



BGHM- / DVS-Kolloquium Schweißbrauche am 29.10.2020

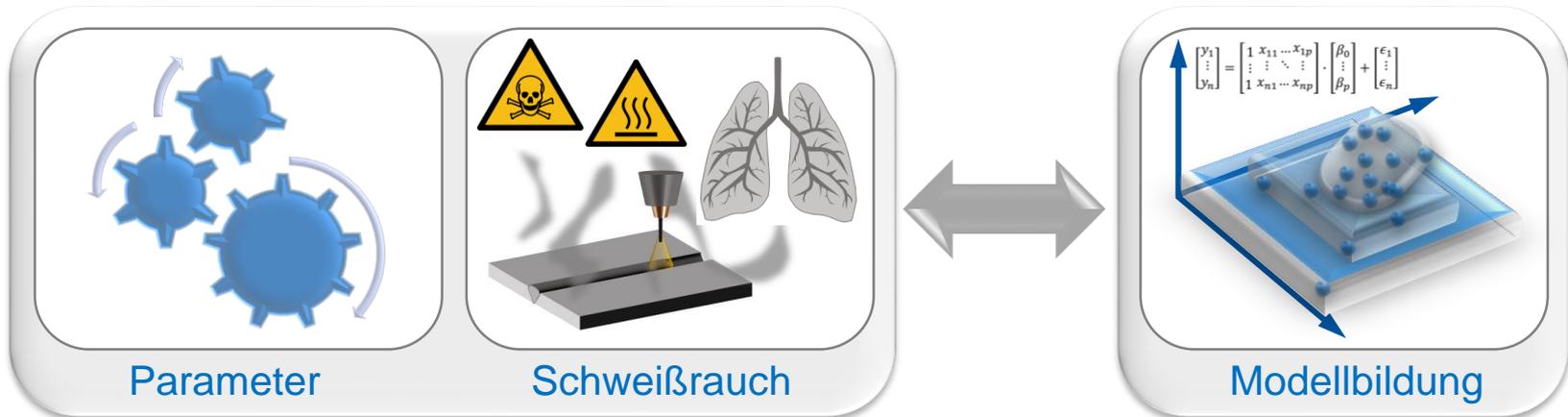
Übersicht themenbezogener Forschungsarbeiten am ISF

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Reisgen
Rahul Sharma, Martin Christ, Benjamin Ebert

Emissionsminimierung industriell relevanter MSG-Schweißprozesse unter Einhaltung einer geforderten Nahtqualität

Ansätze der prozessorientierten Emissionsreduzierung

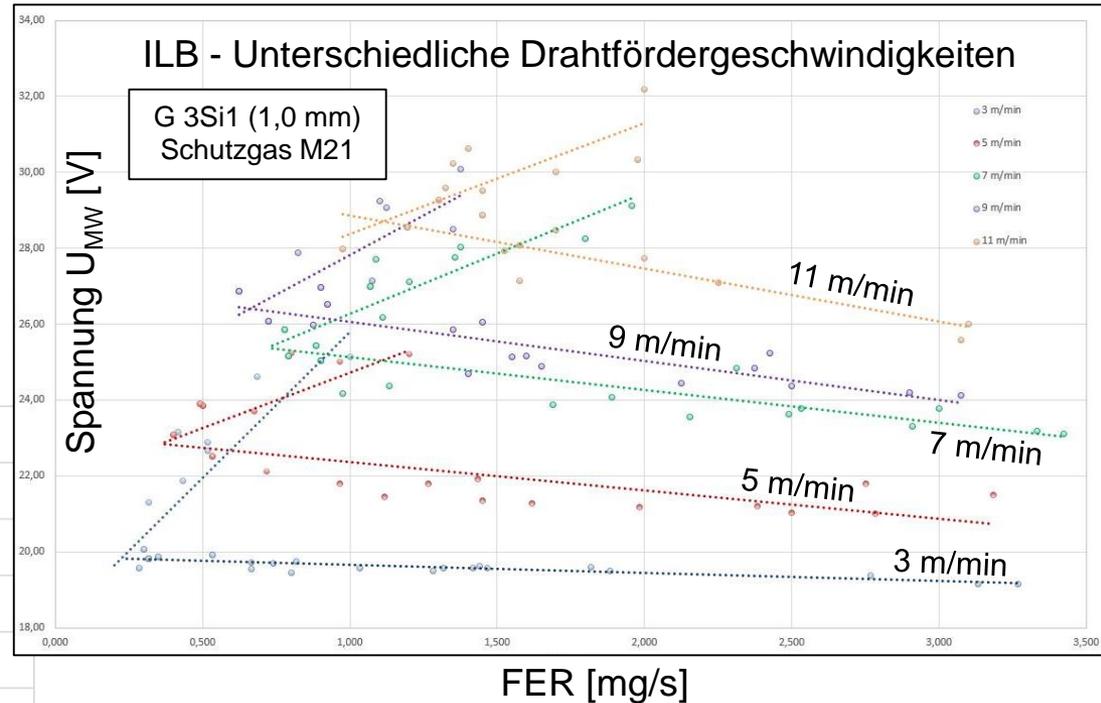
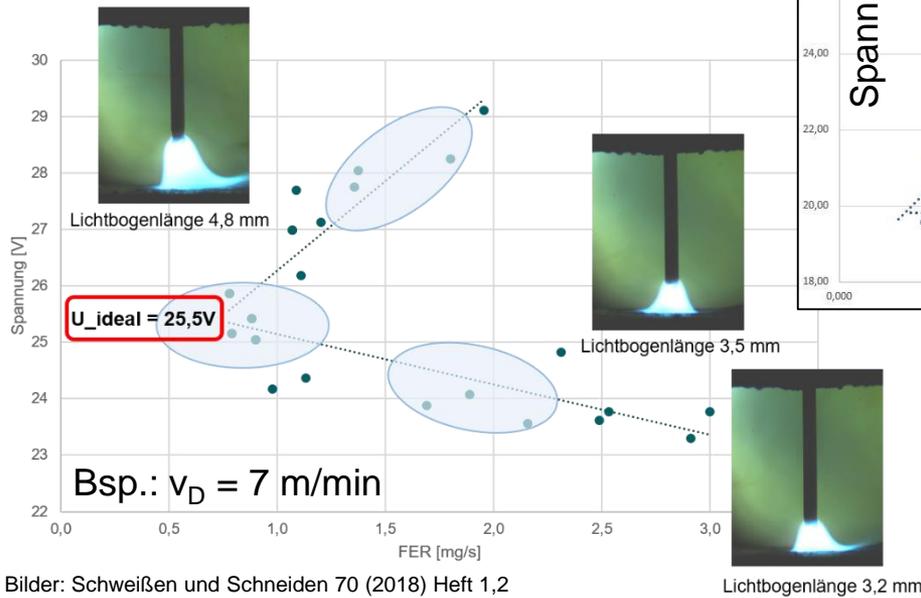
- Erarbeitung der funktionalen Zusammenhänge zwischen parametrischen Prozesseinstellungen und resultierenden Schweißrauchemissionen
 - kleinschrittige Prozessanalyse zur Nutzung der prozessbezogenen Möglichkeit zur Emissionsminimierung
- Aufbau modellhafter Korrelationsmatrizen
 - Empfehlungen zur Anpassung und Optimierung der Parametereinstellungen
 - Verbesserung der Modellgüte durch stetige Validierung mit empirischen Daten und Expertenwissen



