



Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Informationsveranstaltung

Optische Strahlung am Schweißarbeitsplatz

Neue Erkenntnisse zur Bewertung
und zu Schutzmaßnahmen

Dr. Stefan Bauer
06. Juni 2018, Dortmund



Vereinfachte
Gefährdungsbeurteilung
der optischen
Strahlungsbelastung

Übersicht



Grundlegendes

- Ausgangspunkt (→ Ott)
- Variationsparameter (→ Mückenheim)
- Gesetzlicher Rahmen & Expositionsgrenzwerte



Optische Strahlungsbelastung

- Spektralanalyse
- Maximal zulässige Expositionsdauern
- Regression – Anpassungsmodelle



Arbeitsschutzaspekte

- MZE-Wert Bestimmung
- Gefährdungspotentiale
- Praxistransfer



Optische Strahlenbelastung beim Schweißen – Erfassung und Bewertung

baua: Bericht

Grundidee

baua:
Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Diese Veröffentlichung ist der Abschlussbericht zum Teilprojekt 1 „Erfassung der optischen Strahlenbelastung beim Schweißen“ – Projekt F 2368 – im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren: Dr. rer. nat. Stefan Bauer
Dipl.-Ing. (FH) Günter Ott
Dipl.-Ing. (FH) Marco Janßen
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Martin Schmitz
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin

Dipl.-Ing. (FH) Uwe Mückenheim
Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Halle GmbH
Köthener Straße 33a, 06118 Halle (Saale)

Titelfoto: Dipl.-Ing. (FH) Marco Janßen
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Umschlaggestaltung: Susanne Graul
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Herstellung: Druck & Verlag Kettler GmbH, Bönen

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
Friedrich-Henkel-Weg 1 – 25, 44149 Dortmund
Postanschrift: Postfach 17 02 02, 44061 Dortmund
Telefon 0231 9071-2071
Telefax 0231 9071-2070
E-Mail info-zentrum@baua.bund.de
Internet www.baua.de

Berlin: Nöldnerstraße 40 – 42, 10317 Berlin
Telefon 030 51548-0
Telefax 030 51548-4170

Dresden: Fabricestraße 8, 01099 Dresden
Telefon 0351 5639-50
Telefax 0351 5639-5210

Die Inhalte der Publikation wurden mit größter Sorgfalt erstellt und entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt die BAuA jedoch keine Gewähr.

Nachdruck und sonstige Wiedergabe sowie Veröffentlichung, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

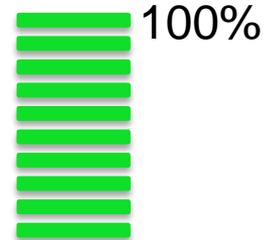
doi:10.21934/baua:bericht20170523 (online)
www.baua.de/dok/8713728



F 2368

Erfassung der optischen Strahlenbelastung

- Expositionsermittlung & Modellentwicklung
- betriebliche Validierung & Praxistransfer



