



IFA Report 6/2020 Arbeitsbedingte Exposition gegenüber der einatembaren und der alveolengängigen Staubfraktion

Verfasst von: siehe Autorenverzeichnis auf Seite 303

Herausgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)
Glinkastr. 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0
Telefax: 030 13001-9876
Internet: www.dguv.de
E-Mail: info@dguv.de

– November 2020 –

Publikationsdatenbank: www.dguv.de/publikationen

ISBN (Druck): 978-3-948657-17-8
ISBN (Online): 978-3-948657-18-5
ISSN: 0173-0387

Kurzfassung

Arbeitsbedingte Exposition gegenüber der einatembaren und der alveolengängigen Staubfraktion

Stäube sind an fast allen Arbeitsplätzen gegenwärtig. Übermäßige inhalative Belastungen durch Stäube können zu schwerwiegenden Atemwegserkrankungen führen. Daher ist es geboten, Arbeitsplätze mit erhöhten Staubexpositionen zu identifizieren und geeignete Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten zu ergreifen.

Mit diesem IFA Report wird eine zusammenfassende Übersicht zu arbeitsbedingten Expositionen von Stäuben im Geltungsbereich des Allgemeinen Staubgrenzwerts (ASGW) vorgelegt. Der ASGW gilt zur Beurteilung der Gesamtexposition gegenüber schwerlöslichen und unlöslichen Stäuben (auch: granuläre biobeständige Stäube ohne bekannte stoffspezifische Toxizität – GBS) für die alveolengängige Fraktion (A-Staub) und die einatembare Fraktion (E-Staub). Stoffspezifische gesundheitsschädigende Wirkungen, die von Stoffen ausgehen, aus denen die Stäube bestehen oder in ihnen als Beimengungen enthalten sind, müssen gesondert bewertet werden und sind nicht Gegenstand dieses Berichts, ebenso wenig wie Faserstäube und ultrafeine Stäube. Der Report dient diesbezüglich als Nachschlagewerk zum Vorkommen und Auftreten sowie zu Eigenschaften und Gesundheitsgefahren. Er beinhaltet darüber hinaus auch Informationen zur Ableitung des ASGW und zu Vorschriften, die beim Auftreten von A- oder E-Staub an Arbeitsplätzen zu beachten sind.

Als Schwerpunkt enthält er Expositionsdaten zu Arbeitsplatzmessungen aus dem „Messsystem Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger“ (MGU). Jeweils über 35 000 Expositionsdaten zu A- und E-Staub aus dem Datenzeitraum 2005 bis 2016, die in der IFA Expositionsdatenbank „Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz“ (MEGA) dokumentiert sind, wurden statistisch ausgewertet und beschrieben. Die Messergebnisse werden in diesem Report nach Branchen und Arbeitsbereichen aufgeschlüsselt. Weitere Differenzierungen der statistischen Kollektive betreffen die Messstrategie – die Unterscheidung zwischen Messungen „an der Person“ und Messungen mit „stationär“ aufgestellten Probenahmesystemen in den Arbeitsbereichen. In einigen Bereichen konnten die statistischen Kollektive zusätzlich dahingehend differenziert werden, ob bei Messungen an der Person eine Erfassung (Absaugung) im Arbeitsbereich vorlag oder nicht.

Die Expositionsdaten werden durch Erläuterungen zum Arbeitsverfahren, zu exponierten Tätigkeiten oder zu Schutzmaßnahmen ergänzt. Hierdurch wird ein Arbeitsbereichskataster für die Prävention und für retrospektive Betrachtungen zur Verfügung gestellt.

Abstract

Occupational exposure to inhalable and respirable dust fractions

Dusts are present at virtually all workplaces. Excessive inhalative exposure to dusts may lead to serious diseases of the respiratory tract. It is therefore imperative that workplaces associated with elevated dust exposure be identified, and suitable measures taken to protect workers.

This IFA Report provides a summary overview of occupational exposure to dust within the scope of the German general dust exposure limit (ASGW). The general dust exposure limit applies for assessment of the total exposure to low-solubility and insoluble dusts (including biopersistent granular dusts for which no substance-specific toxicity is known) for the respirable and inhalable fractions. Harmful effects upon health caused by the specific substances of which the dusts are comprised or contained within them as admixtures must be evaluated separately, and lie outside the scope of this report. The same applies to fibrous and ultrafine dusts. This report serves as a reference work for the incidence and occurrence, properties and associated health hazards of the dusts concerned. In addition, it contains information on setting the general dust exposure limit and on regulations to be observed where respirable or inhalable dust occur at workplaces.

Exposure data relating to workplace measurements from the Measurement system for exposure assessment of the German Social Accident Insurance Institutions (MGU) form a key part of the report's content. Over 35,000 items of exposure data each for respirable and inhalable dust, obtained during the period from 2005 to 2016 and documented in the IFA's MEGA database of measured data relating to exposure to hazardous substances at the workplace, were evaluated statistically and described. The results of the measurements are broken down in this report by sector and working area. The statistical collectives are further differentiated by measurement strategy, namely distinction between measurements performed on the person and those performed by stationary sampling systems erected in the working areas. In some areas, further differentiation of the statistical collectives was possible according to whether measurements performed on the person were accompanied by collection (exhaust) of the dust in the working area.

The exposure data are supplemented by descriptions of the working method, exposed activities or protective measures. This information is used to produce a register of working areas for preventive activity and retrospective analyses.

Résumé

Exposition professionnelle à la fraction inhalable et alvéolaire de la poussière

Des poussières sont présentes sur la quasi-totalité des lieux de travail. Une exposition excessive par inhalation de poussières peut provoquer de graves maladies respiratoires. Il y a donc lieu d'identifier les lieux de travail soumis à une forte exposition de poussière, et de prendre les mesures adéquates pour protéger les employés.

Le présent rapport de l'IFA fournit un aperçu synthétique de l'exposition professionnelle aux poussières dans le domaine d'application de la Valeur limite générale pour la poussière (ASGW) allemande. L'ASGW est utilisée pour évaluer l'exposition totale aux poussières peu solubles et insolubles (ou encore : poussières biopersistantes granulaires sans toxicité connue – GBS) pour la fraction alvéolaire (poussière A) et la fraction inhalable (poussière E). Les effets nocifs pour la santé provenant des substances spécifiques dont sont constituées les poussières, ou qui sont contenues dans un mélange de substances, doivent être évalués séparément et ne font pas l'objet du présent rapport, pas plus que les poussières de fibres ou les poussières ultrafines.

Le présent rapport constitue à cet égard un ouvrage de référence sur la présence et l'apparition des poussières ainsi que sur leurs propriétés et dangers pour la santé. Il contient en outre des informations sur l'application de l'ASGW et sur les réglementations à respecter en cas d'apparition de poussière A ou de poussière E sur le lieu de travail.

L'accent est mis particulièrement sur les données d'exposition sur les lieux de travail provenant du « Système de mesure pour l'évaluation des expositions » des organismes allemands d'assurance accidents (MGU). Plus de 35 000 données d'exposition, tant sur la poussière A que sur la poussière E, collectées entre 2005 et 2016 et documentées dans la base de données d'exposition de l'IFA intitulée « Données de mesure sur l'exposition à des substances dangereuses sur le lieu de travail » (MEGA) ont été évaluées et décrites statistiquement. Dans le présent rapport, les résultats des mesures sont ventilés par secteur d'activité et par domaine de travail. D'autres différenciations des collectifs statistiques concernent la stratégie de mesurage – la distinction entre les mesures effectuées « sur la personne » et les mesures effectuées à l'aide de systèmes d'échantillonnage « fixes » dans les zones de travail. Dans certains domaines, les collectifs statistiques ont pu être encore différenciés selon qu'on était ou non en présence d'un enregistrement (par aspiration) dans la zone de travail lors des mesures sur la personne.

Les données d'exposition sont complétées par des précisions sur les méthodes de travail sur les activités exposées ou sur les mesures de protection. Il en résulte un registre des domaines de travail, qui pourra être utilisé pour la prévention ou pour des analyses rétrospectives.

Resumen

Exposición en el contexto laboral respecto a la fracción de polvo inhalable y respirable.

El polvo está presente en prácticamente todos los entornos laborales. Una carga excesiva de polvo inhalado puede causar enfermedades graves del aparato respiratorio. Por tanto, es necesario identificar aquellos puestos de trabajo con una exposición elevada al polvo y tomar medidas adecuadas para proteger a los empleados.

Con este informe de la IFA presentamos una visión resumida de la exposición al polvo en el contexto laboral en el ámbito de aplicación del valor límite de polvo total (ASGW). Dicho valor límite se aplica en la evaluación de la exposición total a tipos de polvo difícilmente solubles e insolubles (también tipos de polvo granulares biopersistentes sin una toxicidad conocida a consecuencia de una sustancia concreta) para la fracción de polvo respirable y para la fracción de polvo inhalable. Los efectos perniciosos para la salud de las sustancias concretas de las que se compone el polvo o que están contenidas en él como aditivos deben evaluarse por separado, y no constituyen el objeto de este informe, al igual que tampoco se tratan en él los polvos de fibras ni los polvos ultrafinos. A este respecto, el informe hace las veces de obra de consulta sobre su aparición e incidencia así como sobre características y riesgos para la salud. Además, también incluye informaciones sobre la determinación del ámbito de aplicación del valor límite de polvo total y sobre la normativa que debe tenerse en cuenta respecto a la existencia de polvo respirable y polvo inhalable en el puesto de trabajo.

Como punto central del informe se incluyen en él datos de exposición sobre las mediciones realizadas en el puesto de trabajo con el sistema de medición para el cálculo de riesgo establecido por las aseguradoras de accidentes (MGU). Se han evaluado estadísticamente y se han descrito más de 35.000 datos de exposición sobre polvo respirable y otros tantos sobre polvo inhalable correspondientes al periodo comprendido entre 2005 y 2016, documentados en la base de datos de exposición de la IFA “Datos de medición sobre la exposición a sustancias peligrosas en el puesto de trabajo” (MEGA). Los resultados de las mediciones se clasifican en este informe por sectores y ámbitos de trabajo. También se efectúan otras diferenciaciones de los colectivos estadísticos en función de la estrategia de medición, es decir, la diferenciación entre mediciones “sobre la persona” y mediciones con sistemas de obtención de muestras situados de manera “estacionaria” en los ámbitos de trabajo. En algunos ámbitos, los colectivos estadísticos pudieron además diferenciarse en función de si, en el caso de las mediciones sobre la persona, la constatación (aspiración) se había producido o no en el ámbito de trabajo.

Los datos de exposición se complementan con explicaciones sobre el proceso de trabajo, sobre las actividades expuestas o sobre las medidas de protección. De este modo se configura un catastro del ámbito laboral sobre prevención con observaciones retrospectivas.

Inhaltsverzeichnis

| | | | | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1 | Stoffinformationen | 9 | 7 | Keramische und Glasindustrie | 65 |
| 1.1 | Vorkommen, Auftreten..... | 9 | 7.1 | Glasfasern, Mineralfasern, Herstellung und Verarbeitung..... | 65 |
| 1.2 | Eigenschaften..... | 9 | 7.2 | Glas, Herstellung und Verarbeitung..... | 67 |
| 1.3 | Gesundheitsgefahren..... | 9 | 7.3 | Quarzglas (einschl. Kristallzüchtung), Herstellung und Verarbeitung..... | 72 |
| 2 | Allgemeiner Staubgrenzwert | 11 | 7.4 | Feuerfeste Waren, Herstellung..... | 73 |
| 2.1 | Ableitung des ASGW..... | 11 | 7.5 | Ton und Kaolin, Gewinnung..... | 78 |
| 2.2 | Zeitliche Entwicklung des ASGW..... | 12 | 7.6 | Kalksandstein, Herstellung..... | 79 |
| 2.3 | Anwendung und Geltungsbereich des ASGW..... | 14 | 7.7 | Porzellan und Keramik (industriell), Herstellung..... | 81 |
| 2.4 | Stoffbeispiele, die unter den Geltungsbereich der ASGW fallen..... | 15 | 7.8 | Sanitärkeramik, Herstellung..... | 86 |
| 2.5 | Vorschriften..... | 15 | 7.9 | Technische Keramik, Herstellung..... | 89 |
| 3 | Messverfahren | 17 | 7.10 | Wand- und Bodenfliesen, Ofenkacheln und Baukeramik, Herstellung..... | 95 |
| 3.1 | Probenahmeverfahren..... | 17 | 7.11 | Schleifkörper, Herstellung..... | 100 |
| 3.2 | Analysenverfahren..... | 19 | 7.12 | Ziegeleierzeugnisse, Herstellung..... | 103 |
| 3.3 | Nachweisgrenzen und Einfluss der Staubkonzentration..... | 19 | 8 | Chemische, pharmazeutische, Gummi- und Kunststoffindustrie | 109 |
| 4 | Datenlage und Auswertestrategie | 21 | 8.1 | Chemische Industrie..... | 109 |
| 4.1 | Erläuterungen zur Messstrategie und zur Beurteilung der Messergebnisse..... | 22 | 8.2 | Dachpappen- und Bitumenbahnen, Herstellung..... | 116 |
| 5 | Beschreibung der Branchen- und Arbeitsbereichsgruppen und statistische Auswertungen | 25 | 8.3 | Anstrichmittel, Beschichtungs- und Klebstoffe, Fugen- und Spachtelmassen, Herstellung..... | 117 |
| 5.1 | Selektionskriterien für die statistischen Auswertungen..... | 25 | 8.4 | Pharmazeutische, kosmetische, Reinigungs- und Sanitärprodukte, Herstellung..... | 121 |
| 5.2 | Auswertestrategie..... | 25 | 8.5 | Gießereihilfsmittel, Herstellung..... | 123 |
| 5.3 | Ergebnistabellen, Abkürzungen und Fußnoten..... | 26 | 8.6 | Schleif- und Poliermittel, Herstellung..... | 124 |
| 6 | Gewinnung und Verarbeitung von Steinen, Erden und Rohstoffen | 29 | 8.7 | Gummiwaren, Herstellung und Verarbeitung..... | 125 |
| 6.1 | Gewinnung und Aufbereitung von Kalkstein und Dolomit..... | 29 | 8.8 | Faserverstärkte Kunststoffe, Herstellung und Verarbeitung..... | 128 |
| 6.2 | Bergbau..... | 30 | 8.9 | Kunststoffe, Herstellung und Verarbeitung..... | 130 |
| 6.3 | Gewinnung und Aufbereitung von Kies und Sand..... | 31 | 8.10 | Elektrothermische Herstellung von Legierungen und Si-Verbindungen..... | 140 |
| 6.4 | Gewinnung und Aufbereitung von Naturstein und sonstigen Rohstoffen..... | 35 | 9 | Holz-, Leder-, Papier-, Textilindustrie | 141 |
| 6.5 | Naturwerksteinindustrie – Herstellung, Bearbeitung und Verarbeitung von Naturwerkstein, Steinmetzerei..... | 39 | 9.1 | Holzverarbeitung..... | 141 |
| 6.6 | Mineralmahlwerke (Farberden)..... | 48 | 9.2 | Papier und Pappe, Herstellung und Verarbeitung..... | 146 |
| 6.7 | Gipserzeugnisse, Dämm- und Leichtbauplatten, Herstellung..... | 49 | 9.3 | Druckerei..... | 151 |
| 6.8 | Asphaltmischanlagen..... | 51 | 9.4 | Lederindustrie..... | 152 |
| 6.9 | Herstellung von Zement und Kalk..... | 52 | 9.5 | Textilindustrie, Textilrecycling..... | 154 |
| 6.10 | Herstellung von Trockenbaustoffen..... | 54 | 10 | Metallerzeugung, Gießereien | 157 |
| 6.11 | Betonindustrie (stationärer Betrieb)..... | 57 | 10.1 | Gießereien..... | 157 |
| | | | 10.2 | Metallerzeugung..... | 170 |

| | | | | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 11 | Metallbearbeitung und -verarbeitung, Maschinen- und Fahrzeugbau | 175 | 17 | Nahrungsmittelindustrie | 255 |
| 11.1 | CNC-Bearbeitungsmaschinen für Metall (branchenübergreifend) | 175 | 17.1 | Nährmittel- und Teigwarenherstellung | 255 |
| 11.2 | Hartmetallherstellung und -verarbeitung | 176 | 17.2 | Essenzenherstellung | 257 |
| 11.3 | Metallbearbeitung, Maschinen- und Fahrzeugbau | 179 | 17.3 | Fischindustrie und Feinkostherstellung | 258 |
| 12 | Reparatur, Wartung und Werkstattarbeiten | 205 | 17.4 | Schrotmühlen | 259 |
| 12.1 | Reparatur, Wartung von Straßen- und Schienenfahrzeugen | 205 | 17.5 | Zigarren- und Zigarettenherstellung | 260 |
| 12.2 | Reparatur, Wartung, Werkstattarbeiten in weiteren Branchen | 208 | 17.6 | Schokoladen- und Zuckerwarenherstellung | 262 |
| 13 | Elektrotechnische und feinmechanische Industrie und Handwerke | 211 | 17.7 | Suppen-, Pudding- und Stärkeherstellung | 263 |
| 13.1 | Elektrotechnik | 211 | 17.8 | Konservenherstellung | 264 |
| 13.2 | Schmuckwaren, Herstellung und Verarbeitung | 219 | 17.9 | Molkereien und Käseereien | 265 |
| 13.3 | Solartechnik, Herstellung | 220 | 17.10 | Getränkeindustrie (Mineralbrunnen, Erfrischungsgetränkeherstellung, Obstmostereien, Mälzereien, Brauereien) | 266 |
| 13.4 | Schleifen bei den Musikinstrumenten, Blech- und Metallwarenherstellung | 221 | 18 | Groß-, Einzelhandel, Lagerwirtschaft | 267 |
| 13.5 | Feinmechanik | 222 | 18.1 | Lagerwirtschaft, Abfüll- und Verpackungsgewerbe | 267 |
| 13.6 | Dentallabor | 223 | 18.2 | Großhandel mit Eisen, Stahl, NE-Metallen, Stahl- und NE-Metallhalbzeug | 268 |
| 13.7 | Elektroinstallationsarbeiten auf Baustellen | 224 | 18.3 | Groß- und Einzelhandel, Nahrungsmittel, Agrarerzeugnisse | 269 |
| 13.8 | Reibbeläge | 225 | 18.4 | Groß- und Einzelhandel, mit verschiedenen Baustoffen | 272 |
| 14 | Galvanik, Feuerverzinken, Oberflächenbeschichtung | 227 | 18.5 | Großhandel mit Altmaterialien, Reststoffen und Schrott | 273 |
| 14.1 | Galvanik | 227 | 18.6 | Großhandel mit chemischen Produkten | 275 |
| 14.2 | Feuerverzinkerei | 228 | 19 | Entsorgung, Recycling | 277 |
| 14.3 | Oberflächenbeschichtung | 229 | 19.1 | Abfallsammlung, -entsorgung, -verbrennung und -recycling (ohne Glasrecycling); Abwasserentsorgung | 277 |
| 15 | Dienstleistung, Transport, Energiegewinnung, Bildungseinrichtungen | 233 | 19.2 | Glasrecycling | 283 |
| 15.1 | Dienstleistung | 233 | 19.3 | Metallrecycling | 284 |
| 15.2 | Werkstätten für Menschen mit Behinderungen | 237 | 19.4 | Baustoffrecycling- und Sortieranlagen | 285 |
| 15.3 | Berufsschulen und Ausbildungsstätten für das Bauhandwerk | 238 | 19.5 | Elektronikschrott-Recycling | 289 |
| 15.4 | Energiegewinnung | 239 | 20 | Bauwirtschaft | 291 |
| 15.5 | Transport | 242 | 20.1 | Staubemissionsverhalten von Maschinen und Geräten | 291 |
| 16 | Landwirtschaft, Futtermittelherstellung | 245 | 20.2 | Staub-Expositionen bei Arbeiten in der Bauwirtschaft | 292 |
| 16.1 | Futtermittelherstellung | 245 | 20.3 | Expositionsmatrix der BG BAU | 293 |
| 16.2 | Geflügelhaltung: Mastgeflügel und Legehennen | 248 | 20.4 | Gemeinsame Erklärung „Staubminimierung beim Bauen“ | 295 |
| 16.3 | Schweinehaltung: Mastschweine | 250 | Anhang | | |
| 16.4 | Schweinehaltung: Zuchtsauen | 251 | Anhang 1: Übersicht über verschiedene Staubarten | 296 | |
| 16.5 | Rinderhaltung: Mastrinder und Milchvieh | 253 | Autorinnen und Autoren | 302 | |
| | | | Literatur | 302 | |

