

# VOPST - Verordnung Optische Strahlung

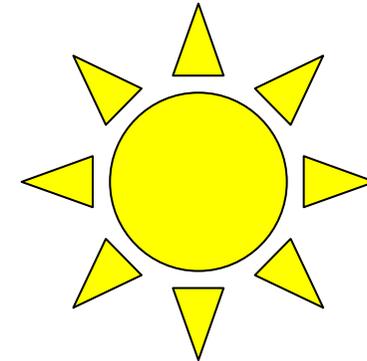
Künstliche optische Strahlung:  
Grundlagen, Evaluierung und  
Schutzausrüstung im Betrieb

Dr. techn. Emmerich Kitz  
AUVA Hauptstelle  
HUB - Abt. f. Unfallverhütung und  
Berufskrankheitenbekämpfung  
+43 (0)1 331 11-974  
[emmerich.kitz@auva.at](mailto:emmerich.kitz@auva.at)



# Grundpfeiler der VOPST / EU-RL

- Seit 8.7.2010 in Österreich in Kraft
- Künstliche optische Strahlung (+ §10 Natürliche optische Strahlung)
- UV, Licht, IR
- Augen & Haut
- Grenzwerte in den Anhängen A & B zur VOPST festgeschrieben
  - Anhang A: Lampen & Leuchten inkl. LEDs
  - Anhang B: Laser
  - Grenzwerte von ICNIRP & IEC übernommen
  - Expositionsgrenzwerte, keine Auslösewerte
  - Bewertung, Messung, Berechnung nach
    - Int. od. europäischen Normen und Empfehlungen
    - Wissenschaftlich untermauerte Leitlinien, fall keine Norm existiert
    - Von befähigten Personen (& Diensten)
- Ermittlung & Beurteilung der Gefahren
- Information, Unterweisung, Anhörung & Beteiligung der AN
- Maßnahmen
- Persönliche Schutzausrüstung
- Kennzeichnung bei Exposition > Grenzwert
- Gesundheitsüberwachung nach §51 ASchG



# VOPST-Anhänge



a) 
$$H_{\text{eff}} = \int_{\lambda=180\text{nm}}^{\lambda=400\text{nm}} \int_0^t E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{eff}} \text{ ist nur im Bereich } 180 \text{ nm bis } 400 \text{ nm relevant})$$

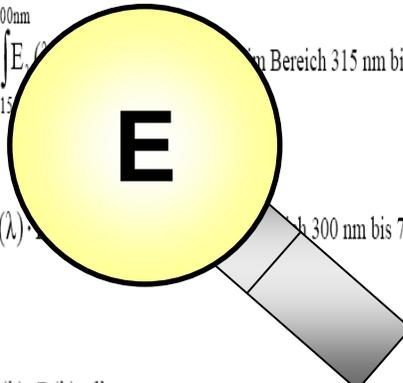
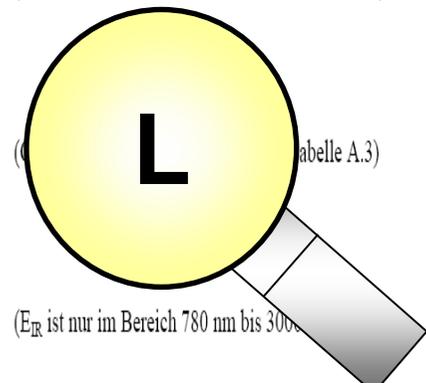
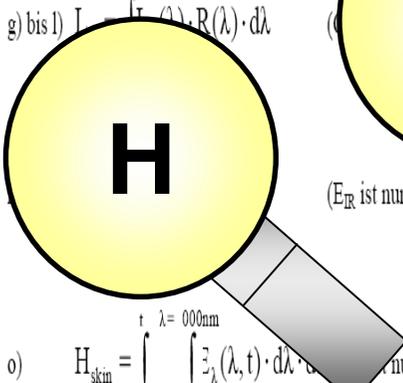
b) 
$$H_{\text{UVA}} = \int_{\lambda=315\text{nm}}^{\lambda=400\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot dt \quad (H_{\text{UVA}} \text{ ist nur im Bereich } 315 \text{ nm bis } 400 \text{ nm relevant})$$

c), d) 
$$L_B = \int_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} L_{\lambda}(\lambda, t) \cdot dt \quad (L_B \text{ ist nur im Bereich } 300 \text{ nm bis } 700 \text{ nm relevant})$$

e), f) 
$$E_B = \int_{\lambda=300\text{nm}}^{\lambda=700\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (E_B \text{ ist nur im Bereich } 300 \text{ nm bis } 700 \text{ nm relevant})$$

g) bis l) 
$$I_{\text{R}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I_{\lambda}(\lambda, t) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda \quad (I_{\text{R}} \text{ ist nur im Bereich } 780 \text{ nm bis } 3000 \text{ nm relevant})$$

o) 
$$H_{\text{skin}} = \int_{\lambda=80\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{skin}} \text{ ist nur im Bereich } 380 \text{ nm bis } 3000 \text{ nm relevant})$$

a	180 - 400 (UV-B und UV-C)	30 [J·m <sup>-2</sup> ] Tageswert 8 Stunden	H <sub>eff</sub>		Auge: Hornhaut, Bindehaut, Linse, Haut	Photokeratitis, Konjunktivitis, Kataraktogenese, Erythem, Elastose, Hautkrebs
b	315 - 400 (UV-A)	10 <sup>4</sup> [J·m <sup>-2</sup> ] Tageswert 8 Stunden	H <sub>UVA</sub>		Auge: Linse	Kataraktogenese
c	300 - 700 (Blaulich) siehe Anmerkung 1	$\frac{10^6}{t}$ [W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup> ] bei t ≤ 10000 s	L <sub>B</sub>	bei α ≥ 11 mrad		
d	300 - 700 (Blaulich) siehe Anmerkung 1	100 [W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup> ] bei t > 10000 s	L <sub>B</sub>		Auge: Netzhaut	Photoretinitis
e	300 - 700 (Blaulich) siehe Anmerkung 1	$\frac{100}{t}$ [W·m <sup>-2</sup> ] bei t ≤ 10000 s	E <sub>B</sub>	bei α < 11 mrad siehe Anmerkung 2		
f	300 - 700 (Blaulich) siehe Anmerkung 1	0,01 [W·m <sup>-2</sup> ] t > 10000 s	E <sub>B</sub>			
g	380 - 1400 (sichtbar und IR-A)	$\frac{2,8 \cdot 10^{-7}}{C_A} [W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$ bei t > 10 s	L <sub>R</sub>	C <sub>0</sub> = 1,7 bei α ≤ 1,7 mrad C <sub>0</sub> = α bei 1,7 ≤ α ≤ 100 mrad C <sub>0</sub> = 100 bei α > 100 mrad		
h	380 - 1400 (sichtbar und IR-A)	$\frac{5 \cdot 10^{-7}}{C_A \cdot t^{0,25}} [W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$ t [Sekunden] bei 10 μs ≤ t ≤ 10 s	L <sub>R</sub>		Auge: Netzhaut	Netzhautverbrennung
i	380 - 1400 (sichtbar und IR-A)	$\frac{8,89 \cdot 10^{-8}}{C_A} [W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}]$ bei t < 10 μs	L <sub>R</sub>	λ <sub>1</sub> = 380; λ <sub>2</sub> = 1400		

Wellenlänge  
Expositionsgrenzwert und Einheit  
Messgröße  
Anmerkung  
Körperteil  
Gefährdung

