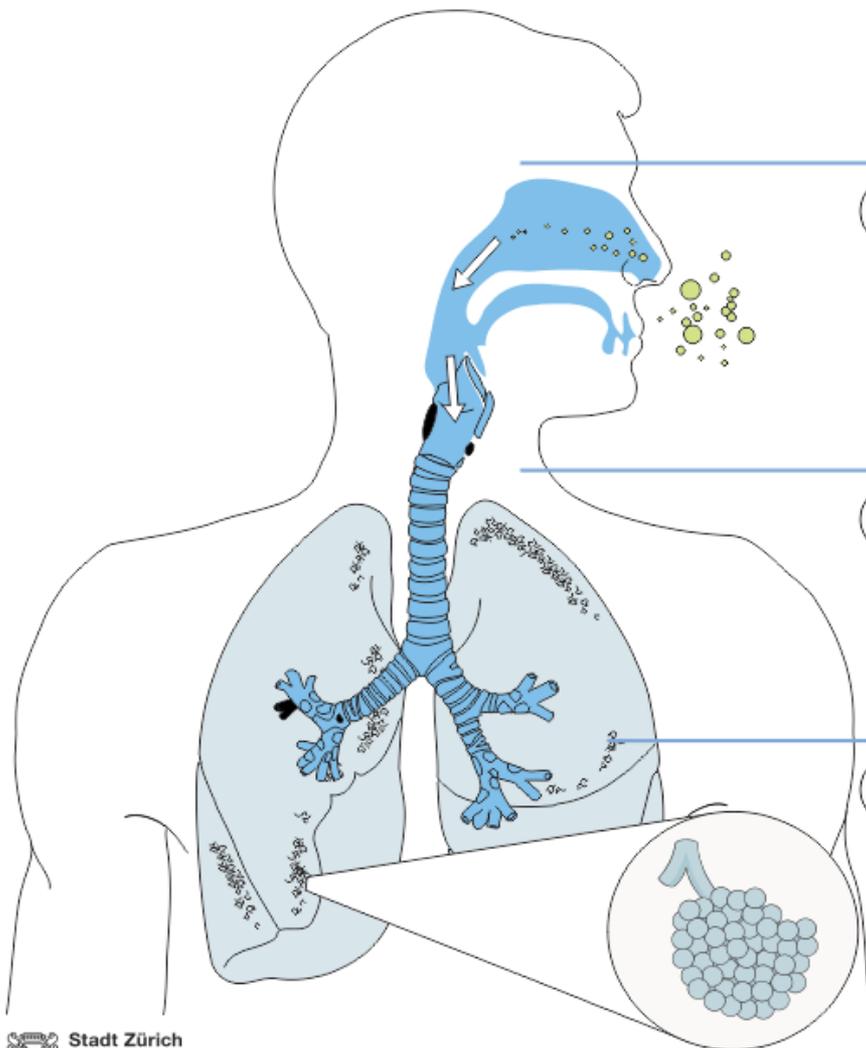


„Toxikologische Aspekte beim Schweißen und Konsequenzen für die Gefährdungsbeurteilung“

