

7.8.17

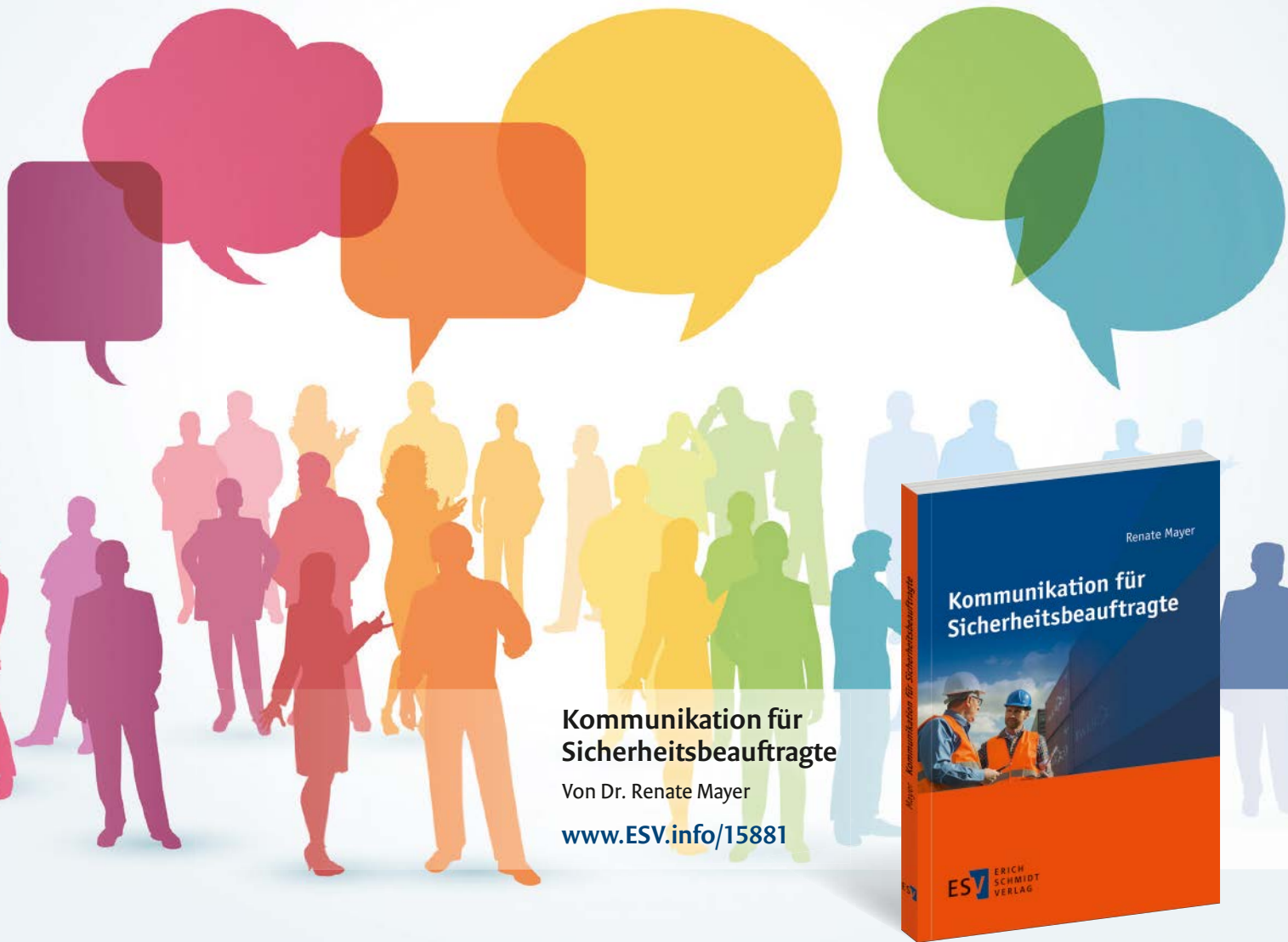
Lizenziert für Frau Dr. rer. nat Ljiljana Udovicic.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.
In Kooperation mit:



68. Jahrgang
Juli/August 2017
ISSN 2199-7330
1424

sicher ist sicher

www.SISdigital.de



Kommunikation für Sicherheitsbeauftragte

Von Dr. Renate Mayer

www.ESV.info/15881



Gesundheitsförderung und
Organisationsentwicklung **310**
Elektromagnetische Felder **330**

UV-Strahlung bei Tätigkeiten
im Freien **318**
Beurteilung der optischen
Strahlungsbelastung beim Schweißen **322**

ESV ERICH
SCHMIDT
VERLAG

LJILJANA UDOVICIC

Schutz vor Gefährdungen durch optische Strahlung

Stellungnahmen des AKNIR zu den ICNIRP Grenzwert-Empfehlungen

Der Arbeitskreis Nichtionisierende Strahlung (AKNIR) des deutsch-schweizerischen *Fachverbands für Strahlenschutz* hat zwei Stellungnahmen zu den Expositionsgrenzwert-Empfehlungen der *Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP)* erarbeitet. Der Beitrag erläutert die Hintergründe und bietet einen Überblick über den Inhalt dieser Stellungnahmen.

AKNIR-Stellungnahmen zu ICNIRP-Leitlinien

Im Jahr 2006 verabschiedeten das Europäische Parlament und der Rat die europäische Arbeitschutzrichtlinie 2006/25/EG über künstliche optische Strahlung [1]. Mit dieser Richtlinie wurden in den EU-Mitgliedstaaten einheitliche Mindestanforderungen zum Schutz von Beschäftigten, die an ihrem Arbeitsplatz künstlicher optischer Strahlung ausgesetzt sind, festgelegt. Die EU-Richtlinie 2006/25/EG enthält die Grenzwerte für die Exposition gegenüber Laserstrahlung bzw. inkohärenter optischer Strahlung (d.h. optischer Strahlung von Quellen, die keine Laser sind). Die Expositionsgrenzwerte (EGW) werden als maximal zulässige Werte bei einer Exposition der Augen oder der Haut gegenüber künstlicher optischer Strahlung definiert und festgelegt. Sie basieren auf den von der Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (*International Commission on Non-Ion-*

izing Radiation Protection – ICNIRP) veröffentlichten Leitlinien. Die Einhaltung dieser EGW soll sicherstellen, dass Beschäftigte, die optischen Strahlungen aus künstlichen Quellen ausgesetzt sind, vor allen bekannten Gesundheitsschäden der Augen und der Haut geschützt sind. Diese EGW berücksichtigen die Art des bestrahlten Gewebes, die mögliche Art der Schädigung, die Wellenlänge der optischen Strahlung sowie die Höhe und die Dauer der Exposition. EGW werden als Bestrahlungsstärke, Bestrahlung oder Strahldichte angegeben. Zum Teil werden diese physikalischen Größen auch noch mit einer für eine bestimmte photobiologische Gefährdung angepassten Wirkungsfunktion gewichtet, um die biologische Effektivität der optischen Strahlung in der Schadenswirkung bei verschiedenen Wellenlängen bzw. Wellenlängenbereichen zu berücksichtigen. Die EGW für den Schutz vor inkohärenter optischer Strahlung beruhen auf den ICNIRP-Leitlinien aus 1997 und 2004 [2, 3], die

DIE AUTORIN



Dr. rer. nat. Ljiljana Udovicic

Senior Scientist

Gruppe 2.2 – Physikalische
Faktoren

Bundesanstalt für Arbeits-
schutz und Arbeitsmedizin
(BAuA), Dortmund

Die Autorin war Mitglied der
Ad-hoc-Gruppe des Arbeits-
kreises Nichtionisierende
Strahlung (AKNIR), der die
Stellungnahmen zu den
ICNIRP-Leitlinien erarbeitet
hat.

Kontakt:

Dr. Ljiljana Udovicic

Bundesanstalt für Arbeits-
schutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1–25
44149 Dortmund

udovicic.ljiljana@baua.

bund.de

EGW für den Schutz vor Laserstrahlung auf denen aus den Jahren 1996 und 2000 [4, 5].

Jeder Mitgliedstaat der Europäischen Union war verpflichtet, die EU-Richtlinie 2006/25/EG binnen vier Jahren in nationales Recht umzusetzen. So wurde im Jahr 2010 die Richtlinie in Deutschland mit einer Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV) [6] in deutsches Recht umgesetzt. Mit der nationalen Umsetzung der EU-Richtlinie durch die OStrV sind die in der EU-Richtlinie festgelegten EGW auch in Deutschland rechtsverbindlich.