Wellenlänge	Grenzblende	Dauer [s]						
		Dauer [s]						
		10 <sup>-13</sup> - 10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-11</sup> - 10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-9</sup> - 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup> - 1,8·10 <sup>-5</sup>	1,8·10 <sup>-5</sup> - 5·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>3</sup>	
sichtbar und IR-A	7 mm	400 - 700	H = 1,5 · 10 <sup>-4</sup> · C <sub>A</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]	H = 2,7 · 10 <sup>-4</sup> · 0,75 · C <sub>A</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]	H = 5 · 10 <sup>-3</sup> · C <sub>A</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]	H = 18 t <sup>0,75</sup> · C <sub>A</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]		
		700 - 1050	H = 1,5 · 10 <sup>-4</sup> · C <sub>A</sub> · C <sub>E</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]	H = 2,7 · 10 <sup>-4</sup> · 0,75 · C <sub>A</sub> · C <sub>E</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]	H = 5 · 10 <sup>-3</sup> · C <sub>A</sub> · C <sub>E</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]	H = 18 t <sup>0,75</sup> · C <sub>A</sub> · C <sub>E</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]		
IR-B und IR-C	siehe Fußnote <sup>(6)</sup>	1050 - 1400	H = 1,5 · 10 <sup>-3</sup> · C <sub>C</sub> · C <sub>E</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]	H = 2,7 · 10 <sup>-3</sup> · 0,75 · C <sub>C</sub> · C <sub>E</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]	H = 5 · 10 <sup>-2</sup> · C <sub>C</sub> · C <sub>E</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]	H = 90 t <sup>0,75</sup> · C <sub>C</sub> · C <sub>E</sub> [J·m <sup>-2</sup> ]		
		1400 - 1500	E = 10 <sup>12</sup> [W·m <sup>-2</sup> ] Siehe Fußnote <sup>(6)</sup>	H = 10 <sup>4</sup> [J·m <sup>-2</sup> ]		H = 5,6 · 10 <sup>7</sup> t <sup>0,25</sup> [J·m <sup>-2</sup> ]		
		1500 - 1800	E = 10 <sup>12</sup> [W·m <sup>-2</sup> ] Siehe Fußnote <sup>(6)</sup>	H = 10 <sup>4</sup> [J·m <sup>-2</sup> ]				
		1800 - 2600	E = 10 <sup>12</sup> [W·m <sup>-2</sup> ] Siehe Fußnote <sup>(6)</sup>	H = 10 <sup>3</sup> [J·m <sup>-2</sup> ]		H = 5,6 · 10 <sup>7</sup> t <sup>0,25</sup> [J·m <sup>-2</sup> ]		
2600 - 10 <sup>6</sup>		E = 10 <sup>11</sup> [W·m <sup>-2</sup> ] Siehe Fußnote <sup>(6)</sup>	H = 100 [J·m <sup>-2</sup> ]		H = 5,6 · 10 <sup>7</sup> t <sup>0,25</sup> [J·m <sup>-2</sup> ]			