ÖGA-Jahrestagung | 30. September - 2. Oktober 2021 | Graz

01.10.2021

Priv.-Doz. Dr. med. Julia Krabbe



1 Inhalierbarer Feinstaub mit Durchmesser von 2.5 - 10 μm wird etwa bis zum Kehlkopf bzw. zur Luftröhre eingeatmet.

Nasen-Rachenraum	5-10 μm
Luftröhre	3-5 μm

PM₁₀

2 Lungengängiger Feinstaub 1 - 2.5 μm gelangt über Luftröhre und Bronchien tief in die Lunge hinein.

Bronchien	2-3 μm
Bronchiolen	1-2 μm

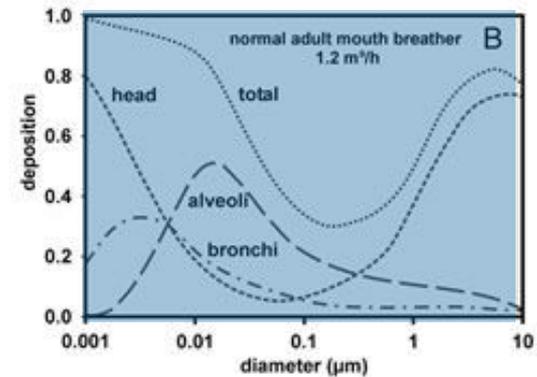
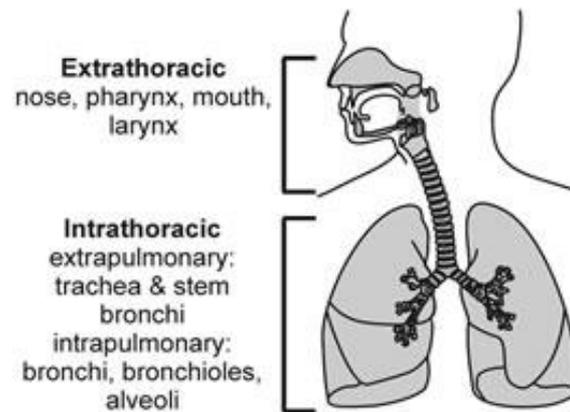
PM_{2.5}

3 Ultrafeine Partikel kleiner als 1 μm dringen bis in die Alveolen vor, werden von dort nur sehr langsam oder gar nicht wieder entfernt und gelangen z.T. sogar in die Blutbahn.

Alveolen (Lungebläschen)	0.1-1 μm
--------------------------	---------------------

PM_{0.1}

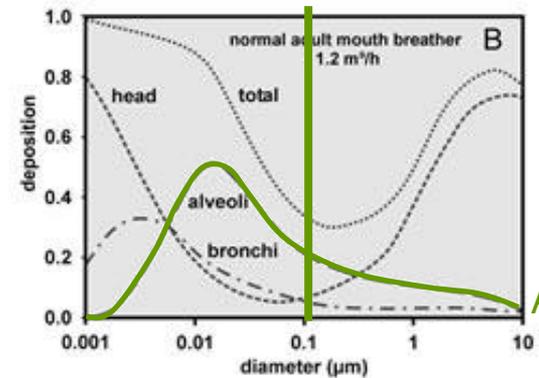
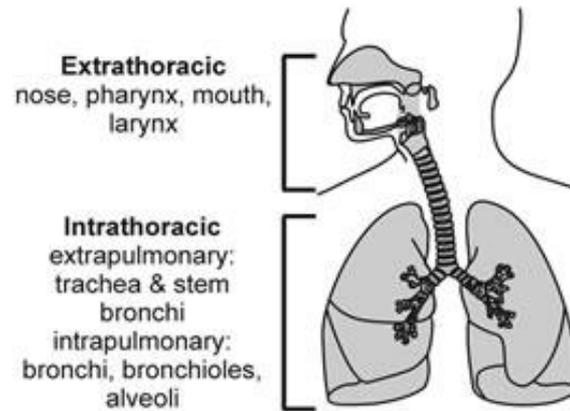
Inhalationstoxikologie



From Geiser and Kreyling, *Particle Fibre Toxicol*, 2010, 7:2

Schweißpartikel

Inhalationstoxikologie



From Geiser and Kreyling, *Particle Fibre Toxicol*, 2010, 7:2

MAG-Schweißen, Zink und Kupfer

Partikelgröße: 100-130 nm

Gefährdungsbeurteilung

Beurteilung von

- Schweißverfahren
 - Emissionen
 - Gefährdungen spezifisch für Verfahren:
 - Strom
 - Lärm
 - Strahlung
 - Prozessgase
 - Funkenflug
- Werkstoffen

95 % der Schweißrauche aus dem Zusatzwerkstoff,
nur etwa 5 % aus dem Grundwerkstoff

 - Krebserzeugende Wirkung (Nickel, Chrom, Schweißrauche generell)
 - Entzündliche und toxische Wirkung / Metaldampffieber (Zink, Kupfer, Aluminium)
 - Pro-fibrotische Wirkung (Eisenoxid, Aluminium, Schweißrauche)

