



Institut für Prävention und Arbeitsmedizin
der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
Institut der Ruhr-Universität Bochum

Expositionsminimierung beim MAG-Schweißen - InterWeld-Feldstudie

Dr. Martin Lehnert

Umsetzung der Gefahrstoffverordnung - Online-Fachtagung

07. Mai 2026



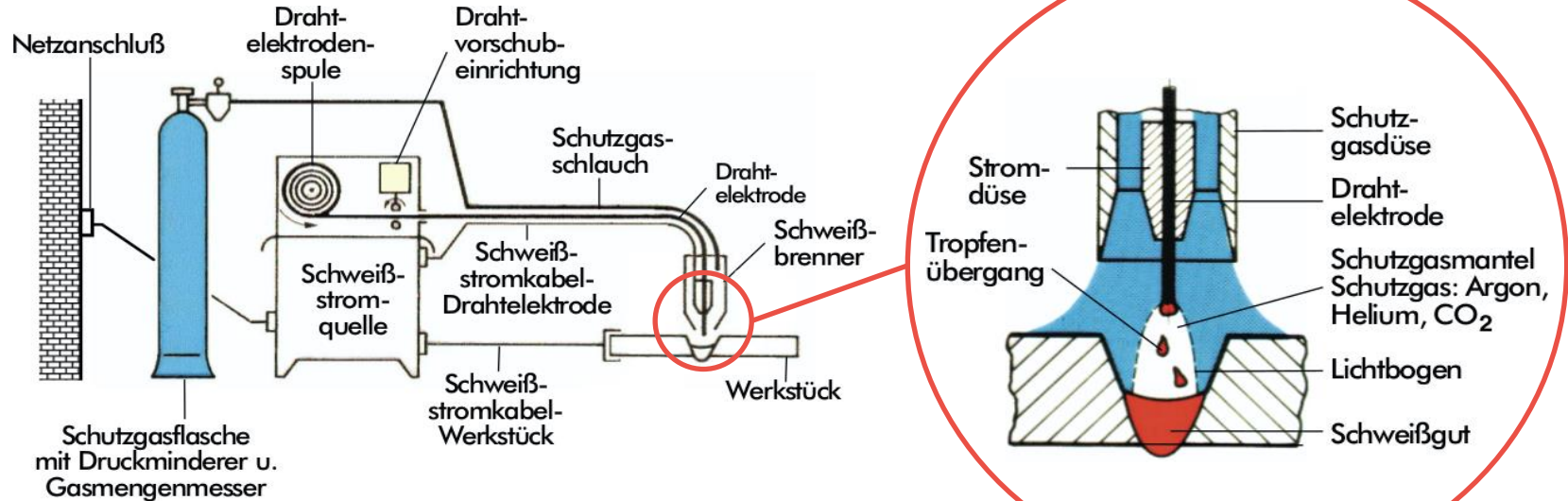
Schweißen

- Verbreitetste Verbindungstechnik im Stahlbau
- 260.000 Schweißer in D* + gelegentlich Schweißende & „By-Stander“
- hoher Anteil handgeführt
- Zahlreiche Verfahren (MAG, WIG, Laser, Stab,)

* W. Moos, R. Janen-Timmen, J. Klöpfer, N. Leonenko: Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Fügetechnik in Deutschland und Europa. Schweißen und Schneiden, 65 (9) (2013), pp. 572-584



Exkurs: Metall-Schutzgas-Verfahren (MAG/MIG-Schweißen)



Gefährdungen beim Schweißen

- UV-Strahlung
- Körperzwangshaltungen
- Lärm
- Hitze
- Elektrische Gefährdung
- Elektromagnetische Felder
- Schweißrauch

(§6 GefStoffV: Gefährdungsbeurteilung)



Schweißrauch

Gefahrstoffe beim Schweißen

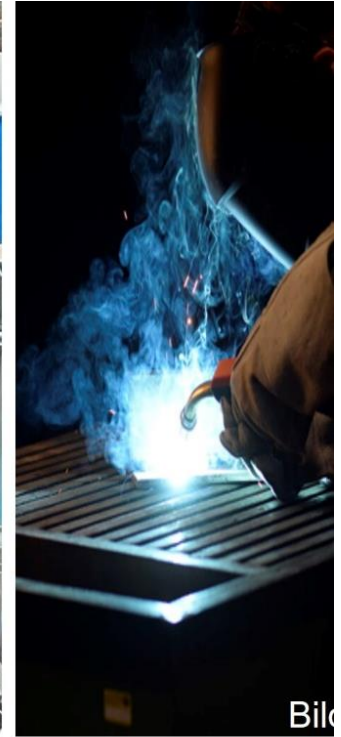
- Gase (O_3 , NO_x , ...)
- Partikel überwiegend $< 10 \mu m$
 - alveolengängige Staubfraktion

schädliche Wirkung von Metallen

- nicht-karzinogen (Fe, Al, Mn, Zn, Cu)
- karzinogen (Cr(VI), NiO)