1 Stoffinformationen

1.1 Vorkommen, Auftreten

Stäube sind feinste feste Partikel verschiedener Größe und verschiedenen Ursprungs, die einen gewissen Zeitraum in Gasen – besondere in der Luft – suspendiert bleiben können [1]. Die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900 [2] definiert Stäube als „disperse Verteilung fester Stoffe in Luft, entstanden durch mechanische Prozesse oder durch Aufwirbelung“. Sie sind sowohl in der gesamten Umwelt („ubiquitär“) als auch in Arbeitsbereichen zu finden. Lediglich sogenannte „Reinsträume“, denen durch aufwendige Lüftungs- und Filtertechnik gereinigte Luft zugeführt wird, können annähernd staubfrei gehalten werden.

Staub kann prinzipiell durch verschiedene Prozesse entstehen. Natürliche Staubquellen sind beispielsweise Verbrennungsprozesse, Vulkanausbrüche und Erosion durch Wind und Wetter. Abgelagerte Stäube können durch Luftbewegung wieder aufgewirbelt und mobilisiert werden. Beispiele für biogene Stäube sind Schimmelpilzsporen, Exkremate von Hausstaubmilben oder auch Blütenstaub. Von Menschen gemachte Stäube werden zum Teil gezielt in bestimmten industriellen Prozessen hergestellt, wie beim Mahlen oder bei der Produktion pulverförmiger Ausgangsstoffe für die chemische Industrie. Die meisten vom Menschen gemachten Stäube entstehen aber ungeplant während der mechanischen Bearbeitung von Feststoffen (Zerkleinerungsverfahren, Oberflächenbearbeitung, Abrieb) oder durch thermische Prozesse, wie etwa beim Schweißen oder der Metallheißverarbeitung. Manche Stäube können sowohl natürlicher als auch künstlicher Herkunft sein.

Nach ihrer Zusammensetzung werden anorganische und organische Stäube unterschieden (Beispiele siehe Anhang 1). Zu den anorganischen Stäuben zählen Gesteinsstaub oder Metallstäube, die bei der mechanischen oder thermischen Bearbeitung entstehen. Organische Stäube sind unter anderem Holzstaub oder Getreidemehl.

1.2 Eigenschaften

Stäube umfassen einen sehr großen Dichtebereich (Beispiele siehe auch Anhang 1). So können z. B. Erz- und Schwermetallstäube Dichten von ca. 4 g/cm^3 (Buntmetallerze, Buntmetall-Carbonate und Sulfate), $> 7 \text{ g/cm}^3$ (Eisen) bis $> 15 \text{ g/cm}^3$ (Platin, Gold) aufweisen. Silikat, Leichtmetall-Carbonat- und Sulfatstäube weisen Dichten von ca. 2 bis 3 g/cm^3 auf. Leichtmetalle, Ruß und

Gesteinsstäube haben Dichten von 1,5 bis ca. 3 g/cm^3 und organische Stäube, wie Getreidemehl, Papier, Kunststoff und Kohle Dichten von < 1 bis ca. 2 g/m^3 .

Die Durchmesser von Staubpartikeln reichen von $< 1 \text{ nm}$ bis zu mehreren hundert Mikrometer. Einzelne Teilchen liegen nicht in einer definierten Größe vor, sondern unterliegen einer Größenverteilung. Sie kommen als eher kugelförmige Partikel, als Plättchen oder auch als Fasern vor. Biobeständige Fasern fallen nicht unter den Geltungsbereich des Allgemeinen Staubgrenzwerts (ASGW), einzeln oder auch zusammengelagert zu Teilchenagglomeraten.

Die Größe der Staubpartikel beeinflusst entscheidend, ob sie inhaliert werden können und wo sie in den Atemwegen deponiert werden. Partikel mit einem Durchmesser von überwiegend $< 5 \mu\text{m}$ gelangen von der Luftröhre über die Bronchien und Bronchiolen bis in die Lungenbläschen (Alveolen), die das Ende der verzweigten Lungengänge bilden. Sie werden als die alveolengängige Fraktion (A-Staub) bezeichnet. Die einatembare Fraktion (E-Staub) umfasst dagegen den gesamten durch Mund und Nase eingeatmeten Staub (Durchmesser bis ca. $150 \mu\text{m}$). Das Abscheideverhalten in den menschlichen Atemwegen wird durch die Probenahmesysteme für A- und E-Staub nachgebildet (siehe Abschnitt 3.1.1).

1.3 Gesundheitsgefahren

Dieser IFA Report befasst sich ausschließlich mit Expositionsdaten von schwerlöslichen und unlöslichen Stäuben ohne bekannte stoffspezifische Toxizität im Geltungsbereich des ASGW. Für sie wird – gestützt durch wissenschaftliche Befunde – ein allgemeiner Wirkmechanismus unabhängig von ihrer chemischen Zusammensetzung angenommen. Ihre Partikel werden nicht oder nur sehr langsam in der Lunge abgebaut und ihre chemischen Bestandteile sind nicht oder nur geringfügig bioverfügbar, sodass sie folglich auch nicht chemisch mit Strukturen des Organismus wechselwirken. Ihre gesundheitsschädigenden Eigenschaften beruhen ausschließlich auf einem Effekt, der von den Partikeln als solchen ausgeht. Bei langandauernden, übermäßigen inhalativen Expositionen reichern sie sich in der Lunge an. Als Folge davon kann sich beim Menschen ein – über Jahre bis Jahrzehnte – fortschreitender Krankheitsverlauf einstellen, der sich durch Husten, Beeinträchtigung der Lungenfunktion, chronische Bronchitis bis hin zum Auftreten von Fibrosen (Verhärtungen und Vernarbungen) und Lungenemphyse-

men (Überblähungen) äußert. Im Tierversuch wird auch die Entstehung von Tumoren in der Lunge beobachtet, die für den Menschen noch nicht eindeutig belegt, aber wahrscheinlich ist.

Es liegen umfangreiche Erkenntnisse zum Wirkmechanismus der gesundheitsgefährdenden Wirkung bei inhalativer Belastung der Lunge mit unlöslichen Stäuben vor. Sie stammen größtenteils aus tierexperimentellen Studien, werden aber als relevant für den Menschen angesehen. Im Folgenden wird eine vereinfachte Beschreibung der pathophysiologischen Prozesse gegeben, die in der Lunge bei Staubexposition einsetzen.

- Verschiedene Mechanismen sorgen dafür, dass deponierte Partikel aus der Lunge entfernt werden: Die mukoziliäre Clearance (Reinigung) beseitigt die Partikel, die sich in den Bronchien und Bronchiolen abscheiden, durch koordinierte Bewegungen der Flimmerhärchen (Zilien). Gelangen Stäube bis in die Alveolen (Lungenbläschen), erfolgt eine Phagozytose (Aufnahme) der deponierten Partikel durch Alveolarmakrophagen, die zu den Fresszellen (Phagozyten) zählen. Die beladenen Alveolarmakrophagen wandern dann zu den Bronchien. Dieser Vorgang wird auch alveoläre bzw. makrophagenvermittelte Clearance genannt. Durch mukoziliäre Clearance werden sie schließlich aus der Lunge entfernt und verschluckt oder abgehustet. Es ist jedoch auch möglich, dass Partikel nicht abtransportiert, sondern in das Stützgewebe zwischen den Lungenbläschen gelangen, das sogenannte Lungeninterstitium, wo sie wiederum von Makrophagen „gefressen“ (phagozytiert) werden.
- Bei stärkerer Lungenbelastung verringert sich die Mobilität der Makrophagen aufgrund ihrer zunehmenden Beladung (ab 6 % ihres Volumens), wodurch die Eliminationshalbwertszeit deutlich ansteigt. Außerdem kommt es zu einem Zustrom weiterer Phagozyten unterschiedlicher Art (Granulozyten, Lymphozyten) aus der Blutbahn.
- Bei Überschreitung der Reinigungskapazität durch chronisch erhöhte Expositionen setzen zahlreiche Vorgänge ein, die als Anzeichen einer Überlastung der Lunge zu werten sind und zu negativen gesundheitlichen Effekten führen können. Es werden Entzündungsmediatoren, die Entzündungszellen (Leukozyten), angelockt, und Wachstumsfaktoren freigesetzt. Bestimmte Entzündungsfaktoren stimulieren die Produktion von Kollagen und begünstigen somit die Bildung von Fibrosen. Die Entzündungsreaktion kann durch Untersuchungen der Zusammensetzung der Bronchialflüssigkeit (bronchoalveoläre Lavage, BAL) nachgewiesen werden (erhöhte Zellzahlen, erhöhter Proteingehalt, höhere Konzentrationen der Enzyme Laktatdehydrogenase und b-Glucuronidase sowie Cytokinen und Wachstumsfaktoren).
- Bei einer Beladung der Makrophagen von ca. 60 % kommt die alveoläre Clearance komplett zum Erliegen. Auch ein Absterben der Makrophagen (Apoptose) ist möglich, wobei die phagozytierten Partikel wieder freigesetzt werden und sich die entzündlichen Prozesse weiter verstärken. Die Verlangsamung der makrophagenvermittelten Clearance bis hin zum vollständigen Versagen wird auch als Überladung (Overload) bezeichnet.
- Die staubbeladenen Makrophagen versuchen, durch die intensive Freisetzung von reaktiven Sauerstoffspezies (reactive oxygen species, ROS) die Fremdkörper zu zerstören. ROS sind hoch reaktiv. Sie können auf benachbarte Zellen des Lungengewebes einwirken und in ihnen DNA-Schäden verursachen, wodurch diese mutieren und sich unter dem Einfluss der Wachstumsfaktoren zu Tumoren weiterentwickeln können.

Es herrscht die Auffassung, dass eine dauerhafte Schädigung der Lunge dann zu erwarten ist, wenn entzündliche Reaktionen auftreten oder eine Beeinträchtigung der Clearance bei Beladung der Makrophagen mit 6 % ihres Volumens einsetzt. Diese toxikologischen Endpunkte wurden zur Ableitung des ASGW herangezogen.

2 Allgemeiner Staubgrenzwert

2.1 Ableitung des ASGW

Der ASGW wurde für schwerlösliche und unlösliche Stäube ohne bekannte stoffspezifische Toxizität abgeleitet. Dazu zählen Stäube mit ähnlicher oder geringerer Bioverfügbarkeit als Calciumsulfat (Gips), wie beispielsweise Titandioxid, Industrieruß (Carbon Black) oder Toner-Partikel („Modell-Toner“¹ für Tierversuche an Ratten, bei dem stoffspezifische Wirkungen minimiert sind). Für Stäube mit spezifischer Toxizität, deren Wirkung auf toxischen Eigenschaften der Stoffe beruht, aus denen die Partikel zusammengesetzt sind oder die in den Partikeln als Beimengungen enthalten sind, werden dagegen stoffspezifische Luftgrenzwerte aufgestellt. Gleiches gilt für biobeständige Fasern.

2.1.1 ASGW für A-Staub

Der ASGW für die alveolengängige Staubfraktion (A-Staub) wurde 2014 aufgrund neuer Erkenntnisse aus tierexperimentellen Studien von 3 mg/m³ auf 1,25 mg/m³ bei einer mittleren Staubdichte von 2,5 g/cm³ herabgesetzt [2]. Dieser Grenzwert schützt vor entzündlichen Reaktionen der Lunge und damit auch vor einem sich daraus entwickelnden, fortschreitenden Krankheitsverlauf, der zu chronischen Atemwegsbeschwerden, Lungenfibrose und -emphysem und wahrscheinlich auch zu Lungenkrebs führen kann.

Die Festlegung des ASGW durch den Ausschuss für Gefahrstoffe [3] für A-Staub wird in einer MAK²-Begründung der Deutschen Forschungsgemeinschaft [4] detailliert erläutert. Voraussetzung für die Ableitung eines gesundheitsbasierten Grenzwerts ist generell das Vorliegen eines NOAEL³ oder einer belastbaren Dosis-Wirkungs-Beziehung zum Auftreten eines kritischen Effekts (gesundheitlicher Endpunkt). Da entsprechende Humandaten nicht verfügbar waren, wurden Tierversuchsstudien bei inhalativer, chronischer Exposition von Ratten gegenüber Toner- und TiO₂-Partikeln (Partikelgröße im Bereich des A-Staubes) herangezogen. Ausgangspunkt der Ableitung war das Auftreten von entzündlich-proliferativen Veränderungen der Rattenlunge als empfindlichster relevanter Endpunkt, bei deren Vermeidung mit keinen weiteren schädigenden Effekten zu rechnen ist. Die im Tierversuch ermittelte NOAEC⁴ ist die höchste Partikelkonzentration,

bei der diesbezüglich keine Befunde beobachtet wurden. Diese NOAEC muss aufgrund von anatomischen und physiologischen Unterschieden auf die Situation beim Menschen übertragen werden, indem durch die Anwendung von Extrapolationsmodellen mit speziesspezifischen Extrapolationsfaktoren eine „Human Equivalent Concentration“ (HEC) ermittelt wird. Die HEC ist die (Luft-)Konzentration eines Staubs, von der angenommen wird, dass sie eine gleiche schädliche Wirkung hervorruft wie eine entsprechende Konzentration im Tierversuch. Von dieser HEC leitet sich der ASGW ab, bei dessen Einhaltung mit keinen gesundheitlichen Beeinträchtigungen für Arbeitende zu rechnen ist.

In der MAK-Begründung werden zwei Wege für die Ableitung des Grenzwerts beschrieben, an deren Ende für die HEC-Partikelkonzentrationen in vergleichbarer Höhe resultieren. Beiden Ableitungswegen liegt die Annahme zugrunde, dass von einer gleichen Empfindlichkeit von Mensch und Ratte bezüglich des Auftretens einer partikelbedingten Entzündung bei gleicher Partikeldosis pro Quadratmeter Lungenoberfläche bzw. bei gleichem Makrophagen-Beladungsvolumen auszugehen ist. Bei beiden Berechnungen wurde das MPPD-V2.0-Modell (MPPD: Multiple Path Particle Dosimetry Model) verwendet, mit dem bei gegebener Partikelkonzentration die Deposition der Teststäube in der Lunge abgeschätzt werden kann. Das MPPD-Modell verwendet folgende Eingangsgrößen: Dichte und Partikelgrößenverteilung des Stoffs (massenmedianer aerodynamischer Durchmesser (MMAD) mit geometrischer Standardabweichung) sowie funktionelle Residualkapazität der Lunge, Volumen des oberen Atemtraktes und Atemzugvolumen und -frequenz der betrachteten Spezies. Eine wichtige Einflussgröße bei der Ableitung ist auch die Halbwertszeit der Partikelelimination (Clearance), die sich bei Ratte und Mensch deutlich unterscheidet. Für die Berechnungen werden Halbwertszeiten von 60 Tagen für die Ratte und 400 Tagen für den Menschen angenommen.

Der erste Ableitungsweg extrapoliert die Partikeldosis pro Quadratmeter Lungenoberfläche bei der NOAEC unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit der Partikel-Clearance und der Expositionsdauer (Studien-dauer vs. Arbeitsleben) von Ratte auf Mensch, woraus

¹ Modell-Toner: Verkleinerter aerodynamischer Durchmesser zur Erhöhung der lungengängigen Fraktion; keine weiteren Stoffanlagerungen auf der Oberfläche des Toners wie sonst üblich.

² MAK: Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe

³ NOAEL: No Observed Adverse Effect Level – höchste Dosis (Expositionskonzentration), bei der keine schädlichen (toxischen) Wirkungen beobachtet werden.

⁴ NOAEC: No Observed Adverse Effect Concentration

dann auf die HEC umgerechnet wird. Für Toner beträgt die HEC $0,11 \text{ mg/m}^3$ und für Titandioxid $0,25 \text{ mg/m}^3$, jeweils bei einer Dichte von 1 g/cm^3 .