# Gefahren, Schädigungen → Grenzwertsetzung

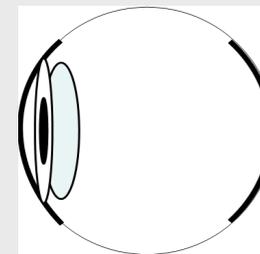


**Wo?:**

Haut



Augen



**Wie?:**

Photochemisch



Thermisch



**Wodurch?:**



violett      rot

# Gefahren, Schädigungen → Grenzwertsetzung 2



**Welcher Art?:**

Kurzzeit



Langzeit



**Was noch?:** Quelle:

klein



groß



**Dauer:**

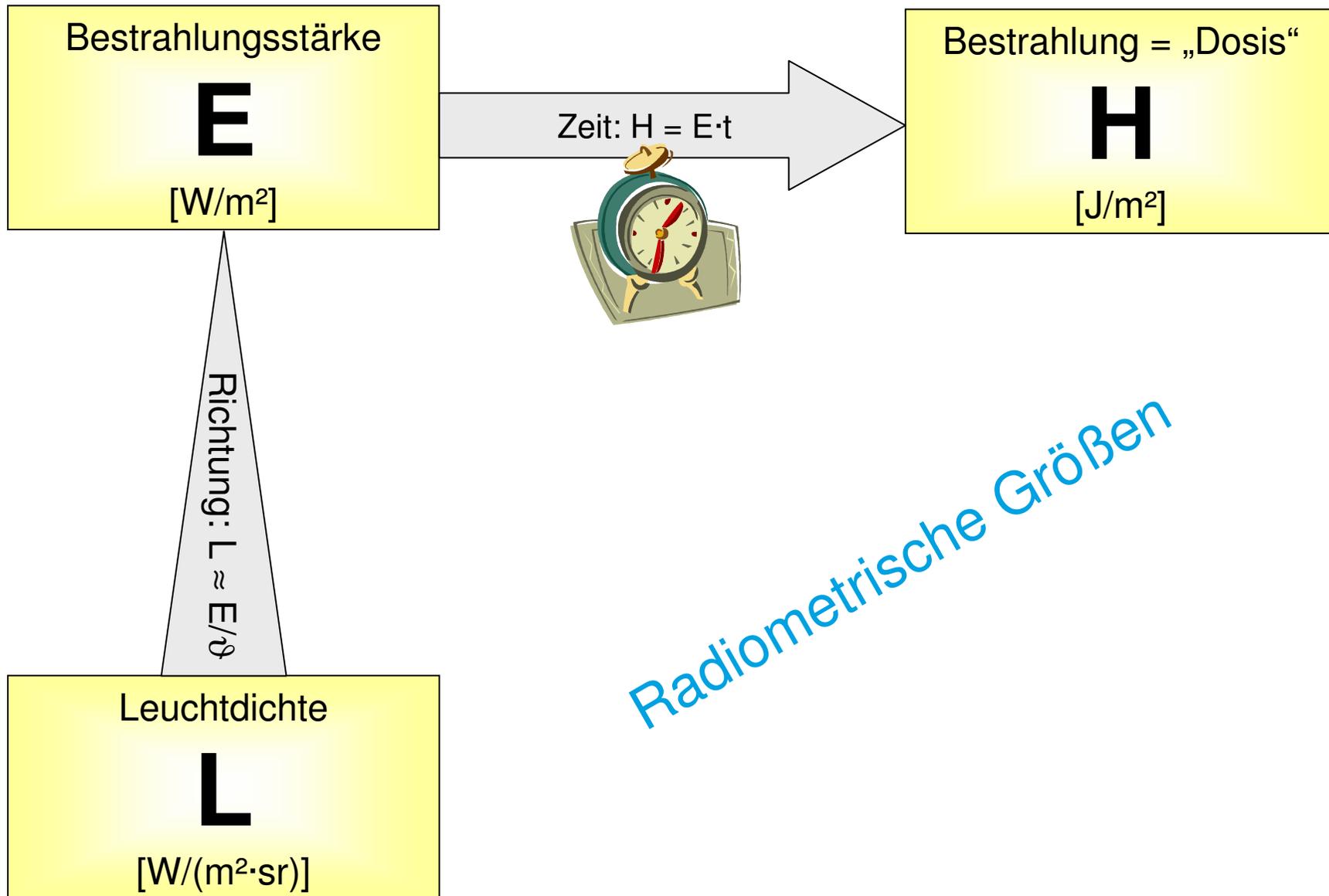
gepulst



ungepulst

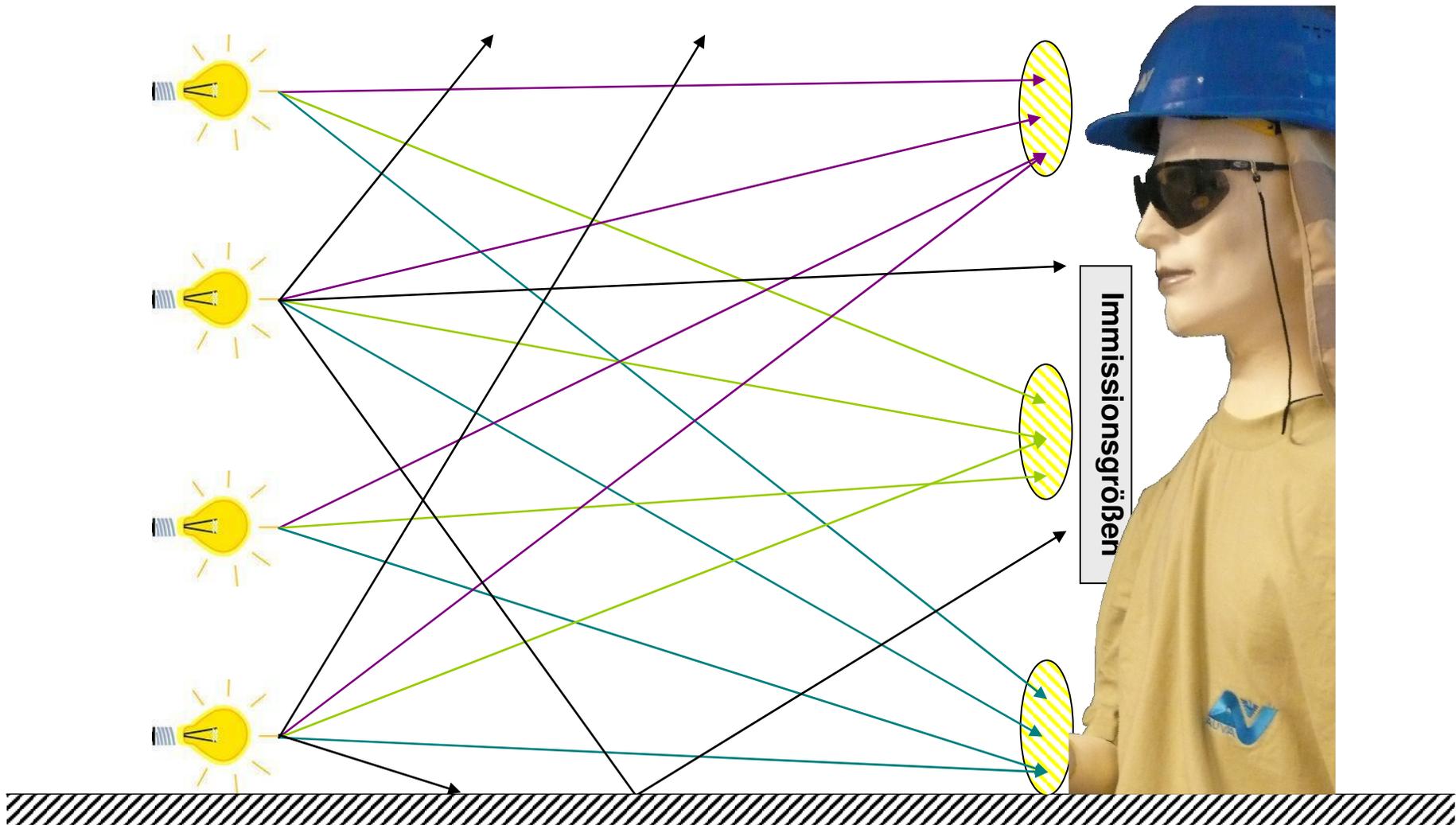


# Physikalische Grundlagen

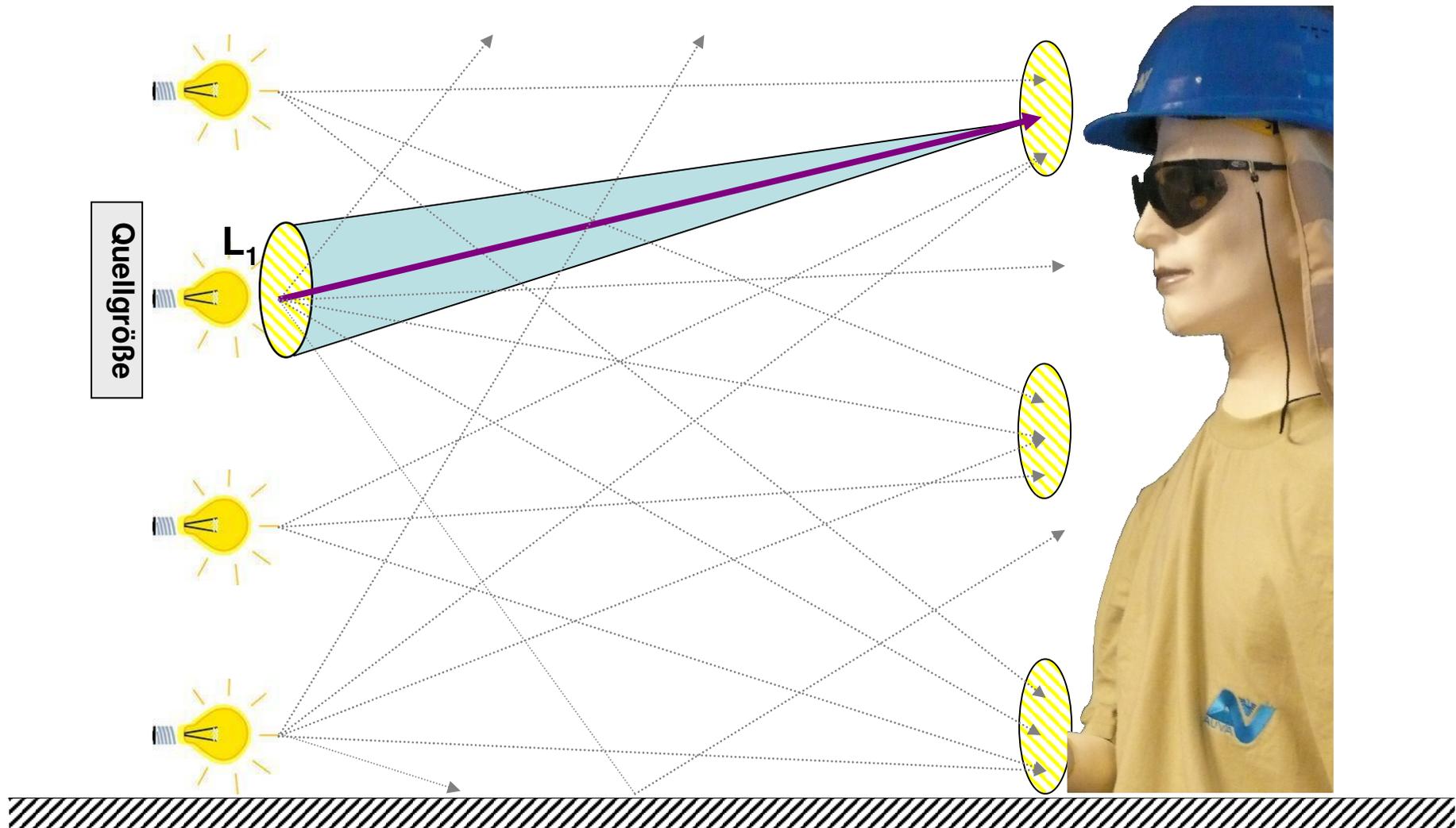


Radiometrische Größen

Bestrahlungsstärke  $E$  [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]  
Bestrahlung  $H$  [ $\text{J}/\text{m}^2$ ]