Verfahren (beispielhafte Aufzählung)	Emissionsrate ¹⁾ (mg/s)	Emissionsgruppe
UP-Schweißen	< 1	niedrig
Gasschweißen (Autogenverfahren)	< 1	niedrig
WIG	< 1	niedrig
Laserstrahlschweißen ohne Zusatzwerkstoff	1 bis 2	mittel
MIG/MAG (energiearmes Schutzgasschweißen)	1 bis 4	mittel bis hoch
Laserstrahlschweißen mit Zusatzwerkstoff	2 bis 5	hoch
MIG (Massivdraht, Nickel, Nickellegierungen)	2 bis 6	hoch
MIG (Aluminiumwerkstoffe)	0,8 bis 29	niedrig bis sehr hoch
MAG (Massivdraht)	2 bis 12	hoch
LBH	2 bis 22	hoch
MAG (Fülldraht-Schweißen mit Schutzgas)	6 bis > 25	hoch bis sehr hoch
MAG (Fülldraht-Schweißen ohne Schutzgas)	> 25	sehr hoch
Weichlöten	< 1	niedrig
Hartlöten	1 bis 4	mittel bis hoch
MIG-Löten	1 bis 9	mittel bis hoch
Laserstrahlschneiden	9 bis 25	hoch bis sehr hoch
Autogenes Brennschneiden	> 25	sehr hoch
Plasmaschneiden	> 25	sehr hoch
Lichtbogenspritzen	> 25	sehr hoch
Flammspritzen	> 25	sehr hoch

¹⁾Erfahrungswerte, die im Einzelfall durch Optimierung der Prozessparameter noch reduziert werden können. Quelle: TRGS 528

6.1 Cancer in humans

There is *sufficient evidence* in humans for the carcinogenicity of welding fumes. Welding fumes cause cancer of the lung. Positive associations have been observed with cancer of the kidney.

There is *sufficient evidence* in humans for the carcinogenicity of ultraviolet radiation from welding. Ultraviolet radiation from welding causes ocular melanoma.

6.2 Cancer in experimental animals

There is *limited evidence* in experimental animals for the carcinogenicity of gas metal arc stainless steel welding fumes.

6.3 Overall evaluation

Welding fumes are *carcinogenic to humans* (Group 1).

Ultraviolet radiation from welding is *carcinogenic to humans* (Group 1).

- Adjustiert für Rauchen und Asbestexposition
- Unabhängig von Schweißverfahren oder –material
 - Baustahlschweißer
 - Edelstahlschweißer
 - Hoch- und niedrig-emittierende Verfahren
 - Risiko steigt mit Expositions-dauer an



- Manche Studie zeigen keine Risikoerhöhung für Baustahlschweißer¹
- In manchen Studien trotz Baustahlschweißen Chrom- und Nিকেlexposition²
- Zuordnung der Probanden nach Arbeitsplatz oder anamnestisch - Bystander-Exposition?



Saubere Trennung von
Baustahlschweißern und
Edelstahlschweißern möglich?