Emissionsminimierung industriell relevanter MSG-Schweißprozesse unter Einhaltung einer geforderten Nahtqualität

Ansätze der prozessorientierten Emissionsreduzierung

- Impulslichtbogenschweißen
 - U_{ideal} als diejenige Spannung, die einen möglichst kurzen Lichtbogen ohne das Auftreten von Kurzschlüssen liefert



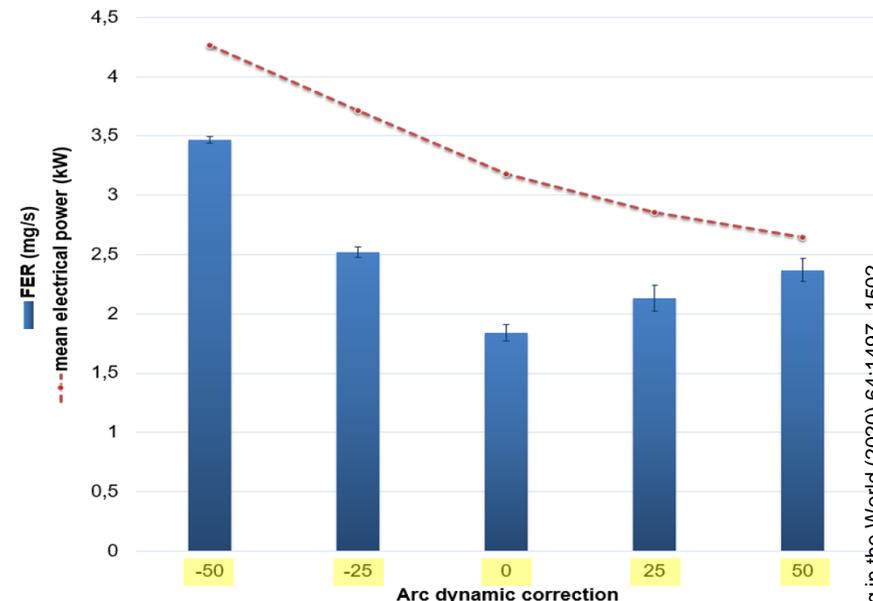
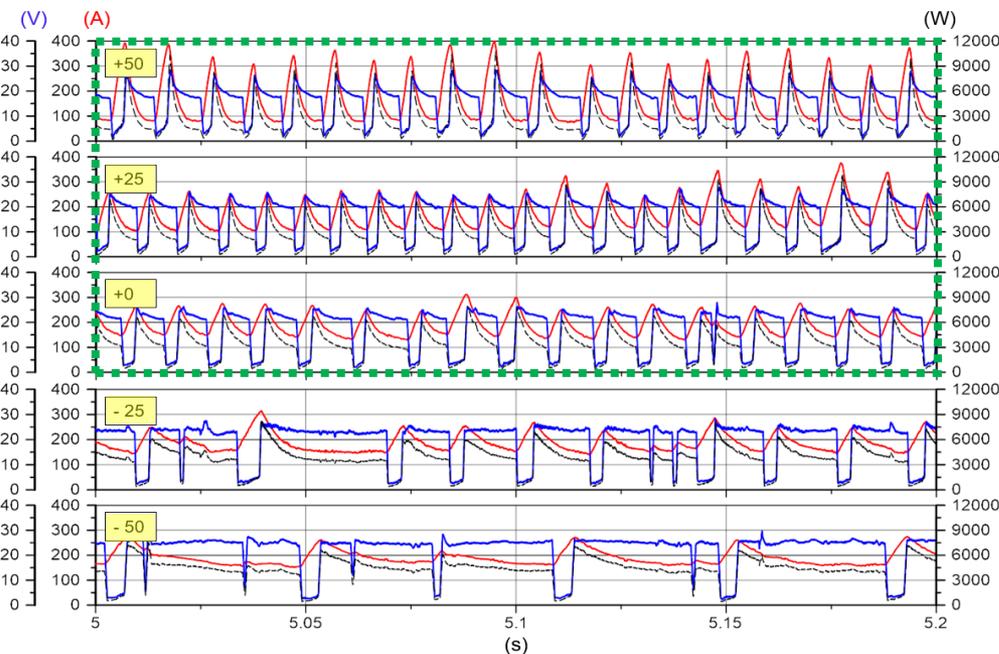
- Direkter Zusammenhang zwischen Spannung u. Lichtbogenlänge erlaubt phänomenologische Beschreibung

Bilder: Schweißen und Schneiden 70 (2018) Heft 1,2

Emissionsminimierung industriell relevanter MSG-Schweißprozesse unter Einhaltung einer geforderten Nahtqualität

Ansätze der prozessorientierten Emissionsreduzierung

- KLB-Schweißprozesse mit identischen Drahtfördergeschwindigkeiten (Bsp.: $v_D = 5$ m/min) aber veränderter Lichtbogendynamikkorrektur