Foto: Tim Mitzenheim



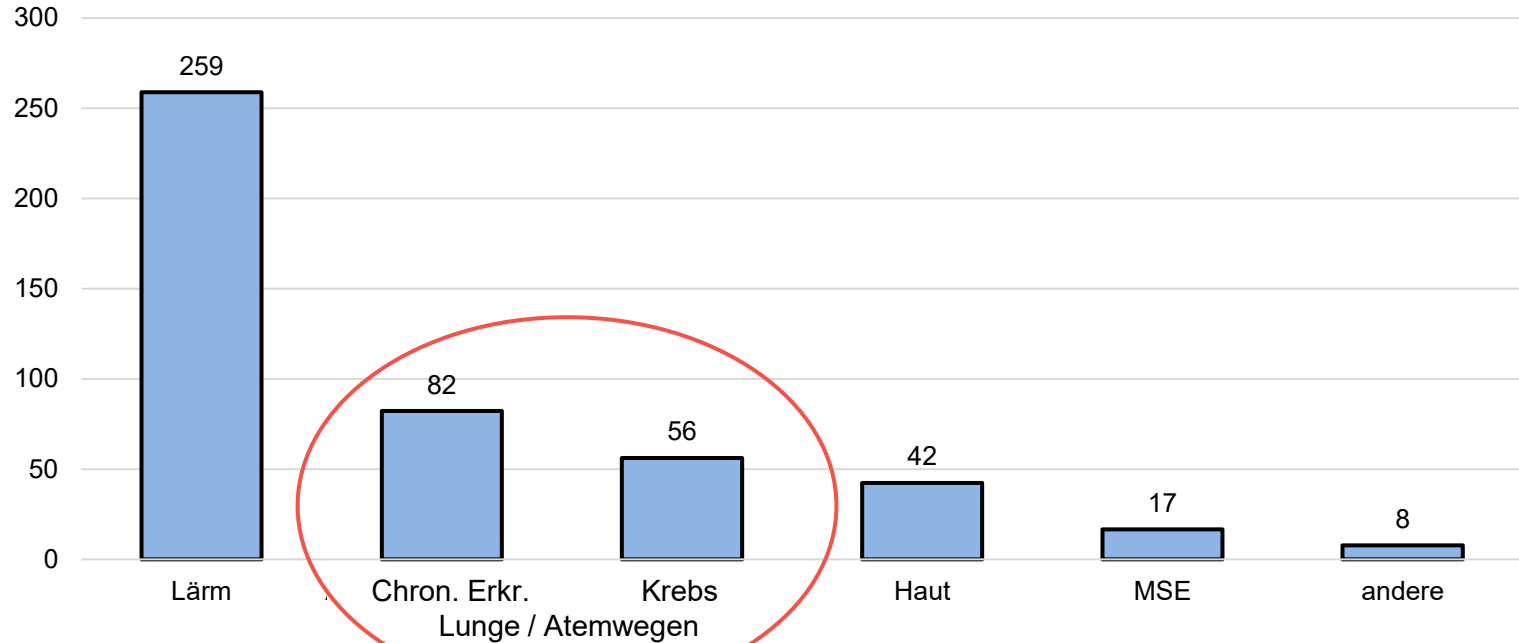
Bild

Grenzwertbeispiele (Luft)

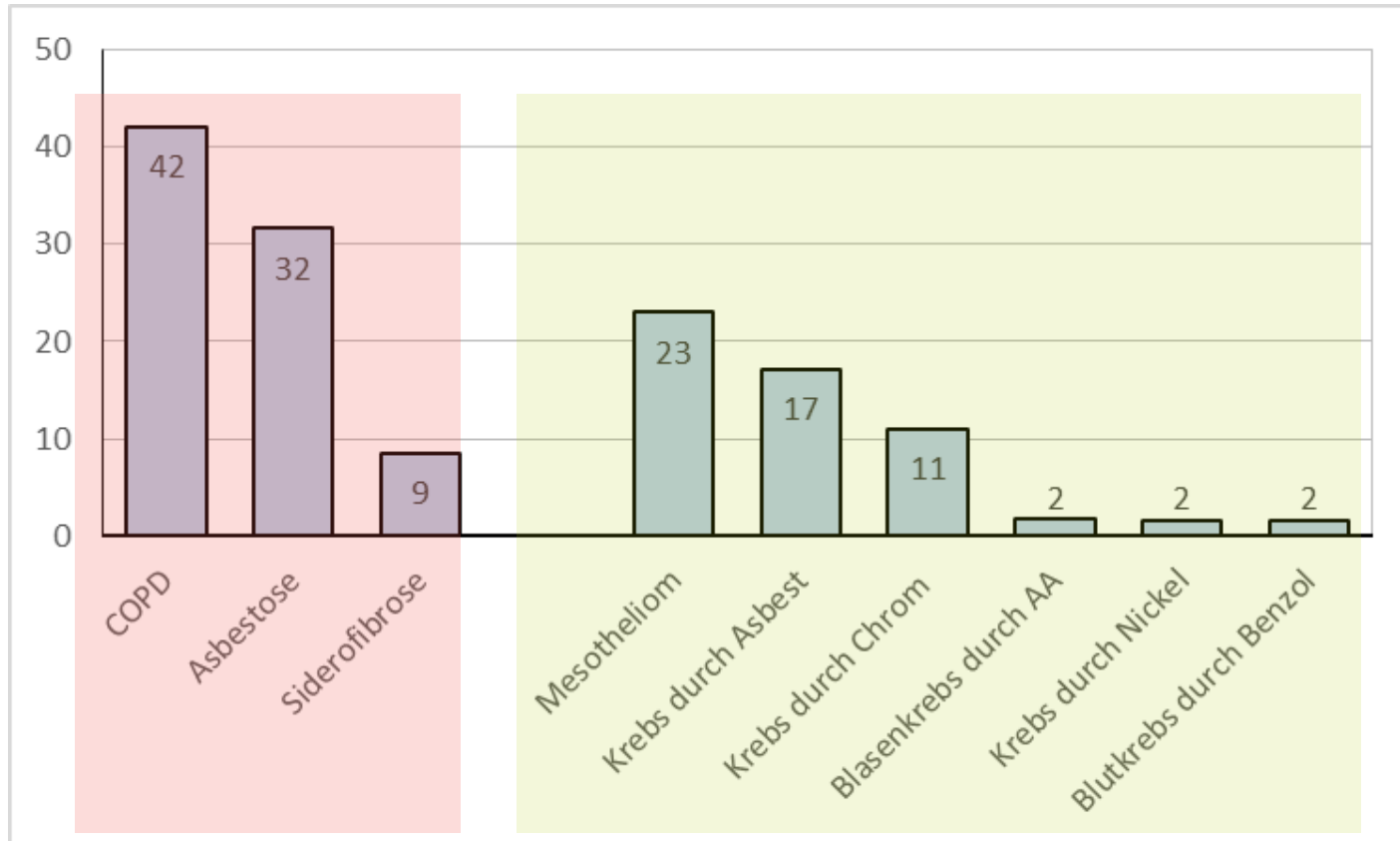
Stoff	Grenzwerte	
→ Allgemeiner Staubgrenzwert	AGW 10 mg/m ³ (E)	AGW 1,25 mg/m ³ (A)
Krebserzeugende Arsenverbindungen	TK 8,3 µg/m ³ (E)	AK 0,8 µg/m ³ (E)
Cadmium u. krebserzeugende Cadmiumverbindungen	TK 1,0 µg/m ³ (E)	AK 0,16 µg/m ³ (A)
→ Chrom(VI)-Verbindungen	BM 1,0 µg/m ³ (E)	
Cobalt und anorganische Cobaltverbindungen	TK 5,0 µg/m ³ (A)	AK 0,5 µg/m ³ (A)
Nickel (Metall, Pulver, Staub)	AGW 30 µg/m ³ (E)	AGW 6,0 µg/m ³ (A)
→ Krebserzeugende Nickelverbindungen	TK 6,0 µg/m ³ (A)	AK 6,0 µg/m ³ (A)
→ Mangan und seine anorganischen Verbindungen	AGW 0,2 mg/m ³ (E)	AGW 0,02 mg/m ³ (A)
Fluoride	AGW 1 mg/m ³ (E)	
Stickstoffmonoxid (gasförmig)	AGW 2,5 mg/m ³ (= 2 ppm)	
Stickstoffdioxid (gasförmig)	AGW 0,95 mg/m ³ (= 0,5 ppm)	
Kohlenmonoxid (gasförmig)	AGW 35 mg/m ³ (= 30 ppm)	