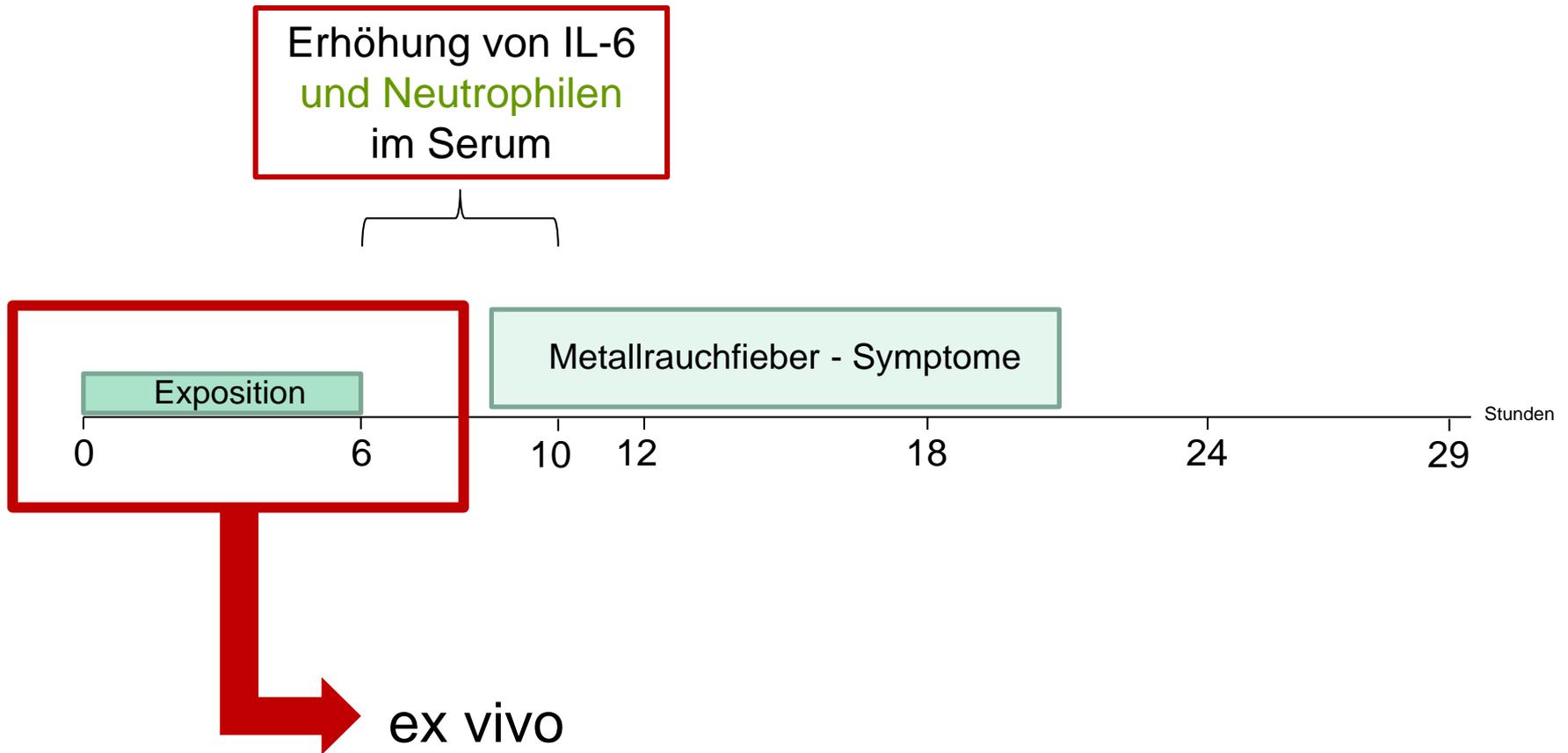
¹Sørensen et al. 2007. „Risk of Lung Cancer According to Mild Steel and Stainless Steel Welding“. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 33 (5): 379–86. Steenland et al. 1991. „Lung Cancer in Mild Steel Welders“. *American Journal of Epidemiology* 133 (3): 220–29

²Siew et al. 2008. „Exposure to Iron and Welding Fumes and the Risk of Lung Cancer“. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 34 (6): 444–50. Mannetje et al. 2012. „Welding and Lung Cancer in Central and Eastern Europe and the United Kingdom“. *American Journal of Epidemiology* 175 (7): 706–14.

BK 4115 – Lungenfibrose durch extreme und langjährige Einwirkung von Schweißrauch und Schweißgasen – (Siderofibrose)

- Lichtbogen-Handschweißen mit umhüllten Stabelektroden
- Schutzgas-Schweißen
 - MIG
 - MAG
 - [WIG]
- Mindestens 10-jährige Schweißertätigkeit bzw. etwa 15.000 Stunden unter extremen Bedingungen
 - Insbesondere in eingeschränkten Belüftungsverhältnissen (Tanks, Tunnel, etc.)
- Histologie kann wegweisend sein:
Graduierung nach Müller und Verhoff

