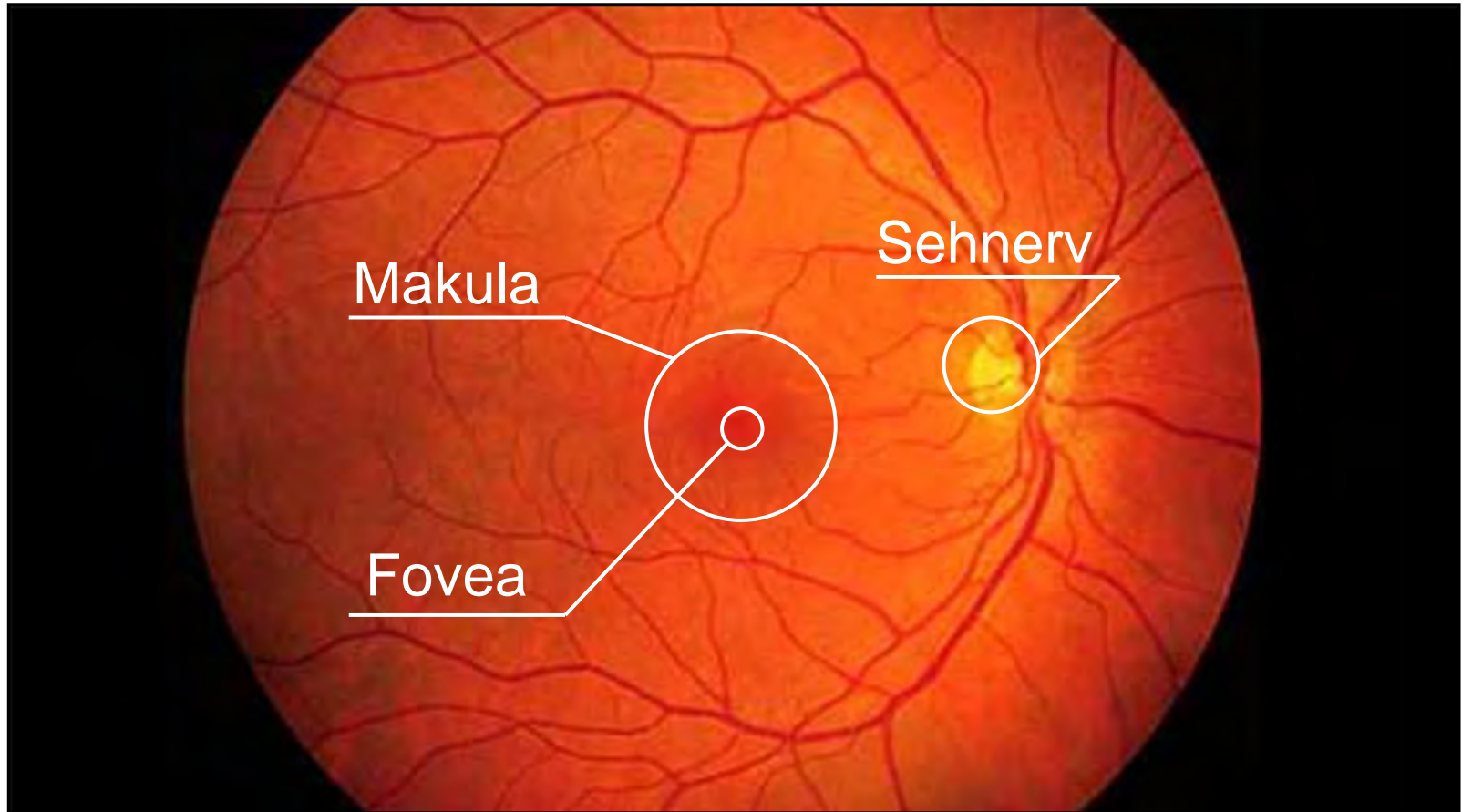
	Leistung der Quelle	Leistung ins Auge	Fokus	Leistungsdichte auf Netzhaut
Licht	100 W	0.3 mW	Ø 400 µm	2.4 kW/m ²
Laser	1 mW	1 mW	Ø 10 µm	12'700 kW/m ²
Verhältnis Laser / Licht	100'000 -mal kleiner			5'000 -mal grösser