BK-Statistik der DGUV

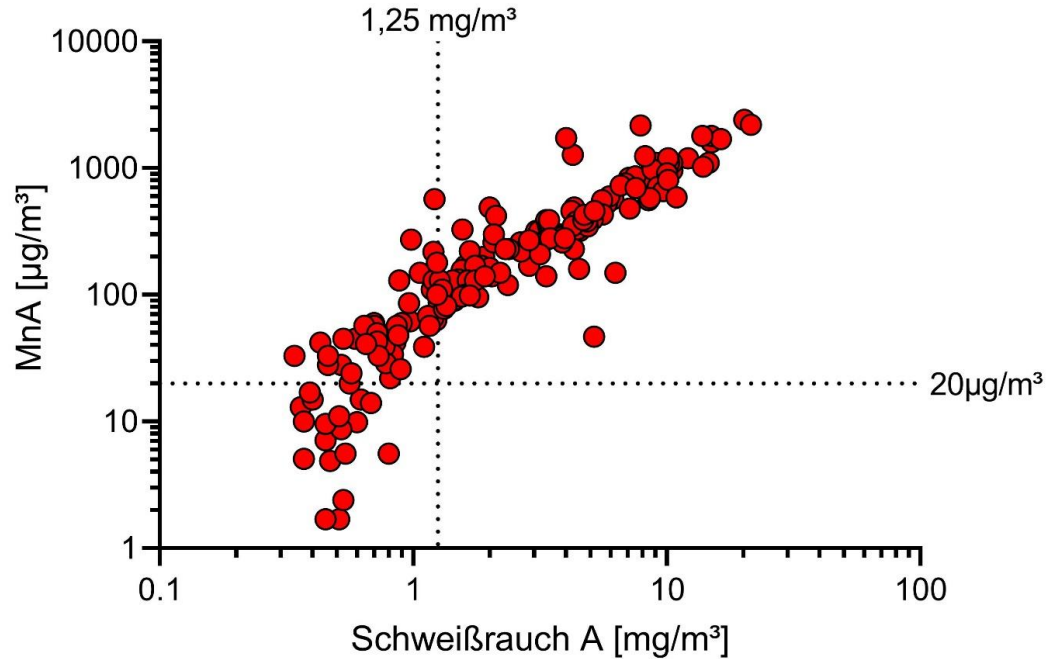
Berufskrankheiten bei Schweißern* in Deutschland Mittel der Jahre 2020 bis 2024 (N=464)



BK-Statistik der DGUV



Inhalative Exposition von Schweißrauch



- Metall-Aktivgas-Schweißen (MAG) in WELDOX (N=144)
- 74% Überschreitung des heutigen AGW für A-Staub (1,25 mg/m³)
- 94% Überschreitung des heutigen AGW für Mn(A)

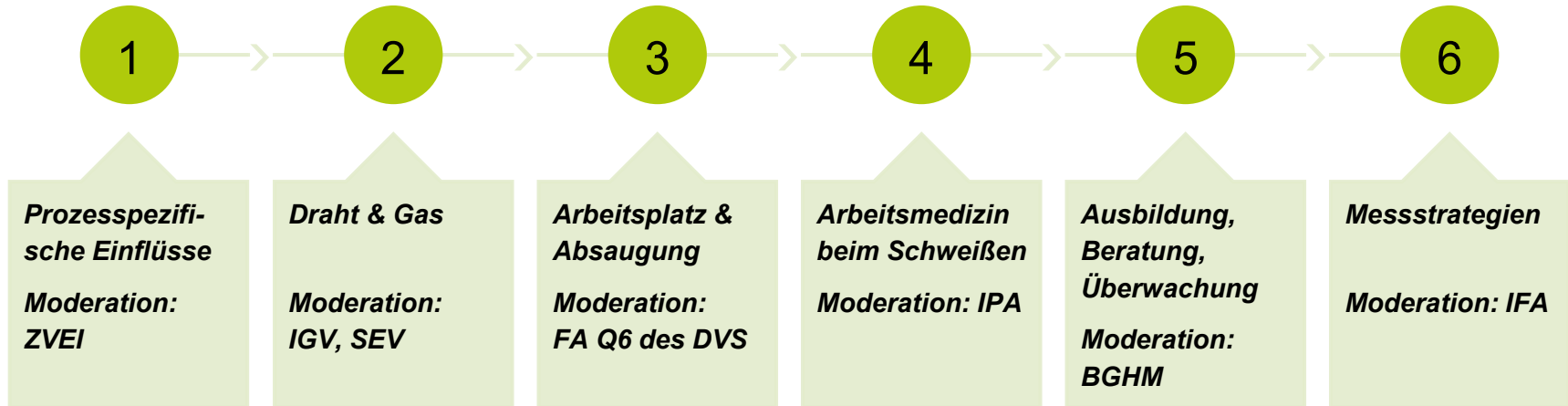
Handlungsdruck

- Arbeitsplatzgrenzwerte werden oft nicht eingehalten
 - s. Daten WELDOX-Studien
(Lehnert et al.: Exposure to Inhalable, Respirable, and Ultrafine Particles in Welding Fume Occup Hyg 2012 Jul; 56(5): 557-567)
- Hochstufung von Schweißrauch in Gruppe 1 (2018)
„Gesichert kanzerogen für den Menschen“
(IARC Monograph 118 (2018): Welding, Molybdenum Trioxide, and Indium Tin Oxide)