Gemäß Artikel 12 der EU-Richtlinie 2006/25/EG berichten die Mitgliedstaaten der EU-Kommission alle fünf Jahre über die praktische Durchführung dieser Richtlinie und geben dabei auch die Standpunkte der Sozialpartner wieder: „Die Kommission unterrichtet das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Beratenden Ausschuss für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz alle fünf Jahre über den Inhalt dieser Berichte, über ihre Beurteilung dieser Berichte, über Entwicklungen in dem betreffenden Bereich und über jede Maßnahme, die in Anbetracht neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse gerechtfertigt sein könnte.“ [1]

Im Jahr 2013 hat ICNIRP neue Leitlinien für inkohärente optische Strahlung [7] sowie für Laserstrahlung [8] veröffentlicht. Die EGW der neuen ICNIRP-Leitlinien unterscheiden sich teilweise von den rechtlich bindenden EGW der EU-Richtlinie 2006/25/EG. Der unverbindliche Leitfaden zur EU-Richtlinie 2006/25/EG über künstliche optische Strahlung [9], der im Jahr 2011 von der EU-Kommission veröffentlicht wurde, weist darauf hin, dass ICNIRP Empfehlungen ändern kann und in diesem Fall auch die EGW der EU-Richtlinie nachträglich geändert werden können.

Vor diesem Hintergrund hat eine Ad-hoc-Gruppe des Arbeitskreises Nichtionisierende Strahlung (AKNIR) des deutsch-schweizerischen *Fachverbands für Strahlenschutz* (Mitglied des Internationalen Strahlenschutzverbandes – IRPA – für Deutschland und die Schweiz) zwei Stellungnahmen zu den EGW-Empfehlungen der ICNIRP-Leitlinien erarbeitet. Die erste Stellungnahme befasst sich mit den ICNIRP-Leitlinien zur inkohärenten optischen Strahlung [10] und wurde im Jahr 2016 an ICNIRP übermittelt. Die Stellungnahme wurde ebenfalls dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales vorgelegt und danach an die zuständige Behörde der EU-Kommission weitergeleitet. Die Arbeiten an der Stellungnahme zur Laserstrahlung [11] wurden gerade abgeschlossen, sodass auch diese Stellungnahme bei ICNIRP und bei der EU-Kommission in Kürze vorliegen wird.

Beide Stellungnahmen weisen auf Probleme mit der praktischen Umsetzung der aktuellen

EGW der EU-Richtlinie sowie mit den EGW der neuen ICNIRP-Leitlinien hin. Die Anhänge der Stellungnahmen zur inkohärenten optischen Strahlung [10] und zur Laserstrahlung [11] beinhalten die Vergleiche der EGW der alten ICNIRP-Leitlinien [2, 3, 4, 5], und damit auch der EU-Richtlinie 2006/25/EG [1] sowie derjenigen der neuen ICNIRP-Leitlinien aus dem Jahr 2013 [8, 9].

In den Stellungnahmen wurden beispielsweise fehlende EGW im UV-Wellenlängenbereich zwischen 100 nm und 180 nm angesprochen sowie mögliche Probleme mit der Risikobeurteilung von Laserquellen mit einer Emission im Wellenlängenbereich um 400 nm diskutiert. Es wurde auf teilweise sehr niedrige Reduktionsfaktoren hingewiesen und die von ICNIRP angenommene Abwendungsreaktion durch das Gefühl der Erwärmung der Hornhaut im infraroten Wellenlängenbereich kritisch diskutiert. Weitere Themen sind z. B. die EGW zum Schutz vor thermischer Schädigung der Hornhaut und der Linse im Wellenlängenbereich zwischen 780 nm und 3000 nm sowie die Erhöhung des Korrekturfaktors C_c in den neuen ICNIRP-Leitlinien zur Laserstrahlung [8]. Die Stellungnahmen bieten einige Lösungsansätze mit dem Ziel, die Sicherheit und den Schutz der Beschäftigten am Arbeitsplatz zu verbessern. Im folgenden Abschnitt wird ein Beispiel aus der Stellungnahme zur inkohärenten optischen Strahlung vorgestellt.

