

Bor und seine Verbindungen am Arbeitsplatz

Arbeitsbedingte Exposition gegenüber Bor und seinen Verbindungen in der einatembaren und der alveolengängigen Staubfraktion

1 Einleitung

Die Ermittlung und Dokumentation der im Folgenden ausgewerteten Messdaten von Expositionen am Arbeitsplatz erfolgte nach den Kriterien des Messsystems Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (MGU)¹. Ein Qualitätsmanagementsystem, das im Wesentlichen die Anforderungen der Norm DIN EN ISO 9001 umsetzt, stellt den Standard des MGU sicher. Die Prüflaboratorien werden gemäß DIN EN ISO 17025 „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“ betrieben.

Zur Bestimmung von in der Luft am Arbeitsplatz enthaltenem Bor und seinen Verbindungen wird mittels einer Probenahmepumpe ein definiertes Luftvolumen durch einen Membranfilter gesaugt. Nach Nassaufschluss des Filters mit einem Salpetersäure-Salzsäure-Gemisch, erfolgt die quantitative Bestimmung der im abgeschiedenen Staub enthaltenen Borverbindungen mithilfe verschiedener Analyseverfahren. Es wird darauf hingewiesen, dass nur das Element Bor analytisch bestimmt wird. Eine Spezifikation ist nicht möglich.

In den Jahren 2010 bis 2019 liegen zwei Analyseverfahren vor, wobei nur ca. 2 % der Proben mit der ICP-Emissionsspektroskopie (ICP: Inductively-Coupled Plasma) analysiert wurden:

- **Analytik durch ICP-Massenspektrometrie**
Die quantitative Bestimmung erfolgt über Masse : Ladung.
- **Analytik durch ICP-Emissionsspektrometrie**
Die quantitative Bestimmung erfolgt über Charge-Coupled-Device-Detektor (CCD).

In Abhängigkeit vom Probenahmesystem ergeben sich die in **Tabelle 1** und **Tabelle 2** dargestellten Bestimmungsgrenzen (BG) zu Bor und seinen Verbindungen bei Analyse mit der ICP-Massenspektrometrie für die eingesetzten Probenahmesysteme.

¹ Gabriel, S.; Koppisch, D.; Range, D.: The MGU – a monitoring system for the collection and documentation of valid workplace exposure data. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 70 (2010) Nr. 1/2, S. 43-49.

Tabelle 1:

Bestimmungsgrenzen für Bor im E-Staub in Abhängigkeit vom Probenahmesystem und der Analytik

Probenahmesystem	GSP	GSP-10	PM4 G	VC25 G
Probenträger-Durchmesser in mm	37	37	70	150
Volumenstrom in l/min	3,5	10	66,7	375
Volumenstrom in m ³ /h	0,21	0,6	4	22,5
Probenahmedauer in h	2	2	2	2
Probenluftvolumen m ³	0,42	1,2	8	45
BG in mg/m³				
ICP-Massenspektrometrie	0,48	0,17	0,050	0,018

Tabelle 2:

Bestimmungsgrenzen für Bor im A-Staub in Abhängigkeit vom Probenahmesystem und der Analytik

Probenahmesystem	FSP-2	FSP-10	PM4 F	VC 25 F
Probenträger-Durchmesser in mm	37	37	70	150
Volumenstrom in l/min	2	10	66,7	375
Volumenstrom in m ³ /h	0,12	0,6	4	22,5
Probenahmedauer in h	2	2	2	2
Probenluftvolumen in m ³	0,24	1,2	8	45
BG in mg/m³				
ICP-Massenspektrometrie	0,83	0,17	0,050	0,018

Alle im MGU erhobenen Daten werden in der IFA-Expositionsdatenbank Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz (MEGA) zusammengeführt. Die vom IFA entwickelte MEGA^{Pro}-Software erlaubt die statistische Auswertung des Datenbestands nach unterschiedlichen Selektionskriterien und Auswertestrategien.

2 Datenlage und Auswertestrategie

Für Borsäure und Natriumborate in der einatembaren Staubfraktion (E-Fraktion) liegt in Deutschland ein Arbeitsplatzgrenzwert von 0,5 mg/m³ nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900 vor. Dieser wird als Beurteilungsmaßstab für Bor und seine Verbindungen in der E-Fraktion herangezogen.