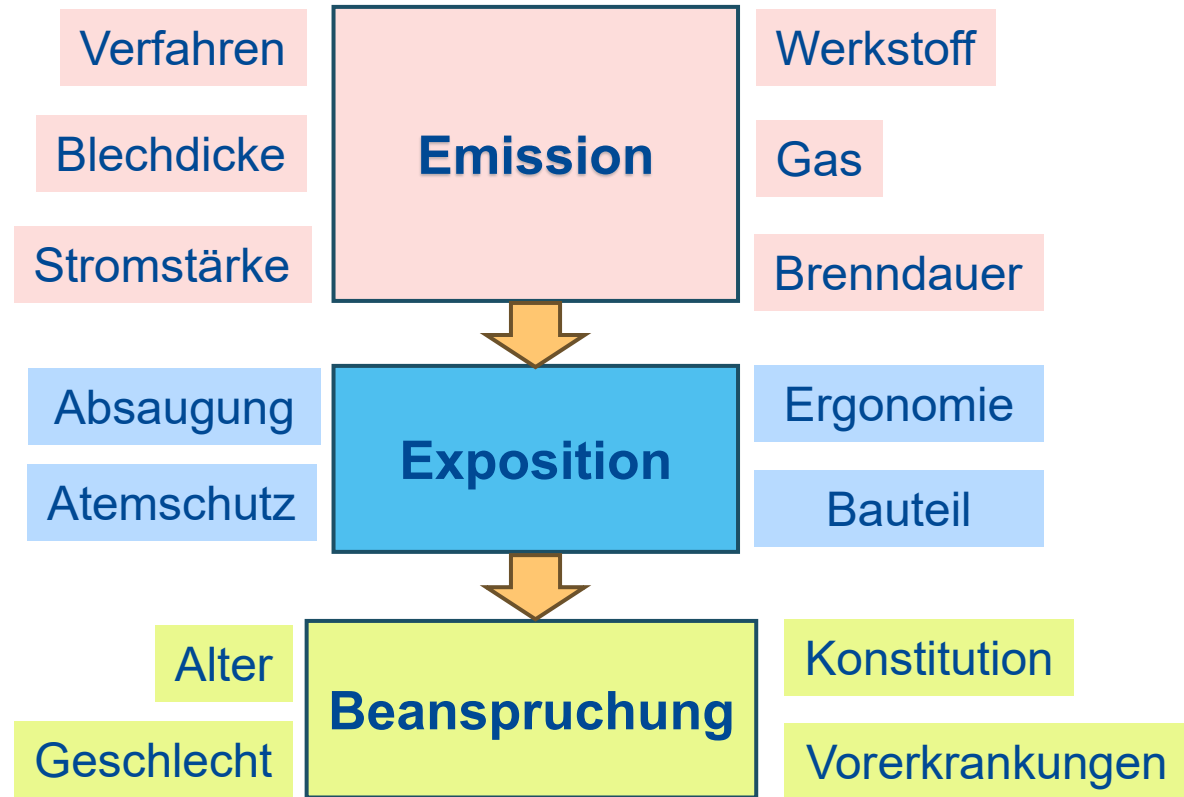


Initiative „Schweißrauchkolloquium“

- Veranstaltungsreihe von DGUV, BGHM und DVS I - VIII (2019 - 2024)
- Umsetzung der TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“
- Kooperationsrahmen von Industrieverbänden, Unfallversicherungsträgern, der staatlichen Gewerbeaufsicht und Forschungseinrichtungen



Determinanten der Exposition



Aktivitäten & Impulse

- DGUV Information 209-096: *Schweißrauchminderung im Betrieb – Schweißrauchminderungsprogramm*
- Homepage „**Sicher Schweißen**“
- **ProTool** - Werkzeug zur Prognose der Exposition an typischen Schweißarbeitsplätzen
- **Handlungshilfe für BÄ** – Schweißen im Stahlbau
- Forschungsprojekte (z.B. **InterWeld**-Studie)



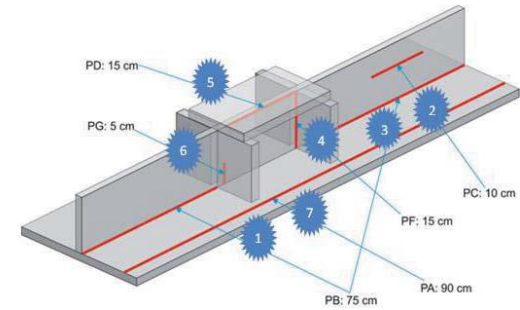
Foto: IPA



Foto: Tim Mitzenheim

InterWeld-Pilotstudie

- Einfluss von Prozessvariablen auf die inhalative Exposition im Werkstattexperiment
(Absaugtechnik, Blechdicke, Prozessvariante)
- 40 MAG/MIG-Schweißungen eines Musterbauteils durch einen Lehrschweißer



Annals of Work Exposures and Health, 2021, 1-11
<https://doi.org/10.1093/annweh/wxab082>

Original Article

BOHS

The Chartered Society for
Worker Health Protection

OXFORD

Gefahrstoffe

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich
für die interne Verwendung bestimmt.
Wiedergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.

SCHWEISSRAUCH

Original Article

How to Reduce the Exposure of Welders to an Acceptable Level: Results of the InterWeld Study

Martin Lehnert^{1,*}, Arno Goebel², Wolfgang Zschiesche¹, Benjamin Kendzia¹, Johannes Pelzer², Dirk Taeger¹, Thomas Brüning¹ and Thomas Behrens¹

Einflüsse relevanter Randbedingungen auf die Schweißrauchexposition – Vergleich eines praxisnahen Experiments mit realen Arbeitsplätzen

M. Lehnert, A. Lotz, S. Schlatter, W. Zschiesche, T. von der Heyden, R. Van Gelder, D. Taeger, T. Behrens, K. Pitzke*, T. Brüning*

InterWeld-Feldstudie

Evaluation der Wirksamkeit von Interventionen zur Reduzierung der Schweißrauchexposition beim **MAG / MIG-Handschweißen im Betrieb**

1. Messung: Ausgangssituation

Intervention: zur Minderung der Exposition

2. Messung: Wirkungsprüfung

3. Messung: Nachhaltigkeitsprüfung



Intervention

- Prozessvarianten (z.B. Pulstechnik)
- Werkstoffe (z.B. Drahtlegierung)
- Prozessgas (z.B. CO₂-Beimischung)
- Absaugung (z.B. Absaugbrenner)
- Körperhaltung & „enger Raum“
- PSA (z.B. belüfteter Helm)

... in Abstimmung mit dem „**Interventionsteam**“

(§7 GefStoffV: Substitution; §§8-10 GefStoffV S-T-O-P-Prinzip)