Ausgangspunkt für den zweiten Ableitungsweg sind Daten aus verschiedenen Studien mit unterschiedlichen unlöslichen Stäuben an Ratten, aus denen hervorgeht, dass die Beeinträchtigung der Clearance – ein Overload – bei einem Beladungsvolumen der Makrophagen ab ca. 6 % einsetzt. Gleiches wird auch für den Menschen angenommen. Bei der Extrapolation von der Ratte auf den Menschen gilt es, eine Partikelkonzentration zu ermitteln, bei der bei chronischer Exposition ebenfalls eine Beladung der Alveolarmakrophagen (entsprechend ihrer Anzahl und ihrem Volumen in der menschlichen Lunge) von 6 % resultiert. Ergebnis dieser Extrapolation ist eine HEC von $0,5 \text{ mg/m}^3$ (A-Staub) bei einer Dichte von 1 g/cm^3 .

Aus diesen auf Grundlage verschiedener Studien und Verfahren ermittelten HEC-Werten zwischen $0,11 \text{ mg/m}^3$ und $0,5 \text{ mg/m}^3$ leitet die MAK-Kommission einen MAK-Wert von $0,3 \text{ mg/m}^3$ bei einer Dichte von 1 g/cm^3 ab. Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) orientiert sich dagegen am oberen Bereich der HEC-Werte und legt $1,25 \text{ mg/m}^3$ bei einer arbeitsplatztypischen Staubbichte von $2,5 \text{ g/cm}^3$ (entsprechend $0,5 \text{ mg/m}^3$ bei einer Dichte von 1 g/cm^3) als ASGW für A-Staub fest.

Bei Expositionen von Stäuben mit abweichenden Dichten kann der ASGW für A-Staub umgerechnet werden. Hierbei sollte – falls bekannt – die Aggregat-/Agglomeratdichte anstelle der Materialdichte verwendet werden, da diese die Abhängigkeit der Wirkung von der Dosis besser beschreibt.

Für ultrafeine Partikel gilt der ASGW für A-Staub nicht, da für sie eine höhere Wirkstärke angenommen wird.

2.1.2 ASGW für E-Staub

Der ASGW für die einatembare Fraktion (E-Staub) in Höhe von 10 mg/m^3 als Schichtmittelwert bei einer mittleren Staubbichte von $2,5 \text{ g/cm}^3$ beruht auf einer älteren Grenzwerempfehlung der Deutschen Forschungsgemeinschaft

(DFG) [5] durch Umrechnung des als Jahresmittelwert in der Höhe von 4 mg/m^3 abgeleiteten MAK-Wertes.

Zur Ableitung dieses Wertes dienten im Wesentlichen Humandaten aus der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) sowie aus der Studie „Chronische Bronchitis“ der DFG. Kritischer Endpunkt war jeweils die Beeinträchtigung der Lungenfunktion. Eine Staubkonzentration ohne adverse Wirkung ist aus diesen Studien, wie auch aus anderen vorliegenden epidemiologischen Studien, nicht ableitbar.

Die Auswertung von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen (zwischen 1982 und 1990) aus der ehemaligen DDR zeigt, dass Arbeitende mit schichtbezogenen Expositionen oberhalb von 10 mg/m^3 eine deutlich erhöhte Prävalenz für obstruktive Lungenkrankheiten hatten als nicht Exponierte. Aus der DFG-Studie lässt sich für Partikelkonzentrationen ab $3,8 \text{ mg/m}^3$ statistisch eine um 5 % erhöhte Prävalenz in Bezug auf die Grundprävalenz für chronische bronchiale Reaktionen ableiten. Gestützt wird diese Ableitung durch andere Studien (Gießereien, Landwirtschaft), bei denen einsetzende Beeinträchtigungen der Lungenparameter bei Partikelkonzentrationen zwischen 4 und $5,9 \text{ mg/m}^3$ bzw. 5 mg/m^3 festgestellt wurden. Daraus folgert die MAK-Kommission, dass bei Einhaltung eines Grenzwertes für E-Staub von 4 mg/m^3 das Risiko, arbeitsbedingt an einer Beeinträchtigung der Atmungsorgane zu erkranken, „wenn überhaupt nur geringfügig gegenüber der Grundprävalenz erhöht“ ist.

2.2 Zeitliche Entwicklung des ASGW

In der folgenden Tabelle ist die Entwicklung des ASGW in Deutschland über die Jahre dargestellt. Diese wurden in der TRGA 900 und TRGS 900 veröffentlicht. Bis zum Jahr 2000 war der ASGW als Jahresmittelwert festgelegt. Im Jahr 2001 erfolgte mit der Neufestlegung auch eine Umstellung auf Schichtmittelwerte. Die Entwicklung der Staubgrenzwerte in der ehemaligen DDR ist im BGIA-Report „Quarzexpositionen am Arbeitsplatz“ [6] beschrieben.

Tabelle 1:
Zeitliche Entwicklung des ASGW

| Bezeichnung | Grenzwert in mg/m ³ | Überschreitungsfaktor | Jahr |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Inerte Stäube | 15 8 F | | 1968 [7] 1973 [8] |
| ASGW | 6 F | | 1983 [9] |
| ASGW für Tätigkeiten/Arbeitsbereiche gemäß Nr. 2.4 Abs. 8 und 9 in Verbindung mit Abs. 10 der TRGS 900* | 6 A | 4 | 2001 [10] |
| ASGW im Übrigen | 3 A**** | 4 | 2001 [10] |
| ASGW für Stoffe gemäß Nr. 2.4 Abs. 7 der TRGS 900** | 10 E | 4 | 2001 [10] |
| ASGW im Übrigen | 10 E | 4 | 2004 [10] |
| ASGW | 3 A 10 E | 2 (II) 2 (II) | 2006 [10] 2006 [10] |
| ASGW Übergangsregelung bis 31.12.2018*** | 3 A**** | 2 (II) | 2014 [10] |
| ASGW im Übrigen | 1,25 A**** 10 E | 2 (II) | 2014 [10] 2014 [10] |

F = Feinstaub, A = alveolengängige Fraktion, E = einatembare Fraktion

* Die Ausnahmereiche umfassten:

- Arbeiten in der Bau-, Steine- und Erdenindustrie sowie Bereiche und Tätigkeiten, die in einem Analogieschluss den genannten Arbeiten zugeordnet werden konnten:
 - Rückbau-, Abbruch- und Stemmarbeiten,
 - Schleif-, Schneid- und Fräsarbeiten,
 - Be- und Verarbeitung von Werkstein (Natur- und Betonstein) im Trockenverfahren mit Handmaschinen,
 - Oberflächenbearbeitung von Beton,
 - maschinelle Putzarbeiten,
 - Erd- und Verdichtungsarbeiten sowie bei Fahrzeugverkehr auf Baustellen,
 - Bauarbeiten unter Tage,
 - Baureinigungsarbeiten,
 - mobile Baustoffrecyclinganlagen,
 - Altanlagen bei der Aufbereitung von Naturstein (Brech-, Klassier-, Sortieranlagen) einschließlich Verladung,
- Altanlagen bei Gewinnung und Aufbereitung in der Bau- und Grobkeramik und der Kalksandsteinindustrie,
- Altanlagen bei der Formgebung (Pressen) in der Kalksandsteinindustrie,
- Altanlagen zur Abfüllung und Verpackung stark staubender Güter in der Baustoff- und chemischen Industrie sowie in vergleichbaren Arbeitsbereichen,
- Bekohlungsbereich in Kraftwerken,
- folgende Arbeitsbereiche in der Stahlindustrie:
 - Oxygenstahlwerk (Konverterbetrieb, Sekundärmetallurgie)
 - Elektrostahlwerk (Ofenbetrieb, Sekundärmetallurgie)
 - Sinteranlagen,
- weitere oben nicht aufgeführte Tätigkeiten oder Arbeitsbereiche, in denen ebenfalls der Grenzwert von 3 mg/m³ nachweislich nicht eingehalten werden konnte, obwohl der Stand der Technik umgesetzt war.

** Galt für Dibortrioxid (Boroxid), Tantal, Molybdän und unlösliche Molybdänverbindungen.

*** Gilt für Tätigkeiten, bei denen der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) von 1,25 mg/m³ für die A-Staub-Fraktion nachweislich nicht eingehalten werden kann. Die Übergangsregelung kann bei Erfüllung der in der Nr. 2.4.2 der TRGS 900 [10] formulierten Randbedingungen in Anspruch genommen werden.

**** Der im Jahr 2001 veröffentlichte gesundheitsbasierte ASGW für die A-Staub-Fraktion von 3 mg/m³ wurde vom AGS unter Zugrundelegung einer arbeitsplatztypischen Staubdichte von 2,5 g/cm³ festgelegt. Die Beratungen im AGS erfolgten auf Grundlage des von der MAK-Kommission 1997 vorgeschlagenen Grenzwerts von 1,5 mg/m³ und der aus tierexperimentellen Studien abgeleiteten Formel $c = \text{Dichte} \times 1,2$ [mg/m³]. In der Begründung zum Grenzwert stand ein Hinweis, dass sich für alveolengängige Stäube am Arbeitsplatz mit einer geringeren Dichte (< 2,5 g/cm³) eine entsprechend niedrigere gesundheitsbasierte Luftkonzentration ergibt. Für alveolengängige Stäube mit einer Dichte von > 2,5 g/cm³ wurde seinerzeit kein höherer Luftgrenzwert empfohlen.

2.3 Anwendung und Geltungsbereich des ASGW

Der ASGW soll die Beeinträchtigung der Atmungsorgane infolge einer allgemeinen Staubwirkung verhindern. Er ist als Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für schwerlösliche bzw. unlösliche Stäube anzuwenden, die nicht anderweitig reguliert sind.

Der ASGW gilt nicht als gesundheitsbasierter Grenzwert für ultrafeine Stäube sowie für Stäube mit spezifischer Toxizität, z. B. mit keimzellmutagenen, krebserzeugenden (Kategorie 1A, 1B), fibrogenen oder sensibilisierenden Wirkungen. Für diese Stäube ist der ASGW als allgemeine Obergrenze zur Festlegung von Schutzmaßnahmen gemäß Anhang I Nr. 2.3 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) anzuwenden, sofern keine stoffspezifischen AGW nach TRGS 900 oder keine risikobezogenen Beurteilungsmaßstäbe nach der TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ [11] anzuwenden sind.

Der ASGW gilt nicht für lösliche Stoffe, Lackaerosole und grobdisperse Partikelfractionen. Für Stäube mit hergestellten Nanomaterialien gilt die Bekanntmachung zu Gefahrstoffen „Hergestellte Nanomaterialien“ [12]. Der ASGW findet keine Anwendung für untertägige Arbeitsplätze im Geltungsbereich der Gesundheitsschutzbergverordnung (GesBergV), die einem überwachten und dokumentierten dosisbasierten Schutzkonzept unterliegen, soweit damit ein gleichwertiger Gesundheitsschutz erreicht wird.

Zur Beurteilung der auftretenden Staubkonzentrationen in der Luft des Arbeitsbereichs ist in der Regel die einatembare (E-Staub) und die alveolengängige Staubfraktion (A-Staub) des ASGW gemäß TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“ [13] zu ermitteln und zu bewerten. Der höhere Stoffindex ist für die Arbeitsplatzbeurteilung heranzuziehen. Bei der Berechnung der Bewertungsindices von Stoffgemischen nach TRGS 402 Abs. 5.2.1 Nr. 2 sind die Stoffindices für den ASGW nicht zu berücksichtigen.

In der Praxis können die Staubfraktionen auch Anteile enthalten, für die stoffspezifische Beurteilungsmaßstäbe (TRGS 402) festgelegt sind. Wenn in den Staubfraktionen solche Stoffe enthalten sind, müssen diese ermittelt und getrennt bewertet werden. Der AGW für A-Staub in Höhe von $1,25 \text{ mg/m}^3$ basiert auf einer mittleren Dichte von $2,5 \text{ g/cm}^3$. Wenn an einem Arbeitsplatz Materialien besonders niedriger Dichte (z. B. Kunststoffe, Papier) oder besonders hoher Dichte (z. B. Metalle) verwendet werden, kann mit der Materialdichte umgerechnet werden. Der AGW für E-Staub ist als Schichtmittelwert mit 10 mg/m^3 festgelegt. Für E-Staub ist ein dichtebezogenes Umrechnen fachlich nicht begründbar.

So lange keine anderen Erkenntnisse vorliegen, ist die gesamte erfasste Staubfraktion als unlöslich zu bewerten. Wenn in der betrieblichen Praxis Fälle vorkommen, bei denen die Löslichkeit der auftretenden Stäube eine besondere Bedeutung hat (z. B. Zucker, Kalisalz, Gips), kann der Arbeitgeber in Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ein Verfahren festlegen, wie der lösliche Anteil bei der Ermittlung und Beurteilung berücksichtigt werden soll. Dabei kann er sich an den in der IFA-Arbeitsmappe [14] beschriebenen Verfahren orientieren.

Für Arbeitsplätze mit gleichbleibenden Bedingungen gemäß Anlage 5 Nr. 1 Abs. 1 der TRGS 402 oder Arbeitsplätze mit gelegentlicher Exposition gemäß Anlage 5 Nr. 3 der TRGS 402 kann für A-Staub in der Gefährdungsbeurteilung auch ein dosisbasiertes Überwachungskonzept über einen repräsentativen Ermittlungszeitraum von längstens einem Monat festgelegt werden. In diesen Fällen werden über den gewählten Ermittlungszeitraum die einzelnen Schichtmittelwerte messtechnisch ermittelt und dokumentiert. Der Durchschnitt der gemessenen Schichtmittelwerte darf dabei über den Ermittlungszeitraum den AGW für A-Staub nicht überschreiten. Ein einzelner Schichtmittelwert darf den Wert von 3 mg/m^3 für die mg/m^3 A-Fraktion nicht überschreiten.

2.4 Stoffbeispiele, die unter den Geltungsbereich der ASGW fallen

Für folgende Stoffe wird kein stoffspezifischer ASGW aufgestellt, da dem AGS bisher keine über die unspezifische Wirkung auf die Atemorgane hinausgehenden Erkenntnisse vorliegen. Diese Liste ist als Übersicht von Stoffbeispielen anzusehen und nicht vollständig:

1. Aluminium
2. Aluminiumhydroxid
3. Aluminiumoxid (faserfrei, außer Aluminiumoxid-Rauch)
4. Bariumsulfat
5. Graphit
6. Kohlestaub
7. Kunststoffstäube, z. B. Polyvinylchlorid, Bakelit, Polyethylenterephthalat (PET)
8. Magnesiumoxid (außer Magnesiumoxid-Rauch)
9. Siliciumcarbid (faserfrei)
10. Talk
11. Tantal

2.5 Vorschriften

Vorschriften zu Tätigkeiten mit Stäuben finden sich in verschiedenen Rechtsquellen.

2.5.1 GefStoffV

In der GefStoffV werden als Stäube (einschließlich Rauche) disperse Verteilungen fester Stoffe in der Luft definiert, die insbesondere durch mechanische, thermische oder chemische Prozesse oder durch Aufwirbelung entstehen. Als einatembar gilt derjenige Anteil von Stäuben (einschließlich Nanomaterialien) im Atembereich von Beschäftigten, der über die Atemwege aufgenommen werden kann. Alveolengängig ist derjenige Anteil von einatembaren Stäuben (einschließlich Nanomaterialien), der die Alveolen und Bronchiolen erreichen kann.

Grundsätzlich sind für Stäube, wie für alle Gefahrstoffe, die Abschnitte 3 „Gefährdungsbeurteilung und Grundpflichten“ und 4 „Schutzmaßnahmen“ der GefStoffV zu beachten. Darüber hinaus werden in Anhang I Nr. 2 besondere Vorschriften für Tätigkeiten mit Exposition gegenüber alveolengängigen und einatembaren Stäuben angegeben. Entstehen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen Stäube oder können solche freigesetzt werden, hat der Arbeitgeber bei der Gefährdungsbeurteilung deren Staubungsverhalten zu ermitteln, zu beurteilen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen festzulegen. Einzelheiten zu den Schutzmaßnahmen sind Anhang I Nr. 2 zu entnehmen.

2.5.2 TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“

In der TRGS 500 werden die in der GefStoffV genannten Maßnahmen für Tätigkeiten konkretisiert, bei denen Stäube auftreten können.

3 Messverfahren

3.1 Probenahmeverfahren

3.1.1 A- und E-Staub, Definition und Probenahmesysteme

Bis 1993 wurde die alveolengängige Staubfraktion als sogenannter Feinstaub erfasst. Dieser ist gemäß der Johannesburger Konvention von 1959 definiert. Theoretisch entspricht dieses Partikelspektrum einem Staubkollektiv, das hinter einem Abscheidesystem mit der Trennfunktion eines Sedimentationsabscheiders erhalten wird. Der Durchlassgrad eines solchen Vorabscheiders gemäß der Johannesburger Konvention ist für bestimmte aerodynamische Durchmesser in Tabelle 2 zusammengestellt und in Abbildung 1 dargestellt.

Tabelle 2:

Der Durchlassgrad von Vorabscheidern gemäß der Johannesburger Konvention und DIN EN 481

| Johannesburger Konvention (1959) | | DIN EN 481 (1993) | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Aerodynamischer Durchmesser von Staubpartikeln der Dichte 1 g/cm ³ in µm | Durchlassgrad in % | Aerodynamischer Durchmesser von Staubpartikeln der Dichte 1 g/cm ³ in µm | Durchlassgrad in % |
| 1,5 | 95 | 1 | 97,1 |
| 3,5 | 75 | 3 | 73,9 |
| 5,0 | 50 | 4 | 50,0 |
| 7,1 | 0 | 16 | 0 |

Seit 1994 wird in der TRGS 900 als Grundlage der Definition für die alveolengängige Fraktion die europäische Norm DIN EN 481 [15] genannt. Beide Konventionen sind nicht deckungsgleich, die Unterschiede fallen aber bei den praktisch vorkommenden Staubpartikelverteilungen relativ gering aus. Die bis dahin eingesetzten Probenahmegeräte zur Feinstaubmessung können auch weiterhin verwendet werden, da deren Vorabscheider Abscheidefunktionen aufweisen, die nur geringe Abweichungen von der Sollfunktion der Norm DIN EN 481 zeigen [15]. Die hier enthaltenen Definitionen der einatembaren und der alveolengängigen Fraktion wurden inhaltlich identisch auch in der 1996 als deutsche Norm übernommenen DIN ISO 7708 wiedergegeben [16].