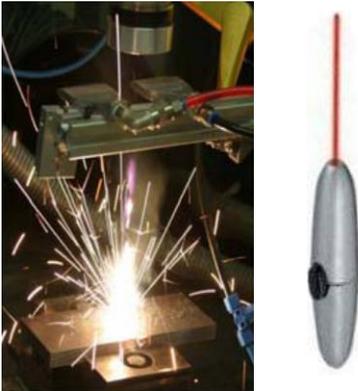
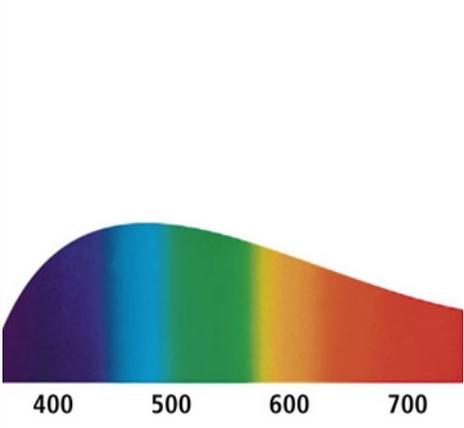
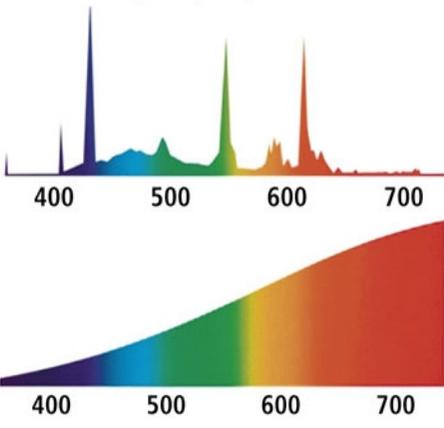
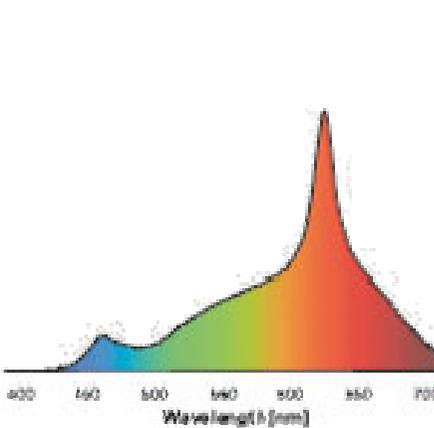
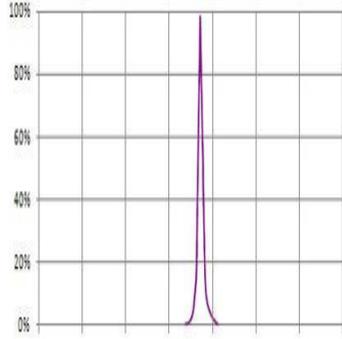