F 2377

Biologische Wirksamkeit gepulster IOS

- Gutachten & exp. (Vor-) Untersuchungen
- in-vitro Hautbestrahlung

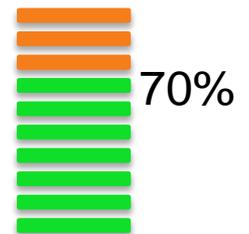


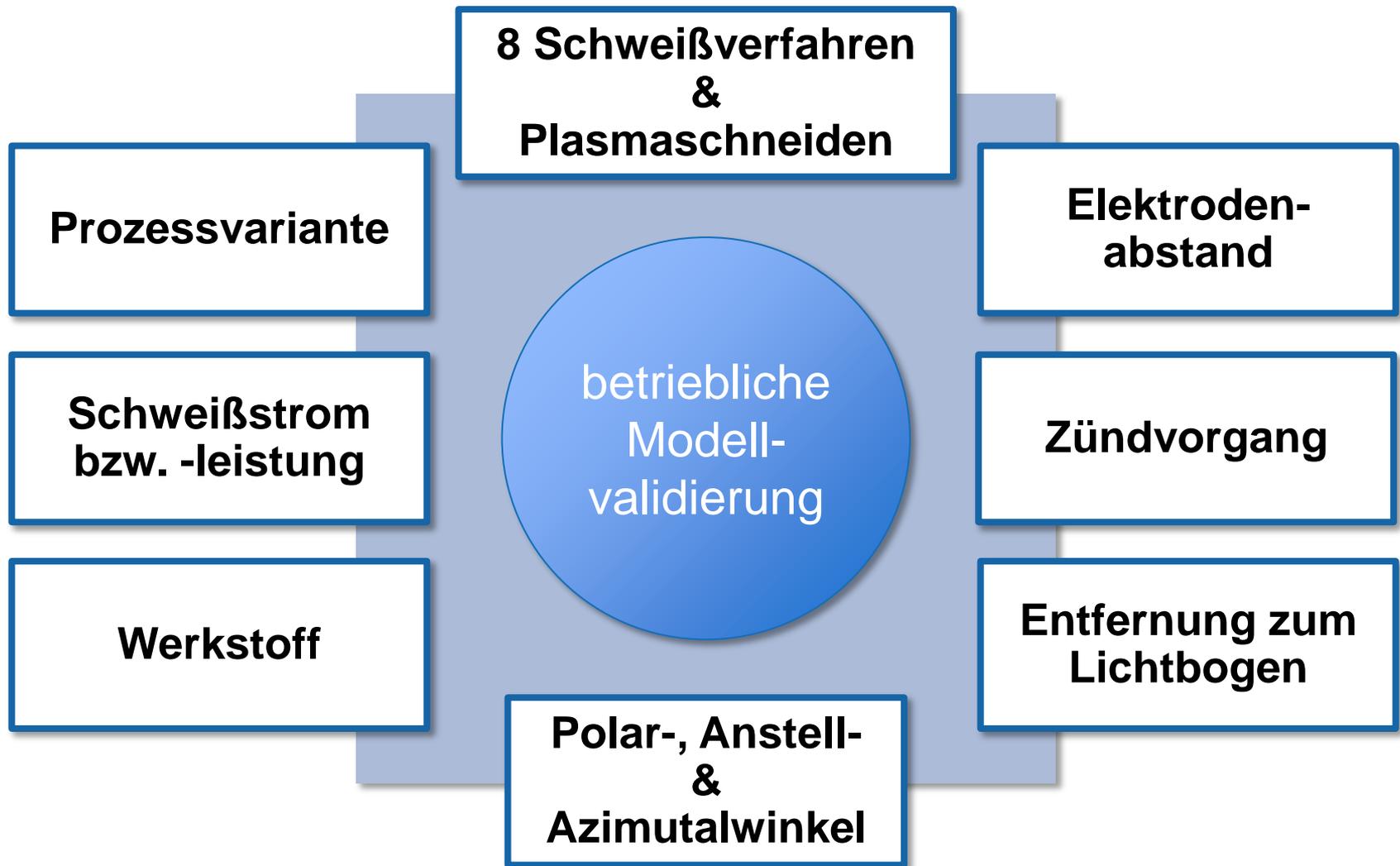
Dr. Volkmer

F 2422

Anforderungen an Schutzkomponenten

- Transmissions- & Reflexionsmessungen
- tatsächliche Exposition







Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung - OStrV)

OStrV

Ausfertigungsdatum: 19.07.2010

Vollzitat:

"Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung vom 19. Juli 2010 (BGBl. I S. 960)"

verweist
auf

national
umgesetzt
durch

L 114/38

DE

Amtsblatt der Europäischen Union

27.4.2006

RICHTLINIE 2006/25/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

vom 5. April 2006

**über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung)
(19. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)**



modifizierter
Auszug aus

 Bundesministerium
für Arbeit und Soziales

Arbeitsschutz

  Inkohärente optische Strahlung

Technische Regeln

Wellenlänge (nm)	Expositionsgrenzwert	Zeitbasis	Körperteil	Gefährdung(en)
200 – 400 (UV)	$H_{\text{eff}} = 30 \text{ Jm}^{-2}$	8 h	<u>Auge:</u> Hornhaut Bindehaut Linse	Photokeratitis Konjunktivitis Kataraktogenese
			<u>Haut</u>	Erythem Elastose Hautkrebs
315 – 400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ Jm}^{-2}$	8 h	<u>Auge:</u> Linse	Kataraktogenese
300 – 700 (BLH)	$E_B = \frac{100}{t} \text{ Wm}^{-2}$	$t \leq 10000 \text{ s}$	<u>Auge:</u> Netzhaut	Photoretinitis
		$E_B = 0,01 \text{ Wm}^{-2}$		
780 – 3000 (IRA, IRB)	$E_{\text{IR}} = 18000 t^{0,25} \text{ Wm}^{-2}$	$t \leq 1000 \text{ s}$	<u>Auge:</u> Hornhaut, Linse	Hornhautverbrennung Kataraktogenese
		$H_{\text{IR}} = 3 \cdot 10^6 \text{ Jm}^{-2}$		
380 – 3000 (VIS, IRA, IRB)	$H_{\text{Haut}} = 20000 t^{0,25} \text{ Jm}^{-2}$	$t < 10 \text{ s}$	<u>Haut</u>	Verbrennung