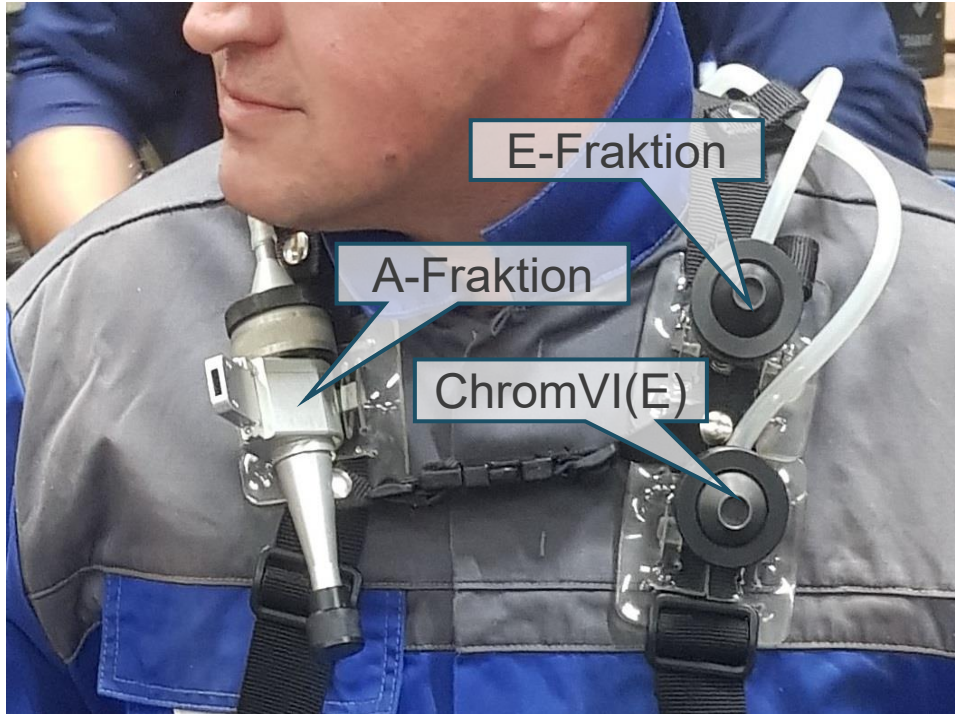
Foto: BGHM

Programm für Teilnehmende

- Aufklärung & Einwilligung („Ethik“)
- **Fragebogen** (Gewohnheiten, Gesundheit, Tätigkeiten)
- **Schweißbrauchmessung** am Arbeitsplatz bei alltäglicher Schweißstätigkeit
- **Urinprobe:** Chrom & Nickel im zertifizierten IPA-Labor
- **Blutprobe:** Mangan im zertifizierten IPA-Labor & Mn-Marker-Forschung der BAuA



Messsystem (MGU) („äußere Exposition“)



Messsystem Gefährdungsermittlung der UV-Träger - MGU

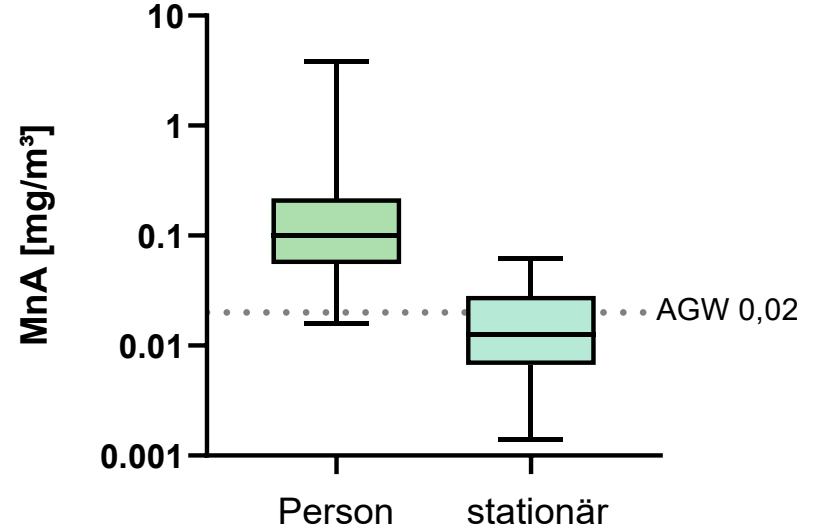
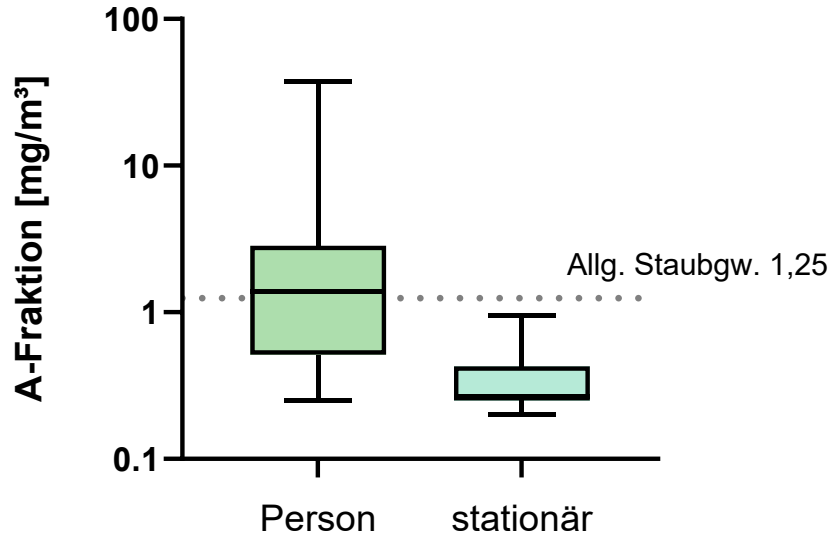
MGU-Messprogramm 9216, **Version 1.1**

„Gefahrstoffmessungen im Rahmen der InterWeld-Studie“

Handlungsanleitung

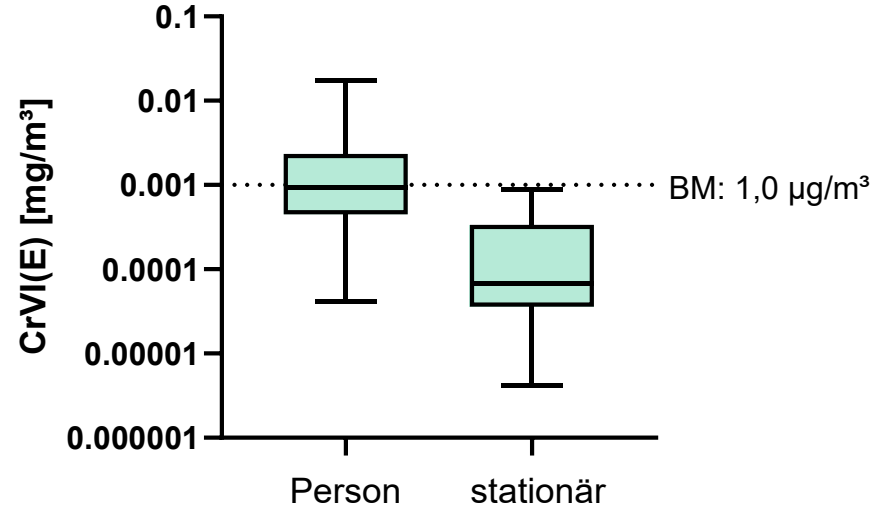
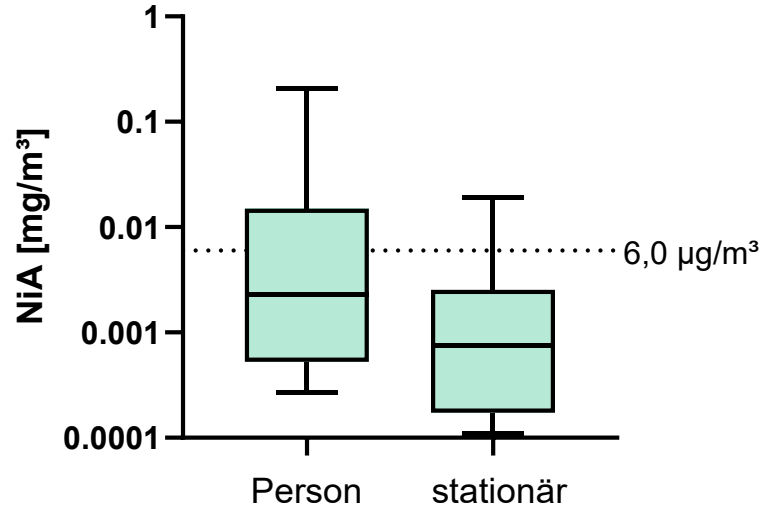
Stand: 15.04.2024