# Leuchtdichte $E$ [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr})$ ]

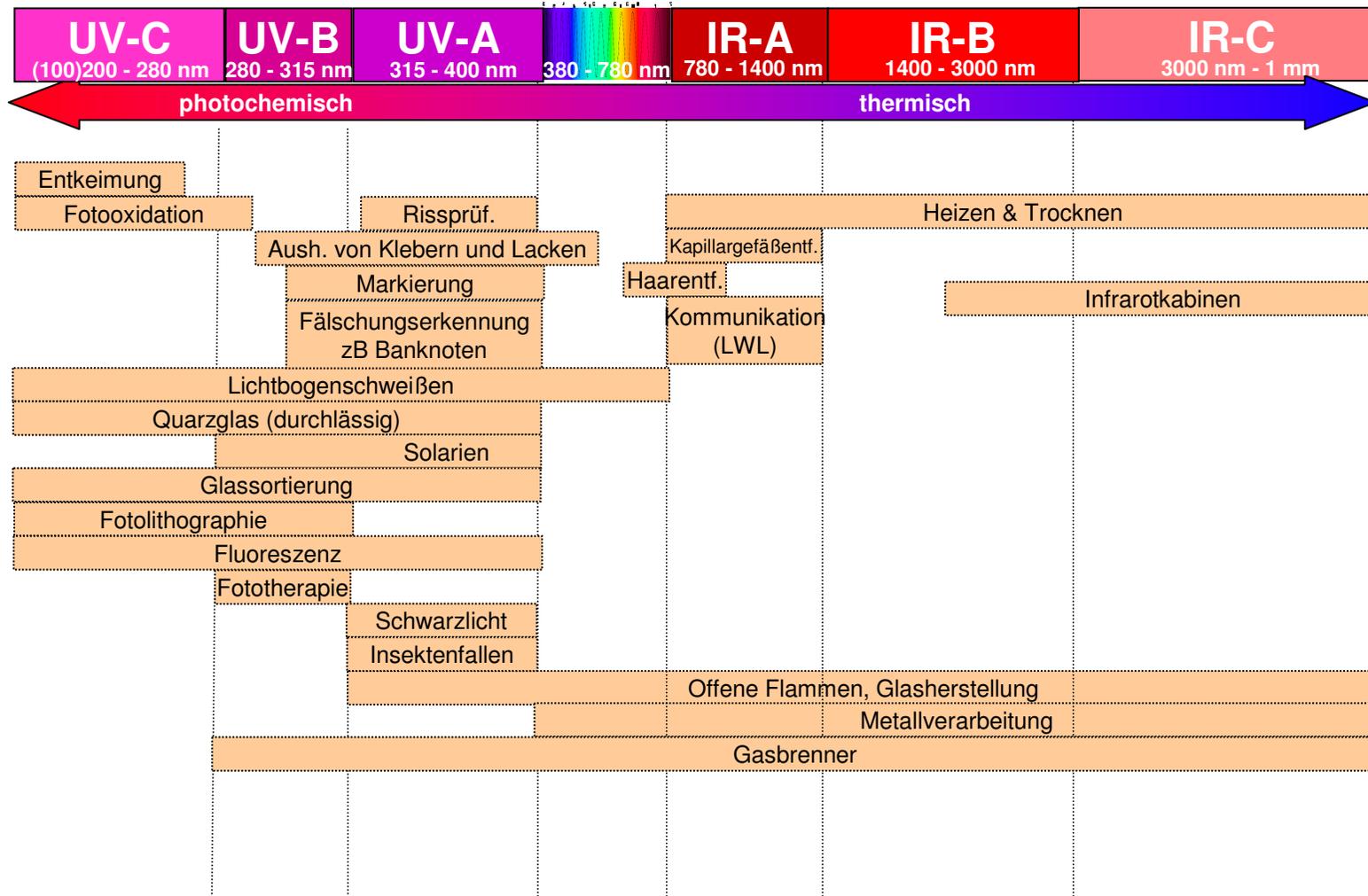


# Quellen

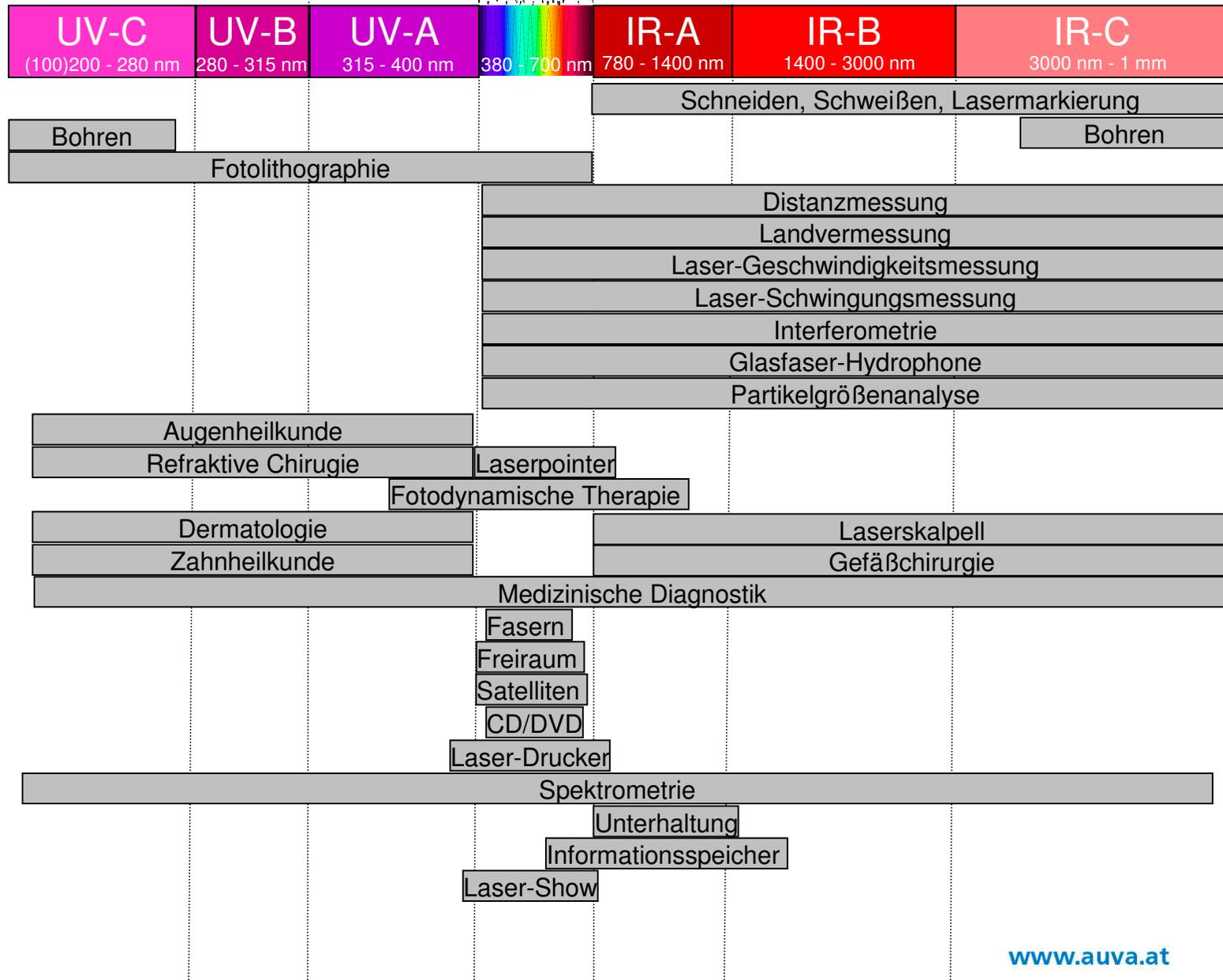


Sonne	Lampe	LED	Laser
			
 <p>400 500 600 700</p>	 <p>400 500 600 700</p>	 <p>400 500 600 700 Wave length (nm)</p>	 <p>100% 80% 60% 40% 20% 0%</p>

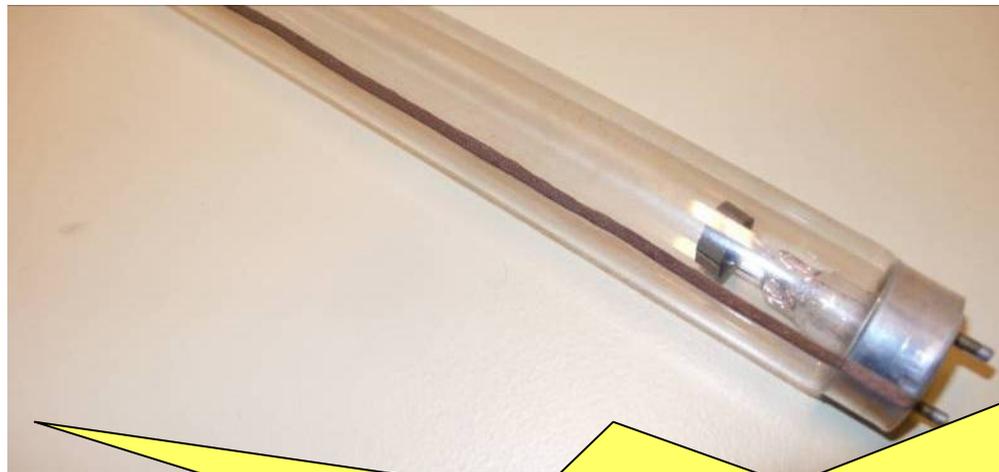
# Anwendungen



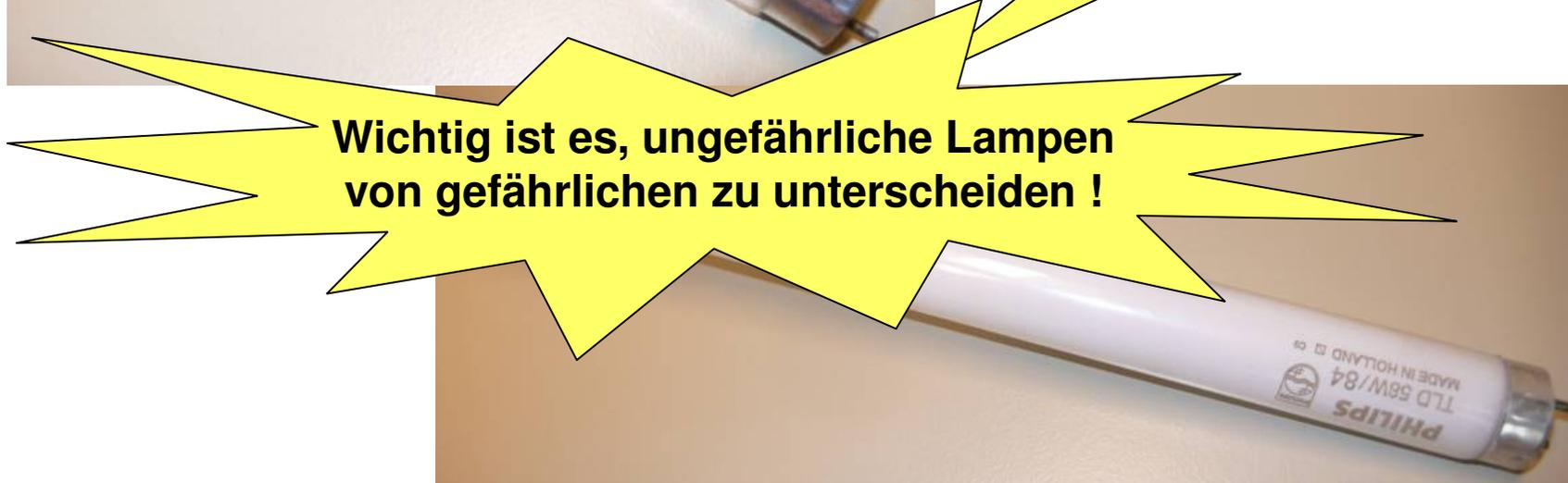
# Anwendungen Laser



# Gefährdungsbeurteilung



Sind diese Lampen gefährlich?



**Wichtig ist es, ungefährliche Lampen von gefährlichen zu unterscheiden !**

# Evaluierung und Gefährdungsbeurteilung

- Bestimmung der Strahlungsarten:
  - UV
    - Aufpassen!!
  - Licht
    - Blendung schützt
  - IR
    - Hitzeschmerz schützt
- Vom Hersteller die Risikogruppe / Laserklasse einfordern
  - Zusätzliche Angaben
    - bspw. maximale Aufenthaltsdauer / Abstand

## Leitfäden

### EU:

dzt. nur englisch  
162 S, davon 109 S Anhang  
Appendix D: Worked Examples (18 Beispiele)  
[www.hse.gov.uk/radiation/nonionising/aor-guide.pdf](http://www.hse.gov.uk/radiation/nonionising/aor-guide.pdf)

### ZAI

#### Künstliche OS

Tabelle Laserklassen  
Tabelle Risikogruppen  
Branchenübersicht  
Allgemeingebrauchslampen

#### Natürliche OS

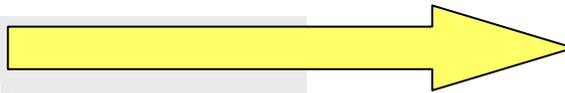
<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsstaetten/optische+Strahlung/default.htm>

### AUVA Merkblätter

[www.auva.at/merkblaetter](http://www.auva.at/merkblaetter)  
M 085: Beurteilung von VIS und IR  
M 080: Laser  
M 081: Optischer Richtfunk  
M 082: Lichtwellenleiter (LWL)  
M 083: Sicherheitsbeurteilung von LED's

# EU-Leitfaden: Appendix D

- Büro
- Laser-Show
- Medizinische Anw. v. optischer Strahlung
- Führen von Fahrzeugen am Arbeitsplatz
- Militärische Anw.
- Gasbetriebene Deckenheizstrahler
- Laser in der Materialbearbeitung
- Stahl- & Glasindustrie
- Blitzlichtfotografie