2.1 Selektionskriterien für die statistischen Auswertungen

- Gefahrstoff: Bor und seine Verbindungen
- Grenzwert: 0,5 mg/m³ in der E-Fraktion
- Datenzeitraum: Januar 2010 bis Dezember 2019
- Luftproben mit Expositionsbezug
- Arbeitsplatzmessungen
- Probenahme repräsentativ für die Expositionsdauer
- übliche betriebliche Situationen (Normalzustand, Aufbau-, Abbau-, Anfahrvorgänge, Vorbereitungen, Rüstarbeiten) und ungünstige, aber realistische Bedingungen

2.2 Erläuterungen zur Messstrategie und Beurteilung der Messergebnisse

Die Messstrategie im MGU folgt der TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“. Entsprechend dieser TRGS und der Zielsetzung des MGU, valide Expositionsdaten zu ermitteln und zu dokumentieren, werden Arbeitsbereich, Expositionsbedingungen und Messstrategie detailliert beschrieben.

Probenahmeart

Messungen an der Person erfolgen mit personengetragenen Probenahmesystemen. Die so ermittelten Messergebnisse können bevorzugt für eine individuelle Expositionsabschätzung herangezogen werden.

Messungen mit stationär aufgestellten Probenahmesystemen werden im MGU ebenfalls eingesetzt. Zum einen erfolgen die stationären Messungen in Atemhöhe und in unmittelbarer Nähe der beschäftigten Person, zum anderen aber auch am Ort höheren Risikos direkt an der Emissionsquelle. Die Messstrategien, z. B. der Abstand des Probenahmesystems zur Emissionsquelle oder zum Exponierten, können sich bei stationären Messungen je nach Branche und bemessenem Arbeitsbereich stark unterscheiden. Daher können diese stationären Messungen ohne weitere Zusatzinformationen über den Abstand des Probenahmesystems zu der Emissionsquelle oder dem Exponierten nicht für die individuelle Expositionsabschätzung herangezogen werden.

2.3 Datenlage

Im Datenzeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2019 ergab sich nach den in Abschnitt 2.1 dargestellten Selektionskriterien die in **Tabelle 3** zusammengefasste Datenlage für Bormessungen.

Tabelle 3:
Datenlage zu den für den Bericht ausgewerteten Bormessungen

Allgemeine Beschreibung	Anzahl Messwerte	
	E-Fraktion	A-Fraktion
insgesamt	1 950	318
Anzahl Werte < BG	720	110
Probenahmeart		
an der Person	1 199	204
stationär		
alte Codierung	234	
personenbezogen zur Expositionsbeurteilung	399	80
Grundlast zur Expositionsbeurteilung	118	34
Probenahmedauer		
≥ 2 h	1 774	283
< 2 h	176	35
Grenzwertbezug		
Anzahl Daten > Grenzwert	11	----
Erfassungseinrichtung		
Erfassung vorhanden und in Betrieb	1 187	187
Erfassung nicht vorhanden bzw. nicht in Betrieb	613	87
keine Angaben zur Erfassung	150	44

2.4 Auswertestrategie

- Differenzierung nach Probenahmeart:
 - an der Person
 - stationär
- Die statistischen Auswertungen erfolgen:
 - für branchenübergreifende Arbeitsbereichsgruppen,
 - für Arbeitsbereichsgruppen in der Metallbearbeitung,
 - für nicht nach Arbeitsbereichen differenzierten Branchengruppen.
- Liegen Analyseergebnisse unterhalb der jeweiligen BG, dann geht der Wert der halben BG in die Statistik ein.
- Kollektive mit weniger als zehn Messdaten oder mit Messungen aus weniger als fünf Betrieben werden nicht ausgewertet und nicht dargestellt.
- Auf Differenzierungen nach Probenahmedauern (≥ 2 h und < 2 h) sowie dem Vorhandensein einer Erfassungseinrichtung wurde aufgrund der niedrigen Konzentrationen verzichtet.

2.5 Ergebnistabellen, Abkürzungen und Fußnoten

Allgemeiner Hinweis: In Kollektiven mit wenigen Messwerten (Anzahl Messwerte < 40) können schon einzelne Extremwerte den 90- und 95-%-Wert stark beeinflussen.