Übersicht



Grundlegendes

- Ausgangspunkt (→ Ott)
- Variationsparameter (→ Mückenheim)
- Gesetzlicher Rahmen & Expositionsgrenzwerte



Optische Strahlungsbelastung

- Spektralanalyse
- Maximal zulässige Expositionsdauern
- Regression – Anpassungsmodelle



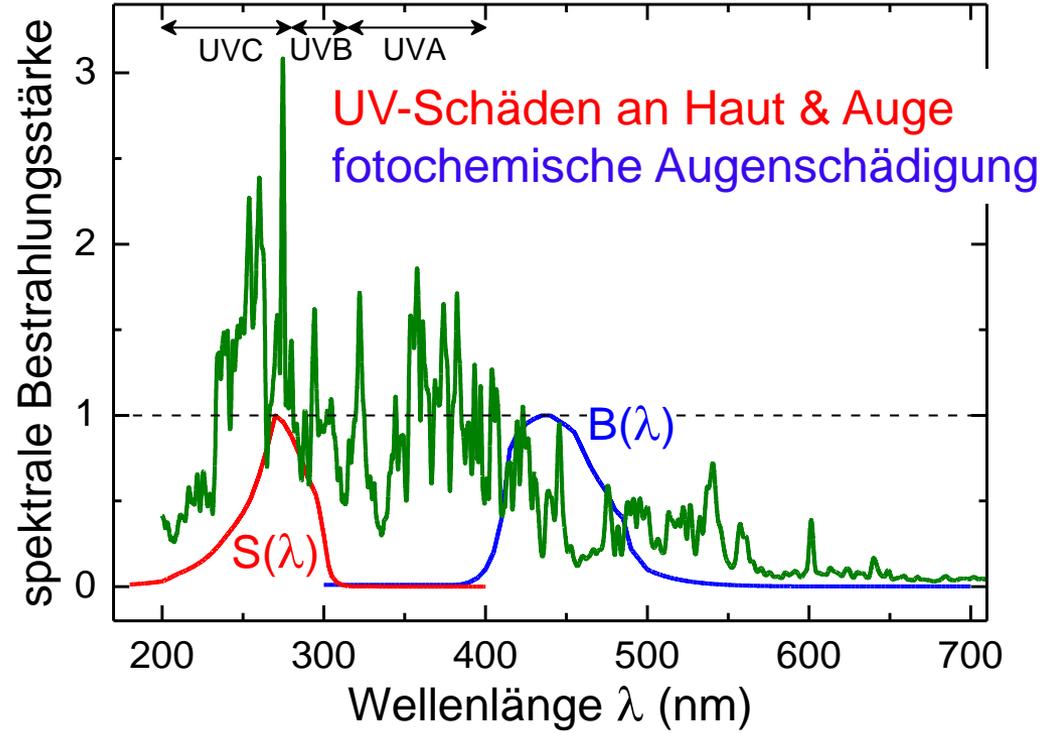
Arbeitsschutzaspekte

- MZE-Wert Bestimmung
- Gefährdungspotentiale
- Praxistransfer



Strahlungsbelastung

Spektralanalyse



$$E_{UVA} = \int_{315\text{nm}}^{400\text{nm}} E(\lambda) d\lambda = 28 \text{ Wm}^{-2}$$

$$E_{\text{eff}} = \int_{200\text{nm}}^{400\text{nm}} E(\lambda) S(\lambda) d\lambda = 26 \text{ Wm}^{-2}$$

$$E_B = \int_{300\text{nm}}^{700\text{nm}} E(\lambda) B(\lambda) d\lambda = 11 \text{ Wm}^{-2}$$