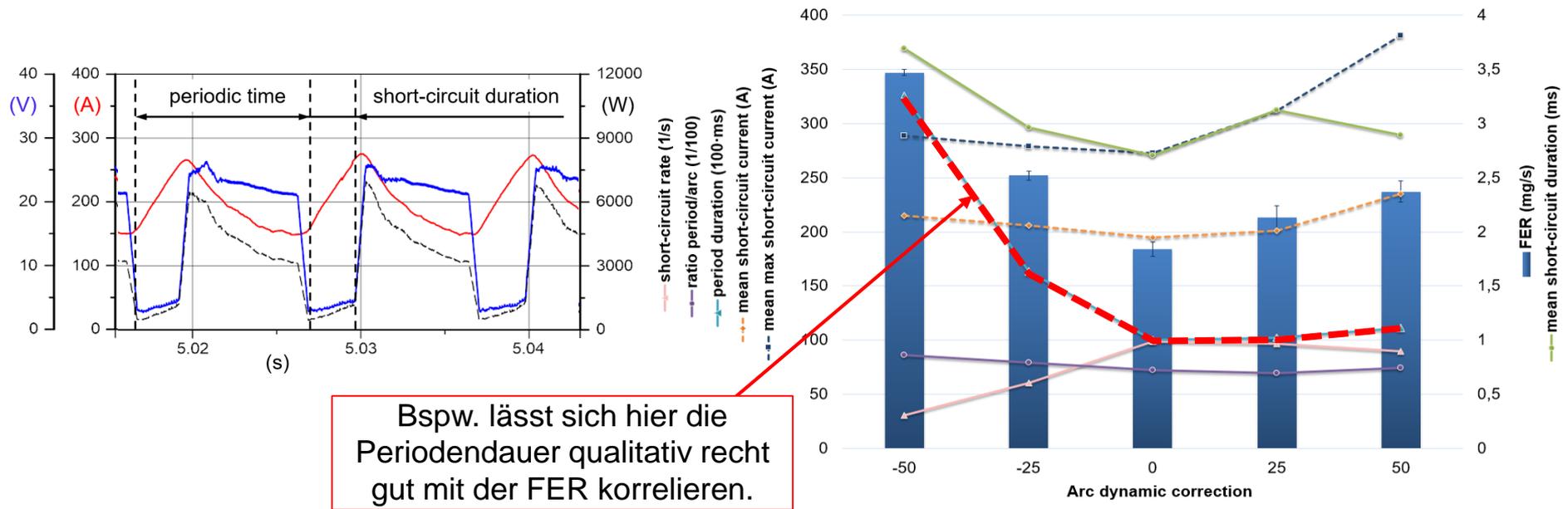


- Keine direkte Korrelation zwischen FER und mittlerer Prozessleistung
- Deutliche Unterschiede der FER auch zwischen den „stabilen“ Prozessen

Emissionsminimierung industriell relevanter MSG-Schweißprozesse unter Einhaltung einer geforderten Nahtqualität

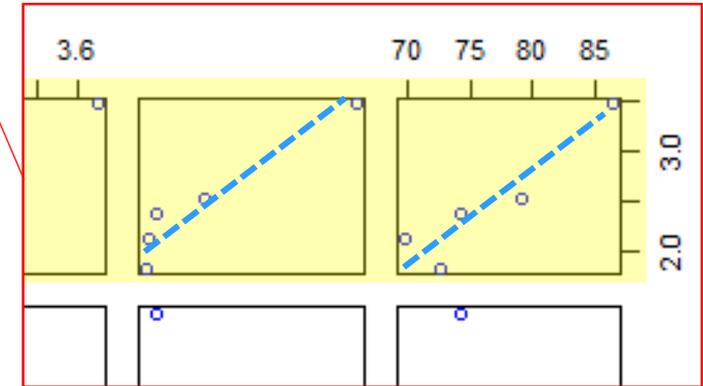
Ansätze der prozessorientierten Emissionsreduzierung

- Kleinschrittige Prozessanalyse ermöglicht detaillierte Prozessbewertung und individuelle Festlegung prozessspezifischer Schlüsselindikatoren, die schließlich mit der FER korreliert werden können.
- Selektive Auswahl von Variablen, die mittels multipler linearer Regression als Modell beschrieben werden.



Emissionsminimierung industriell relevanter MSG-Schweißprozesse unter Einhaltung einer geforderten Nahtqualität

Ansätze der prozessorientierten Emissionsreduzierung

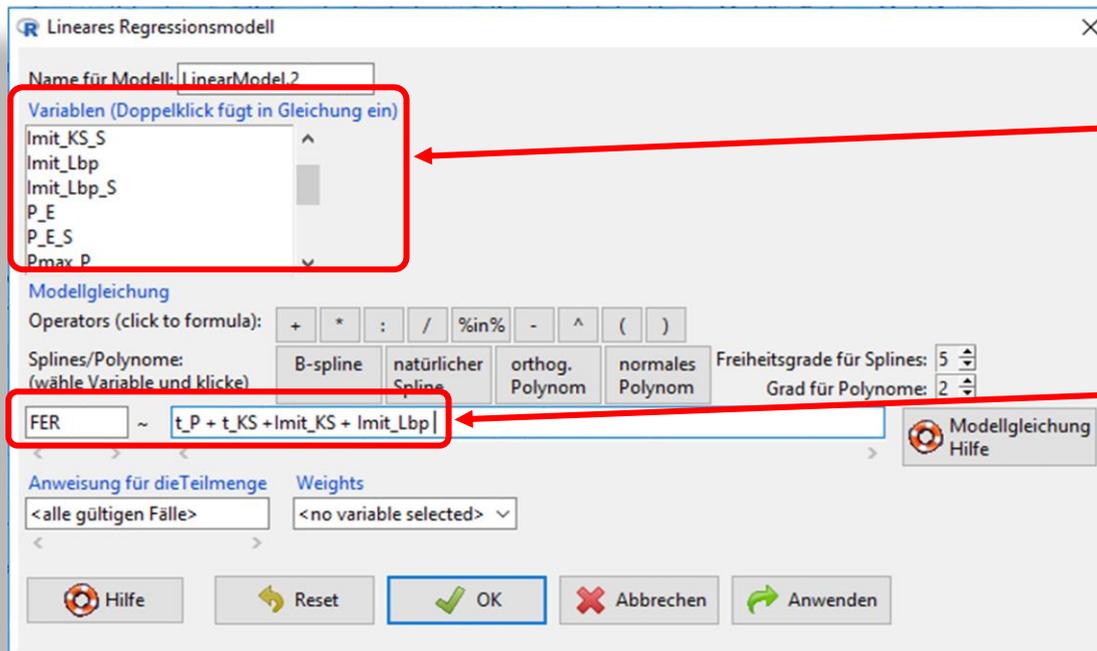


- „Scatter Plot Matrix“ zur Bewertung der Einflussstärke einzelner Prozesskenngroßen
 - Korrelation mit FER als Zielgröße

Emissionsminimierung industriell relevanter MSG-Schweißprozesse unter Einhaltung einer geforderten Nahtqualität

Ansätze der prozessorientierten Emissionsreduzierung

- Modellfunktion, in der die Einflussparameter oder Schlüsselindikatoren mit ihren entsprechenden Koeffizienten berechnet werden.