2.5.1 Abkürzungen und Fußnoten in den Ergebnistabellen

In den Ergebnistabellen werden folgende Abkürzungen und Fußnotenkommentare verwendet:

Tabelle 4:

Abkürzungen und Fußnotenkommentare in den Ergebnistabellen der folgenden Kapitel

Abkürzung	Erklärung
BG	Bestimmungsgrenze
Werte < BG	Anzahl und Prozentsatz der Messwerte, die unterhalb der Bestimmungsgrenze im Kollektiv liegen
Höchste BG	Höchste Bestimmungsgrenze im Kollektiv: Die BG ist bei geringerem Probenluftvolumen höher als die in der Einleitung genannte BG des Standardverfahrens. Das Probenluftvolumen ist das Produkt aus der Probenahmedauer und dem Volumenstrom.
k. A.	Keine Angaben möglich
*	Liegen Analysenergebnisse unterhalb der jeweiligen BG, dann geht der Wert der halben BG in die Statistik ein.
+	Der Verteilungswert liegt unterhalb der höchsten BG im Datenkollektiv.
\$	Unter Heranziehung des vorgegebenen BM ist der Prozentsatz der Werte unterhalb bzw. oberhalb des BM angegeben. Weitere Messwerte sind nicht beurteilbar in Bezug auf den Grenzwert.
!	Die Anzahl der Messwerte unterhalb der BG ist größer als die Zahl der Messwerte, die durch dieses Perzentil repräsentiert werden. Daher wird für dieses Perzentil keine Konzentration angegeben.

2.5.2 Standardisierte Ergebnistabellen

Tabelle 5:

Standardisierte Tabelle zur Darstellung der Expositionsdaten der folgenden Kapitel

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8	Spalte 9	Spalte 10	Spalte 11
Probenahmeart	Anzahl Messwerte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³

Spalte 1: Probenahmeart

Die Art der Probenahme bei den Messungen (an der Person; stationär)

Spalte 2: Anzahl Messwerte

Anzahl der Messwerte

Spalte 3: Anzahl Betriebe

Anzahl der Betriebe

Spalte 4: Anzahl Werte < BG*

Anzahl der Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Messverfahrens.

Spalte 5: Werte < BG* in %

Prozentsatz der Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze des jeweiligen Messverfahrens.

Spalte 6: Höchste BG* in mg/m³

Angabe der größten Bestimmungsgrenze im Datenkollektiv.

Spalten 7 und 8: ≤ GW in % und > GW in %

Prozentsatz der Messwerte unterhalb bzw. oberhalb des Grenzwerts (nur E-Fraktion).

Spalte 9: 50. Perzentil* in mg/m³

Für diesen Wert gilt, dass 50 % der vorhandenen Konzentrationswerte unterhalb, die restlichen 50 % oberhalb dieses Wertes liegen. Liegt der Verteilungswert unterhalb der größten BG im Datenkollektiv, wird der Wert mit einem + gekennzeichnet.

Spalte 10: 90. Perzentil* in mg/m³

Für diesen Wert gilt, dass 90 % der vorhandenen Konzentrationswerte unterhalb, die restlichen 10 % oberhalb dieses Wertes liegen. Liegt der Verteilungswert unterhalb der größten BG im Datenkollektiv, wird der Wert mit einem + gekennzeichnet.

Spalte 11: 95. Perzentil* in mg/m³

Für diesen Wert gilt, dass 95 % der vorhandenen Konzentrationswerte unterhalb, die restlichen 5 % oberhalb dieses Wertes liegen. Liegt der Verteilungswert unterhalb der größten BG im Datenkollektiv, wird der Wert mit einem + gekennzeichnet.

3 Expositionen

3.1 Branchenübergreifende Arbeitsbereiche

3.1.1 Schweißen

Arbeitsbereich
Lichtbogenhandschweißen mit umhüllter Stabelektrode
Metall-Inertgasschweißen (MIG)
Metall-Aktivgasschweißen (MAG)
Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)
Plasmaschweißen
Elektroschlackeschweißen
Laserschweißen
Laserstrahlaufragschweißen
Buckelschweißen
Metall-Schweißen, Mischschweißverfahren
Formenreparatur (mit Schweißarbeiten)

Tabelle 6:
E-Fraktion – Schweißen

Probe- nahme- art	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	117	65	32	27,4	0,0039	100	0	0,00094 +	0,00783	0,0175
stationär	15	8	2	13,3	0,0002	100	0	0,00103	0,00345	0,0042

Tabelle 7:
A-Fraktion – Schweißen

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	41	26	17	41,5	0,0026	0,000505 +	0,0018 +	0,0021 +

3.1.2 Lötten

Arbeitsbereich
Weichlöten
Weichlöten, Flammlöten
Weichlöten, Kolbenlöten
Weichlöten, Induktionslöten
Hartlöten
Hartlöten, Flammlöten
Hartlöten, Induktionslöten
Lötten, Mischlötverfahren