Die einatembare Staubfraktion wurde bis 1993 als Gesamtstaub bezeichnet. Die Staubmessgeräte zur Erfassung des Gesamtstaubs weisen als gemeinsames Kriterium eine Einlassgeschwindigkeit von 1,25 m/s an der Eintrittsöffnung des Sammelkopfes auf. Die E-Staub-Fraktion ist ebenfalls über die EN 481 und die ISO 7708 definiert. Da die Staubmessgeräte für den Gesamtstaub auch die Anforderungen der EN 481 an den E-Staub erfüllen, werden diese auch weiterhin eingesetzt.

Die bis dahin eingesetzten Probenahmegeräte sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

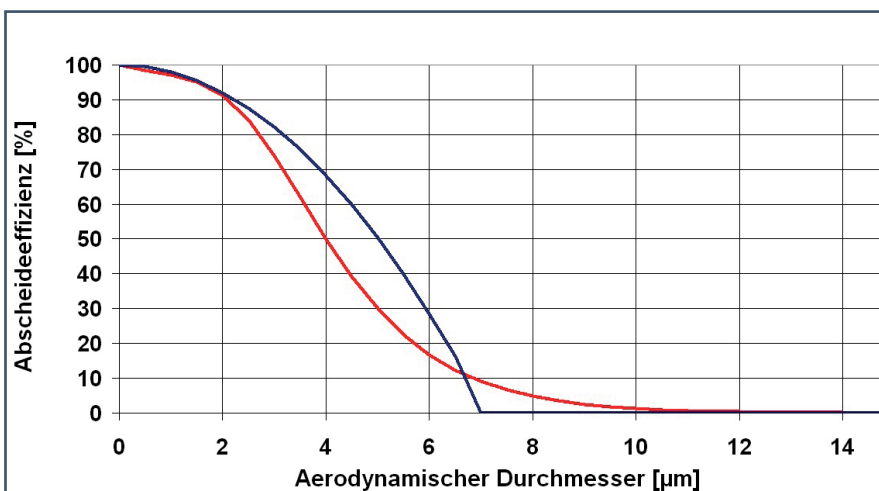


Abbildung 1:

Abscheidefunktion für die alveolengängige Staubfraktion gemäß der Johannesburger Konvention („Feinstaub“, blaue Linie) und der DIN EN 481 („A-Staub“, rote Linie)

Tabelle 3:

Probenahmesysteme für die alveolengängige und einatembare Staubfraktion mit Angabe des Luftvolumenstromes

| Probenahmesystem | Luftvolumenstrom in m ³ /h | Zur Bestimmung von A-Staub | Zur Bestimmung von E-Staub |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| personengetragen* | | | |
| FSP-BIA, unter Verwendung des Casella-Zyklon | 0,12 | × | |
| FSP-10, mit 10-l-Zyklon und Pumpe SG 10 | 0,60 | × | |
| GSP-3,5, Ansaugkegel mit Öffnung 7 mm | 0,21 | | × |
| GSP-10, Ansaugkegel mit Öffnung 13 mm | 0,60 | | × |
| stationär | | | |
| MPG II mit Sedimentationsvorabscheider entsprechend der Johannesburger Konvention | 2,8 | × | |
| PM 4F Zyklonvorabscheider | 4,0 | × | |
| PM 4 G, mit ringförmiger Ansaugung | 4,0 | | × |
| VC 25F, Vorabscheidung durch Impaktion | 22,5 | × | |
| VC 25I wie VC 25F, mit zusätzlichem Impaktor, besonders geeignet für Messungen in Nassbereichen | 22,5 | × | |
| VC 25 G, mit ringförmiger Ansaugung | 22,5 | | × |

* Neben den Probenahmesystemen zur Erfassung einer bestimmten Staubfraktion wurden in den letzten Jahren auch Probenahmegeräte zur simultanen Erfassung der E- und A-Staub-Fraktion entwickelt. Verfügbar sind z. B. die Probenahmesysteme PGP-EA (3,5 l/min), PGP-EA (10 l/min) und Respicon TM (3,11 l/min). Die PGP-EA-Probenahmesysteme sind bislang nur für Schweißrauchmessungen freigegeben.

3.1.2 Personengetragene und stationäre Messungen

Generell sind bei Messungen an der Person einerseits und auf einem stationären Stativ andererseits zumeist abweichende Staubkonzentrationen festzustellen. In vielen Fällen liegen die mit der personengetragenen Probenahme ermittelten Konzentrationen über denen der stationären Probenahme. Dies trifft vor allem dann zu, wenn die Positionierung des stationären Probenahmegerätes nur neben oder hinter der arbeitenden Person möglich ist. Steht das stationäre Messgerät dagegen direkt neben einer emittierenden Maschine und die arbeitende Person führt neben

der Bedienung dieser Maschine noch weitere Tätigkeiten im Umfeld aus, wird die stationär ermittelte Staubkonzentration in der Regel höher liegen. Ob eine stationäre Probenahme zur Feststellung der Exposition der Beschäftigten in bestimmten Arbeitsbereichen herangezogen werden kann, lässt sich z. B. durch Vergleichsmessungen ermitteln. Generell sind Messungen zur Ermittlung der Staubkonzentrationen bevorzugt an der Person durchzuführen. Detaillierte Erläuterungen zur Messstrategie und zur Beurteilung der Messergebnisse, die diesem Report zugrunde liegen, finden sich in Abschnitt 4.1.

3.2 Analysenverfahren

3.2.1 Gravimetrische Bestimmung der Staubkonzentration (Wägung)

Typischerweise werden für die Bestimmung der alveolen-gängigen Staubkonzentration Membranfiltern und zur Bestimmung der E-Staub-Konzentration Glasfaserfilter eingesetzt. Der Einsatz von Glasfaserfiltern für E-Staub empfiehlt sich, da diese Stäube im Unterschied zu A-Staub nicht gut auf Membranfiltern haften und deshalb Tiefenfilter bevorzugt werden sollten. Sind auch im E-Staub Metalle zu bestimmen, werden jedoch Membranfilter verwendet.

Die Bestimmung der Staubkonzentrationen erfolgt durch Differenzwägung der leeren und beaufschlagten Filter. Anhand des Probenahmevolumens wird aus der ermittelten Staubmasse die Staubkonzentration berechnet. Bei der Wägung von Membranfiltern muss die Masseänderung der Filter durch die relative Feuchte der Luft im Labor berücksichtigt werden (rechnerische Korrektur oder Verwendung von Labor- oder Probenahme-Blindfiltern). Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens findet sich in der Sammlung der DFG-Analysenverfahren [17].

Bei der Bestimmung von Holzstaubkonzentration (im E-Staub) ist auch die Möglichkeit der Bestimmung des veraschbaren Anteils geboten [18]. Die Ermittlung des löslichen Anteils von Stäuben ist grundsätzlich problematisch, da die in der Lunge stattfindenden Prozesse nicht in einem analytischen Labor reproduziert werden können. Im Sinne einer Abschätzung zur sicheren Seite kann jedoch ein Konventionsverfahren angewendet werden [19, 20].

3.2.2 Silikogene Komponenten als typische Folgeanalysen

Ausgehend von diesen beaufschlagten Filtern und dem bekannten Durchsatz des Probeluftvolumens wird häufig neben der Feinstaubkonzentration auch die A-Staub-Konzentration von Quarz ermittelt. Hierzu stehen die etablierten infrarotspektroskopischen und röntgendiffraktometrischen Analysenverfahren zur Verfügung.

Bei der röntgenografischen Analyse werden neben Quarz auch nachweisbare Cristobalitanteile im Staub direkt erkannt, da die Peaklage der Hauptinterferenz des Cristobalits in der Nähe einer der für die Quarzbestimmung ausgewerteten Interferenzen liegt. Die Bestimmung der Cristobalit-A-Staub-Konzentration geschieht analog zu dem für Quarz beschriebenen röntgenografischen Verfahren. Die Bestimmung von Cristobalit mittels IR-Spektroskopie ist problematischer, da die relevante Extinktionsbande von Cristobalit eine der Extinktionsbanden von Quarz überlagert. Für die Bestimmung von Tridymit (weitgehend unbedeutend im Arbeitsschutz) kann ein röntgenografisches Verfahren in Anlehnung an das Verfahren zur Quarzbestimmung eingesetzt werden. Da Tridymit eine polytype Substanz ist, sollte eine Kalibrierprobe aus dem betreffenden Arbeitsbereich verwendet werden.

3.3 Nachweisgrenzen und Einfluss der Staubkonzentration

Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenzen für die Ermittlung der A- und E-Staub-Konzentration sind in Tabellen 4 und 5 zusammengestellt. Eine Besonderheit ist bei der Bestimmung der A-Staub-Konzentration zu beachten. Gemäß ISO 15767 [21] können Analysenergebnisse zur Staubkonzentration bereits oberhalb der Nachweisgrenze ausgewiesen werden, wenn darauf hingewiesen wird, dass die Ergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen. Diese Regelung ermöglicht es, ausreichend niedrige Konzentrationen zu erreichen, um die Einhaltung des Grenzwerts mit vertretbaren Probenahmebedingungen kontrollieren zu können. Da dies auch auf Quarz und Cristobalit sowie die amorphen Kieselsäuren in der A-Fraktion zutrifft, wird hier analog verfahren. Für die Bestimmung der E-Staub-Konzentration wird mit der Bestimmungsgrenze gearbeitet.

Tabelle 4:
Nachweisgrenzen für die Ermittlung der
A-Staub-Konzentration in mg/m³

| Probenahmegerät (Volumenstrom in m ³ /h) | | | | | | |
|--------------------------------------------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Probe- nahme- dauer | VC-25F (22,5) | PM 4F (4,0) | MPG II (2,8) | FSP-2 (0,12) | FSP-10 (0,6) | Respicon (0,19) |
| 15 min | 1,4 | 0,60 | 0,86 | 10 | 2,0 | 6,4 |
| 1 h | 0,36 | 0,15 | 0,21 | 2,5 | 0,50 | 1,6 |
| 2 h | 0,18 | 0,075 | 0,11 | 1,3 | 0,25 | 0,80 |
| 4 h | 0,089 | 0,038 | 0,054 | 0,63 | 0,13 | 0,40 |
| 6 h | 0,059 | 0,025 | 0,036 | 0,42 | 0,083 | 0,27 |
| 8 h | 0,044 | 0,019 | 0,027 | 0,31 | 0,063 | 0,20 |

Tabelle 5:
Nachweisgrenzen für die Ermittlung der
E-Staub-Konzentration in mg/m³

| Probenahmegerät (Volumenstrom in m ³ /h) | | | | | |
|--------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------------|
| Probe- nahme- dauer | VC-25 G (22,5) | PM 4 G (4,0) | GSP-3,5 (0,21) | GSP-10 (0,6) | Respicon (0,19) |
| 15 min | 1,6 | 1,8 | 17 | 6,0 | 58,0 |
| 1 h | 0,40 | 0,45 | 4,3 | 1,5 | 15,0 |
| 2 h | 0,20 | 0,23 | 2,1 | 0,75 | 7,20 |
| 4 h | 0,10 | 0,11 | 1,1 | 0,38 | 3,60 |
| 6 h | 0,067 | 0,075 | 0,71 | 0,25 | 2,40 |
| 8,h | 0,050 | 0,056 | 0,54 | 0,19 | 1,80 |

4 Datenlage und Auswertestrategie

Die in diesem Report aufgeführten Messwerte zum A- und E-Staub wurden mit dem nach DIN EN ISO 9001 qualitätsgesicherten "Messsystem Gefährdungsermittlung der UV-Träger" (MGU) branchen- und arbeitsbereichsspezifisch ermittelt und in der IFA Expositionsdatenbank „Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz“ (MEGA) gespeichert [22 bis 27].

In der Regel erfolgen die MGU-Messungen im Rahmen der Prävention auf Grundlage des SGB VII § 19 (2) 5: *„Zur Überwachung der Maßnahmen zur Verhütung von [...], Berufskrankheiten, arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren [...] sind die Aufsichtspersonen insbesondere befugt, [...] Arbeitsverfahren und Arbeitsabläufe zu untersuchen und insbesondere das Vorhandensein und die Konzentration gefährlicher Stoffe und Zubereitungen zu ermitteln.“* Die bemessenen Betriebe und Arbeitsplätze werden daher anlassbezogen und nicht per Zufall ausgewählt. Die ermittelten Konzentrationen repräsentieren die betriebliche Praxis, die in dem entsprechenden Zeitraum in den bemessenen Betrieben vorgefunden wurde.

Die Messungen erfolgten nach der Messstrategie der TRGS 402. Dabei kamen die in Abschnitt 3 genannten Messverfahren zum Einsatz. Die Messungen wurden in rund 9 700 Betrieben durchgeführt; die gravimetrische Bestimmung erfolgte im IFA. Die Prüflaboratorien werden gemäß DIN EN ISO 17025 „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“ betrieben.

Die in MEGA dokumentierten Expositionsdaten wurden mit einer vom IFA entwickelten MEGA^{Pro}-Auswertesoftware nach unterschiedlichen Selektionskriterien und Strategien statistisch ausgewertet.

Für den Report wurden Expositionsdaten im Zeitraum von 2005 bis 2016 ausgewertet. Die detaillierten Selektionskriterien für die statistischen Auswertungen sind in Abschnitt 5.1 des Reports dokumentiert. Es standen Daten aus 37 253 Analysen zum A-Staub und 36 158 Analysen zum E-Staub zur Verfügung. Bei den ausgewerteten Daten wurden die Probenahmen repräsentativ für die dokumentierte Expositionsdauer durchgeführt. Die Differenzierung der Probenahmedauer in die zwei Gruppen ≥ 2 Stunden und < 2 Stunden ermöglicht einerseits einen Schichtbezug und andererseits einen Tätigkeitsbezug der ermittelten statistischen Ergebnisse. Des Weiteren wurden Differenzierungen nach stationären Messungen und personengelegenen Messungen sowie ggf. nach dem Vorhandensein lokaler Erfassungseinrichtungen vorgenommen. Eine Übersicht der im MGU nach den Selektionskriterien ermittelten Messwerte für A- und E-Staub findet sich in Tabelle 6.

Die Datenkollektive wurden für Arbeitsbereichsgruppen in verschiedenen Branchengruppen oder branchenübergreifenden Arbeitsbereichsgruppen selektiert. Das für die Branchen verwendete Schlüsselverzeichnis basiert auf dem Verzeichnis „Systematik der Wirtschaftszweige mit Betriebs- und ähnlichen Benennungen“ vom Statistischen Bundesamt [27]. Auf diese Weise wurden Kollektive zu vergleichbaren Branchen und Arbeitsbereichen zusammengefasst.

Entsprechend TRGS 900 werden in diesem Report für A-Staub ein Grenzwert von $1,25 \text{ mg/m}^3$ und für E-Staub ein Grenzwert von 10 mg/m^3 herangezogen [2]. Eine Dichtekorrektur wurde nicht vorgenommen. Lösliche Anteile wurden nicht bestimmt.

Tabelle 6:

Anzahl der im MGU nach den Selektionskriterien ermittelten Messwerte für A- und E-Staub

| Allgemeine Beschreibung | Anzahl Messwerte | |
|--------------------------------------------|------------------|-----------------|
| | E-Staub | A-Staub |
| Insgesamt | 36 158 | 37 253 |
| Probenahmeart | | |
| an der Person | 17 505 (48,4 %) | 17 459 (46,9 %) |
| stationär | | |
| alte Codierung | 14 071 (38,9 %) | 14 472 (38,8 %) |
| Personenbezogen zur Expositionsbeurteilung | 2 908 (8,0 %) | 3 154 (8,5 %) |
| Grundlast zur Expositionsbeurteilung | 1 606 (4,4 %) | 1 823 (4,9 %) |
| Anzahl Daten > Grenzwert | 3 049 (8,4 %) | 5 520 (14,8 %) |
| Probenahmedauer | | |
| ≥ 2 Stunden | 30 995 (85,7 %) | 31 563 (84,7 %) |
| < 2 Stunden | 5 163 (14,3 %) | 5 690 (15,3 %) |
| Erfassungseinrichtung | | |
| ohne Erfassung | 10 958 (30,3 %) | 11 981 (32,2 %) |
| mit Erfassung | 18 006 (49,8 %) | 17 847 (47,9 %) |
| keine Angaben | 6 439 (17,8 %) | 6 617 (17,8 %) |

4.1 Erläuterungen zur Messstrategie und zur 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 MGU-Zielsetzung, valide Expositionsdaten zu ermitteln und zu dokumentieren, werden der Arbeitsbereich, die Expositionsbedingungen und die Messstrategie detailliert beschrieben.

4.1.1 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, 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 zur Emissionsquelle oder zum Exponierten nicht zur individuellen Expositionsabschätzung herangezogen werden.

4.1.2 Probenahmedauer

Zur Feststellung des Schichtmittelwertes besonders geeignet ist die messtechnische Mittelung über die gesamte Expositionsdauer während einer Schicht. Ist die Probenahmedauer (PND) kürzer als die Schichtlänge, so orientiert sich die Mindestanzahl der über die Schichtlänge verteilten erforderlichen Messungen an Tabelle 2 aus Anlage 3 der TRGS 402. Bei einer Probenahmedauer von ≥ 2 Stunden ist eine Probenzahl von ≥ 1 zu wählen.

Messwerte mit Probenahmedauern von ≥ 2 Stunden, die überwiegend im MGU praktiziert werden, können als vergleichbar mit der Exposition während einer ganzen Schicht angesehen und mit dem AGW verglichen werden.

Messwerte mit Probenahmedauern von < 2 Stunden können zum einen zur Bestimmung der Exposition während der bemessenen Tätigkeit ermittelt worden sein. Andererseits können, speziell bei Staubmessungen, aber auch hohe Staubkonzentrationen dazu geführt haben, dass die Probenahmepumpe vorzeitig abschaltet und die Messung beendet wurde. Sowohl die Beschränkung auf eine Probenahme während der Tätigkeit als auch das Abschalten der Pumpe aufgrund sehr hoher Staubkonzentrationen können dazu beitragen, dass die Messergebnisse bei Messungen mit kürzeren Probenahmedauern im allgemeinen höher sind als bei Messungen mit Probenahmedauern von ≥ 2 Stunden.

4.1.3 Erfassungseinrichtung

Erfassungseinrichtungen wie z. B. Absaugungen können die Konzentration von Gefahrstoffen in Arbeitsbereichen beeinflussen. Bei Messergebnissen mit Erfassung („Erf = ja“) wird der durch das Arbeitsverfahren oder die Tätigkeit

freiwerdende Staub mit einer Absaugung in der Nähe der Emissionsquelle erfasst und abgeführt. Über den Effektivitätsgrad der Erfassungseinrichtungen an den bemessenen Arbeitsplätzen liegen im MGU keine Angaben vor. Bei Messergebnissen ohne Erfassung („Erf = nein“) hat keine Erfassung des durch das Arbeitsverfahren freiwerdenden Staubs stattgefunden.