Gefährdung der Augen

	Wellenlänge λ		Wirkung
fernes UV	< 300 nm		Entzündung der Hornhaut und/oder der Bindehaut
nahes UV	300 nm bis 400 nm		grauer Star
sichtbar und nahes IR	400 nm bis 1400 nm		Verbrennung und photochemische Wirkung
fernes IR	> 1400 nm		Gerinnung der Proteinen, grauer Star

Gefährdung der Augen

(Wellenlängen zwischen 400 nm und 1400 nm)



Gesetzliche Grundlagen

- ◆ **Unfallversicherungsgesetz (UVG), Art. 82**
 - Der Arbeitgeber muss zur Verhütung von Berufsunfällen und -krankheiten alle Massnahmen treffen...
- ◆ **Verordnung über die Verhütung und von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV)**
 - Art 8: Der Arbeitgeber darf Arbeiten mit **besonderen Gefahren** nur Arbeitnehmern übertragen, die dafür entsprechend ausgebildet sind.
 - Art. 45: Schutzmassnahmen für ionisierende und **nichtionisierende** Strahlung.
- ◆ **EKAS Richtlinie 6508**
 - Anhang 1: für Laser der Klasse 3B und 4 (besondere Gefahren)
=> Beizug von Spezialisten der Arbeitssicherheit

Gesetzliche Grundlagen

EKAS Richtlinie 6508

- ◆ Nachweis Sicherheitssystem
- ◆ Laserbeauftragter
- ◆ Mögliche Ausbildung:
 - Durch Händler/Hersteller
 - Externer Experte
 - Kursbesuche
 - Selbststudium, z.B. Suva Publikation 66049 "Achtung: Laserstrahl!"
- ◆ Es gibt in der Schweiz keine Zertifikate für einen Laserschutzbeauftragten

Besondere Gefährdungen

Physikalische Einwirkungen

- **Ionisierende Strahlung**
Radioaktive Stoffe oder Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung im Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung (SR 814.501)
- **Nichtionisierende Strahlung (elektromagnetische Felder, Ultraviolett, Infrarot, sichtbares Licht)**
Arbeiten an Sendeanlagen, in der Nähe starker Spannungen oder Ströme oder mit Geräten der Kategorie 1 oder 2 nach EN 12198
- **Laser**
Einsatz von Lasern der Klassen 3B und 4 (EN 60825-1)

Grenzwerte am Arbeitsplatz

Suva Publikation 1903 (Kapitel 3.2.1)

- ◆ Nach der Norm EN 60825-1 müssen Laser in verschiedene Gefahrenklassen eingeteilt werden
- ◆ Lichtwellenleiterkommunikationssysteme müssen die Norm EN 60825-2 erfüllen

Beide Normen sind in der Schweiz bindend!



Laserklassen, nach SN EN 60825-1

Klasse	λ (nm)	Maximale Leistung	Beschreibung
1	alle	abhängig von λ	sicher
1M	302-4000	abhängig von λ	sicher, ohne Anwendung optischer Instrumente
2	400-700	bis 1 mW	sicher, für $t_{\text{exp}} < 0.25$ s
2M	400-700	bis 1 mW	sicher, für $t_{\text{exp}} < 0.25$ s, ohne Anwendung optischer Instrumente
3R	400-700	bis 5 mW	Netzhautschädigung möglich
	unsichtbar	bis 5 x Klasse 1	
3B	alle	bis 500 mW	Netzhautverletzungen nach kurzer Exposition möglich
4	alle	unbegrenzt	Verletzungen der Haut und der Netzhaut auch durch Exposition von Streustrahlung möglich

Allgemeinverfügung des Eidgenössischen Starkstrominspektorates ESTI

- ◆ Über das Verbot des Inverkehrbringens von handgeführten, batteriebetriebenen Lasern der Klassen 3B und 4



Laser pointer	445 nm
Leistung	1000 mW
Preis	\$398.00

Schutz für die Öffentlichkeit

Schall und Laserverordnung (SLV)

- ◆ Öffentlichkeit muss bei Veranstaltungen geschützt werden
- ◆ Meldepflicht von Veranstaltungen (mindestens 14 Tage im Voraus) bei den Kantonen
- ◆ In Übereinstimmung mit der Norm EN 60825-3 "Guidance for laser displays and shows "

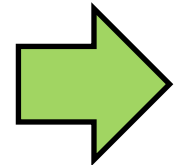


Schäden / Unfälle aus Suva-Datenbank

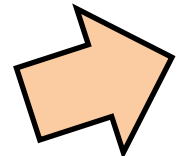
- ◆ Seit 2009 starke Zunahme von Unfällen mit Laserpointern. Fast ausschliesslich Bagatellunfälle.