Tabelle 8:
E-Fraktion – Lötten

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	40	25	11	27,5	0,008	100	0	0,0035 +	0,055	0,071
stationär	42	27	15	35,7	0,008	100	0	0,0015 +	0,014	0,0231

3.1.3 CNC-Bearbeitungsmaschinen

Arbeitsbereich
NC-Bearbeitungsmaschinen
CNC-Bearbeitungsmaschinen
Bearbeitungszentrum

Tabelle 9:
E-Fraktion – CNC-Bearbeitungsmaschinen

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	333	186	101	30,3	0,091	100	0	0,0012 +	0,00638 +	0,0114 +
stationär	145	87	68	46,9	0,008	100	0	0,00087 +	0,00315 +	0,004 +

Tabelle 10:
A-Fraktion – CNC-Bearbeitungsmaschinen

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	12	8	4	33,3	0,00032	0,0002 +	0,000928	0,00496
stationär	17	8	10	58,8	0,0011	BG !	0,000512 +	0,000598 +

3.2 Metallbearbeitung

Teilbetriebsart
Rohrwalzwerk
Hartmetalle, Eisenpulver, Herstellung und Verarbeitung
Pulverbeschichten
Metallbe- und -verarbeitung, allgemein
Massivumformung (Gesenk- und Freiformschmieden)
Formgebungsverfahren, sonstige
Strangpresserei, allgemein
Rohrherstellung, allgemein
Schleiferei (von Metallwaren)
Schlosserei
Stahl- und Leichtmetallbau
Stahlbau
Maschinen- und Fahrzeugbau, allgemein
Maschinenbau
Werkzeugbau
Landmaschinenbau
Apparatebau
Armaturen, Herstellung
Anlagenbau, Herstellung von Anlagen
Herstellung von Teilen für Kraftwagen und -motoren (Automobilzulieferung)
Herstellung von Fahrzeugaufbauten
Flugzeugbau
Reparaturwerkstatt, Kraftfahrzeuge
Reparaturwerkstatt, Maschinen
Reparaturwerkstatt, Straßenbahnen, Stadtbahnen
Elektrotechnik, allgemein
Herstellung und Bearbeitung von Leiterplatten
Lampen, Leuchten, Herstellung
Quecksilberhaltige Leuchtmittel einschließlich Leuchtreklame, Herstellung
Feinmechanik, Optik, Herstellung
Dentallabor
EBM-Waren (Eisen-, Blech- und Metallwaren), Herstellung
Sportgeräte, Herstellung
Schmuckwaren, Herstellung und Verarbeitung
Behälterbau
Anlagen- und Gerätebau (Metall)

3.2.1 Zerspantung mit geometrisch bestimmter Schneide

Arbeitsbereich
Trenn- und Bearbeitungsverfahren, Raum
Sägen
Fräsen
Bohren
Drehen, Hobeln
Stanzen, Schneiden
Räumen (spanabhebendes Verfahren)
Feinschneiden
Gewindeschneiden

Tabelle 11:

E-Fraktion – Zerspantung mit geometrisch bestimmter Schneide – Metallbearbeitung

Probe-nahmeart	Anzahl Mess-werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	135	81	55	40,7	0,033	100	0	0,00098 +	0,0048 +	0,0103 +
stationär	63	43	30	47,6	0,032	100	0	0,000725 +	0,00324 +	0,0103 +

Tabelle 12:

A-Fraktion – Zerspantung mit geometrisch bestimmter Schneide – Metallbearbeitung

Probe-nahmeart	Anzahl Mess-werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	23	7	8	34,8	0,00021	0,000245	0,000666	0,000767

3.2.2 Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide

Arbeitsbereich
Trenn- und Bearbeitungsverfahren, Raum
Trennschleifen
Polieren
Strahlanlagen, trocken, offen
Strahlanlagen, trocken, geschlossen
Schärfen
Nassschleifen
Trockenschleifen
Entgraten
Sandstrahlen
Entgraten, mechanisch
Karosseriearbeiten, Schleifen
Schleifen, Raum

Tabelle 13:
E-Fraktion – Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide – Metallbearbeitung

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	180	127	33	18,3	0,0039	100	0	0,0032 +	0,035	0,057
stationär	95	75	28	29,5	0,023	100	0	0,00183 +	0,014 +	0,029

Tabelle 14:
A-Fraktion – Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide – Metallbearbeitung

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	31	25	7	22,6	0,0003	0,0031	0,015	0,0204
stationär	14	11	4	28,6	0,0014	0,00022 +	0,0053	0,00873

