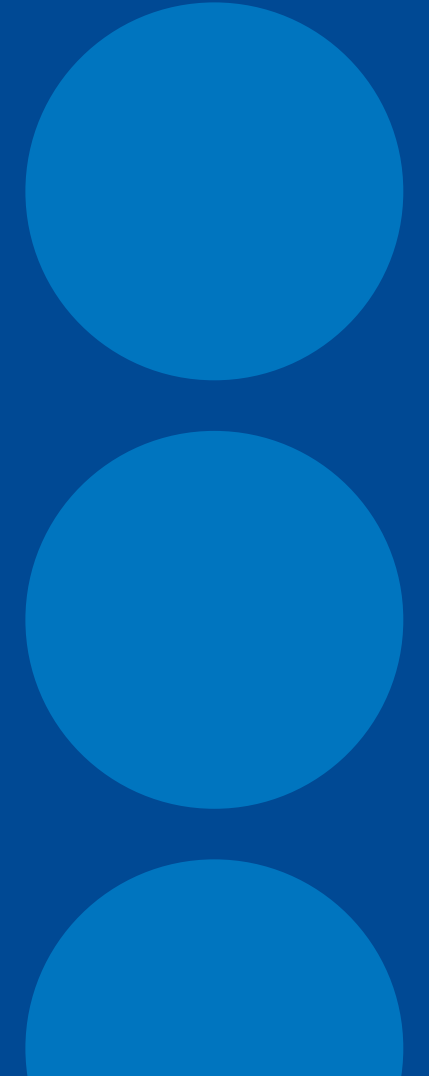


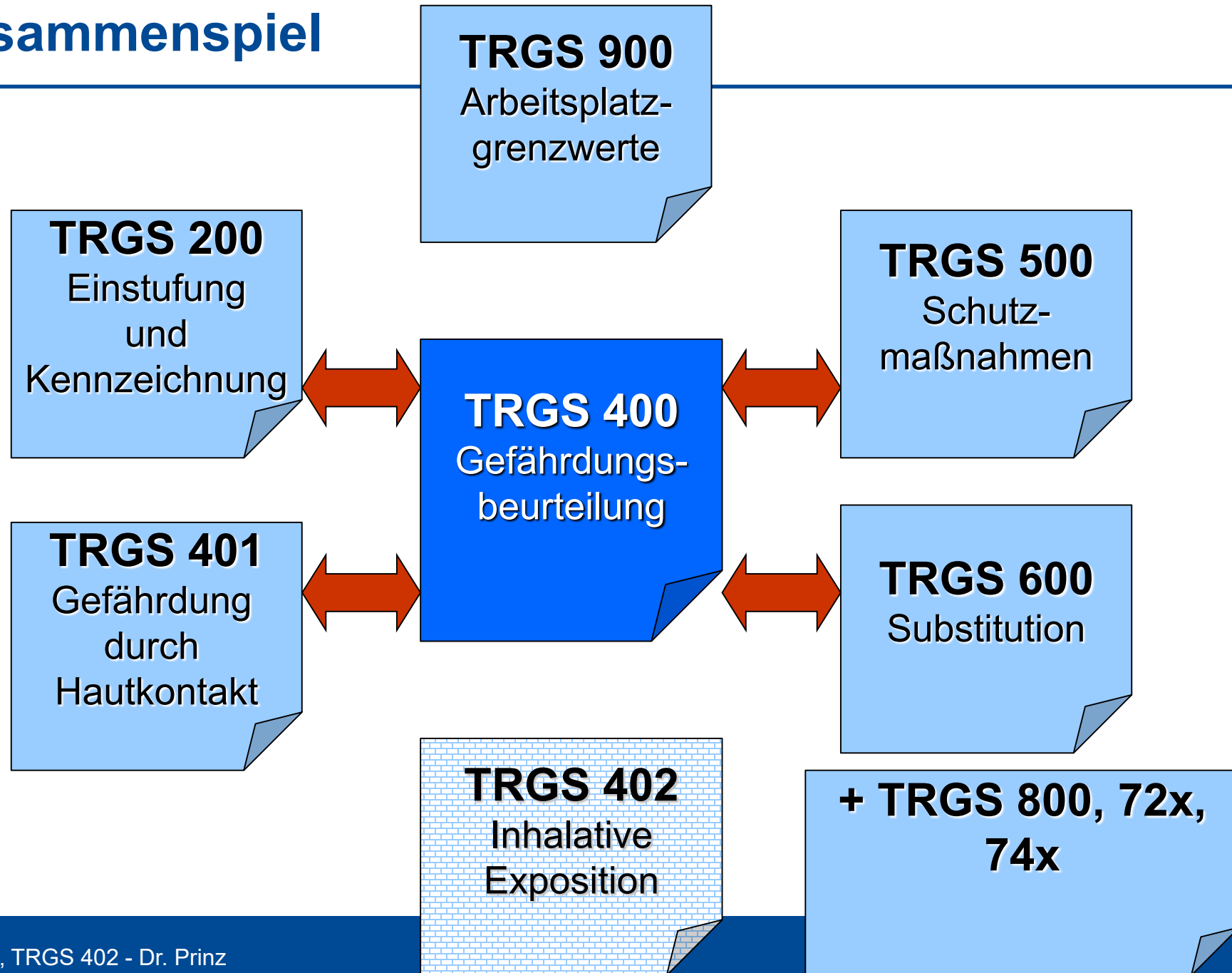
Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit inhalativer Exposition –