Strahlungsbelastung

Expositionsdauer

Wellenlänge (nm)	Expositionsgrenzwert	Zeitbasis	Körperteil	Gefährdung(en)
200 – 400 (UV)	$H_{\text{eff}} = 30 \text{ Jm}^{-2}$	8 h	<u>Auge:</u> Hornhaut Bindehaut Linse	Photokeratitis Konjunktivitis Kataraktogenese
			<u>Haut</u>	Erythem Elastose Hautkrebs
315 – 400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ Jm}^{-2}$	8 h	<u>Auge:</u> Linse	Kataraktogenese
300 – 700 (BLH)	$E_B = \frac{100}{t} \text{ Wm}^{-2}$	$t \leq 10000 \text{ s}$	<u>Auge:</u> Netzhaut	Photoretinitis
	$E_B = 0,01 \text{ Wm}^{-2}$	$t > 10000 \text{ s}$		
780 – 3000 (IRA, IRB)	$E_{\text{IR}} = 18000 t^{0,25} \text{ Wm}^{-2}$	$t \leq 1000 \text{ s}$	<u>Auge:</u> Hornhaut, Linse	Hornhautverbrennung Kataraktogenese
	$H_{\text{IR}} = 3 \cdot 10^6 \text{ Jm}^{-2}$	$t > 1000 \text{ s}$		
380 – 3000 (VIS, IRA, IRB)	$H_{\text{Haut}} = 20000 t^{0,25} \text{ Jm}^{-2}$	$t < 10 \text{ s}$	<u>Haut</u>	Verbrennung

$$E_{\text{eff}} = 26 \text{ Wm}^{-2}$$

$$= H_{\text{eff}} / t_{\text{eff}}$$

$$t_{\text{eff}} \approx 1,2 \text{ s}$$

$$E_{\text{UVA}} = 28 \text{ Wm}^{-2}$$

$$= H_{\text{UVA}} / t_{\text{UVA}}$$

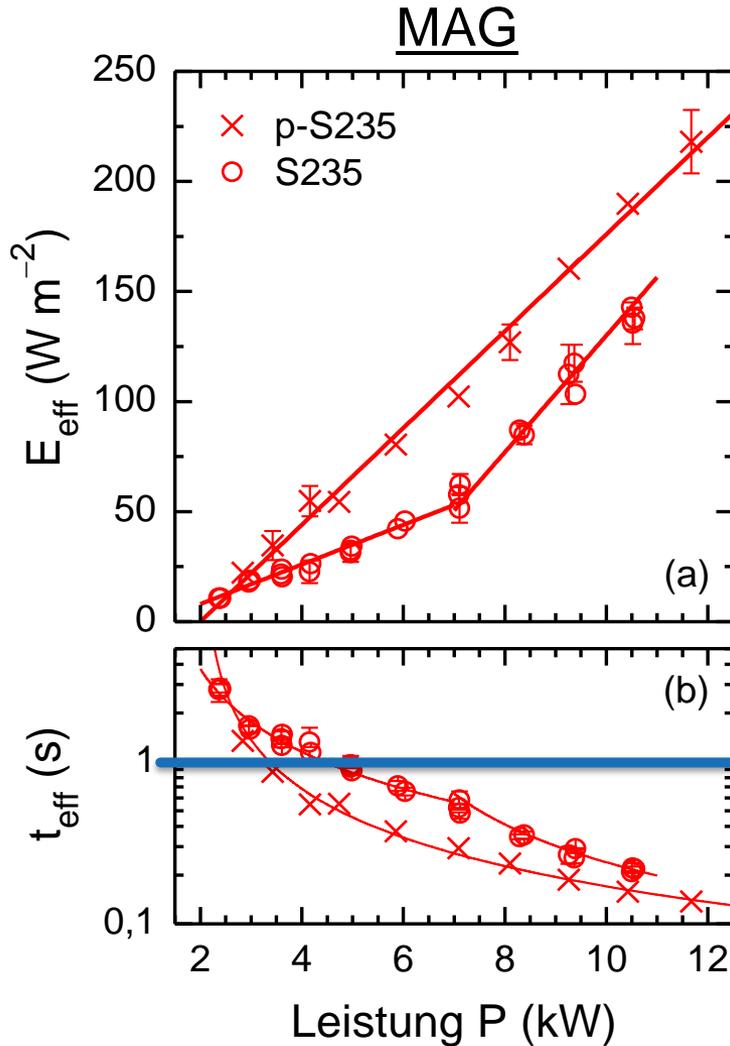
$$t_{\text{UVA}} \approx 6 \text{ min}$$