Quelle	Abstand	Gefährdungsgröße (Verhältnis zwischen Emission und Expositionsgrenzwert)				
		Leuchtdichte	Effektive UVS (Grenzwert a)	UVA (Grenzwert b)	Blaulichtgefahr (Grenzwert d)	thermale Gefährdung der Netzhaut (Grenzwert g)
Deckenbeleuchtung mit Leuchtstofflampen (hinter einem Diffusor)	100 cm	0,15	<0,01	0,05	0,01	<0,01
Deckenbeleuchtung mit einer Leuchtstofflampe (ohne Diffusor)	100 cm	3,7	0,58	0,35	0,19	<0,01
Deckenbeleuchtung mit vier Leuchtstofflampen (ohne Diffusor)	100 cm	2,8	1,0	0,33	0,13	<0,01
Bildschirm mit Bildröhre	10 cm	<0,01	0,12	0,02	<0,01	<0,1
Laptop-Bildschirm	10 cm	<0,01	0,07	0,01	<0,01	<0,01
Flutlicht mit Halogen-Metaldampflampe	100 cm	15000	0,1	2,6	2,3	1,08
Flutlicht mit Kompakt-Leuchtstofflampe	100 cm	6,4	0,01	<0,01	0,15	<0,01
Insektenkiller	100 cm	n/z	0,01	0,10	<0,01	<0,1
Einbaustrahler mit Wolfram-Halogenlampe	100 cm	33,1	0,03	0,04	0,13	0,01
Schreibtischleuchte	50 cm	3,7	0,05	0,05	<0,01	<0,01
Schreibtischleuchte (Tageslichtspektrum)	50 cm	600	0,11	0,08	0,14	0,19
Fotokopierer	30 cm	0,96	0,01	0,06	0,06	<0,01
Schreibtisch-Beamer	200 cm	2000	0,03	<0,01	2,2	0,89
Tragbarer Beamer	200 cm	233	<0,01	<0,01	0,44	0,10
Interaktives Whiteboard	200 cm	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Einbauleuchte mit Kompakt-Leuchtstofflampen	100 cm	20	0,04	0,16	0,16	<0,01
LED-Anzeige	0,5 cm	<0,01	< 0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PDA	2 cm	<0,01	< 0,01	<0,01	<0,01	<0,01
UVA-Schwarzlicht	50 cm	n/z	0,03	0,51	<0,01	<0,01
Straßenlaterne	100 cm	112	< 0,01	0,08	0,09	0,02

# ZAI-Leitfaden Künstliche optische Str.

- Tabelle 1: Risikogruppen, Gefahr, Maßnahmen (Expositionsgrenzwert)
- Tabelle 2: IR-Strahlung – Abschätzungen
- Tabelle 3: Inkohärente optische Strahlung – Beurteilungshilfen
- Tabelle 4: Laserklassen, Gefahr, Maßnahmen (Expositionsgrenzwert)
- Tabelle 5: Schutzmaßnahmen für Laser
- Allgemeingebrauchslampen: Einschätzungen
  - ...stellen im Allgemeinen bei bestimmungsgemäßer Verwendung keine Gefahr dar hinsichtlich ihres sichtbaren und Infrarot-Strahlungsanteils. Weisen sie einen UV-Strahlungsanteil auf, kann eine Gefahr nicht generell ausgeschlossen werden.

**Tabellen 3: Inkohärente optische Strahlung - Beurteilungshilfen**

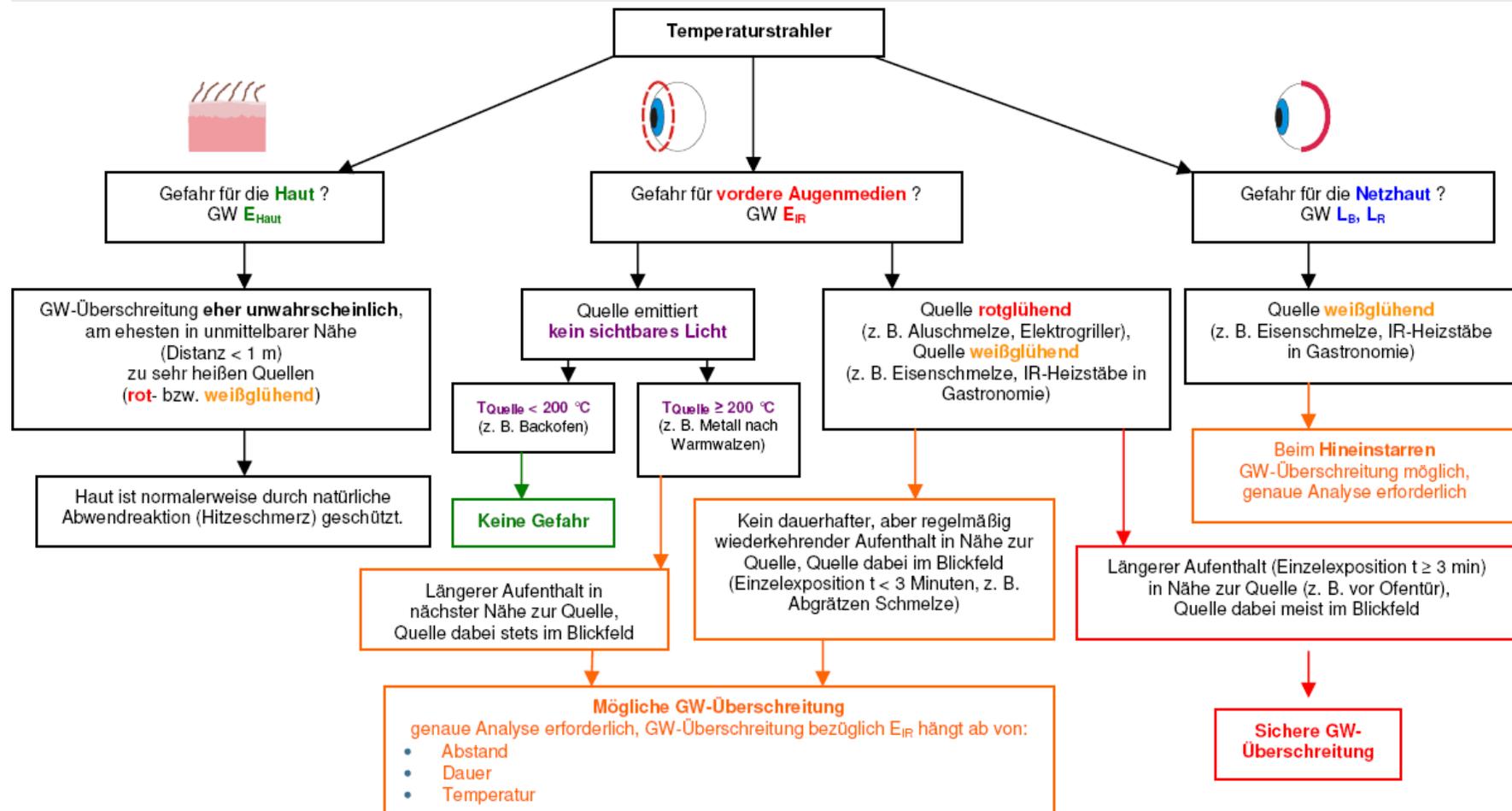
Arbeitsstätte/Arbeitsmittel	Bestrahlungsart/UV-Quelle	Elektrische Leistung	UV-Belastung	Allfällige Maßnahmen
Molkerei	UV-C offener, direkter UV-Strahler	15-30 W gering	>> 0,01 W/m <sup>2</sup> sehr hoch	Aufenthalt von Personen nicht erlaubt; Maßnahmen gegen unbeabsichtigtes Einschalten erforderlich.
	UV-Strahler mit Lamellen	15-30 W	< 0,001 W/m <sup>2</sup> gering	Kontrolle des Strahlers
Kunststoffverarbeitung	UVA, UVB, (UVC) Streustrahlung	hoch	> 0,01 W/m <sup>2</sup> sehr hoch	Beschränkung der Expositionsdauer; persönliche Schutzmittel
Druckerei a) offene Kopierer	UVA, UVB (UVC) offener, direkter Strahler	hoch	>> 0,01 W/m <sup>2</sup> sehr hoch	Kein Aufenthalt von Personen; Maßnahmen gegen unbeabsichtigtes Einschalten erforderlich.