Neufassung der TRGS 402

VBG Forum Gefahrstoffe 2023

Dr. Walther Prinz, VBG





Beispiel: Schleifen/Polieren 1



Praxisbeispiel: Schleifen/Polieren 1

9	Nickel und seine Verbindungen (in der alveolengängigen Fraktion)	26.07.2018 2 h 09:30-11:30	Schichtlänge	p	0,006 mg/m³ AGW	A	< 0,00016 mg/m ³ (n = 1)		(< 0,03)
11	Nickel und seine Verbindungen (in der alveolengängigen Fraktion)	26.07.2018 2 h 09:25-11:25	Schichtlänge	s	0,006 mg/m³ AGW	A	< 0,00015 mg/m ³ (n = 1)		(< 0,03)
10	Nickel und seine Verbindungen (in der einatembaren Fraktion)	26.07.2018 2 h 09:30-11:30	Schichtlänge	p	0,03 mg/m³ AGW	E	0,0026 mg/m ³ (n = 1)		0,09
12	Nickel und seine Verbindungen (in der einatembaren Fraktion)	26.07.2018 2 h 09:25-11:25	Schichtlänge	s	0,03 mg/m³ AGW	E	0,00018 mg/m ³ (n = 1)		< 0,01(R)

Beispiel: Schleifen/Polieren, Auftragsschweißen



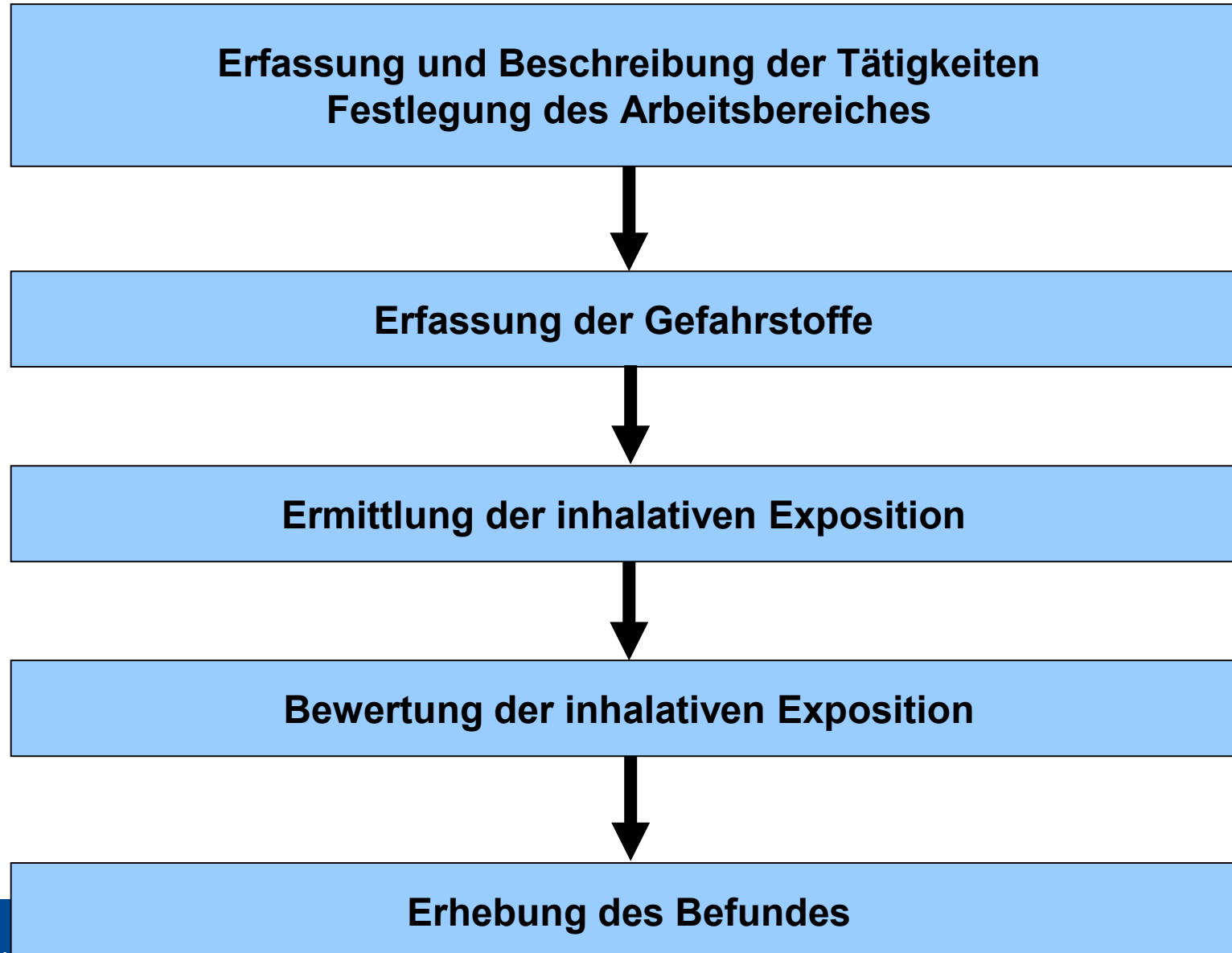
Beispiel: Schleifen/Polieren 2

3	Nickel und seine Verbindungen (in der alveolengängigen Fraktion)	15.01.2019 2 h 11:35-13:45	Schichtlänge	p	0,006 mg/m³ AGW	A	0,015 mg/m ³ (n = 1)	(2,50)