EGW zum Schutz vor Verbrennungen der Haut durch inkohärente optische Strahlung im infraroten Wellenlängenbereich

Die ICNIRP-Leitlinien [2, 7] empfehlen EGW für den Schutz vor Verbrennungen der Haut bei sichtbarer und infraroter (IR) Strahlung im Wellenlängenbereich von 380 nm bis zu 3000 nm. Allerdings kann bei künstlichen thermischen Strahlungsquellen wie z. B. Metall- oder Glasschmelzen auch optische Strahlung mit Wellenlängen über 3000 nm wesentlich zu einer thermischen Belastung der Haut beitragen. Ein Beispiel: Eine thermische Strahlungsquelle mit einer Temperatur von $T = 1000\text{ °C}$ emittiert 55 % der Gesamtstrahlung bei Wellenlängen über 3000 nm. Diese Spektralanteile können zur Entstehung von Hautverbrennungen beitragen. Um die Exposition nicht zu unterschätzen, ist es daher notwendig, den Wellenlängenbereich auf Wellenlängen über 3000 nm, und zwar bis zu 20 000 nm, zu erweitern. Nach dem Planckschen Strahlungsgesetz kann gezeigt werden, dass bei üblichen thermischen Strahlungsquellen die thermische Belastung über 20 000 nm gering ist und daher durch Wellenlängen oberhalb von 20 000 nm keine Verbrennungen der Haut zu erwarten sind.

Des Weiteren enthalten die ICNIRP-Leitlinien [2, 7] keine EGW für den Schutz vor Verbrennun-

gen der Haut bei der Einwirkung sichtbarer und IR-Strahlung für Expositionen, die länger als 10 s dauern. Das Fehlen dieser EGW wird damit begründet, dass wegen der unwillkürlichen Abwendungsreaktion bei der Einwirkung starker Wärmestrahlung Expositionen über 10 s nicht vorkämen. Allerdings haben Untersuchungen und Messungen in Betrieben [12] gezeigt, dass durchaus Wärmestrahlungsexpositionen von mehr als 10 s an Arbeitsplätzen auftreten. Um Beschäftigte vor Verbrennungen der Haut zu schützen, werden EGW für Expositionen im sichtbaren und im IR-Wellenlängenbereich auch für Expositionszeiten von mehr als 10 s benötigt. Die Stellungnahme zur inkohärenten optischen Strahlung [10] schlägt folgende EGW vor:

$$E_{\text{Haut}} = 20\,000 \cdot t^{-0,75} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \quad \text{für } t < 10 \text{ s}$$

$$E_{\text{Haut}} = 7700 \cdot t^{-0,34} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \quad \text{für } 10 \text{ s} \leq t < 1000 \text{ s}$$

Abb. 1 [10, 12] zeigt die EGW zum Schutz vor Verbrennung der Haut. Für $t < 10 \text{ s}$ stimmen die vorgeschlagenen EGW mit denen der alten [2] und neuen ICNIRP-Leitlinien [7] überein (wenn die Bestrahlung H_{Haut} in die Bestrahlungsstärke E_{Haut} nach $E_{\text{Haut}} = H_{\text{Haut}} / t$ umgerechnet wird). Für $10 \text{ s} \leq t < 1000 \text{ s}$ wird die ICNIRP-Empfehlung dahingehend erweitert, sodass keine Schmerzempfindung auftreten kann. Bei der Einwirkung von Wärmestrahlung auf die Haut stellt sich nämlich in den meisten Fällen zunächst eine Schmerzempfindung ein. Wird die Schwelle zur Schmerzempfindung nicht überschritten, kann man davon ausgehen, dass auch keine Hautverbrennung auftritt. Die Daten zur Verhinderung einer Schmerzempfindung, wenn die Haut optischer Bestrahlung ausgesetzt ist, wurden aus DIN 33403-3 [13] entnommen und mit Hilfe eines mathematischen Modells wurden die Schmerzempfindungsdaten am besten angenähert (siehe Empfehlung des IFA [12]).