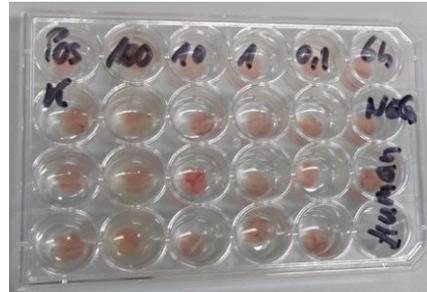
Schweißrauchfieber



Übertragung in ex vivo Modelle

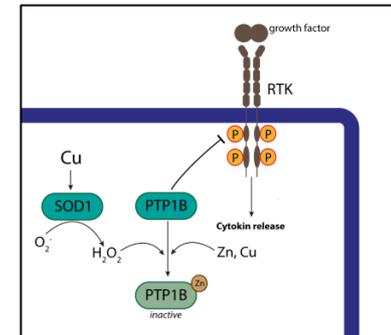
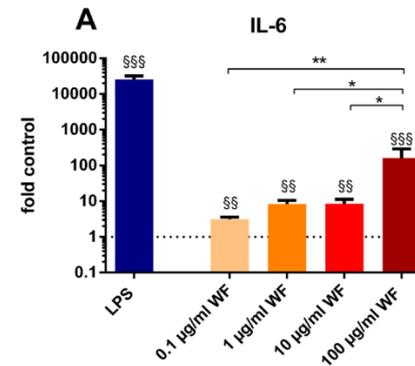
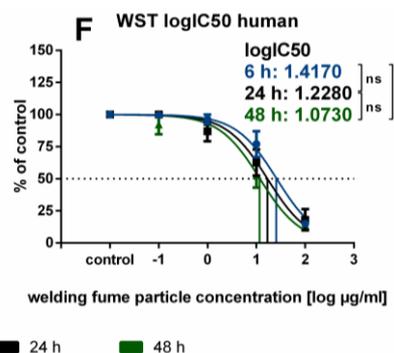
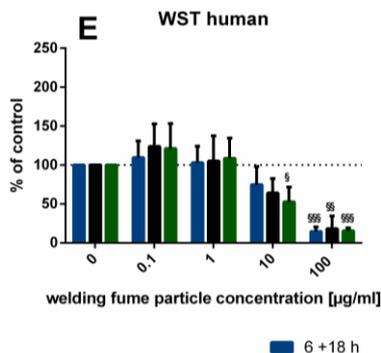
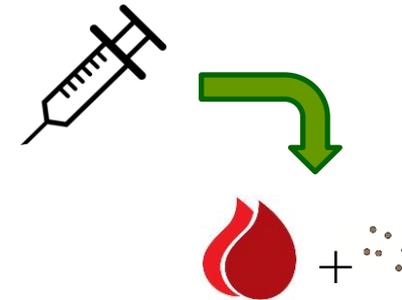
1. Inhalation

Lebende Lungenschnitte
(precision-cut lung slices, PCLS)