4	Nickel und seine Verbindungen (in der einatembaren Fraktion)	15.01.2019 2 h 11:35-13:45	Schichtlänge	p	0,03 mg/m³ AGW	E	0,18 mg/m ³ (n = 1)	6,00

1	Nickel und seine Verbindungen (in der alveolengängigen Fraktion)	15.01.2019 2 h 11:25-13:50	Schichtlänge	s	0,006 mg/m³ AGW	A	0,00097 mg/m ³ (n = 1)	0,16
2	Nickel und seine Verbindungen (in der einatembaren Fraktion)	15.01.2019 2 h 11:25-13:50	Schichtlänge	s	0,03 mg/m³ AGW	E	0,0043 mg/m ³ (n = 1)	(0,14)

Beispiel: Auftragschweißen

5	Nickel und seine Verbindungen (in der alveolengängigen Fraktion)	15.01.2019 1,583 h 11:40-13:45	Schichtlänge	p	0,006 mg/m³ AK 0,006 mg/m³ TK	A	0,00062 mg/m ³ (n = 1)		
6	Nickel und seine Verbindungen (in der einatembaren Fraktion)	15.01.2019 1,583 h 11:40-13:45	Schichtlänge	p	0,03 mg/m³ AGW	E	0,0025 mg/m ³ (n = 1)		
5	Schweißrauch (A-Fraktion)	15.01.2019 1,583 h 11:40-13:45	Schichtlänge	p	1,25 mg/m³ AGW	A	< 0,32 mg/m ³ (n = 1)		



Ermittlung des Schichtmittelwertes

Mittelungsdauer 8 Stunden



Messergebnis entspricht
Schichtmittelwert

gleichförmige Exposition oder
repräsentativ für die Schicht;
Mittelungsdauer **mindestens 2
Stunden**