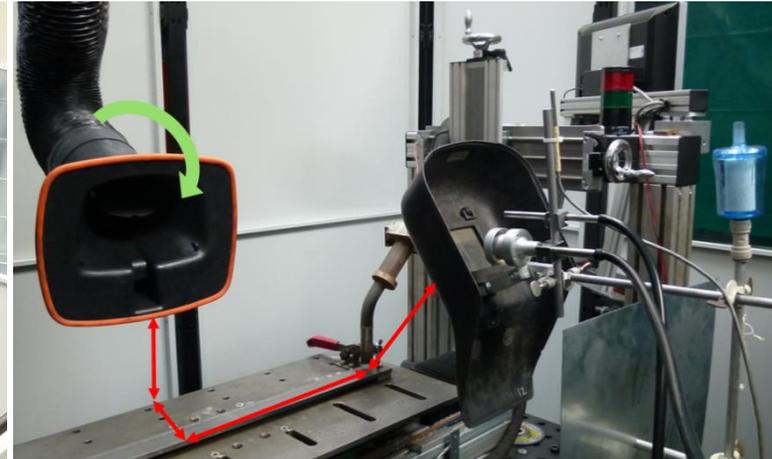
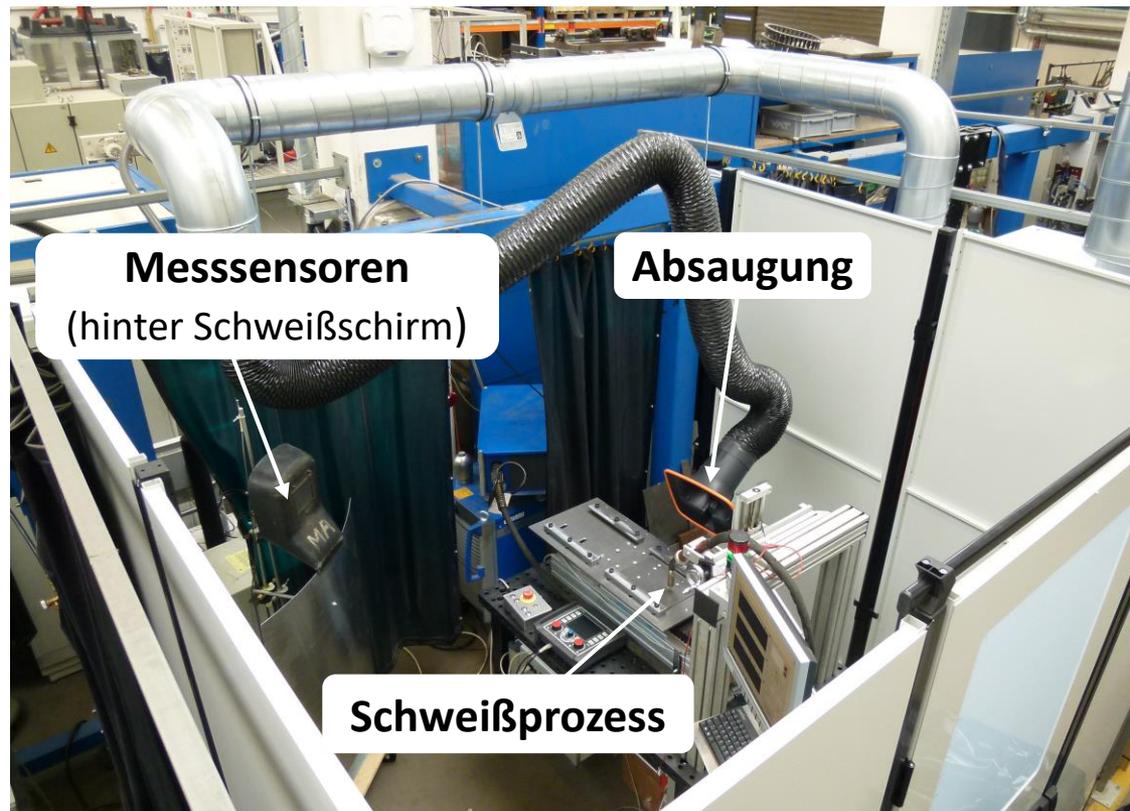
Selektion der Parameter/
Prozesskenngößen für
die Modellbildung

Multiple lineare Regression

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix}$$

Ermittlung von Schweißrauchexpositionen beim MSG-Schweißen unter definierten, realitätsorientierten Umgebungsbedingungen

Schweißkabine mit Absauganlage und integrierten Messaufbauten



FMPS

(Fast Mobility Particle Sizer)
- Anzahlgrößenverteilung und
Anzahlkonzentration

TEOM

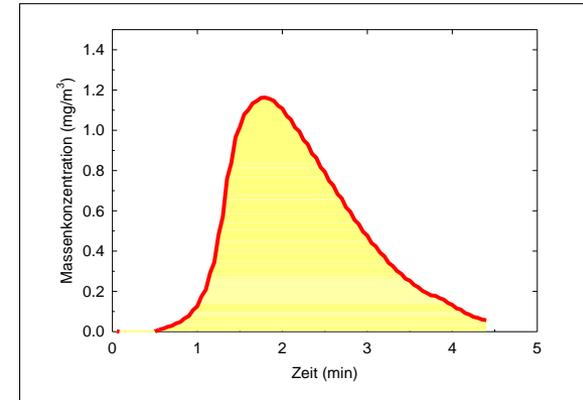
(Tapered Element Oscillating Microbalance)
- Bestimmung Schwebstaub/
Staubkonzentrationen

Bilder:
IGF-Nr. 20.047 N (DVS-Nr. Q6.2270)

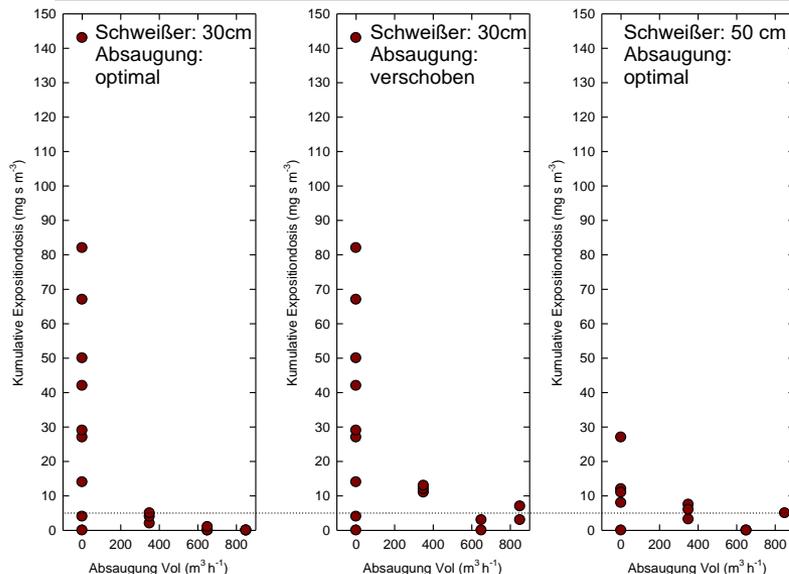
Ermittlung von Schweißrauchexpositionen beim MSG-Schweißen unter definierten, realitätsorientierten Umgebungsbedingungen