Exposition unter Ausgangsbedingungen



Gefahrstoffmessungen am Arbeitsplatz: A-Fraktion (A), Mangan in A (MnA), an der Person (N=53) und stationär (N=52);

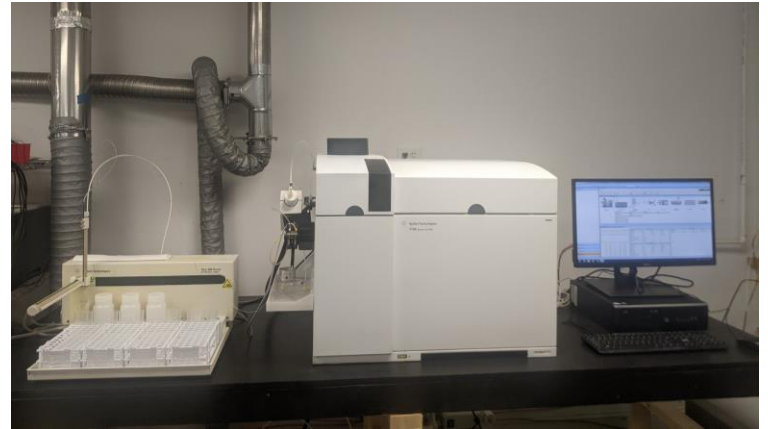
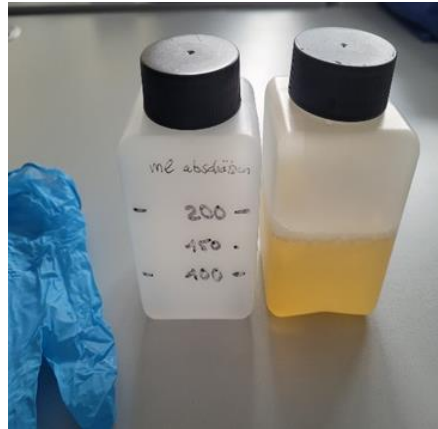
Exposition unter Ausgangsbedingungen



Gefahrstoffmessungen am Arbeitsplatz: Nickel in A (NiA) an der Person (N=53) und stationär (N=52); CrVI(E): hexavalentes Chrom in der E-Fraktion an der Person (N=23), stationär (N=22).

Humanbiomonitoring in Urin und Blut („innere Exposition“)

ICP-MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry) zur Metallanalytik
(Cr, Ni, Mn) im zertifizierten HBM-Labor des IPA



Biomonitoring in Urin und Blut (N=42)

Baustahl-Schweißer (BS)

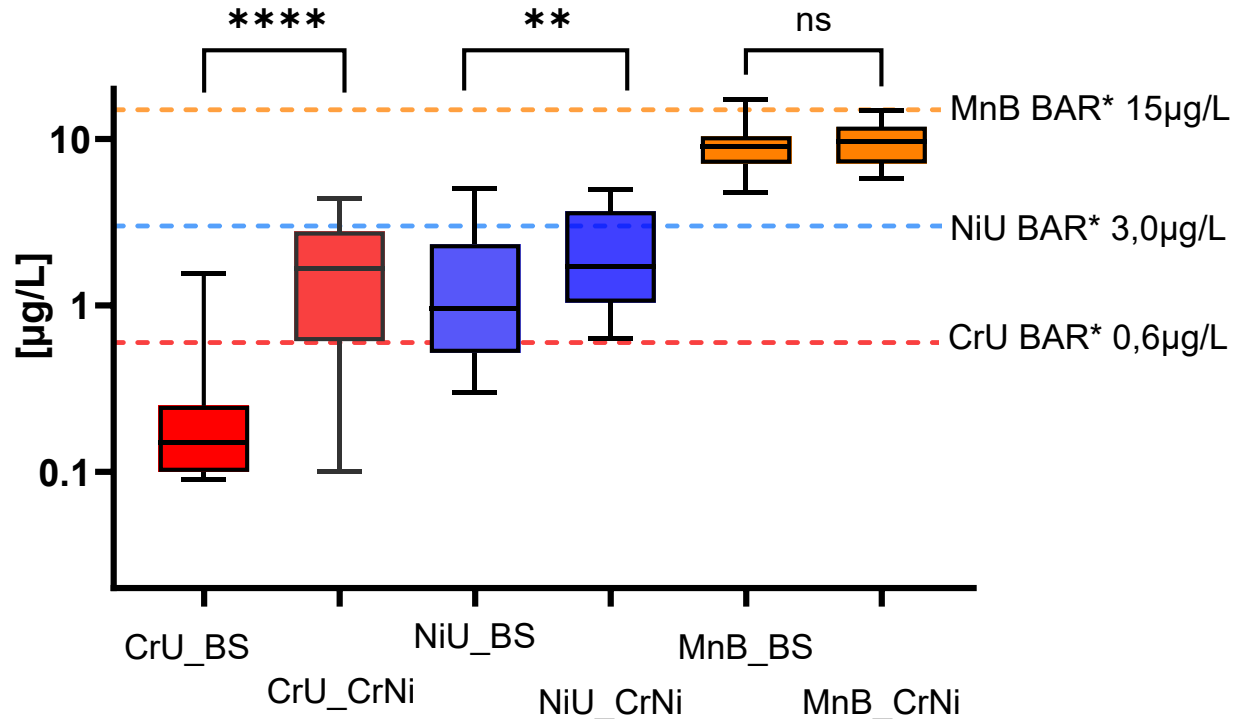
(N=23)

vs.