Messergebnis entspricht
Schichtmittelwert

während einer Schicht mehrere
voneinander unterscheidbare
Expositionszeiträume



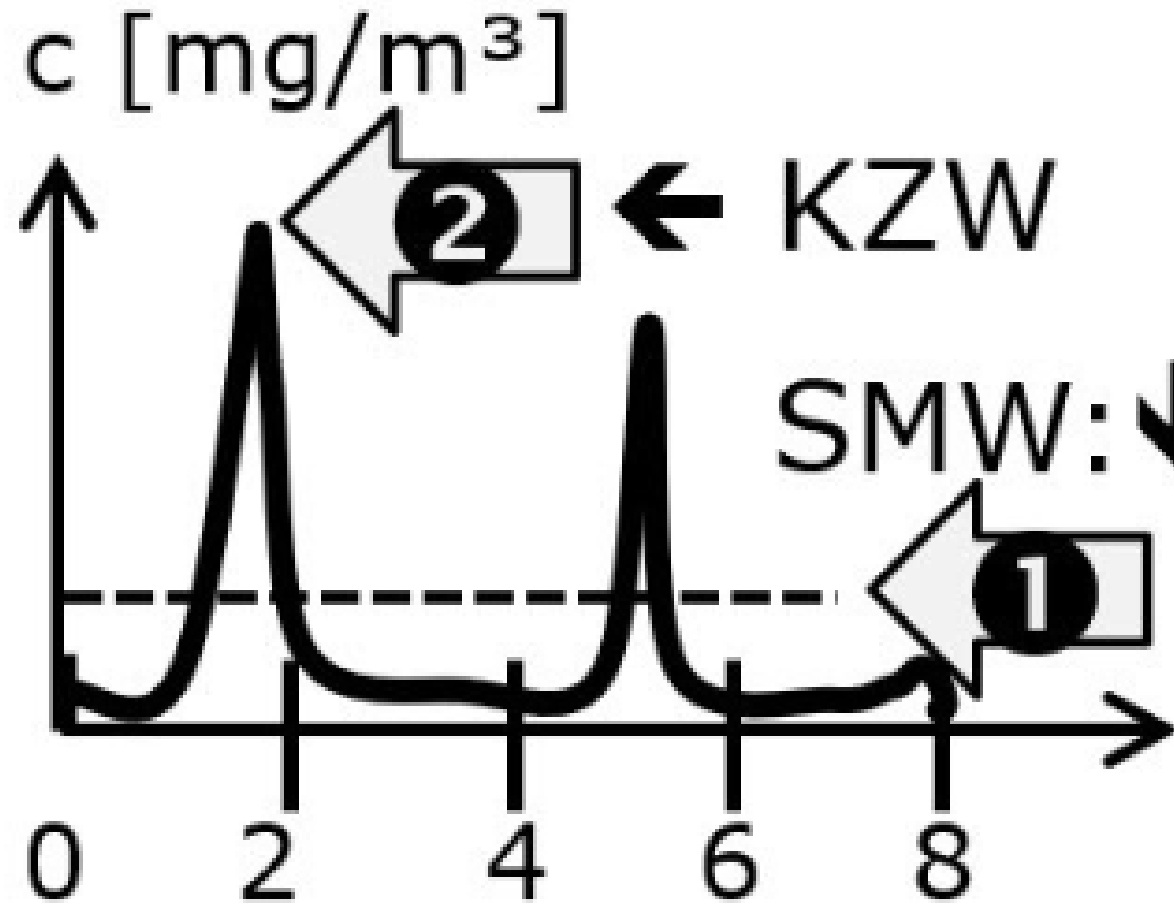
zeitgewichteter arithmetischer
Mittelwert entspricht
Schichtmittelwert

Schichtlänge \leq 8 h



Messwert auf 8 h umrechnen

Schichtmittelwert



- Unterscheidbare Expositionszeiträume => Ermittlung des Schichtmittelwertes als zeitgewichteter arithmetischer Mittelwert:

$$\text{Schichtmittelwert} \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \sum_i \left(\text{Messwert}_i \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] \times \frac{\text{Expositionssdauer}_i \text{ [min]}}{480 \text{ min}} \right)$$