**Tabelle 5 – Schutzmaßnahmen für Laser**

Sicherheitsmaßnahmen	Lasereinrichtung Klasse						
	1M	2	2M	3A	3R	3B	4
<b>Technische Schutzmaßnahmen</b>							
Schutzgehäuse	Klasse 1 anstreben						
Sicherheitsverriegelung						verhindert Entfernung von Abdeckungen	
Schlüsselschalter						berechtigter Personenkreis	
Strahlfänger, -abschwächer						Absenkung auf Klasse 1 oder 2	
Emissionsanzeige						möglichst optische (Dauerbetrieb)	
Bedienelemente						möglichst weit vom Strahl entfernt, Einstellhilfen nutzen	
Beobachtungsoptiken	Laserschutzhilfen einbauen						
Überwachungseinrichtungen						falls bei Funktionsverlust höhere Klasse	
Feste optische Schutzvorrichtungen						Strahlung (Streustrahlung) beschränken	
<b>Bauliche und installatorische Schutzmaßnahmen</b>							
Wände						matt, hell, diffus reflektierend	
durchsichtige Abschirmungen						hohe Absorption, schwer entflammbar	

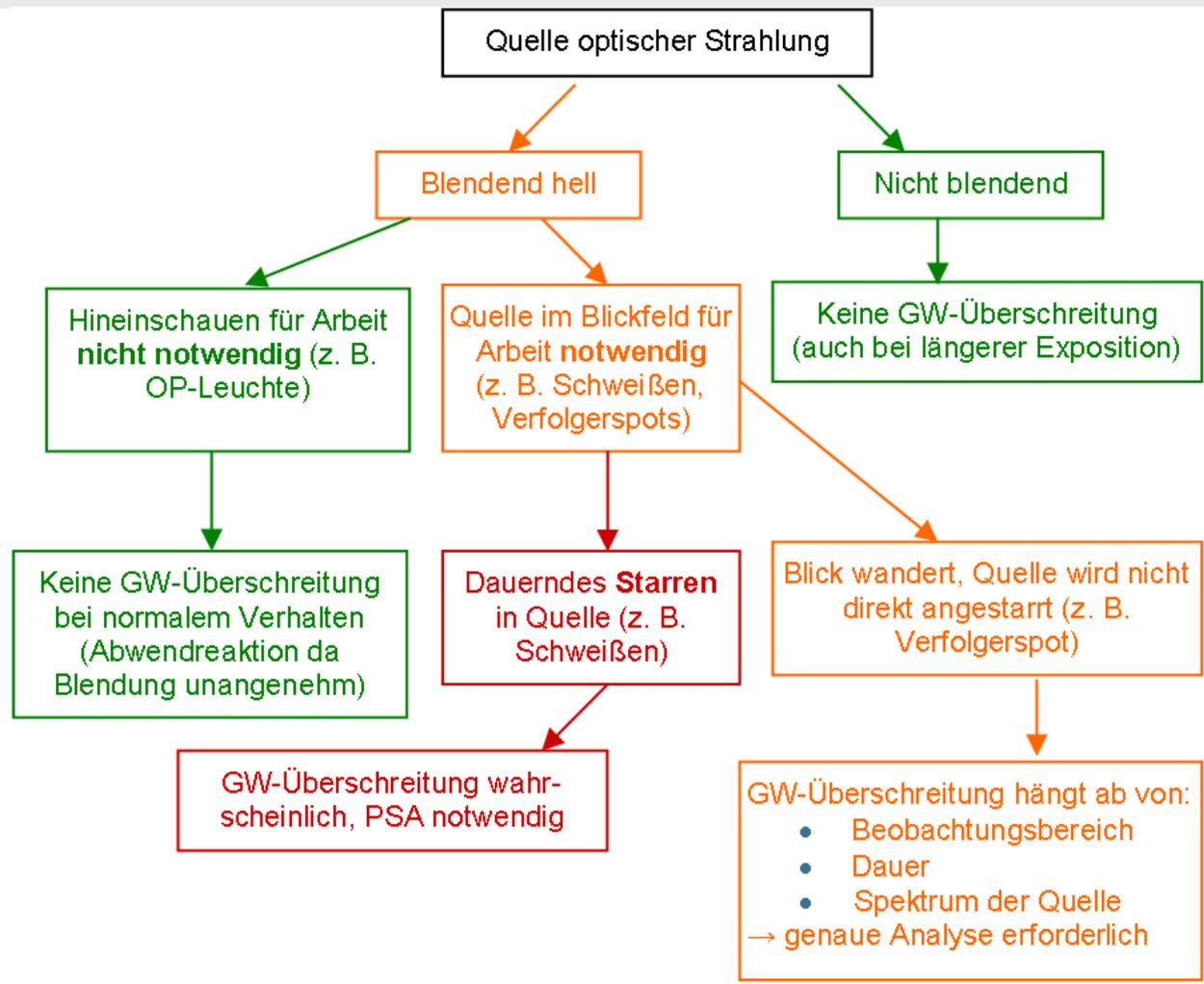
# AUVA-Merkblatt M 085 für VIS und IR

## • Kap. 6.1: Gefährdungsbeurt. VIS+IR - Temperaturstrahler



# AUVA-Merkblatt M 085 für VIS und IR

## • Kapitel 6.2: Gefährungsbeurteilung VIS+IR - Helligkeit

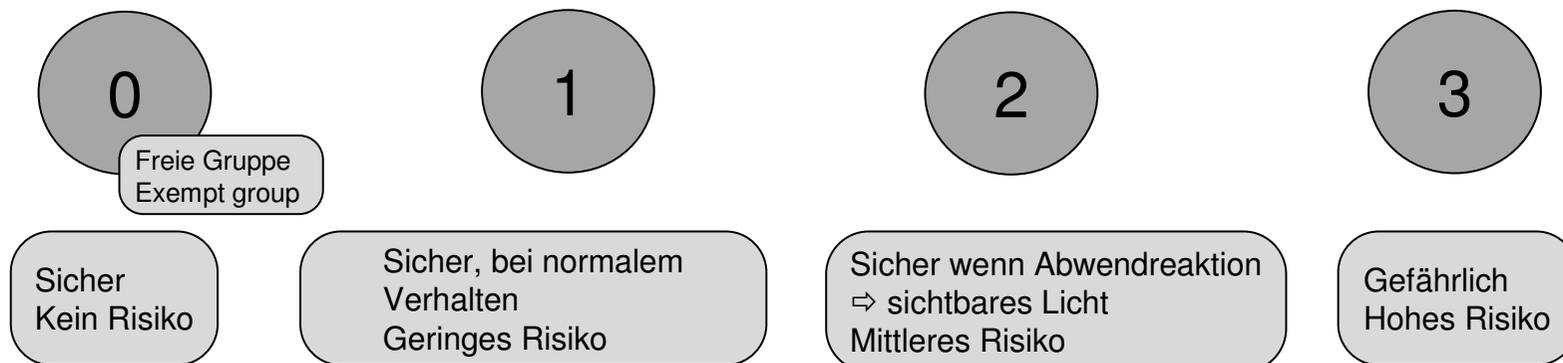


Gilt nicht für Blitzlicht !