Wird aufgrund der Tätigkeit oder des Arbeitsverfahrens kein oder nur sehr wenig Staub erwartet, ist häufig keine Erfassungseinrichtung für Staub an diesen Arbeitsplätzen notwendig. Stark staubende Arbeitsbereiche hingegen sind, soweit möglich, mit Erfassungseinrichtungen für den Staub ausgestattet. Weil Erfassungseinrichtungen meist nur an stark staubenden Arbeitsplätzen eingerichtet werden, können Messwerte mit dokumentierter Erfassungseinrichtung höher sein als Messwerte ohne Erfassungseinrichtung an praktisch staubfreien oder staubarmen Arbeitsplätzen [28].

5 Beschreibung der Branchen- und Arbeitsbereichsgruppen und statistische Auswertungen

Statistische Auswertungen erfolgten für Arbeitsplatzmessungen der Gefahrstoffe A- und E-Staub im Datenzeitraum von Januar 2005 bis Dezember 2016. Die ausgewerteten Expositionsdaten wurden im MGU ermittelt. Die Messwerte wurden entweder nach Branchen- und Arbeitsbereichsgruppen oder nach branchenübergreifenden Arbeitsbereichsgruppen in Kollektive gruppiert und nach der Probenahmedauer und der Probenahmeart differenziert.

Als Beurteilungsmaßstäbe (Grenzwert, GW) wurden die AGW für die alveolengängige Staubfraktion von 1,25 mg/m³ und für die einatembare Staubfraktion von 10 mg/m³ herangezogen.

Bei Kollektiven mit personengetragenen Messungen, die Grenzwertüberschreitungen im 95. Perzentil aufweisen und mehr als 40 Messwerte enthalten, wurden die Messungen – sofern es in dieser Branchen-/Arbeitsbereichsgruppe sinnvoll erschien – zusätzlich nach dem Vorhandensein einer Erfassungseinrichtung differenziert.

5.1 Selektionskriterien für die statistischen Auswertungen

- Gefahrstoffe: einatembare Staubfraktion (E-Staub) und alveolengängige Staubfraktion (A-Staub)
- Datenzeitraum: Januar 2005 bis Dezember 2016
- Luftproben mit Expositionsbezug
- Arbeitsplatzmessungen
- Probenahmesysteme für A- und E-Staub (Standardverfahren im MGU und Messverfahren in Erprobung in Bezug auf bestimmte Probenträger für E-Staub)
- Probenahme repräsentativ für die Expositionsdauer
- übliche betriebliche Situationen (Normalzustand, Aufbau-, Abbau- und Anfahrvorgänge, Vorbereitungen, Rüstarbeiten) und ungünstige, aber realistische Bedingungen

5.2 Auswertestrategie

- Differenzierung nach Probenahmeart
 - an der Person
 - stationär
- Differenzierung nach Probenahmedauer
 - ≥ 2 Stunden
 - < 2 Stunden
- Falls Kollektive mit mehr als 40 personengetragenen Messungen Grenzwertüberschreitungen im 95. Perzentil aufweisen, gegebenenfalls Differenzierung der Messungen nach
 - Erfassung: ja
 - Erfassung: nein
- Die statistischen Auswertungen erfolgen entweder
 - für Arbeitsbereichsgruppen in verschiedenen Branchengruppen oder
 - branchenübergreifenden Arbeitsbereichsgruppen
- Liegen Analysenergebnisse unterhalb der jeweiligen analytischen Nachweisgrenze (NWG), dann geht der Wert der halben NWG in die Statistik ein.
- Kollektive mit weniger als fünf Messdaten werden nicht ausgewertet und nicht dargestellt.
- Für Kollektive mit fünf bis neun Messwerten werden im Fall von Messwerten mit Grenzwertüberschreitungen der minimale und der maximale Wert (Messwerte oberhalb der jeweiligen NWG) dargestellt.
- Kollektive aus der Arbeitsbereichsgruppe der sonstigen, nicht einer anderen Gruppe zuordnenbaren Arbeitsbereiche (Sonstige Arbeitsbereiche) werden nicht dargestellt.

5.3 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.

5.3.1 Standardisierte Ergebnistabellen

Die Ergebnistabellen in den Kapiteln 6 bis 19 sind nach der Nummerierung des Unterabschnitts benannt. Falls eine Differenzierung nach dem Vorhandensein einer Erfassungseinrichtung vorgenommen wurde, finden sich die Ergebnisse in einer zusätzlichen Tabelle a.

Tabelle 7:

Standardisierte Ergebnistabelle zur Darstellung der Staubexpositionsdaten in den folgenden Kapiteln.

| Spalte 1 | Spalte 2 | Spalte 3 | Spalte 4 | Spalte 5 | Spalte 6 | Spalte 7 | Spalte 8 | Spalte 9 | Spalte 10 | Spalte 11 |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Werte < NWG * in Anzahl und % | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW in % \$ | >GW in % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
| | | | | | | | | 50-%-Wert * | 90-%-Wert * | 95-%-Wert * |
| Staubfraktion | | | | | | | | | | |

Spalte 1: Probenahmedauer

Die Probenahmedauer der Messungen (≥2 Stunden; < 2 Stunden)

Spalte 2: Probenahmeart

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

Spalte 3: Anzahl Messwerte

Anzahl der Messwerte bezogen auf den A- oder E-Staub.

Spalte 4: Anzahl Betriebe

Anzahl der Betriebe bezogen auf den A- oder E-Staub

Spalte 5: Werte < Nachweisgrenze (Anzahl und %)

Anzahl und Prozentsatz der Werte unterhalb der Nachweisgrenze des jeweiligen Messverfahrens

Spalte 6: Höchste Nachweisgrenze* (mg/m³)

Angabe der größten Nachweisgrenze im Datenkollektiv

Spalten 7/8: ≤GW (%) / >GW (%)

Prozentzahl der Messwerte unterhalb bzw. oberhalb des jeweiligen Grenzwerts bezogen auf den A- oder E-Staub. Weitere Messwerte sind nicht beurteilbar in Bezug auf den Grenzwert. Zur Beurteilung werden in diesem Report entsprechend TRGS 900 für A-Staub ein Grenzwert von 1,25 mg/m³ und für E-Staub ein Grenzwert von 10 mg/m³ herangezogen [2].

Spalte 9: 50-%-Wert (mg/m³)

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

Spalte 10: 90-%-Wert (mg/m³)

Für diesen Wert (90-Perzentil) gilt, dass 90 % der vorhandenen Konzentrationswerte unterhalb, die restlichen 10 % oberhalb dieses Werts liegen. Liegt der Verteilungswert unterhalb der größten NWG im Datenkollektiv wird der Wert mit einem Plus (+) gekennzeichnet.

Spalte 11: 95-%-Wert (mg/m³)

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

Staubfraktion:

Die Staubfraktionen (A- und E-Staub) mit den darunter dargestellten statistischen Ergebnissen.

5.3.2 Abkürzungen und Fußnoten in Tabellen

In den Ergebnistabellen werden folgende Abkürzungen und Fußnotenkommentare verwendet:

Tabelle 8:

Abkürzungen und Fußnotenkommentare in den Ergebnistabellen der folgenden Kapitel.

| Abkürzung | Erklärung |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NWG | Analytische Nachweisgrenze |
| Werte < NWG | Anzahl und Prozentsatz der Messwerte, die unterhalb der NWG im Kollektiv liegen. |
| Höchste NWG | Höchste Nachweisgrenze im Kollektiv: Die NWG ist bei geringerem Probenluftvolumen höher als die in der Einleitung genannte Nachweisgrenze des Standardverfahrens. Das Probenluftvolumen ist das Produkt aus der Probenahmedauer und dem Volumenstrom. |
| k. A. | Keine Angaben möglich |
| GW | Grenzwert, der als Beurteilungsmaßstab herangezogen wird |
| * | Liegen Analysenergebnisse unterhalb der jeweiligen NWG, dann geht der Wert der halben NWG in die Statistik ein. |
| ** | Die Daten von weniger als fünf Betrieben sind möglicherweise nicht geeignet, eine gesamte Branche oder den gesamten Bereich zu repräsentieren. |
| *** | Das Kollektiv enthält zwischen fünf und zehn Messwerte. Im Fall von Grenzwertüberschreitungen werden der minimale und der maximale Messwert ausgegeben. |
| + | Der Verteilungswert liegt unterhalb der höchsten NWG im Datenkollektiv. |
| \$ | Unter Heranziehung des vorgegebenen GW ist der Prozentsatz der Werte unterhalb bzw. oberhalb des GW angegeben. Weitere Messwerte sind nicht beurteilbar in Bezug auf den Grenzwert. |
| ! | Die Anzahl der Messwerte unterhalb der NWG ist größer als die Zahl der Messwerte, die durch diesen Summenhäufigkeitswert repräsentiert werden. Daher wird für diesen Summenhäufigkeitswert keine Konzentration angegeben. |

6 Gewinnung und Verarbeitung von Steinen, Erden und Rohstoffen

6.1 Gewinnung und Aufbereitung von Kalkstein und Dolomit

| Branche |
|---------------------------------------|
| Kalkstein, Gewinnung und Aufbereitung |
| Kalkstein, Gewinnung |
| Gips, Kreide, Gewinnung |
| Dolomit, Gewinnung |

Kalkstein und Dolomit werden vorwiegend durch Sprengung in Steinbrüchen aus dem Gebirgsverband gelöst, durch Lkw/Dumper bzw. Gurtbandanlagen gefördert und in Brech- und Klassieranlagen mit mehreren Aufbereitungsstufen zu Produkten in Korngrößen von Blöcken bis zu Gesteinsmehlen verarbeitet. Nach der stufenweisen Zerkleinerung und Siebung liegen verschiedene Kornfraktionen vor, die auf Freiflächen und in Siloanlagen separat gelagert werden. Je größer der Zerkleinerungsgrad des mineralischen Rohstoffes ist, umso höher ist in der Regel die mögliche Staubfreisetzung.

Die Aufbereitung erfolgt in Steinbruchbetrieben vorwiegend im Trockenverfahren. Viele Anlagen sind deshalb

aus Gründen des Immissionschutzes vollständig eingehaust und z. B. an Bandübergabe- und Bandabwurfstellen sowie an Brechern und Siebmaschinen mit aufwändigen Staubabsaugungen ausgestattet. Wasser kann zur Staubbekämpfung aber oft nur begrenzt eingesetzt werden, z. B. zur Bedüsung am Brechereinflauf, zur Beregnung von Lagerhalden und an Übergabestellen in der Verladung.

Arbeitsplätze mit Staubexposition sind anzutreffen:

- im Gewinnungsbetrieb bei Bohrarbeiten zur Herstellung der Sprenganlage und auf Förder- und Ladegeräten (Bagger, Radlader, Schwerlastkraftwagen),
- in der Materialaufbereitung innerhalb offener und eingehauster Anlagen,
- in der Verladung der Fertigprodukte.

Die Messwerte für den Zeitraum 2005 bis 2016 zeigen für die gesamte Branche Staubbelastungen, die personenbezogen (Geräteführer, Anlagenschlosser, Prüflabortätigkeiten) vorwiegend die ASGW unterschreiten. Stationäre Messungen, die häufig in nicht ständig belegten Arbeitsbereichen mechanischer Materialbeanspruchung (Brecher, Siebanlagen) platziert sind, weisen hingegen höhere Konzentrationen oberhalb der AGW nach.

Tabelle 6.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW in % \$ | > GW in % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 20 | 12 | 5 (25 %) | 0,71 | 80 | 20 | 2,3 | 12,4 | 16 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 11 | 1 (6,7 %) | 0,71 | 66,7 | 33,3 | 2,55 | 28,5 | 36,925 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 20 | 14 | 7 (35 %) | 0,25 | 90 | 10 | 0,29 | 1,04 | 2,6 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 12 | 4 (25 %) | 0,25 | 81,3 | 18,8 | 0,42 | 2,258 | 4,2 |

6.2 Bergbau

| Branche |
|------------------------------------------------|
| Braunkohlegewinnung und -verarbeitung |
| Steinkohlegewinnung und -verarbeitung |
| Kali- und Steinsalzgewinnung und -verarbeitung |
| Erzgewinnung und -verarbeitung |
| Mineralgewinnung und -verarbeitung, sonstige |

Das Datenkollektiv umfasst die Gewinnung, Förderung und Aufbereitung von Rohstoffen in Bergbaubetrieben unter und über Tage. Auch Nebenarbeiten in Leitständen, Qualitätskontrolle und die Verpackung der Produkte, die in der Regel jedoch aufgehaldete lose Massenprodukte darstellen, fließen in diese Auswertung ein.

In Bergbaubetrieben unter und über Tage kommen die bereits in den vorstehenden Kapiteln genannten Gewinnungs- und Aufbereitungsverfahren zur Anwendung. In Tagebaubetrieben entspricht die Zerkleinerungs- und Klassiertechnik vielfach der der Natursteinindustrie, die

im Freien bzw. in eingehausten Anlagen durchgeführt wird. Bei Tiefbaubetrieben dominieren Aufbereitungsanlagen, die in geschlossenen Räumen – häufig wegen der Lärmimmissionen auch unter Tage – unter besonderen Belüftungsbedingungen betrieben werden. Die fortschreitende Gewinnung erfordert eine robuste mobile Technik auch für die Entstaubung. Während unter Tage (bis auf die Bohrtätigkeiten mit dosierter Wasserzugabe) und in der Lockergesteinsgewinnung meist trockene Verfahren zur Anwendung kommen, werden bei der Aufbereitung von Festgesteinen über Tage trockene und nasse Verfahren eingesetzt.

Somit können insbesondere unter Tage höhere Staubexpositionen bei Gewinnungs- und Aufbereitungstätigkeiten, z. B. bei der Zerkleinerung, auftreten. Davon sind häufig Anlagenbediener, beispielsweise von Bohr- und Fräsgaräten, sowie Betriebsschlosser betroffen, während bei Führung von Förderfahrzeugen überdruckbelüftete und klimatisierte Kabinen Stand der Technik sind. A- und E-Staubbelastungen unterschreiten überwiegend die ASGW. Die Steuerung stationärer Anlagen erfolgt in der Regel in klimatisierten Leitständen.

Tabelle 6.2

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW in % \$ | > GW in % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 36 | 12 | 4 (11,1%) | 0,71 | 88,9 | 11,1 | 2,32 | 10,094 | 24,686 |
| ≥ 2 h | stationär | 29 | 11 | 2 (6,9%) | 0,25 | 93,1 | 6,9 | 0,88 | 5,698 | 11,309 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 37 | 13 | 11 (29,7%) | 0,25 | 91,9 | 8,1 | 0,31 | 1,017 | 1,798 |
| ≥ 2 h | stationär | 33 | 13 | 10 (30,3%) | 0,25 | 87,9 | 12,1 | 0,3 | 1,42 | 4,38 |

6.3 Gewinnung und Aufbereitung von Kies und Sand

| Branche |
|-----------------------------------------------------|
| Kies- und Schotterwerke |
| Sand, Gewinnung und Aufbereitung |
| Kies und Sand (außer Bims und Quarzsand), Gewinnung |
| Quarzsand, Gewinnung |
| Kies und Sand, Aufbereitung |
| Kies und Sand, Gewinnung |

Die in der Lagerstätte entweder im Trocken- oder Nassgewinnungsverfahren abgebaute Kiese und Sande werden in Sieb-, Wasch-, Brech-, Sortier-, Klassier- und ggf. Trocknungsanlagen zu Produkten unterschiedlicher Kornfraktionen aufbereitet und in Silos oder auf Freihalde gelagert. Spezialsande werden nach der Trocknung auch in Säcke oder Big-Bags abgepackt.

Die Betriebsabläufe in heutigen Kies- und Sandwerken sind gegenüber früheren Zeiten weitgehend automatisiert. Im Wesentlichen werden Kontroll- und Überwachungstätigkeiten sowie Instandhaltungsarbeiten in den Anlagen

zur Aufrechterhaltung des laufenden Betriebes durchgeführt. Eine staubtechnische Abgrenzung der einzelnen Anlagenbereiche in der Rohmaterialaufbereitung lässt sich in den seltensten Fällen vornehmen, da die Anlagen miteinander verkettet und räumlich nicht getrennt sind. Die Messungen wurden sowohl in offenen als auch in eingehausten Anlagen durchgeführt. Die einzelnen Arbeitsbereiche mit Staubexposition gehen aus den folgenden Tabellen hervor.

Vielfältige Arbeitsbereiche in der Kies- und Sandindustrie sind nach dem Stand der Technik abgesaugt. Die zulässige Arbeitsplatzkonzentration beim 90%-Wert wird heute meist eingehalten – sofern nicht für die A-Staub-Exposition einzelner Arbeitsbereich unten aufgelistet.

6.3.1 Gewinnung: Fördern, Transportieren

Der zeitliche Verlauf der Messwerte für die Zeiträume seit 1972 (siehe Quarzreport 2005) lässt einen erheblichen Rückgang der Staubbelastung bei Förderung und Transport in der Kies- und Sandindustrie erkennen, der größtenteils auf die Automatisierung von Betriebsabläufen und die Staubminimierung in Fahrzeugkabinen zurückzuführen ist. Die Einhaltung der ASGW ist beim 90%-Wert gewährleistet.

Tabelle 6.3.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW in % \$ | > GW in % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 41 | 27 | 15 (36,6%) | 0,71 | 100 | 0 | 0,97 | 3,626 | 4,874 |
| ≥ 2 h | stationär | 27 | 10 | 3 (11,1%) | 0,45 | 96,3 | 3,7 | 1,03 | 3,958 | 5,415 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 43 | 28 | 27 (62,8 %) | 0,62 | 97,7 | 2,3 | ! NWG | 0,744 | 1,0235 |
| ≥ 2 h | stationär | 32 | 10 | 12 (37,5%) | 0,68 | 96,9 | 3,1 | + 0,215 | + 0,47 | 0,722 |

6.3.2 Aufbereitung: Klassieren (Sieben)

Für den Aufbereitungsschritt Klassieren konnte die A-Staub-Exposition – bezogen auf den 90%-Wert – im Vergleich zum Quarzreport 2005 deutlich reduziert werden. Gemessen wird hier vorwiegend in Trockensieb-anlagen, in denen die Staubfreisetzung höher ist als in nass betriebenen Anlagen. Personenbezogene Messergebnisse weisen die Einhaltung der ASGW nach.