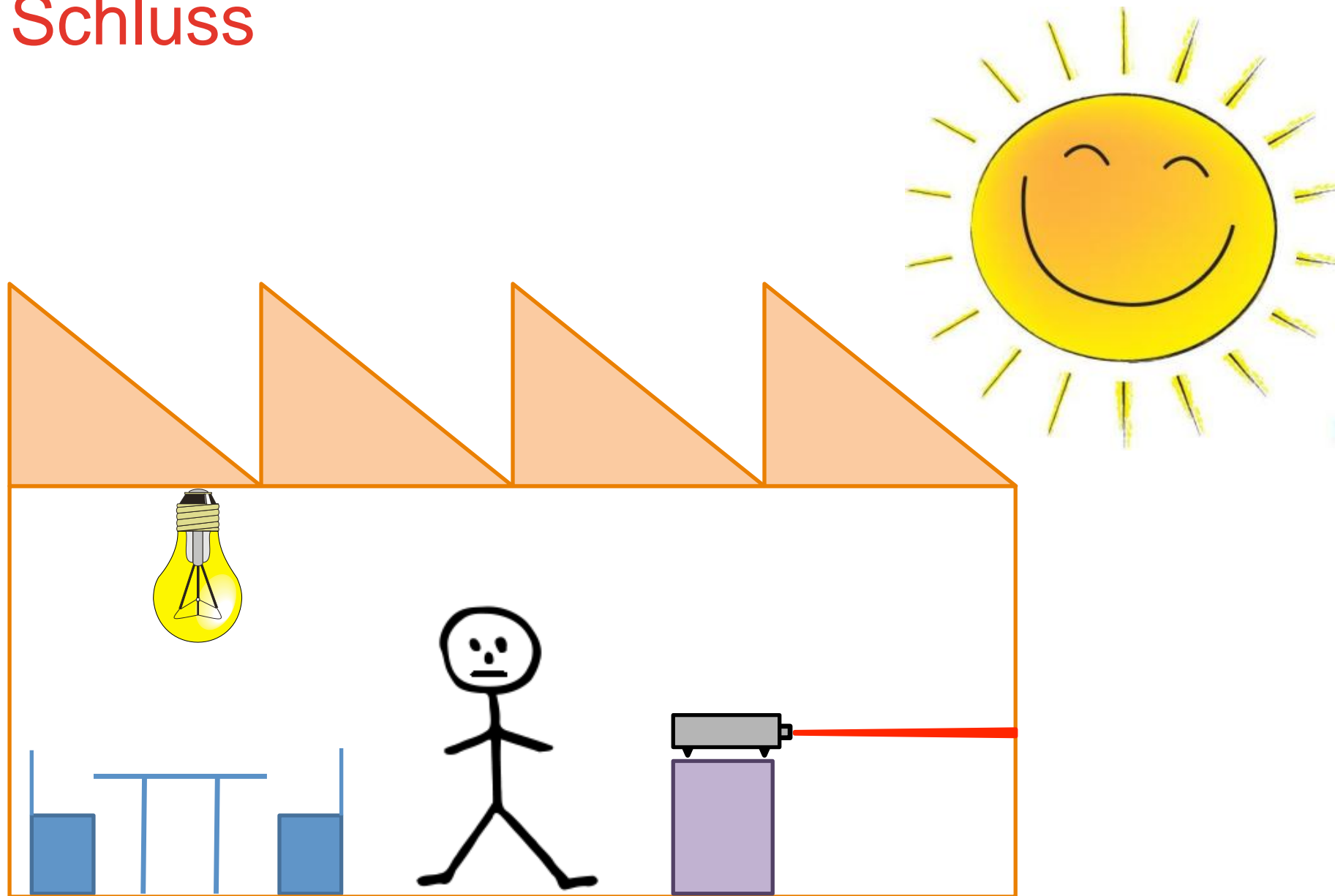
- ◆ Ohne Laserpointer: Durchschnittlich ca. 10 Unfälle / Jahr. Davon ca. 70 % Augen und 30 % übrige Unfälle.