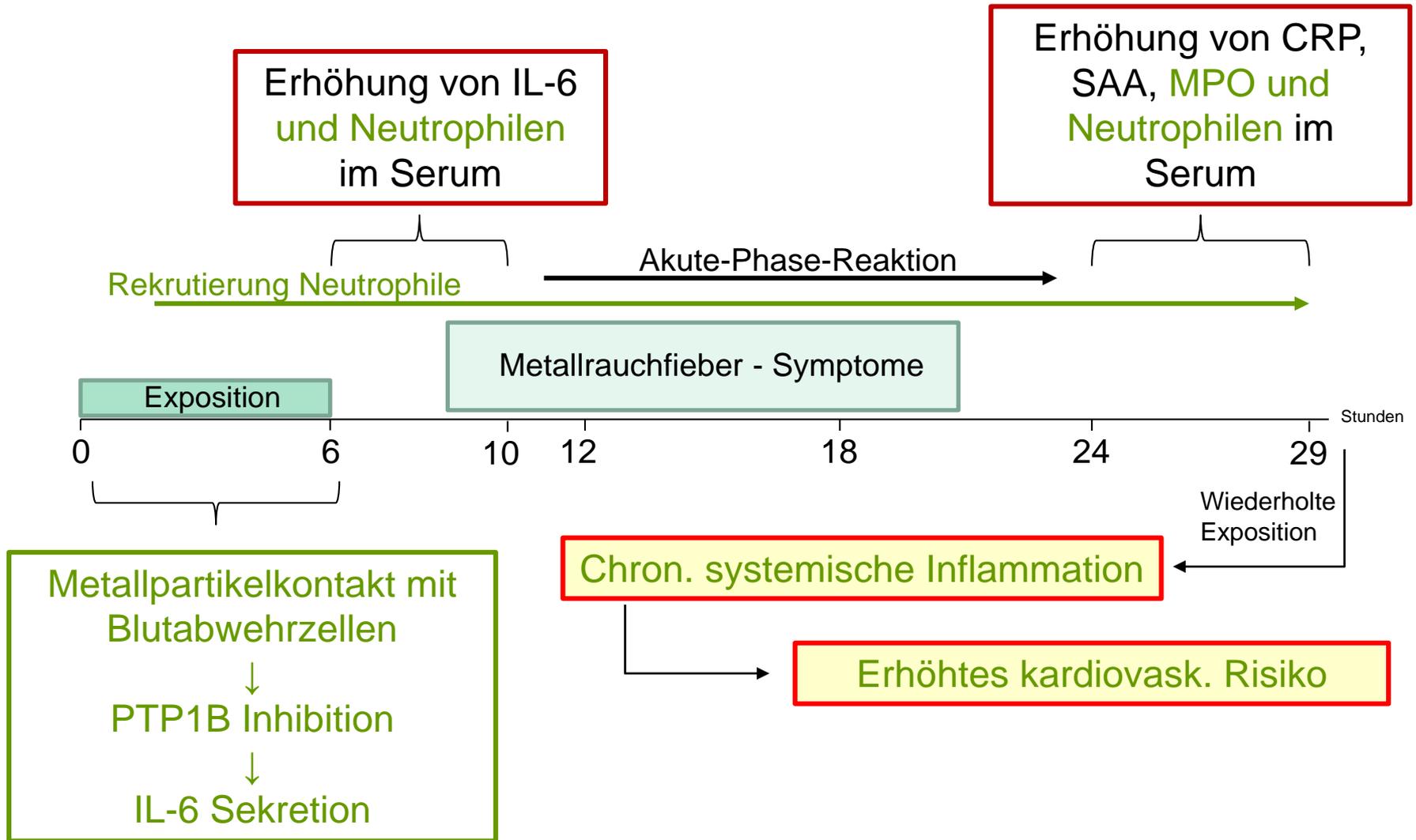


2. Kontakt mit Blutabwehrzellen

Vollblutinkubation



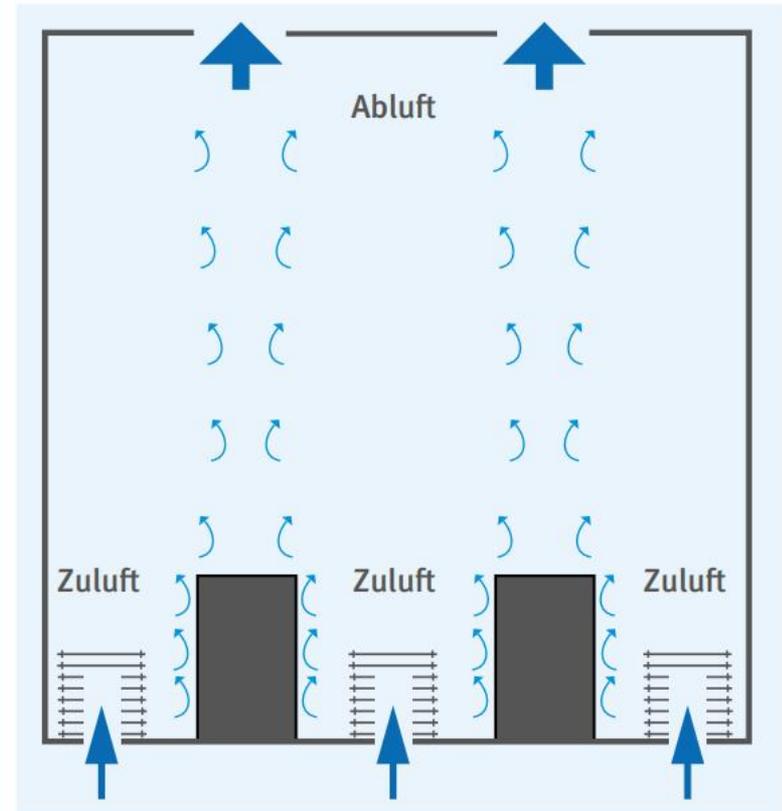
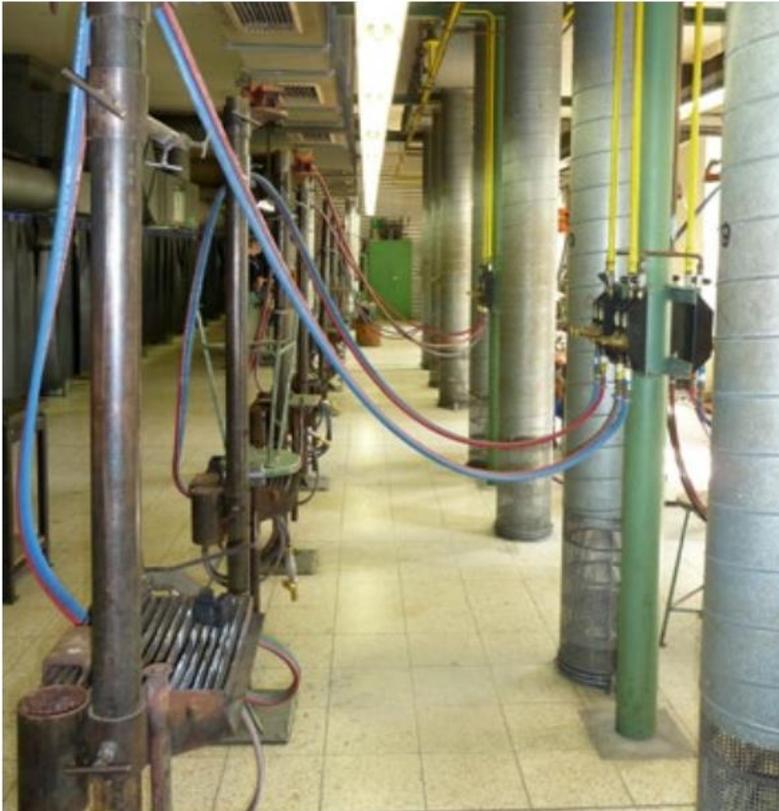
Schweißrauchfieber



T_{echnisch}

Absaugverfahren	Geeignet für Schweißaufgabe/-Position
Brennerintegrierte Absaugung	alle Schweißnähte, besonders geeignet für lange Schweißnähte
Absaugarm	besonders geeignet für Heften und kurze Nähte; muss bei längeren Nähten nachgeführt werden
Absaughaube	optimal einsetzbar für Roboterschweißplätze
Absaugtische	alle Schweißaufgaben, begrenzt durch die Tischgröße