6.3.3 Aufbereitung: Mischen, Trocknen

Insbesondere bei Tätigkeiten während der Sandtrocknung und beim Mischen verschiedener Kornfraktionen sind Maßnahmen zu treffen, mit denen eine ausreichende Entstaubungswirkung erreicht wird. Die Einhaltung der ASGW ist beim 90%-Wert nicht gewährleistet, wenn Tätigkeiten im laufenden Betrieb ausgeübt werden. Zu beachten ist, dass ein längerer Aufenthalt im Bereich dieser Anlagen nicht notwendig ist, da sie vollautomatisch betrieben werden.

Tabelle 6.3.2

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW in % \$ | > GW in % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 18 | 4 (17,4%) | 0,71 | 91,3 | 8,7 | 1,03 | 3,556 | 9,476 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 15 | 3 (15%) | 0,25 | 90 | 10 | 1,73 | 10 | 17,6 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 22 | 18 | 8 (36,4%) | 0,25 | 95,5 | 4,5 | 0,26 | 0,654 | 0,904 |
| ≥ 2 h | stationär | 21 | 15 | 4 (19%) | 0,18 | 85,7 | 14,3 | 0,225 | 1,82 | 2,09 |

Tabelle 6.3.3

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW in % \$ | > GW in % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 29 | 18 | 3 (18%) | 0,71 | 86,2 | 13,8 | 1,745 | 13,51 | 20,09 |
| ≥ 2 h | stationär | 27 | 16 | 1 (3,7%) | 0,71 | 96,3 | 3,7 | 1,355 | 7,289 | 9,544 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 34 | 22 | 10 (29,4%) | 0,25 | 82,4 | 17,6 | 0,43 | 1,742 | 2,754 |
| ≥ 2 h | stationär | 25 | 15 | 5 (20%) | 0,18 | 92 | 8 | 0,34 | 1,005 | 1,26 |
| < 2 h | stationär | 7*** | 2** | 0 | k. A. | 28,6 | 71,4 | =- Werte: 0,17 bis 6,15 | | |

6.3.4 Aufbereitung: Zerkleinern (Brechen/Mahlen)

Auch das Zerkleinern (Brechen, Mahlen) ist – wie schon die Auswertung im Quarzreport 2005 zeigten – mit hohen A-Staub-Expositionen verbunden. Ein großer Teil der Messungen betrifft die Brechkiesherstellung, z. B. mit Kegelschneidern. Zu beachten ist, dass ein längerer Aufenthalt im Bereich von Brecheranlagen nicht notwendig ist, da diese Anlagen vollautomatisch betrieben werden.

Der Aufenthalt verbietet sich vor allem auch schon aus Lärmschutzgründen. Stationär ermittelte Staubbelastungen geben daher Hinweise auf lokal erhöhte Expositionen, die Kontrollgänger und Anlagenschlosser zu beachten haben.

Massive Staubprobleme treten auf, wenn Brecher oder Mühlen in geschlossenen Aufbereitungsanlagen und nicht separat eingehaust betrieben werden. Staubabsaugungen mit der erforderlichen Wirksamkeit lassen sich dann in den wenigsten Fällen realisieren.

Tabelle 6.3.4

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW in % \$ | > GW in % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 15 | 4 (19%) | 0,71 | 90,5 | 9,5 | 1,695 | 8,012 | 15,805 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 20 | 0 | k. A. | 85,7 | 14,3 | 2,78 | 11,24 | 16,82 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 15 | 6 (28,6%) | 0,25 | 85,7 | 14,3 | 0,405 | 2,27 | 2,457 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 21 | 1 (3,6%) | 0,21 | 71,4 | 28,6 | 0,46 | 1,66 | 2,13 |
| < 2 h | stationär | 12 | 3** | 0 | k. A. | 8,3 | 91,7 | 4,56 | 10,454 | 10,98 |

Abbildung 1: Brecheranlage im Kieswerk



6.3.5 Abfüllen, Verpacken

Arbeitsplätze an Abfüll- und Verpackungsmaschinen für Sand sind nach dem Stand der Technik abgesaugt. Die Einhaltung einer Arbeitsplatzkonzentration beim 90-%-Wert ist dennoch nicht immer gegeben, wenn es sich bei manuellen oder teilmanuellen Abfülltätigkeiten um Anlagentechnik handelt, bei denen z. B. Verdrängungsluft mit Feinfraktionen im Atembereich des Mitarbeiters frei wird und regelmäßig Reinigungsarbeiten erforderlich werden.

Tabelle 6.3.5

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | 50-%-Wert * | 90-%-Wert * | 95-%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 30 | 17 | 6 (20%) | 0,71 | 90 | 10 | 2,02 | 9 | 12,8 |
| ≥ 2 h | stationär | 31 | 17 | 3 (9,7%) | 0,71 | 100 | 0 | 0,935 | 3,357 | 4,88 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 31 | 17 | 5 (16,1%) | 0,25 | 83,9 | 16,1 | 0,51 | 1,626 | 1,917 |
| ≥ 2 h | stationär | 29 | 17 | 8 (27,6%) | 0,25 | 96,6 | 3,4 | 0,335 | 0,855 | 0,911 |

6.4 Gewinnung und Aufbereitung von Naturstein und sonstigen Rohstoffen

| Branche |
|-----------------------------------------------------------------|
| Steine und Erden (z. B. Naturstein, Rohton), Gewinnung |
| Naturstein (außer Kalkstein), Gips, Kreide, Schiefer, Gewinnung |
| Schiefer, Gewinnung |
| Steine und Erden (sonstige), Gewinnung |
| Fluss-Spat, Feldspat, Schwerspat, Kieselerde, Gewinnung |
| Naturstein, allgemeine Aufbereitung |
| Mineralien, sonstige, Aufbereitung |
| Naturstein, Gewinnung |

Das aus dem Gebirgsverband durch Sprengung oder Abgrabung gelöste Gestein wird in Brech- und Klassieranlagen in mehreren Aufbereitungsstufen zu den Endprodukten Schotter, Splitt und Gesteinsmehl verarbeitet. Im Vorbrecher wird das Material zunächst vorzerkleinert, wobei die groben Fraktionen abgetrennt werden. In den anschließenden Nachzerkleinerungs- und Siebstufen werden die verschiedenen Kornfraktionen hergestellt, die danach entweder auf Freihalde oder in Siloanlagen gelagert werden. Je größer der Zerkleinerungsgrad des mineralischen Rohstoffes ist, umso höher ist in der Regel das Staubaufkommen.

Arbeitsplätze mit Staubexposition sind anzutreffen:

- im Gewinnungsbetrieb bei Bohrarbeiten zur Herstellung der Sprenganlage und auf Förder- und Ladege-
räten (Bagger, Radlader, Schwerlastkraftwagen),
- in der Materialaufbereitung innerhalb offener und
eingehauster Anlagen,
- in der Verladung der Fertigprodukte.

Abgesehen vom Gewinnungsbetrieb sind die Abläufe in einem Steinbruchbetrieb heute weitestgehend automatisiert. Innerhalb der Aufbereitungsanlagen werden im Wesentlichen Kontroll- und Überwachungstätigkeiten sowie Instandhaltungsarbeiten zur Aufrechterhaltung des laufenden Betriebes durchgeführt. Hohe Expositionen treten insbesondere dann auf, wenn sich das Personal über

einen längeren Zeitraum zur Anlagenkontrolle und Störungsbeseitigung in geschlossenen Aufbereitungsanlagen aufhält. Der Aufenthalt von Personen innerhalb solcher Anlagen ist nur mit Atemschutz möglich und auf das Notwendigste zu beschränken. Auch Brecherwärter im Leitstand oder in einer Kabine können hohen Staubkonzentrationen ausgesetzt sein, wenn die Lüftungsverhältnisse dort unzureichend sind.

Der zeitliche Verlauf der Messwerte seit 1972 (siehe Quarzreport 2005) lässt erkennen, dass durch Anwendung und Verbesserung von Entstaubungsmaßnahmen an den Arbeitsplätzen ein deutlicher Rückgang der Staubbelastung erreicht werden konnte. Lediglich für Tätigkeitsbereiche in der Aufbereitung liegen die Messdaten nicht im Trend. Zurückzuführen ist dies darauf, dass Aufbereitungsanlagen heute aus Gründen des Umweltschutzes zunehmend eingehaust sind und dadurch innerhalb der Anlagen trotz getroffener Entstaubungsmaßnahmen hohe Staubkonzentrationen auftreten. Dort befinden sich jedoch keine ständigen Arbeitsplätze. Somit liefern stationär ermittelte Staubbelastungen Hinweise auf lokal erhöhte Expositionen, die z. B. Kontrollgänger und Anlagenschlosser an bestimmten Betriebspunkten zu beachten haben.

Abbildung 2: Natursteinbohrgerät mit geschlossener Kabine



6.4.1 Gewinnung

Dieses datenkollektiv umfasst alle Tätigkeiten im Steinbruch, die im Zusammenhang mit dem Gewinnungsbetrieb stehen, z. B. Herstellen der Sprenglöcher für die Gewinnungssprengungen mit Bohrgeräten, Bohren der Knäpper und Betrieb der Gewinnungs- und Fördergeräte wie Bagger, Lader und Schwerlastkraftwagen. Natursteinbetriebe verarbeiten häufig Teile ihres Gesteinsvorkommens zu Pflaster- und Mauersteinen oder zu Rohblöcken, aus denen ggf. im weiteren Verlauf Bauelemente hergestellt werden.

Hier sind unter anderem die Ergebnisse von Messungen zusammengefasst, die beim Steinspalten von Hand mit dem Druckluftmeißel, beim maschinellen Steinspalten und bei der sonstigen Bearbeitung durch Sägen, Bohren, Fräsen, Meißeln oder Schleifen ermittelt wurden. Insbe-

sondere bei diesen Tätigkeiten treten erhöhte Staubexpositionen auf, sodass die Einhaltung der zulässigen Arbeitsplatzkonzentration beim 90%-Wert für die A-Staub-Fraktion nicht immer gegeben ist. Fahrzeugführer sind erheblich geringer exponiert, da sie sich in der geschlossenen Kabine des Lade- bzw. Fördergerätes aufhalten, die in der Regel mit staubminimierender Technik ausgestattet sind.

Beim Bohren, Knäppern und Spalten können Probleme beim Einsatz von Drucklufthandwerkzeugen auftreten, da Entstaubungseinrichtungen an mobilen Arbeitsplätzen, z. B. vor Ort im Steinbruch, nur mit Schwierigkeiten nachgeführt werden können. Mobile Hydraulikbohrgeräte zur Herstellung von Sprengbohrlöchern sind nach dem Stand der Technik entstaubt, sodass Staubbelastungen zumeist begrenzt werden können.

Tabelle 6.4.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG* in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 85 | 49 | 25 (29,4 %) | 0,74 | 96,5 | 3,5 | 0,985 | 4,645 | 9,055 |
| ≥ 2 h | stationär | 19 | 12 | 2 (10,5 %) | 0,71 | 94,7 | 5,3 | 1,72 | 5,601 | 5,965 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 87 | 49 | 37 (42,5 %) | 0,25 | 88,5 | 11,5 | 0,275 | 1,41 | 1,716 |
| ≥ 2 h | stationär | 30 | 14 | 7 (23,3 %) | 0,25 | 83,3 | 16,7 | 0,35 | 1,39 | 1,435 |

Abbildung 3: Spalten von Natursteinen mit einem Drucklufthammer



6.4.2 Aufbereitung

Unter Aufbereitung sind das Zerkleinern der mineralischen Rohstoffe in Brecher- und Mahlanlagen, das Klassieren in die gewünschten Kornfraktionen sowie das ggf. erforderliche Waschen und Trocknen des Materials zusammengefasst.

Die Aufbereitung erfolgt in Steinbruchbetrieben vorwiegend im Trockenverfahren. Viele Aufbereitungsanlagen sind deshalb aus Gründen des Immissionsschutzes vollständig eingehaust und z. B. an Bandübergabe- und Bandabwurfstellen sowie an Brechern und Siebmaschinen mit aufwändigen Staubabsaugungen ausgestattet. Wasser kann zur Staubbekämpfung oft nur begrenzt eingesetzt werden, z. B. zur Bedüsung am Brechereinlauf, zur Beregnung von Lagerhalden und an Übergabestellen in der Verladung.

Das Zerkleinern (Brechen, Mahlen) ist seit vielen Jahren mit hohen A- und E-Staub-Expositionen verbunden. Häufig werden die ASGW überschritten. Zu beachten ist, dass ein längerer Aufenthalt im Bereich von Brecher- und Mühlenanlagen nicht notwendig ist, da diese Anlagen vollautomatisch betrieben werden; der Aufenthalt verbietet sich vor allem auch aus Lärmschutzgründen. Stationär ermittelte Staubbelastungen geben daher Hinweise auf lokal erhöhte Expositionen, denen z. B. Kontrollgänger und Anlagenschlosser ausgesetzt sind. Der Aufenthalt von Personen innerhalb solcher Anlagen ist nur mit Atemschutz möglich und auf das Notwendigste zu beschränken.

Tabelle 6.4.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 84 | 49 | 1 (1,2%) | 0,46 | 76,2 | 23,8 | 3,55 | 33,88 | 57,74 |
| ≥ 2 h | stationär | 87 | 51 | 7 (8%) | 0,71 | 80,5 | 19,5 | 2,085 | 19,09 | 22,98 |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 2 ** | 0 | k. A. | 50 | 50 | =-Werte: 0,75 bis 46,4 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 81 | 49 | 13 (16%) | 1,22 | 71,6 | 28,4 | + 0,77 | 2,836 | 6,109 |
| < 2 h | stationär | 78 | 45 | 22 (28,2%) | 0,79 | 75,6 | 24,4 | + 0,46 | 2,262 | 3,203 |
| < 2 h | stationär | 16 | 5 | 1 (6,3%) | 0,36 | 18,8 | 81,3 | 2,65 | 5,09 | 7,464 |

6.4.3 Abfüllen, Lagern, Verpacken, Wiegen

Bei der Aufbereitung von Naturstein fallen aus der Feinabsiebung und aus Filteranlagen Gesteinsmehle an, die in Säcke oder Big-Bags abgefüllt werden – sofern sie nicht direkt aus dem Silo in Silofahrzeuge verladen werden. Die

Abbildung 4: Kontrollgang im Bereich der Schotterumladung



Befüll- und Verpackungsanlagen sind mit den Einrichtungen in der Zement- und Kalkindustrie vergleichbar und weisen vergleichbare Staubminderungsprobleme auf, wenn sie manuell oder teilautomatisch bedient werden.

Zum Arbeitsbereich zählen das Lagern der Fertigprodukte in Silos oder auf der Freihalde sowie das Abwiegen und Verladen auf Transportmittel. Das Bedienpersonal von Siloverladeanlagen, die häufig in die Aufbereitungsanlagen integriert sind und von Lkw unterfahren werden, kann außerhalb der geschlossenen Steuerkabine staubexponiert sein, z. B. bei Kontrollgängen innerhalb der Anlage im Bereich der Beladestelle und Silodurchfahrt. Das Verladen von der Halde mit Radlader ist demgegenüber für den Verlater mit einer erheblich geringeren Staubbelastung verbunden, da er sich in der geschlossenen Kabine des Ladegerätes aufhält, die in der Regel mit staubminimierender Technik ausgestattet ist.

Die große Differenz zwischen dem 50- und 90-%-Wert ist dadurch bedingt, dass die technischen Ausführungen der Verladeanlagen (Verladeband, Verlaterüssel, Verladung im freien Fall, mit oder ohne Staubabsaugung oder Wasserbenetzung) sehr unterschiedlich sind. Niedrige Messwerte werden bei wirksam abgesaugten oder wasserbenetzten ermittelt, hohe Messwerte in den weniger gut entstaubten Verladungen.

Tabelle 6.4.3

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 26 | 19 | 4 (15,4%) | 0,71 | 80,8 | 19,2 | 2,97 | 12,28 | 14,15 |
| ≥ 2 h | stationär | 35 | 25 | 6 (17,1%) | 0,71 | 80 | 20 | 1,45 | 12,25 | 15,325 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 4 ** | 0 | k. A. | 25 | 75 | =-Werte: 0,6 bis 24,2 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 30 | 20 | 7 (23,3%) | 0,25 | 80 | 20 | 0,45 | 1,53 | 2,27 |
| ≥ 2 h | stationär | 32 | 24 | 10 (31,3%) | 0,25 | 100 | 0 | 0,33 | 0,964 | 1,068 |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 5 | 0 | k. A. | 33,3 | 66,7 | =-Werte: 0,58 bis 3,68 | | |
| < 2 h | stationär | 12 | 6 | 0 | k. A. | 8,3 | 91,7 | 1,92 | 6,732 | 7,574 |

6.5 Naturwerksteinindustrie – Herstellung, Bearbeitung und Verarbeitung von Naturwerkstein, Steinmetzerei

Branche

Steine und Erden (ohne Grobkeramik, ohne Herstellung von Schleifmitteln), Verarbeitung

Naturstein, Verarbeitung

Natur(werk)stein ohne Steinbildhauerei und Steinmetzerei, Verarbeitung

Naturwerkstein, Herstellung

Steinbildhauerei, Steinmetzerei

Schiefer sowie Steine und Erden, Verarbeitung

Naturstein, Be- und Verarbeitung

In Steinbrüchen abgebaute Rohsteinblöcke werden bereits im Steinbruch oder im Natursteinwerk in kleinere Einheiten bis hin zu Mauer- und Pflastersteinen aufgespalten oder auf Steintrennmaschinen zu platten- oder quaderförmigen Halbzeugen zugeschnitten. Die weitere Formgebung und Oberflächenbearbeitung zur Herstellung der Endprodukte erfolgt meistens in spezialisierten Steinbearbeitungsbetrieben.