$$E_B = 11 \text{ Wm}^{-2}$$

$$= \frac{100 \text{ s}}{t_B} \text{ Wm}^{-2}$$

$$t_B \approx 9 \text{ s}$$

Problem: „Momentaufnahme“



Lineare Regression

Leistung $P = UI = RI^2$

$$E(P) = E_0 + mP$$

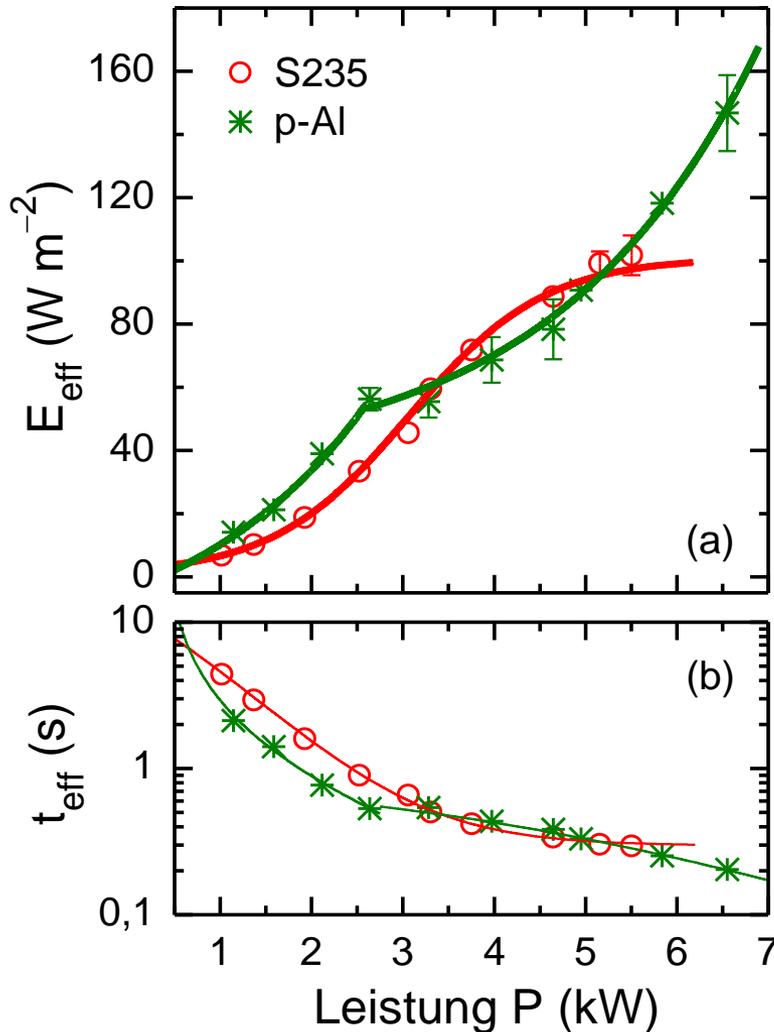
Übergang: Kurz- zu Sprühlichtbogen

$$t_{\text{eff}} = \frac{30 \text{ Jm}^{-2}}{E(P)}$$

p-Werkstoff: mit Impulslichtbogen



CMT



Exponentialfunktionen (bei p-Al)

$$E_{\text{eff}} = E_S^* + A \exp(pP)$$

Sigmoid- bzw. S-Funktion (bei S235)

$$E_{\text{eff}} = E_S \left[1 - \left(1 + \exp\left(\frac{P - P_0^*}{\kappa}\right) \right)^{-1} \right]$$

Insgesamt 3 mathematische Anpassungsmodelle

Übersicht



Grundlegendes

- Ausgangspunkt (→ Ott)
- Variationsparameter (→ Mückenheim)
- Gesetzlicher Rahmen & Expositionsgrenzwerte



Optische Strahlungsbelastung

- Spektralanalyse
- Maximal zulässige Expositionsdauern
- Regression – Anpassungsmodelle