- Exposition > 8 h => Umrechnung auf 8 h (Schichtmittelwert)

$$\text{Schichtmittelwert} \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] \times \frac{\text{tatsächliche Schichtlänge [h]}}{8 \text{ [h]}}$$

- Zur Vergleichbarkeit von Ermittlungsergebnissen wird aus dem Ergebnis (Schichtmittelwert) der Einzelstoffe durch Division mit dem jeweiligen verbindlichen Grenzwert der Stoffindex I erhalten:

$$I = \frac{C}{GW}$$

- Sofern mehrere Stoffe gleichzeitig oder nacheinander während einer Schicht zur Exposition im Arbeitsbereich beitragen, wird für die Stoffe mit einem AGW aus den Stoffindizes der Einzelstoffe durch Addition der Bewertungsindex BI berechnet:

$$BI_{AGW} = \sum I_i = \frac{C_1}{AGW_1} + \frac{C_2}{AGW_2} + \dots + \frac{C_n}{AGW_n}$$

Verbindliche Beurteilungsmaßstäbe (BM)

- Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW)
- Akzeptanzkonzentration (AK), Toleranzkonzentration (TK)
- BM aus stoffspezifischen TRGS
- Europäische Grenzwerte (BOELV)

Sonstige BM

- MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatzkonzentration)
- Internationale Grenzwerte (z.B. aus GESTIS-Liste)
- DNEL (**D**erived **N**o **E**ffect **L**evel (REACH-Anmeldung)
- Firmen-oder branchenspezifische Grenzwerte

Bewertungsindex (BI)

Bewertungsindex wird für AGW-Stoffe berechnet

=>

Stoffe mit AK/TK werden bei der Berechnung des BI nicht berücksichtigt

=>

krebserzeugende Stoffe mit AGW sind bei der Berechnung des BI mit einzubeziehen

Empfehlung, Stoffe mit nicht -verbindlichen BM im BI zu berücksichtigen

Bewertungsindex -Details

- Stoffindizes $\geq 0,05$ **müssen** bei der Berechnung des Bewertungsindex berücksichtigt werden. Kleinere Stoffindizes **können** berücksichtigt werden.
- Wird ein **geeignetes** Messverfahren eingesetzt [...] und liegt das Messergebnis unter der Bestimmungsgrenze, ist der Stoffindex im Bewertungsindex nicht zu berücksichtigen.
- Wird ein **bedingt geeignetes** Messverfahren [...] eingesetzt und liegt das Messergebnis unter der Bestimmungsgrenze, ist der für die Bestimmungsgrenze berechnete Stoffindex im Bewertungsindex zu berücksichtigen.

Ablauf Befunderhebung und Befundsicherung

1. Bewertungskriterien prüfen

=> Übersicht Bewertungskriterien

2. Befunderhebung

=> Fachkundig

=> Formal

=> Formal für Stoffe mit AK/TK

3. Befundsicherung

=> Varianten

Bewertungskriterien nach 5.3.3	Bedingung	Ergebnis der Bewertung
Stoffen mit AGW	Stoffindex $I \leq 1$	Einhaltung AGW
	Stoffindex $I > 1$	Überschreitung AGW
Stoffe mit BM	Stoffindex $I \leq 1$	Einhaltung BM
	Stoffindex $I > 1$	Überschreitung BM
Bewertung von Stoffen mit Akzeptanz- und Toleranzkonzentration	$C \leq AK$	Einhaltung AK
	$AK < C \leq TK$	Überschreitung AK und Einhaltung TK
	$C > TK$	Überschreitung TK
Kurzzeitwerte *Spezialregelungen bei Stoffen der Kurzzeitwertkategorie II **entfällt ggf. zukünftig bei Stoffen mit TK	a. in keinem 15-min-Intervall ist der KZW überschritten* b. maximal vier 15-min-Intervalle oberhalb des GW** c. zwischen 15-Min-Intervalle möglichst ein zeitlicher Abstand von 60 Minuten**	Anforderungen für die Kurzzeitwerte erfüllt
Bewertung Stoffgemische	Bewertungsindex $BI \leq 1$	Einhaltung BI
	Bewertungsindex $BI > 1$	Überschreitung BI
Bewertung Stoffe ohne Grenzwert z.B.	<ul style="list-style-type: none"> • Analogieschlüsse (Tätigkeiten, Stoffe) • Schutzmaßnahmen aus branchen- oder tätigkeitsspezifischen Hilfestellungen • Stand der Technik • RMM, ES14.12.2022 	Einhaltung Bewertungskriterien bei entsprechender fachlicher Begründung