3.2.3 Heißverarbeitung ohne Schweißen/Löten

Arbeitsbereich
Heiß-Pressen
Härterei, allgemein
Induktionshärteanlage
Laserstrahloberflächenbearbeitung
Brennschneiden
Plasmaschmelzschnitten, maschinell
Laserstrahlschnitten
Flammspritzen
Plasmaspritzen
Thermisches Spritzen, Mischspritzverfahren
Thermisches Bearbeiten, Flammhärten
Sintern

Tabelle 15:

E-Fraktion – Heißverarbeitung ohne Schweißen/Löten – Metallbearbeitung

Probe-nahmeart	Anzahl Mess-werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	33	27	17	51,5	0,0026	100	0	BG !	0,00361	0,013
stationär	17	11	13	76,5	0,012	100	0	BG !	0,00152 +	0,00243 +

Tabelle 16:

A-Fraktion – Heißverarbeitung ohne Schweißen/Löten – Metallbearbeitung

Probe-nahmeart	Anzahl Mess-werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	11	10	3	27,3	0,00055	0,000255 +	0,0028	0,00609

3.2.4 Weitere Arbeitsbereiche

Grenzwertüberschreitungen wurden bei Tätigkeiten mit borhaltigen Emaille-Mischungen oder borathaltigen Entfettungsmitteln ermittelt.

Tabelle 17:

E-Fraktion – Weitere Arbeitsbereiche – Metallbearbeitung

Probe-nahmeart	Anzahl Mess-werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	67	43	26	38,8	0,003	95,5	4,5	0,000995 +	0,11	0,199
stationär	76	51	53	69,7	0,13	100	0	BG !	0,00496 +	0,0144 +

Tabelle 18:

A-Fraktion – Weitere Arbeitsbereiche – Metallbearbeitung

Probe-nahmeart	Anzahl Mess-werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	21	15	12	57,1	0,0013	BG !	0,00508	0,0155
stationär	13	8	3	23,1	0,00018	0,00019	0,00041	0,00137

3.3 Weitere Branchen

3.3.1 Galvanik

Teilbetriebsart
Galvanik
Galvanik, automatische Gestell-/Trommelanlage
Galvanik, halbautomatische, handgeführte Gestell-/Trommelanlage
Galvanik, automatische Bandanlage
Galvanik, manuell bediente Anlage
Eloxalanlage, automatische Gestell-/Trommelanlage
Eloxalanlage, halbautomatische, handgeführte Gestell-/Trommelanlage
Eloxalanlage, manuell bediente Anlage
Galvanik/Eloxalanlage, Abwasserbehandlungsanlage
Galvanik, Hartverchromen, manuell bediente Anlage
Galvanik, Glanzverchromen, automatische Gestell-/Trommelanlage
Galvanik, Glanzverchromen, halbautomatische, handgeführte Gestell-/Trommelanlage
Galvanik, Vernickeln, automatische Gestell-/Trommelanlage
Galvanik, Vernickeln, halbautomatische, handgeführte Krananlage
Galvanik, Vernickeln, manuell bediente Anlage
Galvanik, Verzinken, automatische Gestell-/Trommelanlage
Galvanik, Verzinken, halbautomatische, handgeführte Krananlage
Galvanik, Verzinken, automatische Bandanlage
Galvanik, Verzinken, manuell bediente Anlage

Tabelle 19:
E-Fraktion – Galvanik

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	89	60	60	67,4	0,017	100	0	BG !	0,00214 +	0,00333 +
stationär	81	54	59	72,8	0,0075	100	0	BG !	0,00264 +	0,00369 +

3.3.2 Oberflächenveredlung und Härtung

Teilbetriebsart
Oberflächenveredlung und Härtung

Eine Grenzwertüberschreitung wurde beim Emaillieren ermittelt.