Bei der Steinbearbeitung werden sowohl Nass- als auch Trockenbearbeitungsverfahren eingesetzt. Nassbearbeitung erfolgt hauptsächlich auf Steinbearbeitungsmaschinen wie Steintrenn-, Steinschleif- und Steinfräsmaschinen, deren in der Regel diamantbesetzte Werkzeuge mit Wasser gekühlt werden. Hierdurch verringert sich gleichzeitig die Staubfreisetzung. Demgegenüber werden Bearbeitungsverfahren wie Meißeln, Bossieren, Scharrieren, Steinspalten mit Drucklufthandhämmern, Trennschleifen und das Schleifen von Oberflächen mit Elektrohandwerkzeugen, z. B. mit Winkelschleifern, trocken durchgeführt. Insbesondere ist zu beachten, dass fein zerkleinernde Verfahren mittels schnelllaufenden Werkzeugen wie Trennschleifen, Polieren und Stocken mit einer starken Zertrümmerung des Naturwerksteins verbunden sind und damit zu höheren Staubkonzentrationen führen als grob zerkleinernde Handverfahren wie das Meißeln von Hand.

6.5.1 Bossieren, Scharrieren, Stocken

Diese Arbeitsverfahren dienen zur Oberflächen- und Kantenbearbeitung von Werkstücken im Trockenverfahren. Sowohl druckluftbetriebene Handmaschinen als auch ortsfeste Bearbeitungsmaschinen kommen zum Einsatz. Auf den bearbeiteten Oberflächen erfolgt beim Stocken und Scharrieren eine starke Kornzertrümmerung, bei der hohe Staubbelastungen entstehen. Weniger staubintensiv ist das Bossieren, da lediglich Teilbereiche wie die Kanten vom Werkstück abgeschlagen werden.

Die eingesetzten Maschinen sind heute überwiegend nach dem Stand der Technik abgesaugt. Die Stauberfassungseinrichtungen unterliegen einem sehr hohen Verschleiß und verfügen zum Teil über begrenzte Volumina, sodass die Absaugwirkung bei unzulänglicher Instandhaltung herabgesetzt wird. Laut Tabelle ist die Einhaltung der zulässigen Arbeitsplatzkonzentrationen beim 90%-Wert sowohl für die A- als auch für die E-Staub-Fraktion beim Stocken und Scharrieren nicht gewährleistet. Da weder die Geräte- noch die Entstaubungstechnik in den letzten Jahrzehnten wesentlich verbessert wurden, wird bevorzugt in entsprechenden Arbeitsbereichen gemessen, an denen die Staubverhältnisse erkennbar ungünstig sind.

Abbildung 6: Manuelle Bearbeitung von Naturwerksteinen: Bossieren



Tabelle 6.5.1

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | 50-%-Wert * | 90-%-Wert * | 95-%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 11 | 1 (6,7%) | 0,69 | 73,3 | 26,7 | 2,005 | 27,9 | 39,075 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 12 | 3 (18,8%) | 0,25 | 75 | 25 | 0,52 | 4,866 | 6,426 |

Abbildung 7: Manuelle Bearbeitung von Naturwerksteinen: Stocken



6.5.2 Sägen, Fräsen, Trennen

Wird beim Sägen und Fräsen zur Kühlung der Schneid-segmente Wasser an die Bearbeitungsstelle herangeführt, bewirkt dies gleichzeitig eine Reduzierung der Staubemission durch Staubbindung und -niederschlag. Durch die schnell laufenden Bearbeitungswerkzeuge wird Spritzwasser und Aerosol gebildet, das alveolengängige Staubpartikel enthält, die vom Maschinenbediener eingeatmet werden können. Die Höhe der A-Staub-Konzentration ist von der Güte der Aufbereitung des Kreislaufwassers und vom Ausmaß der Aerosol- und Spritzwasserbildung abhängig. Einrichtungen an den Maschinen zum Auffangen und Niederschlagen des Spritzwassers und der Aerosole sowie die Wasserreinigung bis zur Frischwasserqualität sind heute Stand der Technik. A- und E-Staubbelastungen unterschreiten die ASGW. Mit Stauberfassungsanlagen können weitere Expositionsminderungen erzielt werden.

6.5.3 Steinspalten

Hohe Staubkonzentrationen treten beim manuellen Steinspalten mit Druckluftschlämmern trotz in der Regel am Werkzeug installierter Staubabsaugung auf. Die verwendeten Gummitüllen am Meißel zum Herstellen der Keil-löcher unterliegen einem sehr hohen Verschleiß, sodass die Absaugwirkung bei unzulänglicher Instandhaltung herabgesetzt wird. Weniger schwierig ist die wirksame Entstaubung von ortsfesten Steinspaltmaschinen. Die Staubabsaugung erfolgt hier über Erfassungselemente am Obermesser oder durch Saugöffnungen im Maschinenständer.

Die Messergebnisse für Spaltarbeiten, die in witterungsbedingten Einhausungen mit in der Regel fehlender Staubminimierung ermittelt wurden, fallen deutlich schlechter aus als die in Räumen oder im Freien ausgeübten, wobei niedrigere Konzentrationen auftreten. A- und E-Staubbelastungen unterschreiten somit dann die ASGW, wenn sie nicht in Einhausungen stattfinden.

Tabelle 6.5.2

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 73 | 43 | 20 (27,4%) | 0,71 | 98,6 | 1,4 | 0,945 | 2,95 | 3,74 |
| ≥ 2 h | stationär | 57 | 41 | 3 (5,3%) | 0,69 | 98,2 | 1,8 | 0,755 | 3,178 | 5,386 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 89 | 48 | 27 (30,3%) | 1,25 | 89,9 | 10,1 | + 0,375 | + 1,186 | 2,224 |
| ≥ 2 h | stationär | 60 | 43 | 35 | 0,24 | 90 | 10 | 0,39 | 1,05 | 1,51 |

Tabelle 6.5.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 125 | 37 | 14 (11,2%) | 0,71 | 84,8 | 15,2 | 2,46 | 14,25 | 22,4 |
| ≥ 2 h | stationär | 36 | 23 | 0 | k. A. | 97,2 | 2,8 | 0,77 | 3,138 | 3,86 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 125 | 37 | 27 (21,6%) | 0,25 | 79,2 | 20,8 | 0,52 | 2,125 | 2,63 |
| ≥ 2 h | stationär | 37 | 24 | 3 (8,1%) | 0,07 | 97,3 | 2,7 | 0,285 | 0,684 | 0,916 |

Tabelle 6.5.3 a

| Probe- nahme- dauer | Messort | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | im Freien | 52 | 24 | 9 (17,3%) | 0,71 | 90,4 | 9,6 | 1,59 | 8,49 | 13,58 |
| ≥ 2 h | in Räumen | 11 | 7 | 0 | k. A. | 90,9 | 9,1 | 1,49 | 5,57 | 13,883 |
| ≥ 2 h | in Einhausungen | 57 | 14 | 4 (7%) | 0,69 | 77,2 | 22,8 | 3,875 | 18,23 | 26,495 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | im Freien | 52 | 24 | 17 (32,7%) | 0,25 | 88,5 | 11,5 | 0,31 | 1,358 | 4,112 |
| ≥ 2 h | in Räumen | 12 | 7 | 2 (16,7%) | 0,25 | 91,7 | 8,3 | 0,49 | 1,186 | 4,272 |
| ≥ 2 h | in Einhausungen | 56 | 14 | 7 (12,5%) | 0,25 | 67,9 | 32,1 | 0,79 | 2,142 | 2,446 |

Abbildung 8: Maschinelles Spalten von Steinblöcken



6.5.4 Meißeln, Stemmen

Bei diesen Arbeitsverfahren werden sowohl druckluftbetriebene als auch elektrische Handmaschinen eingesetzt. Der bei der manuellen Bearbeitung entstehende Staub wird mit Arbeitsplatzabsaugungen verschiedener Ausführungen (positionierbare Absaugtrichter, Absaugwände) erfasst, deren Ausführung und Instandhaltung jedoch häufig zu optimieren ist. Denn trotz Arbeitsplatzabsaugungen treten dort sowohl bei den A- als auch E-Staubfraktionen 90-%-Werte auf, die deutlich über den ASGW liegen. Da weder die Geräte- noch die Entstaubungstechnik in den letzten Jahrzehnten wesentlich verbessert wurden, wird bevorzugt in entsprechenden Arbeitsbereichen gemessen, an denen die Staubverhältnisse erkennbar ungünstig sind.

Tabelle 6.5.4

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 76 | 45 | 4 (5,3%) | 0,71 | 60,5 | 39,5 | 7,1 | 32,6 | 40,54 |
| ≥ 2 h | stationär | 38 | 28 | 3 (7,9%) | 0,28 | 97,4 | 2,6 | 2,19 | 6,31 | 7,76 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 7 | 0 | k. A. | 80 | 20 | 3,07 | 17 | 66,5 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 86 | 47 | 15 (17,4%) | 1,25 | 61,6 | 38,4 | + 0,87 | 5,16 | 7,182 |
| ≥ 2 h | stationär | 40 | 29 | 7 (17,5%) | 0,11 | 90 | 10 | 0,42 | 1,08 | 3,12 |
| < 2 h | an der Person | 12 | 7 | 5 (41,7%) | 0,5 | 66,7 | 33,3 | 0,59 | 5,84 | 19,3 |

6.5.5 Strahlen

Das Strahlen von Naturwerksteinoberflächen mit abgesehenen Strahlmaschinen, z. B. bei der Oberflächenbearbeitung von Natursteinplatten, führt gegenüber dem konventionellen Trocken- und Freistrahlfverfahren zu deutlich niedrigeren Staubkonzentrationen. Dennoch überschreiten die A- und E-Staubbelastungen in der Regel die ASGW derart, dass neben Stauberfassungseinrichtungen nach dem Stand der Technik ggf. partikelfiltrierende Atemschutzgeräte erforderlich werden.

6.5.6 Schleifen

Mit beiden Datenkollektiven wird zwischen manuellem und maschinellm Schleifen zur Oberflächenbearbeitung unterschieden. Manuelles Schleifen wird in der Regel mit elektrischen oder mit Druckluft angetriebenen Handmaschinen (Winkelschleifern) durchgeführt. Maschinellm Schleifen erfolgt auf ortsfesten Schleifmaschinen oder Bearbeitungszentren.

Die Oberflächen von plattenförmigen Materialien werden vorwiegend im Nassverfahren bearbeitet; dieses bewirkt

eine geringere Staubexposition gegenüber dem Trockenverfahren. Aber auch beim Nassschleifen können aufgrund der Aerosolbildung hohe Staubkonzentrationen auftreten. Für die Aufbereitung des Umlaufwassers gelten dieselben Kriterien wie beim Sägen und Fräsen (siehe Abschnitt 6.5.2).

Trockene Arbeiten mit Winkelschleifern ohne Absaugung führen zu extrem hohen Staubbelastungen. Der zeitliche Verlauf der Staubkonzentrationen zeigt dabei einen stetigen Rückgang der Staubbelastung. Zurückzuführen ist dies auf den verstärkten Einsatz von Entstaubungseinrichtungen in Form von Maschinen- und Arbeitsplatzabsaugungen verschiedener Ausführungen, insbesondere bei stationären Anlagen. Absaugungen an diesen Geräten werden allerdings insbesondere bei nicht stationärem Einsatz selten angetroffen, sodass sich der Trend bei Handmaschinen nicht bestätigt. Die A- und E-Staubbelastungen überschreiten in der Regel die ASGW derart, dass einerseits Stauberfassungseinrichtungen (Stand der Technik) und andererseits partikelfiltrierende Atemschutzgeräte erforderlich werden.

Tabelle 6.5.5

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 11 | 2 (12,5 %) | 0,71 | 81,3 | 18,8 | 1,74 | 17,9 | 23,88 |
| ≥ 2 h | stationär | 11 | 8 | 0 | k. A. | 90,9 | 9,1 | 1,69 | 6,658 | 12,209 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 11 | 4 (26,7 %) | 0,25 | 80 | 20 | 0,435 | 4,2 | 4,518 |
| ≥ 2 h | stationär | 11 | 8 | 1 (9,1 %) | 0,08 | 81,8 | 18,2 | 0,38 | 1,455 | 3,224 |

6.5.6.1 Schleifen, manuell

Tabelle 6.5.6.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 48 | 29 | 3 (6,3%) | 0,71 | 79,2 | 20,8 | 4,3 | 15,38 | 22,48 |
| ≥ 2 h | stationär | 23 | 19 | 1 (4,3%) | 0,6 | 95,7 | 4,3 | 1,355 | 6,503 | 8,448 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 5 | 2 (28,6%) | 2,6 | 85,7 | 14,3 | =-Werte: 1,59 bis 19,5 | | |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 4 ** | 0 | k. A. | 83,3 | 16,7 | =-Werte:1,24 bis 18,3 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 49 | 30 | 1 (2%) | 0,24 | 57,1 | 42,9 | 1,09 | 5,323 | 7,719 |
| ≥ 2 h | stationär | 23 | 19 | 1 (4,3%) | 0,21 | 82,6 | 17,4 | 0,44 | 1,471 | 2,568 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 5 | 4 (57,1%) | 0,91 | 71,4 | 28,6 | =-Werte: 1,16 bis 3,63 | | |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 4 ** | 0 | k. A. | 83,3 | 16,7 | =-Werte: 0,25 bis 2,31 | | |

Tabelle 6.5.6.1 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 30 | 19 | 0 | k. A. | 73,3 | 26,7 | 5,08 | 15,2 | 21,85 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 11 | 9 | 3 (27,3%) | 0,71 | 81,8 | 18,2 | 0,835 | 15,356 | 39,005 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 31 | 20 | 0 | k. A. | 45,2 | 54,8 | 1,42 | 6,547 | 7,701 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 11 | 9 | 1 (9,1%) | 0,24 | 72,7 | 27,3 | 0,495 | 2,764 | 11,428 |

6.5.6.2 Schleifen, maschinell

Tabelle 6.5.6.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 20 | 1 (3,6%) | 0,7 | 85,7 | 14,3 | 2,75 | 14,96 | 26,18 |
| ≥ 2 h | stationär | 22 | 20 | 1 (4,5%) | 0,69 | 90,9 | 9,1 | 1,61 | 4,208 | 10,233 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 20 | 1 (3,6%) | 0,25 | 71,4 | 28,6 | 0,89 | 1,694 | 2,098 |
| ≥ 2 h | stationär | 22 | 20 | 0 | k. A. | 77,3 | 22,7 | 0,58 | 1,846 | 2,841 |

Abbildung 9: Maschinelles Nassschleifen von Naturwerksteinen



6.5.6.3 Schleifen, weitere

Auch ergänzende Auswertungen der Oberflächenbearbeitung von Naturwerkstein durch Schleifen liefern hohe Staubbelastungen, die bereits oben bewertet wurden.

Tabelle 6.5.6.3

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥2 h | an der Person | 26 | 17 | 1 (3,8%) | 0,55 | 76,9 | 23,1 | 3,31 | 26,74 | 32,46 |
| ≥2 h | stationär | 10 | 9 | 0 | k. A. | 90 | 10 | 1,03 | 9,11 | 18,505 |
| <2 h | an der Person | 7 *** | 3 ** | 0 | k. A. | 14,3 | 85,7 | =-Werte: 3,1 bis 114 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥2 h | an der Person | 28 | 17 | 2 (7,1%) | 0,25 | 57,1 | 42,9 | 0,76 | 3,656 | 5,662 |
| ≥2 h | stationär | 10 | 9 | 1 (10%) | 0,25 | 80 | 20 | 0,3 | 1,56 | 1,595 |
| <2 h | an der Person | 5 *** | 2 ** | 0 | k. A. | 20 | 80 | =-Werte: 0,58 bis 5,35 | | |

6.6 Mineralmahlwerke (Farberden)

Branche

Mineralmahlwerke (Farberden)

Emaile, Herstellung

Natürliche Minerale, wie z. B. Bauxite, Chromerze, Eisenerze, Magnesite und Feldspäte, werden in Brecher-, Sieb-, Trocknungs- und Mahlanlagen zu Produkten mit einer Korngröße von $< 10 \mu\text{m}$ aufgearbeitet. Sie werden unter anderem zur Herstellung feuerfester Materialien, in der Eisen- und Stahlindustrie, Gießereien, der Glasindustrie und der chemischen Industrie eingesetzt.

Bei der Aufbereitung dieser mineralischen Rohstoffe kommen Arbeitsverfahren mit Einzeltätigkeiten zum Einsatz, wie sie bei der Gewinnung und Aufbereitung von Naturstein beschrieben sind. Die dort getroffenen Aussagen gelten hier entsprechend. Die Arbeitsbereiche Mischen, Abfüllen und Verpacken sind hinsichtlich der Anlagentechnik und Arbeitsabläufe vergleichbar mit denen in der Zement- und Kalkindustrie. Somit können insbesondere an Brecher- und Mahlanlagen sowie bei der Absackung höhere Staubbelastungen auftreten.

Trotz eines erheblichen Rückgangs der Staubbelastung für die gesamte Branche in den letzten Jahrzehnten (vgl. Quarzreport 2005), der durch Anwendung und Verbesserung der Entstaubungsmaßnahmen erzielt werden konnte, kommt es bei personengetragenen Messungen vereinzelt zu Überschreitungen der ASGW.

Tabelle 6.6

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte $< \text{NWG}^*$ | Höchste NWG * in mg/m^3 | $\leq \text{GW}$ % \$ | $> \text{GW}$ % \$ | Konzentrationen in mg/m^3 | | |
|--------------------|---------------|------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------|---------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| $\geq 2 \text{ h}$ | an der Person | 37 | 15 | 3 (8,1%) | 0,71 | 86,5 | 13,5 | 2,23 | 10,42 | 12,605 |
| $\geq 2 \text{ h}$ | stationär | 26 | 9 | 0 | k. A. | 92,3 | 7,7 | 1,34 | 8,228 | 13,213 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| $\geq 2 \text{ h}$ | an der Person | 38 | 17 | 8 (21,1%) | 0,25 | 71,1 | 28,9 | 0,62 | 1,806 | 2,509 |
| $\geq 2 \text{ h}$ | stationär | 24 | 8 | 4 (16,7%) | 0,18 | 79,2 | 20,8 | 0,36 | 1,678 | 1,874 |

6.7 Gipserzeugnisse, Dämm- und Leichtbauplatten, Herstellung

Branche

Gipserzeugnisse (allgemein), Herstellung

Gipserzeugnisse (z. B. Gipskartonplatten), Herstellung

Dämm- und Leichtbauplatten (mineralisch gebunden), Herstellung

Dämm- und Leichtbauplatten (harzgebunden), Herstellung

Gips als Rohstoff wird vorwiegend bergmännisch als Gipsstein (Naturgips) über und unter Tage gewonnen, fällt aber auch als Nebenprodukt bei der Rauchgasentschwefelung (Rauchgasgips) und bei der Herstellung von Fluorwasserstoffsäure an. Gipserzeugnisse finden in der Bauindustrie als Putze bzw. Trockenestriche, als Grundierung, Brandschutz, Füllmittel und Gipskartonplatten Verwendung. Darüber hinaus wird Gips für Medizin- und Lebensmittelprodukte vertrieben. Diese Datenkollektive schließen die bergmännische Gipsgewinnung selbst aus.