Fachkundige Erhebung des Befundes

- Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ liegt vor, wenn alle Bewertungskriterien erfüllt sind und dies z. B. anhand nachfolgender Kriterien auch zukünftig begründet werden kann:
 - Ermittlungen für den ungünstigen Fall (reasonable worst case)
 - Relevante Randbedingungen sind langfristig stabil
 - Dauerüberwachung
 - Fortlaufende Wirksamkeitskontrolle (der im Befund festgelegten Schutzmaßnahmen)
 - Erfahrungen von vergleichbaren Arbeitsplätzen

Formale Erhebung des Befundes

Befund „*Schutzmaßnahmen ausreichend*“:

- Stoffindex I / Bewertungsindex BI einer einzelnen Arbeitsplatzmessung $\leq 0,10$

oder

- Stoffindizes / Bewertungsindizes für mindestens drei Arbeitsplatzmessungen in verschiedenen Schichten alle $\leq 0,25$

und

- Kurzzeitwertanforderungen erfüllt

Formale Erhebung des Befundes bei Stoffen mit AK/TK

- Schichtmittelwert einer einzelnen Arbeitsplatzmessung $\leq 0,20$ der Akzeptanzkonzentration
oder
 - Toleranzkonzentration eingehalten
 - + alle technischen, organisatorischen und hygienischen Schutzmaßnahmen ausgeschöpft
 - + weitere Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik absehbar nicht möglich
- => In diesem Fall werden aber regelmäßige Kontrollmessungen empfohlen**

Befundsicherung

- Überprüfung und ggf. Anpassung des Befundes in regelmäßigen Abständen oder bei bestimmten Anlässen, z. B. bei Änderung
 - relevanter Randbedingungen
 - von Beurteilungsmaßstäben
 - Messverfahren
- In der Gefährdungsbeurteilung ist festzulegen, wie und in welchen Abständen die Befundsicherung zu erfolgen hat

Befundsicherung

- Kontrollmessungen
 - Zeitabstände/Ausstiegskriterien sind vorgegeben
 - Bei Ausstieg muss eine andere Variante der Befundsicherung festgelegt werden
- Dauerüberwachung
 - Kontinuierliche Erfassung des Gefahrstoffes
- Wirksamkeitskontrolle
 - Im Befund festgelegt Schutzmaßnahmen werden ständig oder regelmäßig kontrolliert
- Nichtmesstechnische Ermittlung (Jahresabstand)

Zeitabstände für Kontrollmessungen

In der Praxis bewährte Zeitabstände für Kontrollmessungen:

Halbjährlich	jährlich
$\frac{1}{4} < \text{Stoffindex/Bewertungsindex} \leq 1$	$\text{Stoffindex/Bewertungsindex} \leq \frac{1}{4}$
$\text{AK} < \text{Messergebnis} \leq \text{TK}$	$\text{Messergebnis} \leq \text{AK}$

Ausstiegskriterien Kontrollmessungen

- Stoffindex/Bewertungsindex $< 0,1$
 - Kontrollmessung nach mind. 3 Jahren oder
 - Begründung für Verzicht auf weitere Kontrollmessungen
- Drei aufeinanderfolgende Messungen im Rahmen des Kontrollmessplans mit Stoffindex/Bewertungsindex $< 0,25$
 - Keine weiteren Kontrollmessungen
- Drei aufeinander folgende Messungen bei Stoffen mit AK/TK $< 0,25$
 - Keine weiteren Kontrollmessungen

Nichtmesstechnische Ermittlungsmethoden (NME) der Exposition

- Anforderungen an NME wurden bisher nicht formuliert (vergleiche ISO-Normen zu Anforderungen an Messverfahren)
- Begriff „qualitätsgesicherte NME“ eingeführt
- Anforderungen an NME eingeführt
- Anforderungen an die Fachkunde präzisiert

Nichtmesstechnische Ermittlungsmethoden (NME) der Exposition

- Handlungsempfehlungen oder Hilfestellungen Dritter oder gleichwertige Dokumente und Berichte einschließlich Ermittlungsergebnisse vergleichbarer Arbeitsplätze oder Tätigkeiten (gemäß TRGS 400)
- Control Banding Ansätze und Expositionsmodelle Rechenmodelle

Führen messtechnische und nichtmesstechnische Ermittlung mittels Control Banding Ansätzen/ Expositionsmodellen/Rechenmodellen zu unterschiedlichen Befunden, ist der **messtechnisch ermittelte Befund** zu übernehmen.