Quantifizierung von Expositionen

- Wirkung von Schweißrauch abhängig von Konzentration und Expositionsdauer
- Quantifizierung der Exposition durch Produkt bzw. Zeitintegral über der Schweißrauchkonzentration

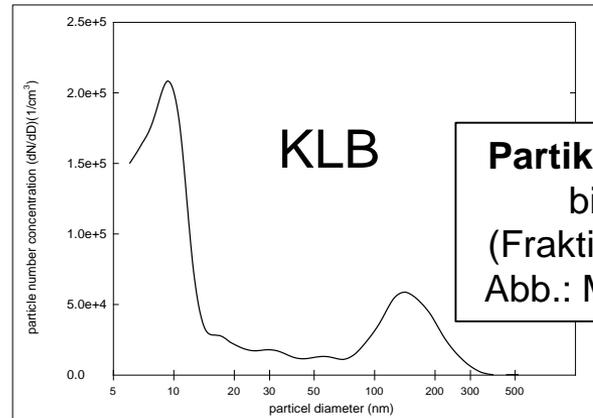


Einfluss von Position u. Volumenstrom der Absaugung auf Expositions-dosis



Kumulative **Massen**-Exposition: $D_m = \int_{t=0}^t C_{mass} dt$

Kumulative **Anzahl**-Exposition: $D_n = \int_{t=0}^t C_n dt$



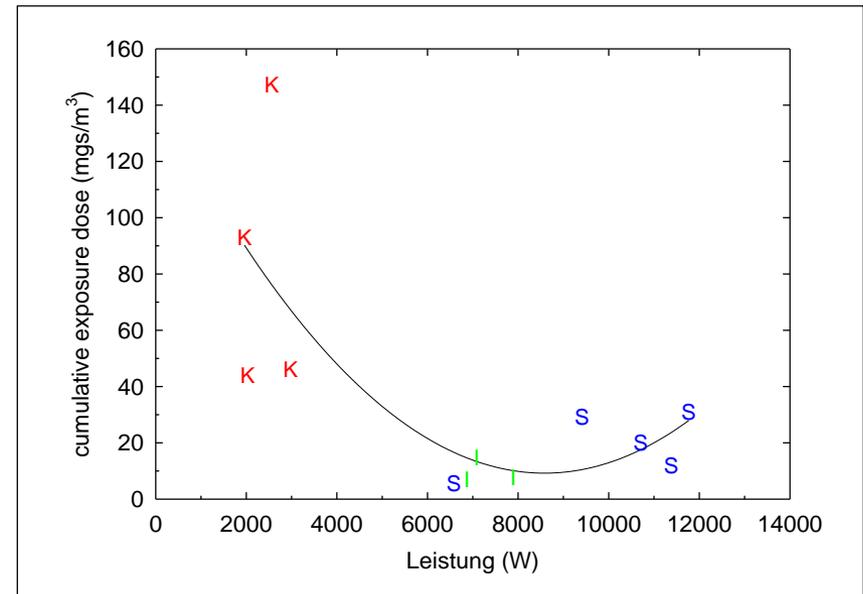
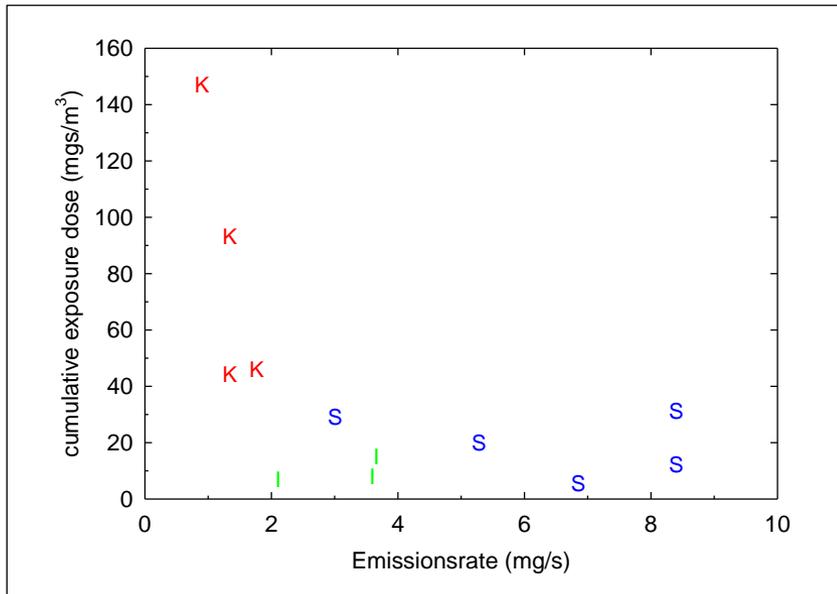
KLB

Partikelgrößenverteilung mit bimodularer Struktur (Fraktionen bei 10 u. 120 nm); Abb.: Maximum der Exposition

Quelle: IGF-Nr. 20.047 N (DVS-Nr. Q6.2270)

Ermittlung von Schweißrauchexpositionen beim MSG-Schweißen unter definierten, realitätsorientierten Umgebungsbedingungen

Erstellung eines Risikomodells



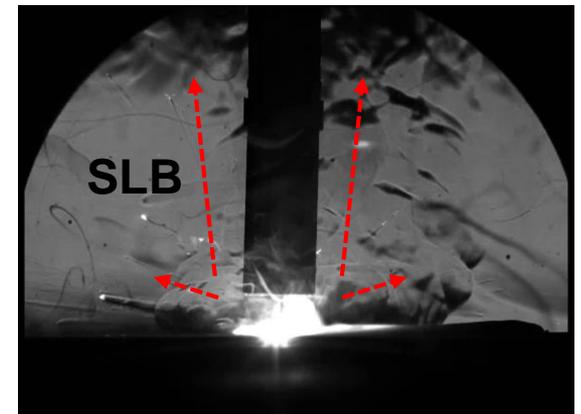
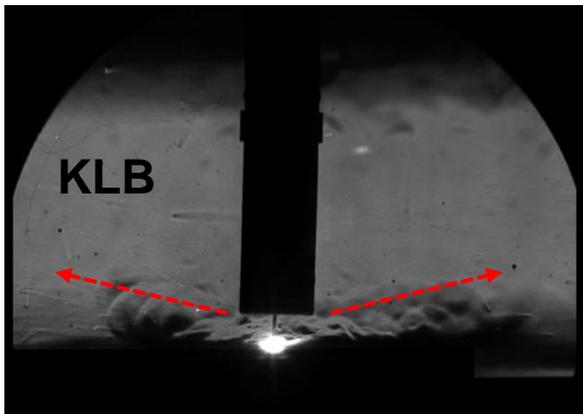
- Prozesse mit geringsten Emissionsraten zeigen höchste Expositionsdosen
- Prozessleistung als wichtige Einflussgröße auf Expositionsdosis
 - KLB mit niedriger Leistung zeigt hohe Expositionsdosen (Einfluss Kurzschlüsse!)
 - Prozesse im mittleren Leistungsniveau zeigen geringste Exposition
 - für SLB steigt Exposition mit höherer Leistung wieder an