Tabelle 20:
E-Fraktion – Oberflächenveredlung und Härtung

Probe-nahmeart	Anzahl Mess-werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
An der Person	20	9	9	45	0,0025	95	5	0,00125 +	0,018	0,12
Stationär	12	5	8	66,7	0,0023	100	0	BG !	0,00336	0,0107

3.3.3 Gießereien

Teilbetriebsart
Metalllegierungen (außer Si-Verbindungen), elektrothermische Herstellung
Eisengießerei
NE-Metallgießerei, gemischte
Leichtmetallgießerei
Eisen- oder Stahl- und NE-Metallgießerei, gemischte
Servicearbeiten für die Gießereiindustrie

Tabelle 21:
E-Fraktion – Gießereien

Probe-nahmeart	Anzahl Mess-werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	16	8	3	18,8	0,00091	100	0	0,00074 +	0,0076	0,00936

Tabelle 22:
A-Fraktion – Gießereien

Probe-nahmeart	Anzahl Mess-werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	12	7	6	50	0,0016	0,000285 +	0,00187	0,00218

3.3.4 Elektronikschrott- und Metallrecycling

Teilbetriebsart
Metallrecycling (Schrott)
Elektronikschrott-Recycling
Recycling quecksilberhaltiger Leuchtmittel
Recycling quecksilberhaltiger LCD-Geräte
Edelmetallrecycling

Tabelle 23:
E-Fraktion – Elektronikschrott- und Metallrecycling

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	28	10	14	50	0,0033	100	0	0,00065 +	0,00212 +	0,00316 +
stationär	12	10	3	25	0,00047	100	0	0,000235 +	0,00236	0,00248

3.3.5 Glasindustrie

Teilbetriebsart
Flachglas, Herstellung und Verarbeitung
Hohl-/Pressglas, Herstellung und Verarbeitung
Technisches Glas (einschl. Labor- und optisches Glas), Herstellung und Verarbeitung
Spezialglas, Herstellung und Verarbeitung

Tabelle 24:
E-Fraktion – Glasindustrie

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	25	7	3	12	0,0011	100	0	0,00455	0,0385	0,054
stationär	45	16	5	11,1	0,001	100	0	0,000805 +	0,012	0,0267

3.3.6 Keramische Industrie

Teilbetriebsart
Ziegeleierzeugnisse, Herstellung
Feuerfeste Waren, Herstellung
Schmelzbasalt, Herstellung
Gebrauchs-, Zier- und Kunstkeramik (handwerklich), Herstellung
Technische Keramik, Herstellung
Sonderkeramik, Herstellung
Schleifkörper, -mittel, Herstellung

Tabelle 25:
E-Fraktion – Keramische Industrie

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	25	9	5	20	0,0026	100	0	0,0012 +	0,02	0,0958
stationär	45	15	0		k. A.	100	0	0,000985	0,0845	0,142

Tabelle 26:
A-Fraktion – Keramische Industrie

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
stationär	14	5	0		k. A.	0,000098	0,00112	0,00444

3.3.7 Chemische Industrie

Teilbetriebsart
Chemische Industrie
Pharmazeutische Produkte, Herstellung
Mineralö raffinerie einschließlich Pechaufbereitung

Hohe Konzentrationen und Grenzwertüberschreitungen wurden bei kurzen Probenahmedauern (< 1 h) bei der Herstellung borhaltiger Mischungen gefunden.

Tabelle 27:
E-Fraktion – Chemische Industrie

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	36	22	4	11,1	0,0022	88,9	11,1	0,0073	0,556	1,092
stationär	17	6	3	17,6	0,0021	100	0	0,0026	0,0535	0,148

3.3.8 Kunststoffindustrie

Teilbetriebsart
Kunststoff und Kunststoffschaum, Verarbeitung
Kunststoffformteile, Herstellung
Kunststoffspritzerei
Kunststoffhalbzeuge, Herstellung
Kunststoff und Kunststoffschaum, Herstellung
Kunststoffwaren, Herstellung
Fensterbau, Kunststoff

Tabelle 28:
E-Fraktion – Kunststoffindustrie

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
an der Person	11	7	5	45,5	0,0016	100	0	0,000253 +	0,00295	0,0125
stationär	13	10	7	53,8	0,0016	100	0	BG !	0,00184	0,0182

3.3.9 Papier und Pappe

Teilbetriebsart
Papier und Pappe, Herstellung und Verarbeitung

Grenzwertüberschreitungen wurden beim Umgang mit borhaltigem Leim bei der Wellpappenherstellung gefunden.

Tabelle 29:
E-Fraktion – Papier und Pappe

Probe- nahmeart	Anzahl Mess- werte	Anzahl Betriebe	Anzahl Werte < BG*	Werte < BG* in %	Höchste BG* in mg/m ³	≤ GW in %	> GW in %	50. Perzentil* in mg/m ³	90. Perzentil* in mg/m ³	95. Perzentil* in mg/m ³
stationär	36	12	21	58,3	0,028	97,2	2,8	BG !	0,0648	0,121

Verfasst von: Dr. Mario Arnone,
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Mai 2022