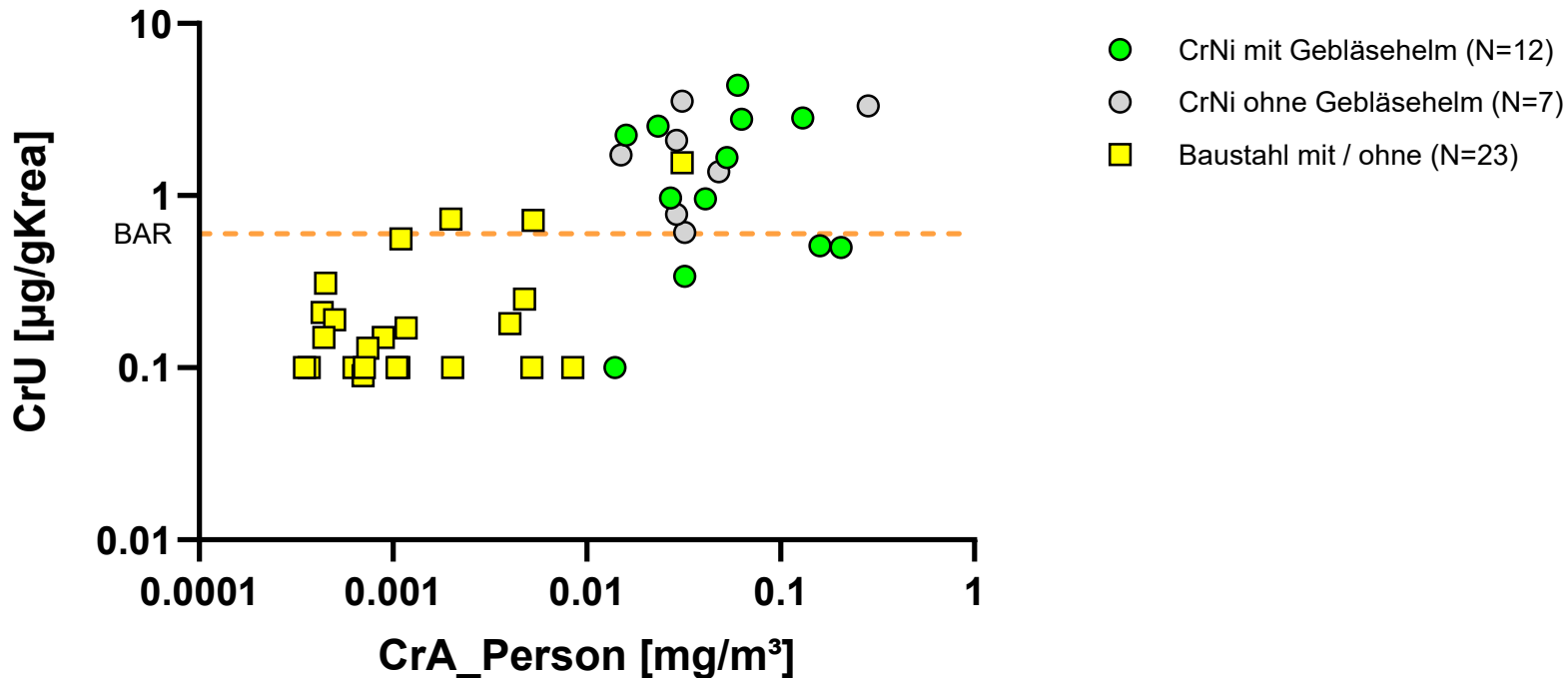
Edelstahl-Schweißer(CrNi)

(N=19)

*BAR: Biologische Arbeitsstoff-Referenzwerte;
DFG 95. Perzentil einer beruflich unbelasteten
Bevölkerungsreferenz

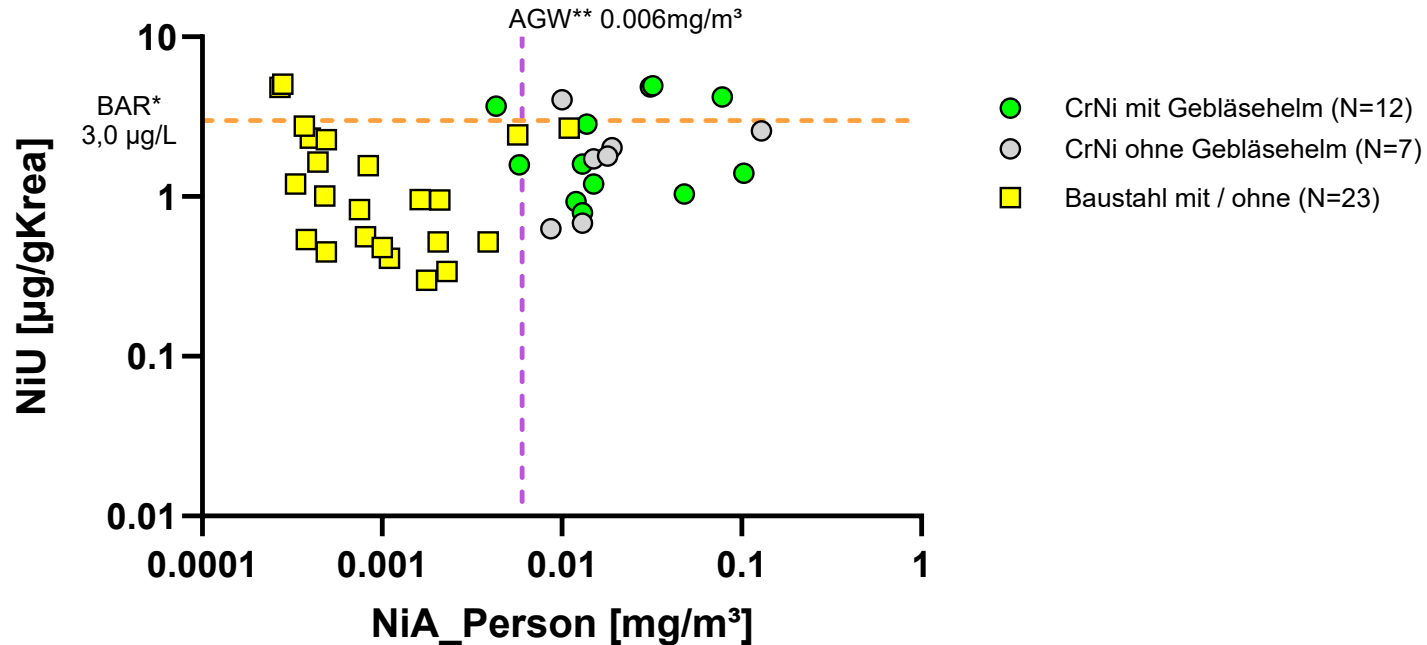


Chromexposition (InterWeld, N=42)