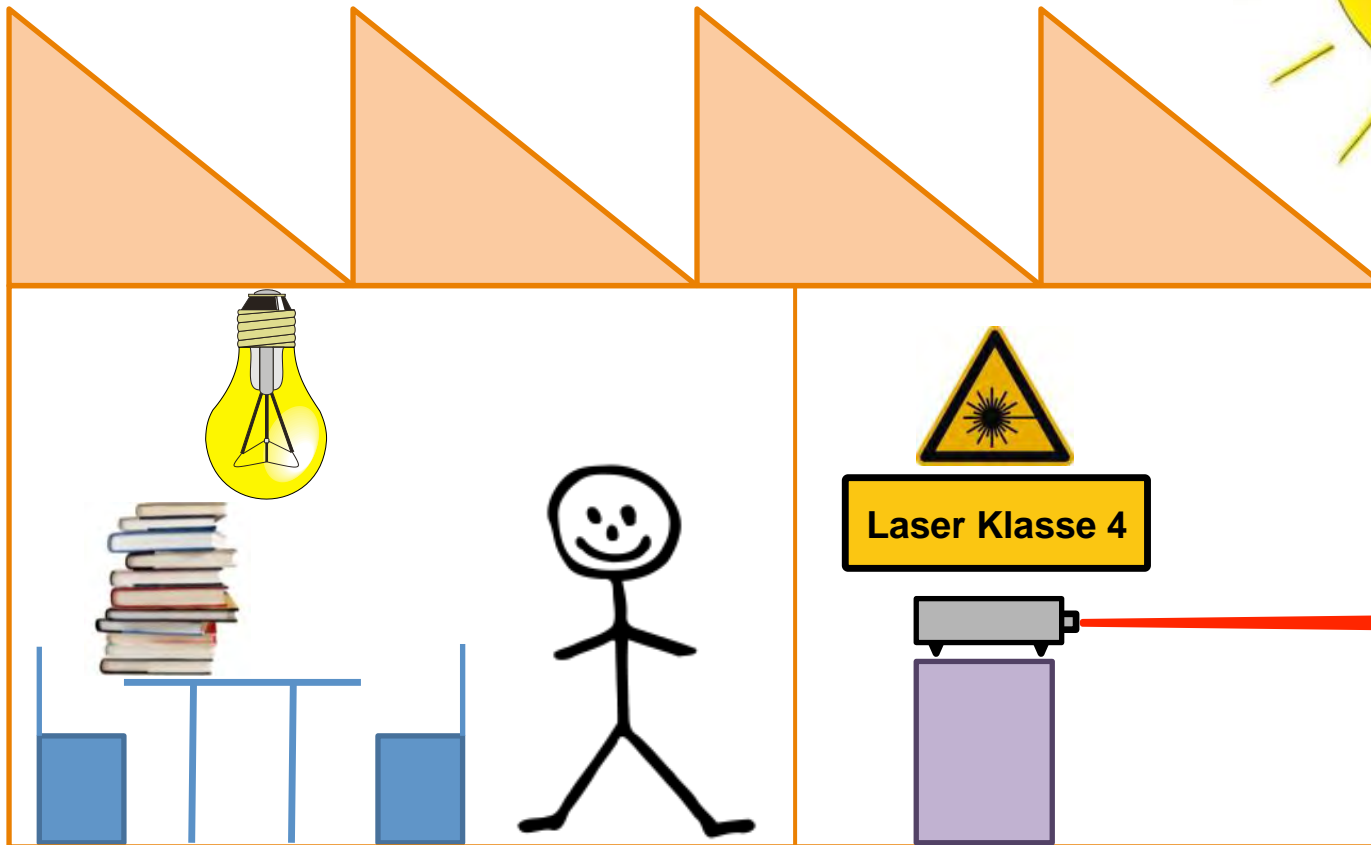
- ◆ Alle Unfälle mit Lasern verursachen Kosten von ca. CHF 10'000 / Jahr.



Schluss



Schluss



Schluss