Handlungsempfehlungen oder Hilfestellungen Dritter

- Stoff-oder tätigkeitsbezogene TRGS
- VSK nach TRGS 420 „Verfahrens-und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition“
- Branchen-oder tätigkeitspezifische Handlungsempfehlungen

VSK, EGU, LASI-Empfehlungen etc. sind absolut gleichwertig zu messtechnischen Ermittlungsmethoden. Sie sind genau beschriebene, für definierte Arbeitsbereiche erarbeitet und basieren auf einer großen Zahl von Messungen. Für sie gilt das Vermutungsprinzip.

790-025

BGI/GUV-I 790-025

Information

Manuelles Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen in der Elektro- und Elektronikindustrie

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung

Januar 2012

Stoffbezeichnung	Anzahl der Messungen	50-%-Wert In mg/m ³	90-%-Wert In mg/m ³	95-%-Wert In mg/m ³	Höchste Bestimmungsgrenze In mg/m ³
A-Fraktion	66	a. B. ⁰	0,54	0,6	0,26
E-Fraktion	54	a. B. ⁰	0,36	0,62	0,71
Formaldehyd	64	a. B. ⁰	0,021	0,03	0,01
Acetaldehyd	57	a. B. ⁰	a. B. ⁰	0,03	0,02
Acrylaldehyd	57	a. B. ⁰	a. B. ⁰	a. B. ⁰	0,01
Butyraldehyd	57	a. B. ⁰	a. B. ⁰	a. B. ⁰	0,02
Glutaral (Glutardialdehyd)	57	a. B. ⁰	a. B. ⁰	a. B. ⁰	0,02
Propionaldehyd	57	a. B. ⁰	a. B. ⁰	a. B. ⁰	0,02
Propan-2-ol	14	4,4	9,4	22,8	3
Kupfer-Rauch	55	a. B. ⁰	a. B. ⁰	a. B. ⁰	0,01
Kupfer und seine Verbindungen	44	a. B. ⁰	a. B. ⁰	0,005	0,01
Zinn und seine Verbindungen	73	a. B. ⁰	a. B. ⁰	a. B. ⁰	0,024
Nickel und seine Verbindungen	15	a. B. ⁰	a. B. ⁰	a. B. ⁰	0,005
Silber und seine Verbindungen	51	a. B. ⁰	a. B. ⁰	a. B. ⁰	0,005

Tabelle 2: Stoffe, Anzahl der Messungen, 50-, 90- und 95-%-Wert sowie höchste Bestimmungsgrenze

213-714

DGUV Information 213-714
Manuelles Kolbenlöten mit bleihaltigen Lotlegierungen in der Elektro- und Elektronikindustrie

Empfehlungen/Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung

Verfahrens- und stoffspezifisches Kriterium (VSK) nach der TRGS 420



Januar 2018

Tabelle 2: Messergebnisse beim Kolbenlöten mit bleihaltigen Loten, Zeitraum 2006 - 2014

Gefahrstoff	Anzahl Betriebe/Messwerte	Beurteilungsmaßstab (mg/m ³)	Analytische Bestimmungsgrenze a.B. (mg/m ³)	Anzahl Messwerte < a. B.	50%-Wert (mg/m ³)	95%-Wert (mg/m ³)
A-Staubfraktion	16/28	1,25	0,25	21	<0,25	1,00
E-Staubfraktion	18/35	10	0,71	31	<0,71	1,44
Blei und seine Verbindungen	24/37	0,1	0,008	34	<0,008	0,004
Zinn und seine Verbindungen	24/38	2	0,042	29	<0,04	0,01
Formaldehyd	20/29	0,37	0,01	14	0,01	0,03
Acetaldehyd	18/27	91	0,02	20	<0,02	0,04
Acrylaldehyd	18/27	0,2	0,01	27	<0,01	<0,01
Butyraldehyd	18/27	64	0,02	27	<0,02	<0,02