Arbeitsschutzaspekte

- MZE-Wert Bestimmung
- Gefährdungspotentiale
- Praxistransfer



Arbeitsschutzaspekte

MZE-Wert Bestimmung

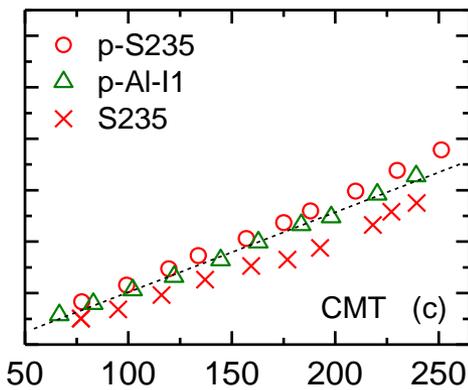
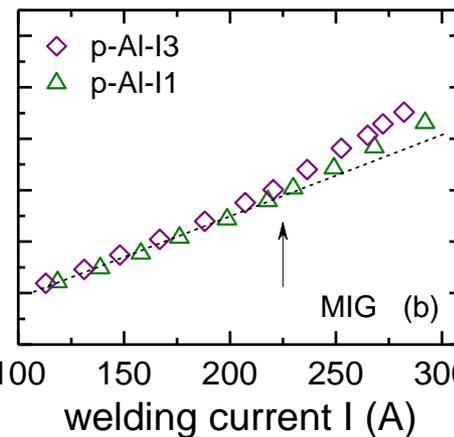
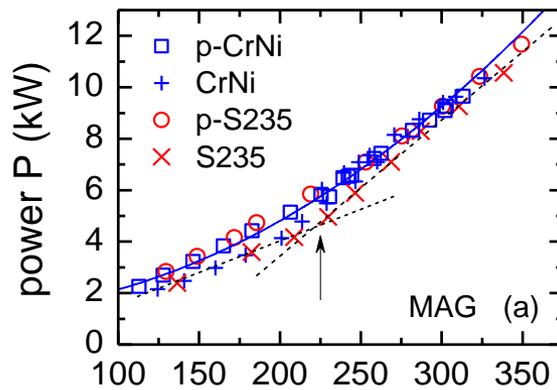
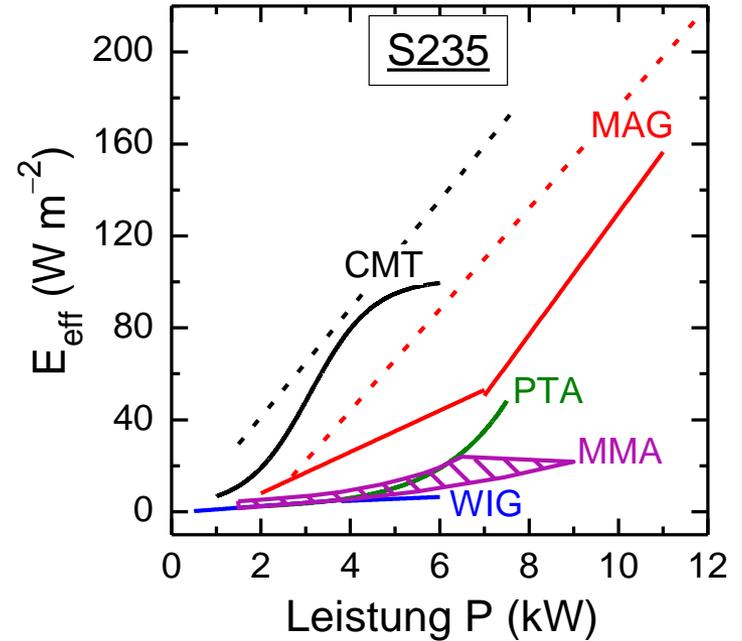
Bsp.: p-CMT

- Leistung: $P \approx 4 \text{ kW}$
- Bestrahlungsstärke:
 $E_{\text{eff}} \approx 100 \text{ Wm}^{-2}$
- MZE: $t_{\text{eff}} \approx 300 \text{ ms}$