T_echnisch



Schutzmaßnahmen

Technisch

Organisatorisch

Persönlich



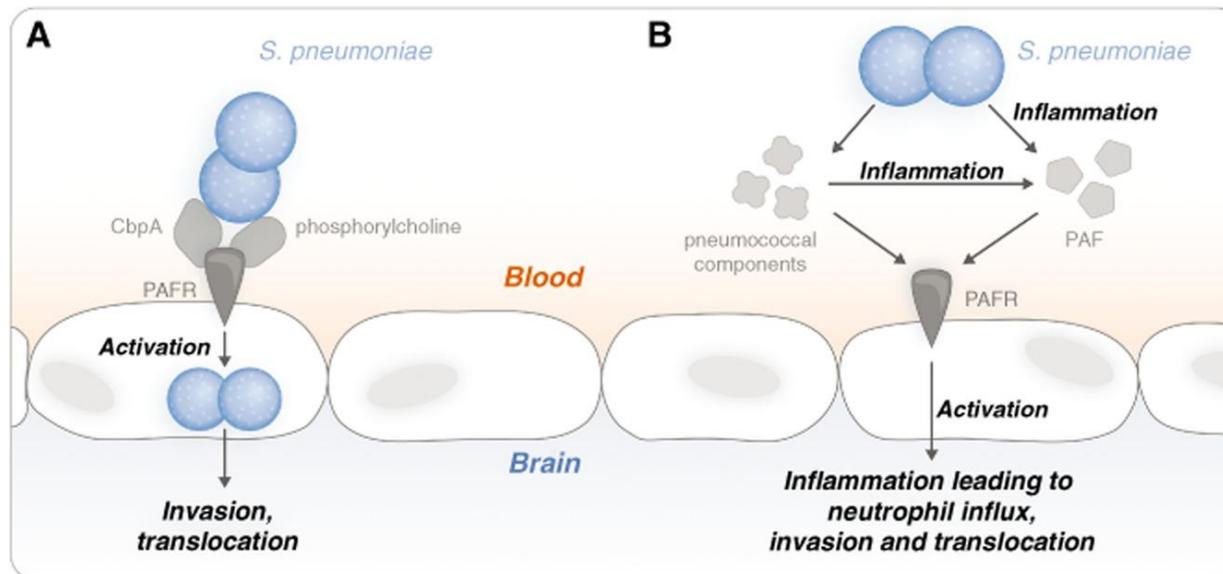
Cave: Bystander

Arbeitsmedizinische Vorsorge in Deutschland nach ArbmedVV

- Pflichtvorsorge
 - Bei Schweißen und Trennen von Metallen bei **Überschreitung** einer Luftkonzentration von **3 Milligramm pro Kubikmeter** Schweißrauch
- Angebotsvorsorge
 - Schweißen und Trennen von Metallen bei **Einhaltung** einer Luftkonzentration von 3 Milligramm pro Kubikmeter Schweißrauch
- Zusätzliche Vorsorgen je nach Arbeitsplatz und Werkstoff:
 - Krebserzeugende Arbeitsstoffe, z.B. Chrom, Nickel, Blei, Cadmium, etc.
 - Lärm
 - Atemschutzgeräte
 - Hitze
 - inkohärente künstliche optische Strahlung
 - Arbeiten in erzwungenen Körperhaltungen

Schweißrauche und Pneumokokken

- Schweißrauche erhöhen oxidativen Stress in Lungenzellen
- Schweißrauche bewirken, dass Pneumokokken besser an Zellen anhaften und diese infizieren können, u.a. über PAF-Rezeptor



Pneumokokkenimpfung

Nach AMR 6.7 (06/2019):

- Einmalige Impfung mit 23-valenten Polysaccharid-Impfstoff (PPSV23)
- Indikation nach individueller Gefährdung
 - in Verbindung mit Pflichtvorsorge ($> 3 \text{ mg/m}^3$ Schweißrauch)
 - bei Angebotsvorsorge je nach GBU, z.B. bei Konzentrationsspitzen (15-Minuten-Intervalle $> 6 \text{ mg/m}^3$)

Empfehlung STIKO (2016):

Indikation	Anmerkungen
Berufliche Tätigkeiten wie Schweißen und Trennen von Metallen, die zu einer Exposition gegenüber Metallrauchen einschließlich metalloxidischen Schweißrauchen führen.	Impfung mit PPSV23 und Wiederholungsimpfung mit PPSV23 mit einem Mindestabstand von 6 Jahren, solange die Exposition andauert.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



**Institut für Arbeits-, Sozial- und
Umweltmedizin**

Priv.-Doz. Dr. med. Julia Krabbe
Institut für Arbeits-, Sozial- und
Umweltmedizin
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen



jkrabbe@ukaachen.de