Quelle:
IGF-Nr. 20.047 N (DVS-Nr. Q6.2270)

Ermittlung von Schweißrauchexpositionen beim MSG-Schweißen unter definierten, realitätsorientierten Umgebungsbedingungen

Erkenntnisse und Hypothesen

- Höhe der Emissionsrate bestimmt nicht maßgeblich die Expositionsstärke
- Schweißprozesse mit hoher Leistung:
 - Ausbildung einer stabilen thermischen Säule
 - Schweißrauch steigt schnell vertikal auf und gelangt nicht in den Atembereich
- Schweißprozesse mit geringer Leistung:
 - Rauch bewegt sich auch horizontal und gelangt so in den Atembereich
 - je nach Richtung dieser horizontalen Ausdehnung liegt eine höhere oder niedrigere Expositions-dosis bei einer hohen Variabilität der Messungen vor

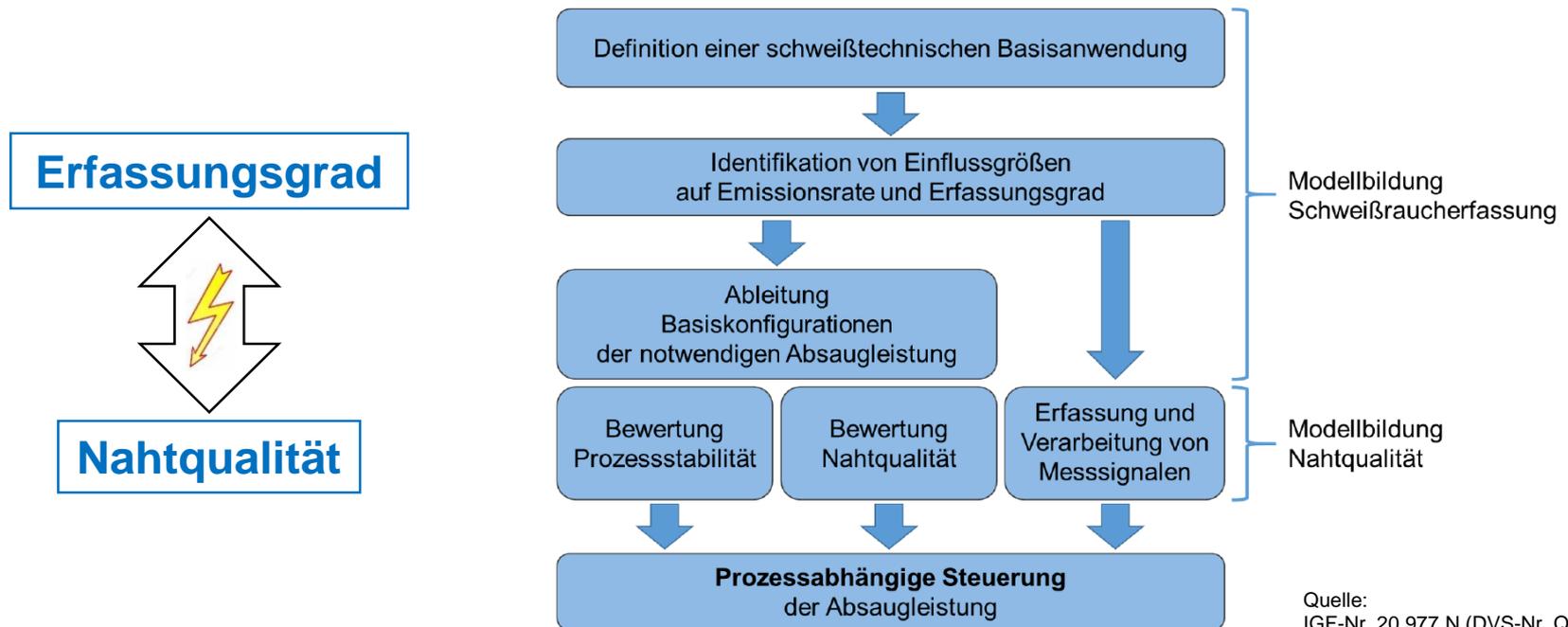


Quelle: IGF-Nr. 20.047 N (DVS-Nr. Q6.2270)

Schweißprozessabhängige Steuerung der Absaugleistung bei Anwendung von Absaugbrennern für das MSG-Schweißen