Werte mit „<“-Vorzeichen lagen unterhalb der analytische Bestimmungsgrenze

6.1. Substitution

Ein Unternehmen hat auf der Grundlage des Ergebnisses der Substitutionsprüfung nach GefStoffV vorrangig eine Substitution durchzuführen und dadurch die Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auszuschließen. Es hat Gefahrstoffe oder Verfahren durch Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse oder Verfahren zu ersetzen, die unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten weniger gefährlich sind. Ist dies nicht möglich, hat es die Gefährdung auf ein Minimum zu reduzieren.

6.2. Technische Schutzmaßnahmen

Lötrauche sind an der Entstehungsstelle abzusaugen. Dazu dienen separate (z. B. Trichter, Hauben) oder an der Spitze des LötKolbens integrierte Erfassungseinrichtungen. Die Absauganlagen sind als Einzelplatz-, Gruppen- oder Zentralabsaugung ausgeführt. Die abgesaugte Luft ist in Abscheidern zu reinigen und in den Arbeitsraum zurück- oder nach außen abzuführen.



Hinweise zu Schutzmaßnahmen geben die DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (bisher BGR 121) [23], die Richtlinie VDI 2262 Blatt 3 und 4 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz, Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe“ [24; 25] und der Untersuchungsbericht „Lötrauchemissionen beim Einsatz von Absauggeräten – Weichlöten“ [26]. Darüber hinaus sind grundsätzlich die Vorgaben der TRGS 505 „Blei“ zu beachten.

Oft werden so genannte Lötrauchadsorber eingesetzt. Hierbei handelt es sich um Tischgeräte, die so nah wie möglich an die Lötstelle bzw. an den Lötprozess herangeführt werden. Die Lötrauche werden durch einen Ventilator angesaugt und in einem Partikelfilter und Aktivkohlefilter abgeschieden. Lötrauchadsorber als Tischgeräte scheiden die entstehenden Lötrauche nicht ausreichend wirksam ab, so dass die Vorgaben dieser Empfehlungen nicht erfüllt werden können.

6.3. Organisatorische Schutzmaßnahmen

Die Wirksamkeit der Absaugung ist regelmäßig, mindestens jedoch einmal jährlich zu überprüfen und das Ergebnis der jährlichen Wirksamkeitsprüfung zu dokumentieren. Bei der Festlegung der Prüf- und Wechselfristen für die Filtermedien sind die Empfehlungen der Hersteller zu berücksichtigen.

Beim Einsatz einer Lötspitzenabsaugung sind Verkrustungen und Verklebungen regelmäßig zu beseitigen.

Die besonderen Regelungen für schwangere und stillende Frauen nach Mutterschutzgesetz [27] sind zu beachten.

6.4. Unterweisung

Für alle Arbeitsbereiche sind Betriebsanweisungen zu erstellen und auszuhängen. Die Beschäftigten sind mindestens einmal jährlich arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen anhand der Betriebsanweisung in einer für sie verständlichen Form und Sprache zu unterweisen. Hierbei ist insbesondere auf die Hygiene am Arbeitsplatz einzugehen. Die Anforderungen nach §14 der Gefahrstoffverordnung „Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten“ sind zu berücksichtigen.



Siehe auch Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“ [28] und TRGS 505 „Blei“.

6.5. Arbeitsmedizinische Vorsorge

Bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Blei und anorganischen Bleiverbindungen und Überschreitung einer Luftkonzentration von $0,075 \text{ mg/m}^3$ wird die Pflichtvorsorge ausgelöst. Bei Einhaltung dieser Luftkonzentration ist eine Angebotsvorsorge anzubieten (ArbMedVV, Anhang Teil 1, Abschnitt (I), Punkt 2h). Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Blei oder anorganischen Bleiverbindungen sind außerdem Anlass für das Angebot einer nachgehenden Vorsorge.

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit.**

Bei weiteren Fragen zum Thema:

**Dr. Walther Prinz
0931 / 7943-336**