BAR: Biologischer Arbeitsstoff-Referenzwert; DFG 2008, 95. Perzentil einer nicht beruflich belasteten Referenzgruppe

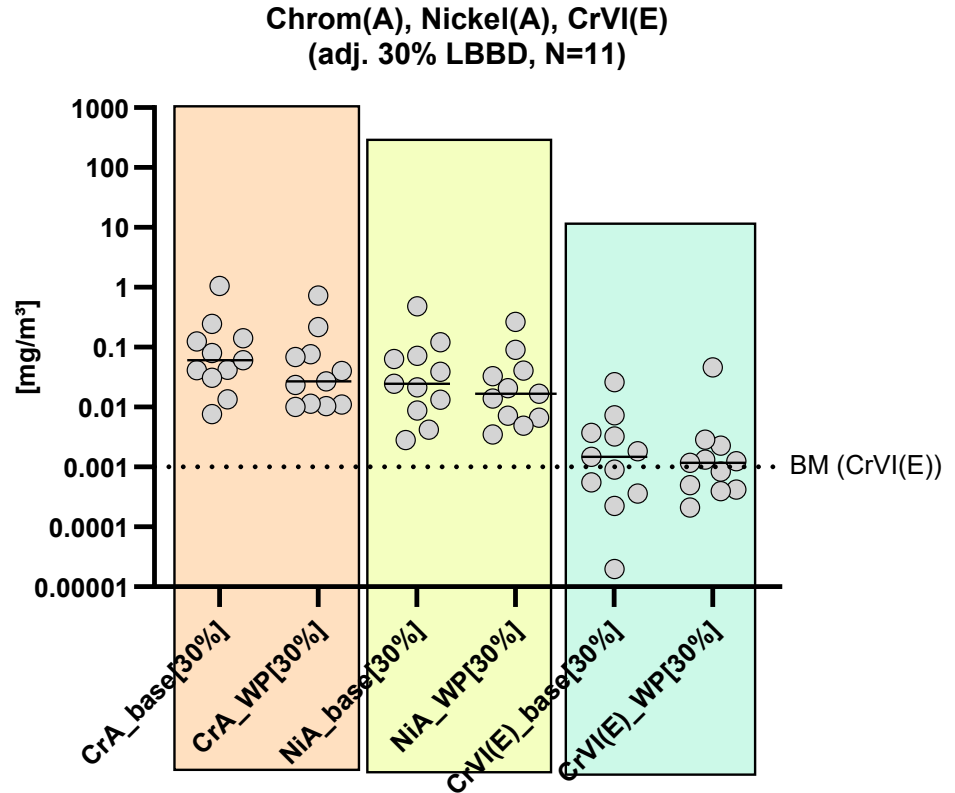
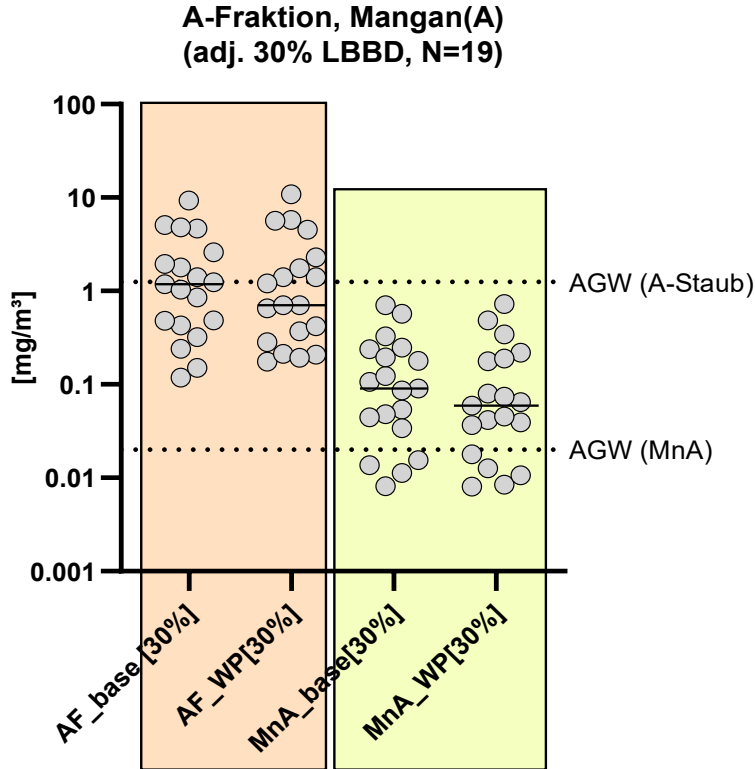
Nickelexposition (Interweld, N=42)



*BAR: Biologischer Arbeitsstoff-Referenzwert; DFG 2008, 95.Perzentil einer nicht beruflich belasteten Referenzgruppe

**AGW: Arbeitsplatzgrenzwert für kanzerogene Nickelverbindungen 6 µg/m³ (TRGS 900 / 910)

Wirkungsprüfung nach Intervention



Biomonitoring: Basismessung vs. Wirkungsprüfung

- Unsichere Exposition vor der Probenahme (Schweißtechnik, Material, PSA)
- Wurde die Intervention fristgerecht implementiert (mind. 2 Wochen zuvor)?
- Welche außerberuflichen Belastungen und Lebensweise könnten eine Rolle spielen?
-
-

Handlungshilfe für Betriebsärzte

- Link:
- <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publicationen/Praxis/A121.html>
- <https://doi.org/10.21934/baua:praxis20250715>

- auch als Broschüre bestellbar!



„Schweißrauchminderungsprogramm“

- DGUV Information 209-096



(<https://www.bghm.de/arbeitsschuetzer/gesetze-und-vorschriften/dguv-informationen/dguv-information-209-096-schweissrauchminderung>)



SICHER SCHWEISSEN

Das Programm

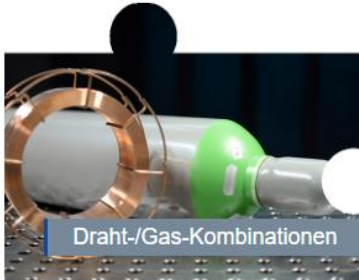
Gefährdungen

Beurteilungen ▾

Maßnahmen ▾

Best Practice ▾

Die Kooperation



Dr. med. Martin Lehnert
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1
44789 Bochum
Telefon: 030 13001-4211

Martin.Lehnert@dguv.de

Vielen Dank für

Ihre Aufmerksamkeit