Prozessabhängige Steuerung der Absaugleistung

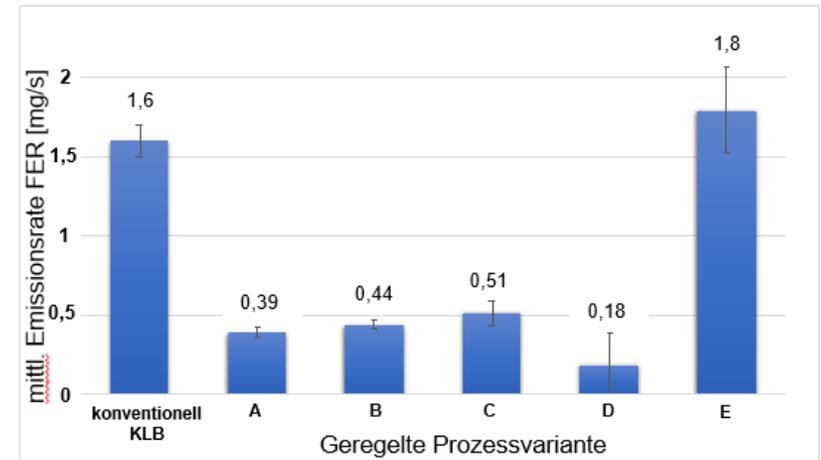
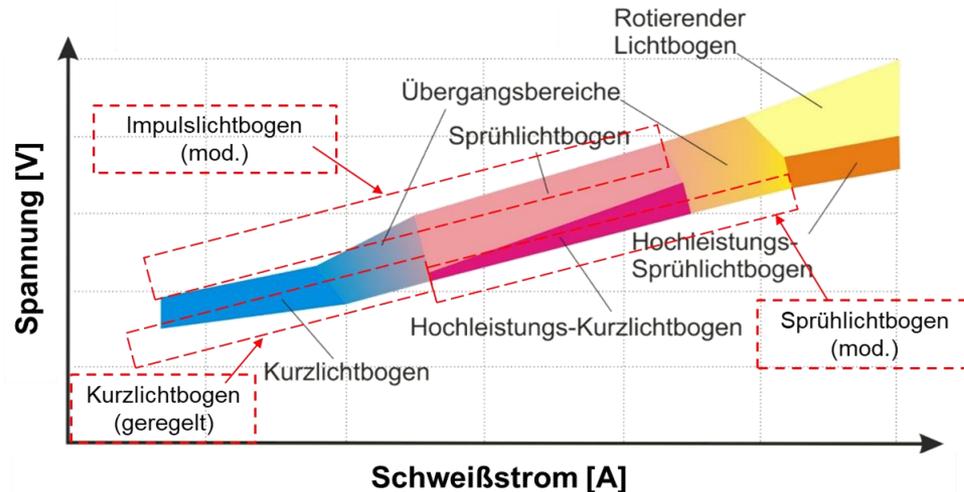
- Zielstellung:
 - Entwicklung einer schweißprozessabhängigen Steuerung der Absaugleistung, die gezielt auf die individuellen Prozessbedingungen anzupassen ist, um einen maximalen **Erfassungsgrad des Schweißrauches** unter Einhaltung einer geforderten **Nahtqualität** zu gewährleisten.



Untersuchung der Schweißrauchemissionsreduktion durch Anwendung digital geregelter Prozessvarianten beim MSG-Schweißen

Digital geregelte MSG-Prozessvarianten

- Moderne geregelte bzw. modifizierte Prozessvarianten zeigen in Untersuchungen ein hohes Einsparpotenzial bei Schweißrauchemissionen
- Emissionsreduktion häufig als „Nebenprodukt“ aus der Verbesserung der Prozesseigenschaften wie Einbrandverhalten, Prozessstabilität etc.
 - Reduktion der FER um 70 – 90 % bei geregelten KLB-Prozessvarianten und um > 30 % bei geregelten SLB-Prozessvarianten möglich



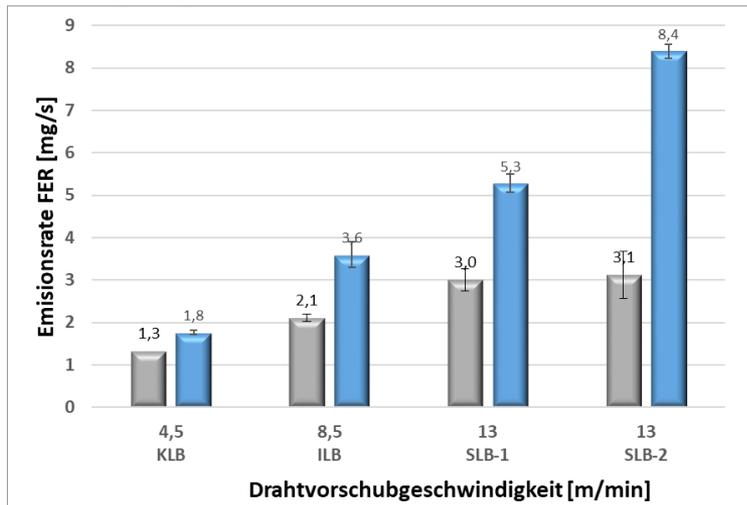
Schweißrauchemissionsraten von KLB-Prozessen bei 4,5 m/min Drahtfördergeschwindigkeit

Quelle:
Forschungsantrag ISF (AiF-DVS)

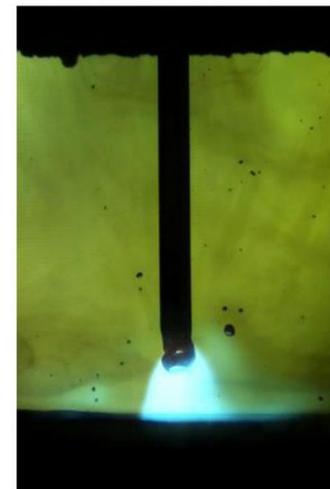
Reduktion von Schweißrauchemissionen beim MSG-Schweißen durch Nutzung alternativer Schutzgase und Schweißzusätze

Einfluss alternativer Schutzgase auf die Schweißrauchentstehung

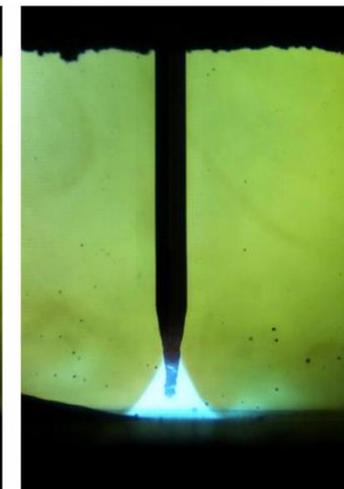
- Einsatz von Schutzgasen mit geringen Aktivgasanteilen führt im Regelfall zu geringeren Schweißrauchemissionen
- Einfluss von Schweißzusatz-/Schutzgas-Kombination auf die Schweißrauchemission bisher nur eingeschränkt untersucht (Mehrkomponentengase!)
- Überschreitung der Arbeitsplatzgrenzwerte von Mangan potentiell auch bei niedriglegierten Schweißzusätzen mit Mn-Gehalten bis 1,5 % möglich



■ G 3Si1 mit 82 % Ar und 18 % CO₂
■ G 19 9 L Si mit 98 % Ar und 2 % CO₂



Ar + 18 % CO₂



Ar + 6 % CO₂ + 1 % O₂

Bild: Messer Group

Quelle:
Forschungsantrag ISF (AiF-DVS)