Um eine Verbrennung der Haut durch sichtbare und IR-Strahlung zu vermeiden, reichen die EGW für Expositionen bis zu 1000 s aus. Die dominierende Gefährdung für Expositionsauern über 1000 s ist nicht mehr die Hautverbrennung, sondern die thermische Beanspruchung des gesamten Körpers, verursacht durch hohe Bestrahlung, hohe Temperatur und Feuchtigkeit. Für diese Einwirkungen sollen Grenz- und Richtwerte aus dem Bereich der Klimabewertung herangezogen werden [12]. ■

LITERATUR

[1] Directive 2006/25/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical

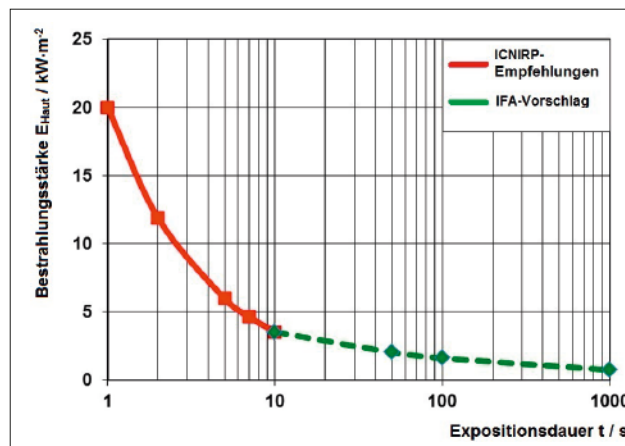


Abb. 1: EGW zum Schutz vor Hautverbrennung aus [2, 7] und die in der AKNIR-Stellungnahme [10] vorgeschlagene Erweiterung der EGW bis 1000 s aus [12].

radiation) (19th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC)

- [2] ICNIRP: Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0.38 to 3 μm). *Health Phys.* 73: 539–554; 1997
- [3] ICNIRP: Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). *Health Phys.* 87(2): 171–186; 2004
- [4] ICNIRP: Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 180 nm and 1,000 μm . *Health Phys.* 71(5), 804–819 (1996)
- [5] ICNIRP: Revision of guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 400 nm and 1.4 μm . *Health Phys.* 79(4), 431–440 (2000)
- [6] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – OStrV) vom 19. Juli 2010 (BGBl. I S. 960), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2681) geändert worden ist
- [7] ICNIRP: Guidelines on limits of exposure to incoherent visible and infrared radiation, *Health Phys.* 105(1), 74–96 (2013)
- [8] ICNIRP: Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 180 nm and 1,000 μm . *Health Phys.* 105(3), 271–295 (2013)
- [9] Ein unverbindlicher Leitfaden zur Richtlinie 2006/25/EG über künstliche optische Strahlung (2011)
- [10] Berlien, H.-P.; Brose, M.; Franek, J.; Graf, M.-J.; Halbritter, W.; Janßen, W.; Ott, G.; Reidenbach, H.-D.; Romanus, E.; Schmitz, B.; Siekmann, H.; Udovičić, L.; Weiskopf, D.: Statement on ICNIRP guidelines on limits of exposure to incoherent optical radiation; *baua-focus*, Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA), Dortmund (2016) <https://dx.doi.org/10.21934/baua: focus20160509>
- [11] Statement on ICNIRP guidelines on limits of exposure to laser radiation. Ad-hoc-Gruppe des Arbeitskreises Nichtionisierende Strahlung (AKNIR) des deutsch-schweizerischen Fachverbands für Strahlenschutz: Berlien, H.-P.; Brose, M.; Collath, T.; Franek, J.; Graf, M.-J.; Halbritter, W.; Janßen, W.; Ott, G.; Reidenbach, H.-D.; Romanus, E.; Schmitz, B.; Udovičić, L.; Weiskopf, D.; eingereicht im Juni 2017
- [12] Empfehlung des IFA: Expositionsgrenzwerte zum Schutz der Haut vor Verbrennungen durch Wärmestrahlung (2011) <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/empfehlung--ir-expgrenzwerte.pdf>
- [13] DIN 33403-3:2011-07 Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung – Teil 3: Beurteilung des Klimas im Warm- und Hitzebereich auf der Grundlage ausgewählter Klimasummenmaße