# Laserklassen

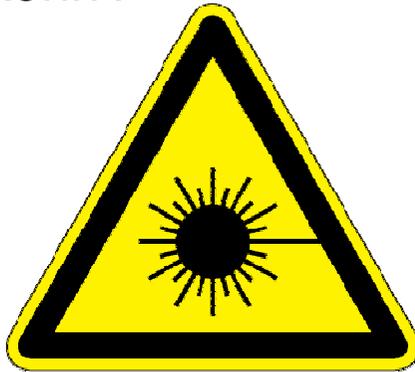
<b>1</b>	<b>1M</b>	<b>2</b>	<b>2M</b>	<b>3R</b>	<b>3B</b>	<b>4</b>
Langzeitsicher		Langzeitsicher bei sichtbarem Licht		Potenziell gefährlich	Gefährlich für Augen	Gefährlich f. Haut & Augen

## Risikogruppen ⇒ für Lampen



# Kennzeichnung gefährlicher Bereiche

## ▪ KennV



Optische Strahlung

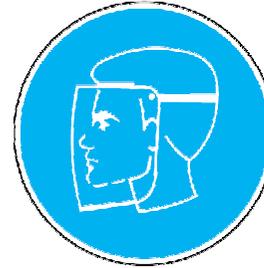
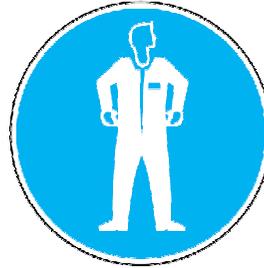


UV- Strahlung

oder

IR- Strahlung

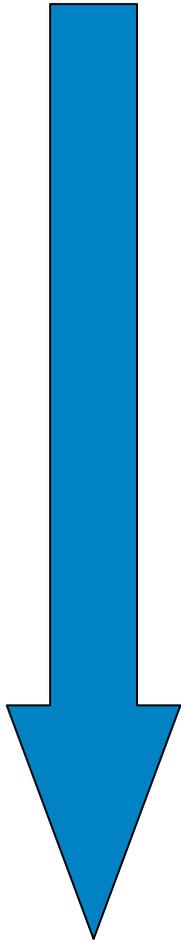
oder andere Bezeichnung



- ÖNORM Z 1000-2
- EN 12198

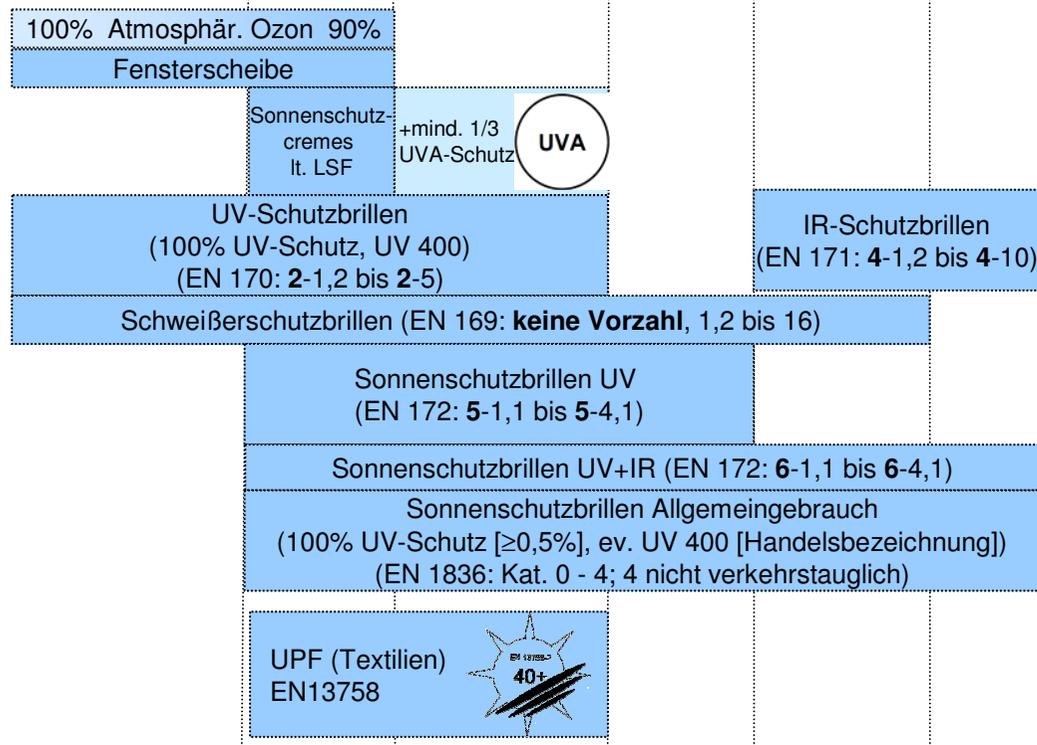
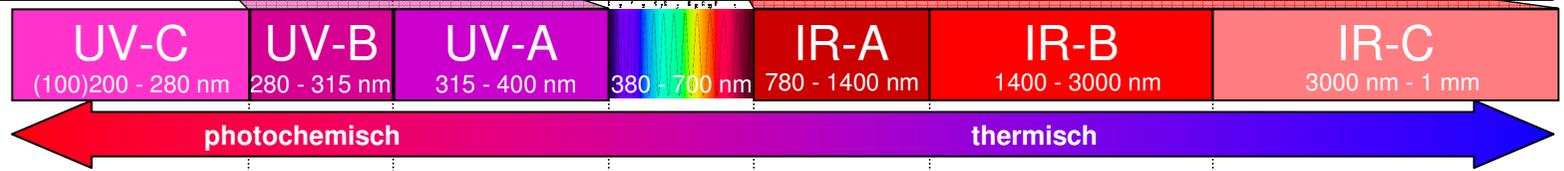
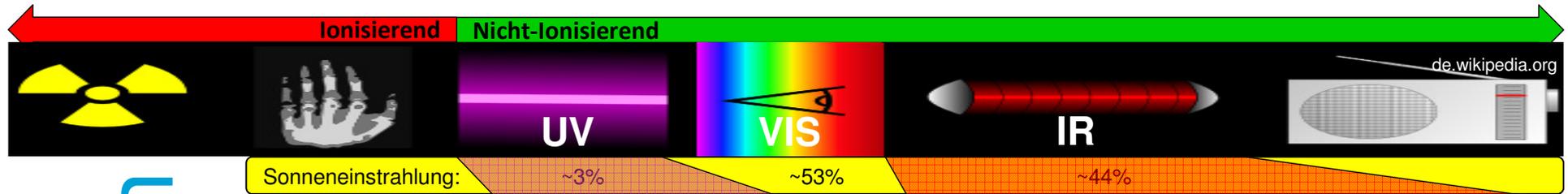


# Schutzmaßnahmen §8,9



1. **Technische & Organisatorische**
  - Abschirmungen, Einhausungen
  - Alternative Arbeitsverfahren
  - Zugangsbeschränkungen
  - Begrenzung der Aufenthaltsdauer
2. **Persönliche**
  - **Augenschutz**
    - Schutzbrille
    - Visier
  - **Hautschutz**
    - Geeignete Textilien
    - Schutzcremen

**Schutzreihenfolge ist wichtig!**



# Schutzmaßnahmen

# Projekte/Studien der AUVA

[www.auva.at/reports](http://www.auva.at/reports)

[www.auva.at/publikationen](http://www.auva.at/publikationen) ⇒ **Menüpunkt Studien**

## • **Abgeschlossen**

- UV-Strahlungsbelastung von Arbeitern im Straßenbau
  - Report 32 (Datenkatalog)
  - Report 34
- UV – Arbeiten im Freien
  - Report 49
  - Studie Sonnenschutzmittel für die Haut
  - Datenkatalog
- SAFE-LED
  - Report Nr. 51

## • **Laufende/zukünftige**

- **VISIR**
  - **Gießereien**
  - **Glasverarbeitung**
  - **IPL**
- **E-LAS**
- **UV-EVAL**

## Fachseminar:

### Lampen und Leuchten am Arbeitsplatz – Verordnung optische Strahlung (VOPST)“

Termin	Ort
04.11.2010	Salzburg
06.12.2010	Graz
03.02.2011	Mils / Tirol
24.05.2011	Laaben / NÖ