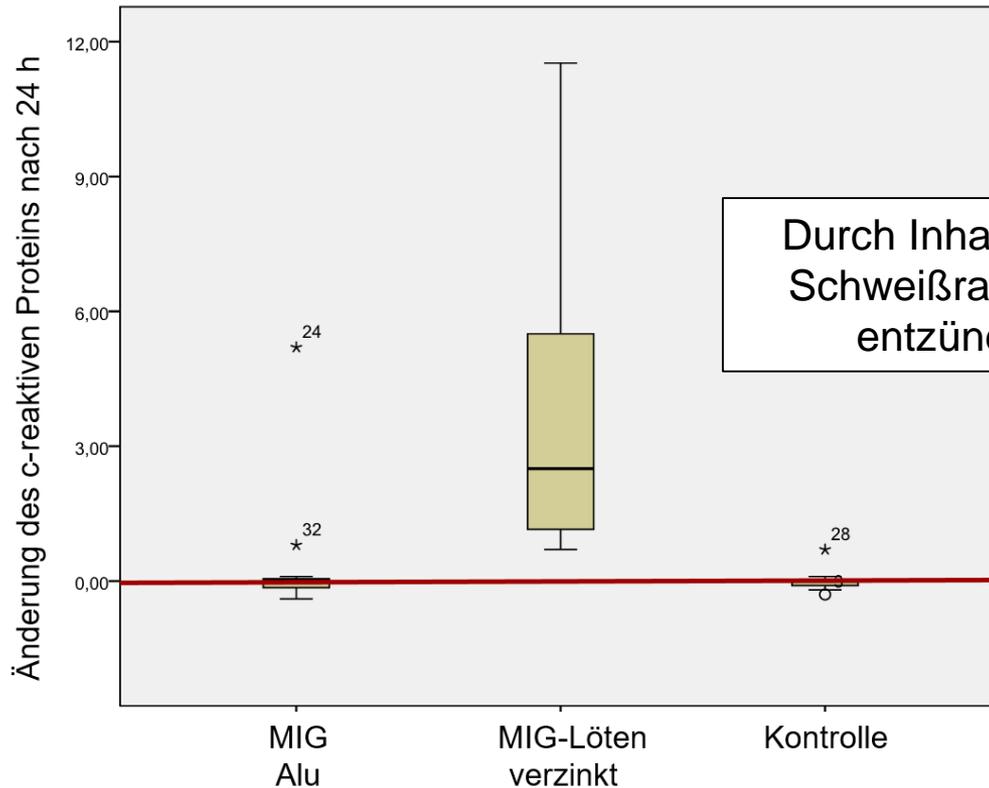
Charakterisierung der biologischen Wirkung und arbeitsmedizinischen Relevanz von Cu- und Zn-haltigen Schweißrauch

Abgeschlossene Schweißrauchstudien zur Kupfer- und Zinkproblematik

UNIKLINIK
RWTHAACHEN

ISF | RWTHAACHEN
UNIVERSITY

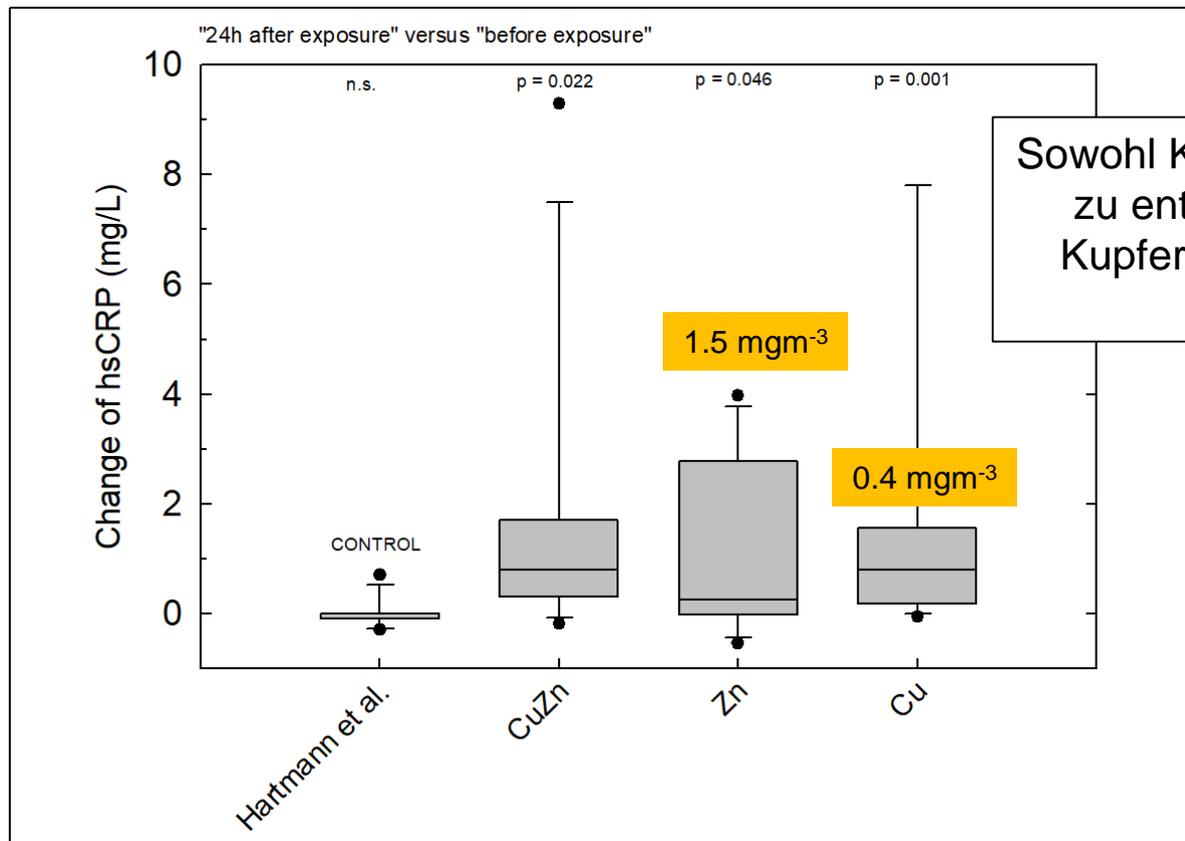
Projekt 2017-EU-001-STORP
Federführend: Dr. Peter Brand (IASA)



Durch Inhalation von zink- und kupferhaltigen Schweißrauch wird eine asymptotische entzündliche Reaktion hervorgerufen.

(CRP als Marker für kardiovaskuläres Risiko)

Abgeschlossene Schweißrauchstudien zur Kupfer- und Zinkproblematik



Sowohl Kupfer als auch Zink führen zu entzündlichen Reaktionen. Kupfer hat jedoch eine deutlich größere Wirkung!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



ISF - Welding and Joining Institute
RWTH Aachen University
Pontstraße 49
52062 Aachen

Tel.: +49 (0)241 80-93870
Fax: +49 (0)241 80-92170
E-Mail: office@isf.rwth-aachen.de
www.isf.rwth-aachen.de