Photometrisches Abstandsgesetz

$$r = 50 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ m}$$

$$\Rightarrow t_{\text{eff}} = 4,8 \text{ s}$$

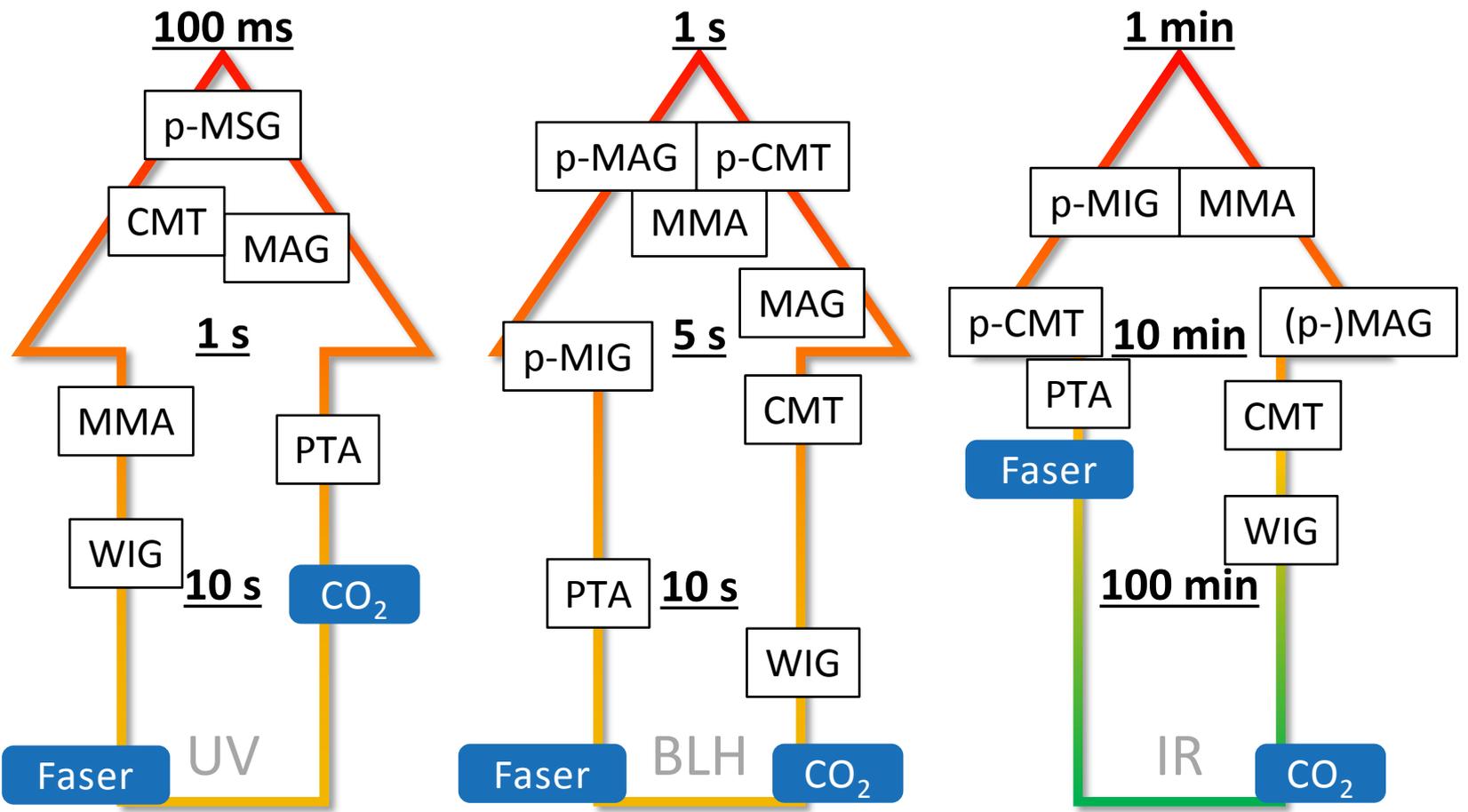


Bauer et al., Health Physics 113 (5), 335 - 346, 2017



Arbeitsschutzaspekte

Gefährdungspotential



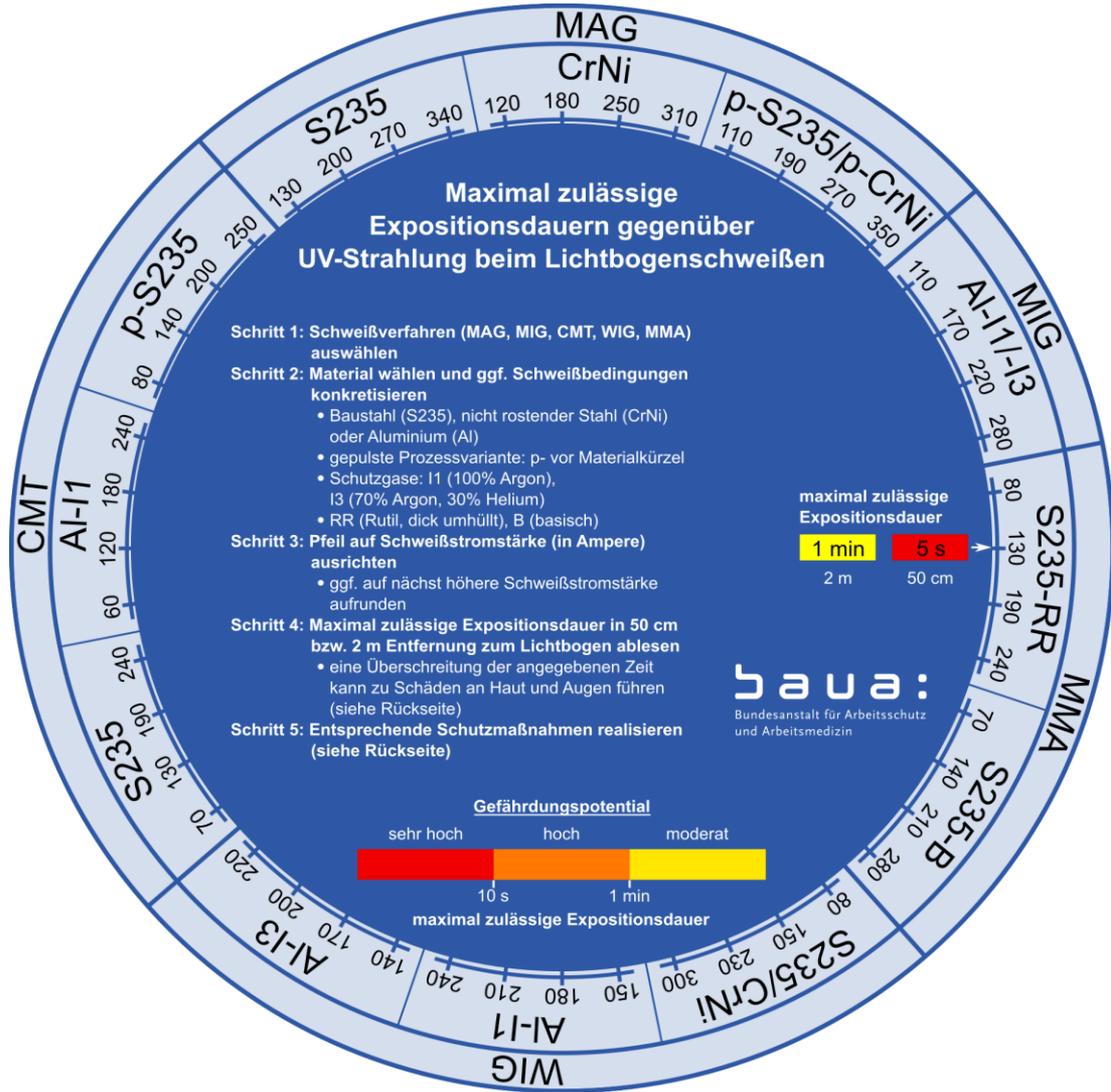
LASERSTRAHLUNG



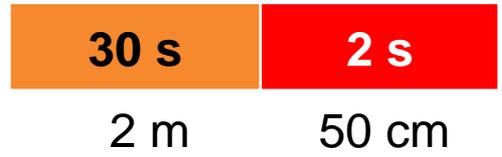


Arbeitsschutzaspekte

Drehscheibe (Entwurf)



1. Schweißverfahren wählen (MAG)
2. Material & Bedingungen spezifizieren (Baustahl, gepulste Prozessvariante)
3. Schweißstromstärke einstellen (90 A, aufrunden!)
4. Maximal zulässige Expositionsdauern ablesen



5. Entsprechende Schutzmaßnahmen realisieren (Rückseite)

www.baua.de/dok/8749430



Substitution

Arbeitsmittel oder -verfahren ersetzen

Technische Maßnahmen

Abschirmung, Automatisierung, etc.

Organisatorische Maßnahmen

Expositionsdauer, Abstand, etc.

Persönliche Maßnahmen

PSA, Arbeitsmedizinische Vorsorge



Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Dr. Stefan Bauer

Gruppe 2.2 „Physikalische Faktoren“

Friedrich-Henkel-Weg 1-25

D-44149 Dortmund

Tel.: +49 (0)231 9071-0

Fax: +49 (0)231 9071-2023

E-Mail: physical.agents@baua.bund.de



www.baua.de



www.dasa-dortmund.de