Nach der Zerkleinerung mit Prall- oder Hammermühlen auf definierte Korngrößen und Sieblinienverteilungen wird der Gipsstein in Drehrohröfen, Trägervgas-Brennanlagen, Rostbandöfen, Gipskochern und Mahlbrennanlagen zu verschiedenen Baustoffgipsen gebrannt (Kalzinieren) und produktspezifisch veredelt. Auch Autoklaven dienen der Herstellung spezifischer Gipsprodukte. Die mit chemischen Zusätzen versehenen Produkte (Gips-Trockenmörtel) werden in der Regel mit vollautomatisch laufenden Dosier- und Verpackungsanlagen, abhängig von der Füllmenge, in Gebinde als Sackware bzw. in transportable Baustellensilos als lose Ware abgefüllt.

Als Bauelemente im Innenausbau dienen Gipsplatten, Gipsfaserplatten und Gips-Wandbauplatten. Gipsplatten werden auf endlosen Bändern mit Trocknung gefertigt und bestehen aus einem Gipskern und einer daran fest haftenden Ummantelung aus Karton. Gipsfaserplatten bestehen aus Gips und gleichmäßig im Gefüge verteilten, in einem Recyclingverfahren aus Papier gewonnenen Papierfasern. Massive Gips-Wandbauplatten werden in Edelstahlformkästen hergestellt. Sie bestehen homogen aus Gips, ohne Unterkonstruktion von Gipsplatten.

Staubbelastungen treten bei Zerkleinerungs- und Reinigungsprozessen sowie bei der Absackung auf, bevorzugt bei teilautomatisierter Ventilsack-Absackung mit einem oder mehreren Stutzen, auch bei Chargenwechsel. Während Tätigkeiten an Absackanlagen eher stationär erfolgen, bewegen sich Beschäftigte bei der Herstellung von Gipserzeugnissen in der Regel mit Mischexposition in allen Produktionsabschnitten, z. B. als Kontrollgänger oder Betriebsschlosser.

Die Datenkollektive mit personenbezogenen Expositionen unterschreiten bei Schichtbezug die ASGW, in der Regel mit Mischexposition. An nicht ständig belegten Betriebspunkten können höhere Staubbelastungen auftreten, wie sowohl die Daten stationärer Messungen als auch die mit Messdauer < 2 h belegten. Es ist zu beachten, dass im Sinne der Prävention Messungen von Einzeltätigkeiten mit Messdauer < 2 h durchgeführt werden, z. B. Handzugabe oder Trockenschleifen, bei denen die Staubverhältnisse erkennbar ungünstig sind, und ggf. lösliche Anteile der Staubexpositionen nicht bei allen Daten eingerechnet wurden.

Tabelle 6.7

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 33 | 15 | 2 (6,1%) | 0,71 | 100 | 0 | 1,245 | 5,228 | 6,701 |
| ≥ 2 h | stationär | 46 | 14 | 3 (6,5%) | 0,71 | 89,1 | 10,9 | 1,09 | 9,838 | 10,84 |
| < 2 h | an der Person | 15 | 4 ** | 1 (6,7%) | 1,5 | 53,3 | 46,7 | 5,45 | 38,05 | 48,975 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 29 | 14 | 8 (27,6%) | 0,71 | 93,1 | 6,9 | + 0,347 | 0,892 | 1,33 |
| ≥ 2 h | stationär | 49 | 17 | 12 (24,5%) | 1,23 | 83,7 | 16,3 | + 0,335 | 1,607 | 2,256 |
| < 2 h | an der Person | 15 | 4 ** | 5 (33,3%) | 15 | 33,3 | 46,7 | + 2,22 | + 13,65 | 23,125 |
| < 2 h | stationär | 12 | 4 ** | 3 (25%) | 1,26 | 50 | 41,7 | + 1,02 | 1,526 | 1,972 |

6.8 Asphaltmischanlagen

Branche

Asphaltmischanlagen

Bituminöses Mischgut, Herstellung (in Asphaltmischanlagen)

Asphalt wird durch Mischen von vorgetrocknetem Mineralstoffgemisch mit Bitumen als Bindemittel und weiteren Zusatzstoffen in einer Mischmaschine hergestellt. Die Zugabe der Mischungskomponenten und der Mischvorgang finden in einem weitgehend geschlossenen System statt und sind automatisiert. Der Mischvorgang wird aus einem Leitstand gesteuert, der in räumlich von der Anlage entfernt ist. Während des Herstellungsprozesses ist der Einsatz von Personal nicht notwendig. Ausgenommen hiervon sind:

- die manuelle Zugabe von Zusatzstoffen,
- Kontrollgänge,
- die Beseitigung plötzlich auftretender Betriebsstörungen.

Eingehauste Mischanlagen mit vollständig geschlossenem Mischturm und zentraler Staubabsaugung zur Beseitigung von Staubablagerungen sind Stand der Technik.

Der Aufenthalt im geschlossenen Mischturm ist während der Produktion mit hoher Staubexposition verbunden. Staubquellen sind unter anderem Siebmaschinen und

die Übergaben der Mineralstoffdosierung. Die Aufenthaltsdauer beträgt für Kontrollgänge in der Regel weniger als eine Stunde pro Arbeitsschicht, sodass sich die Exposition damit auf ein Achtel der ausgewiesenen Werte relativiert. Demgegenüber finden Transporte und Materialbeschickung der Doseure mit dem Radlader auf dem Betriebsgelände während der gesamten Arbeitsschicht statt. Die Mineralstoffe werden mit Ausnahme der feinkörnigen Füllstoffe auf Halde auf dem Betriebsgelände gelagert. Der Radladerfahrer befindet sich während der Transporte und Beschickungsvorgänge in der geschlossenen Kabine des Radladers.

Abbildung 10: Trockentrommel einer Asphaltmischanlage



Tabelle 6.8

| Probedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 26 | 15 | 9 (34,6%) | 0,71 | 92,3 | 7,7 | + 0,51 | 6,538 | 10,674 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 13 | 1 (5,6%) | 0,27 | 100 | 0 | 0,53 | 1,426 | 2,775 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 29 | 17 | 15 (51,7%) | 1,23 | 93,1 | 6,9 | ! NWG | + 0,75 | 1,691 |
| ≥ 2 h | stationär | 19 | 13 | 5 (26,3%) | 0,47 | 94,7 | 5,3 | + 0,215 | 0,61 | 1,162 |

6.9 Herstellung von Zement und Kalk

Branche

Zement und zementähnliche Bindemittel, Herstellung

Zement, Herstellung

Zementwerk

Zementmahlwerk

Kalk, Herstellung

Düngekalk, Herstellung

Im Steinbruch abgebauter Kalkstein wird in Brechanlagen zerkleinert und gelangt nach Zwischenlagerung in die Rohaufbereitung, wo er getrocknet, in Kugelmühlen zu Rohmehl gemahlen und ggf. granuliert wird. In Drehrohröfen wird das Rohmaterial – Rohmehl oder Rohmehlgranulat – bis auf ca. 1 400 °C erhitzt und in der Sinterzone zu Zementklinker gebrannt. Der abgekühlte Klinker wird in einem weiteren Mahlvorgang in Kugelmühlen unter Beigabe bestimmter Zusatzstoffe zu verschiedenen Zementsorten vermahlen und in Vorratssilos gelagert. Der fertige Zement wird zu einem großen Teil lose in Silozüge verladen, der andere Teil wird auf Absackmaschinen in Papiersäcke verpackt und in Big-Bags abgefüllt.

Gegenüber der Zementherstellung erfolgt das Brennen von Kalkstein in der Regel in Ringschachtöfen, in denen der grob zerkleinerte Kalkstein lediglich so weit erhitzt

wird, dass das in ihm gebundene Kohlendioxid ausgetrieben wird. Die weiteren Produktionsschritte sind vergleichbar mit denen bei der Zementherstellung.

Die Betriebsabläufe in heutigen Zement- und Kalkwerken sind weitgehend automatisiert, sodass lediglich Überwachungstätigkeiten sowie Wartungs- und Reparaturarbeiten zur Störungsbeseitigung durchzuführen sind. Rohaufbereitung, Brenn- und Mahlbetrieb werden aus einem klimatisierten Leitstand gesteuert. Als staubexponiert gelten Kontrollgänger, das Instandhaltungspersonal und Anlagenbediener in bestimmten, nicht vom Leitstand aus gesteuerten Anlagenteilen, wie in der Zementabsackung und Verladung.

Zement- und Kalkwerke verfügen heute – schon aus Gründen des Umweltschutzes – über wirksame Entstaubungseinrichtungen in den relevanten Betriebsbereichen. Staubintensive Anlagenteile (z. B. Zementmühlen) befinden sich überwiegend in geschlossenen Gebäuden oder sind an den Aufgabe-, Übergabe- und Abzugsstellen mit wirksamen Staubabsaugungen nach dem Stand der Technik versehen. Drehrohröfen und Ringschachtöfen sind in der Regel über Elektrofilteranlagen entstaubt. Abgesaugte Füllstutzen – zusätzlich zu der üblichen Entstaubung an Absackmaschinen für Zement – setzen inzwischen Maßstäbe. Die zusammengestellten Expositionsdaten zeigen, besonders personengetragen, deutliche Überschreitungen der ASGW.

Tabelle 6.9

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 145 | 49 | 10 (6,9%) | 0,71 | 77,2 | 22,8 | 3,7 | 20,5 | 46 |
| ≥ 2 h | stationär | 93 | 33 | 28 (30,1%) | 0,71 | 95,7 | 4,3 | + 0,7 | 4,885 | 7,327 |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 8 | 3 (33,3%) | 3,9 | 77,8 | 22,2 | =-Werte: 2,96 bis 22,8 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 121 | 41 | 29 (24%) | 0,25 | 76,9 | 23,1 | 0,565 | 2,497 | 3,651 |
| ≥ 2 h | stationär | 111 | 36 | 46 (41,4%) | 0,25 | 90,1 | 9,9 | 0,25 | 1,17 | 1,882 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 8 | 2 (20%) | 1 | 50 | 50 | 1,11 | 3,18 | 5,175 |

6.10 Herstellung von Trockenbaustoffen

| Branche |
|-------------------------------|
| Mörtel, Herstellung |
| Edelputz, Herstellung |
| Fertigmörtel, Herstellung |
| Sondermörtel, Herstellung |
| Gips, gebrannt, Herstellung |
| Perlit (gebläht), Herstellung |

Trockenmörtel und Edelputze, z. B. Vergussmörtel, Betonspachtel und Innen- und Außenputze, werden auf der Basis von Zement, Kalk, Gips, Sand und Zusätzen wie organischen Polymeren, Quellstoffen und Fasern, die bestimmte Produkteigenschaften erzielen, hergestellt.

Die Produktionsanlagen sind nach dem Stand der Technik über zentrale Absauganlagen entstaubt. Durch häufigen Produktwechsel mit entsprechendem Reinigungsbedarf und die Handzugabe bestimmter Zusätze mit Eingriff in den Materialfluss kann Staub freigesetzt werden, der dann zu erhöhten Konzentrationen führt. Zur lokalen Arbeitsplatz- und Anlagenreinigung stehen deshalb Industriestaubsauger zur Verfügung.

6.10.1 Dosieren, Mischen, Trocknen

Bei der Sandtrocknung, bei Trockenmischvorgängen – besonders beim Befüllen und Entleeren der Mischer – und bei der Handzugabe von Mischungskomponenten kommt es häufig zu Staubbelastungen. Unterdruckbelüftete Entstaubungstechnik bei Handzugabe und teilgeschlossene Fördersysteme sind Stand der Technik. Die Staubexpositionen überschreiten die ASGW dennoch deutlich, wobei zu berücksichtigen ist, dass bevorzugt in staubtechnisch optimierbaren Anlagenbereichen gemessen wurde.

Tabelle 6.10.1

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 32 | 20 | 1 (3,1%) | 0,67 | 68,8 | 31,3 | 5,36 | 16,98 | 25,62 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 11 | 0 | k. A. | 100 | 0 | 1,82 | 4,852 | 5,812 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 34 | 23 | 2 (5,9%) | 0,25 | 52,9 | 47,1 | 1,1 | 3,042 | 3,932 |
| ≥ 2 h | stationär | 21 | 13 | 1 (4,8%) | 0,25 | 71,4 | 28,6 | 0,82 | 2,083 | 2,68 |
| < 2 h | stationär | 5 *** | 3 ** | 0 | k. A. | 20 | 80 | =Werte:1 bis 12,01 | | |

6.10.2 Abfüllen, Verpacken

Das Abfüllen und Verpacken der Fertigprodukte erfolgt mit Rotorpackmaschinen und handbedienten Absackmaschinen. Staubexpositionen treten bei der Herstellung von Trockenmörtel und Edelputzen an Arbeitsplätzen auf, an denen Fertigprodukte manuell und teilautomatisiert in Säcke oder andere Verpackungen abgefüllt werden, sowie bei Reinigungsarbeiten. Im Bereich Verladung und Transport wurden überwiegend bei Misch Tätigkeiten aus kombinierter Absackung und Palettierung sowie Staplertransporten im Lagerbereich gemessen, da diese Produktionsbereiche eng miteinander verknüpft sind. Bei der Loseverladung in Silozüge wird im Regelbetrieb kein Staub freigesetzt.

Trotz kontinuierlicher Verbesserungen in den Vorjahren (siehe Quarzreport 2005) zeigen die Expositionsdaten, besonders die personengetragenen, deutliche Überschreitungen des ASGW für die A-Staub-Fraktion – vor allem bei der teilautomatisierten Absackung.

Abbildung 11: Absackung von Edelputz



Tabelle 6.10.2

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 98 | 55 | 4 (4,1%) | 0,71 | 87,8 | 12,2 | 3,04 | 11,84 | 16,33 |
| ≥ 2 h | stationär | 69 | 44 | 0 | k. A. | 95,7 | 4,3 | 1,83 | 6,92 | 8,713 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 6 | 0 | k. A. | 87,5 | 12,5 | =-Werte: 4,34 bis 37,8 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 100 | 56 | 6 (6%) | 0,68 | 66 | 34 | 0,85 | 2,38 | 3,5 |
| ≥ 2 h | stationär | 70 | 45 | 3 (4,3%) | 1,11 | 82,9 | 17,1 | + 0,46 | 1,45 | 1,94 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 7 | 2 (25%) | 0,94 | 75 | 25 | =-Werte: 0,43 bis 4,28 | | |

6.10.3 Lagern, Transportieren, Verladen

Die Misch Tätigkeiten Verpackung, Kommissionierung, Palettierung, Transport mit Gabelstaplern sowie Verladung von losen und verpackten Produkten zeigen deutliche Überschreitungen des ASGW für die A-Staub-Exposition Fraktion.

Abbildung 12: Verpackung und Verladung von Edelputz auf Paletten



Tabelle 6.10.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ASGW | | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | ≤GW % | > GW % | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 30 | 25 | 0 | k. A. | 86,7 | 13,3 | 3,19 | 11,3 | 14,65 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 13 | 2 (13,3%) | 0,71 | 100 | 0 | 0,85 | 5,315 | 6,857 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 8 | 0 | k. A. | 63,6 | 36,4 | 6,795 | 39,19 | 82,5 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 36 | 26 | 9 (25%) | 0,91 | 77,8 | 22,2 | + 0,65 | 2,364 | 2,738 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 15 | 4 (22,2%) | 0,25 | 77,8 | 22,2 | 0,29 | 1,536 | 2,847 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 8 | 2 (18,2%) | 0,42 | 45,5 | 54,5 | 1,255 | 1,873 | 7,919 |

6.11 Betonindustrie (stationärer Betrieb)

| Branche |
|---------------------------------------------------------------------|
| Betonzeugnisse ohne Fertigteilbauten, Herstellung |
| Betonzeugnisse, Herstellung und Bearbeitung |
| Betonwerkstein, Herstellung |
| Betonplatten, Herstellung |
| Betonsteine, Herstellung |
| Betonrohre und -schächte, Herstellung |
| Dachsteine, Herstellung |
| Betonfertigteile, Herstellung |
| Leichtbauplatten, zementgebundene, Herstellung |
| Porenbetonsteine, Herstellung |
| großformatige Fertigbauteile aus Beton für den Hochbau, Herstellung |
| Decken- und Wandelemente, Herstellung |
| Fertigaragen u. ä., Herstellung |
| Transportbeton und -mörtel, Herstellung |
| Betonwerkstein, Be- und Verarbeitung |

Beton wird in Mischanlagen unter Verwendung von Kies, Sand, Zement, Wasser, bestimmten Zusätzen zur Beeinflussung des Fließ- und Erstarrungsverhaltens sowie ggf. Farbstoffen hergestellt. Je nach Art der Weiterverarbeitung ist seine Konsistenz erdfeucht bis flüssig. Die Formgebung des Betons zum Endprodukt erfolgt in Betonsteinfertigern oder auf Rütteltischen zu Betonwaren oder in Schalformen aus Holz oder Stahl zu großformatigen Betonelementen. Der Beton wird durch Rütteln, Pressen oder Stampfen verdichtet. Zur Erhöhung der Zugfestigkeit und Stabilität bestimmter Betonzeugnisse werden diese mit Stahlarmierungen versehen, die vor dem Betonieren in die Schalform eingelegt werden.

Insbesondere beim Rütteln und Stampfen der erdfeuchten Betonmischung kann durch Zerkleinerung der Mineralstoffe Staub freigesetzt werden. Zum Teil hohe Staubexpositionen entstehen weiterhin bei der Nachbearbeitung der ausgehärteten Betonzeugnisse, wenn Grate oder Fehlstellen trocken ab- bzw. ausgeschliffen, Oberflächen geglättet oder Aussparungen durch Bohren, Sägen,

Fräsen oder Meißeln hergestellt werden. Die Staubbelastung in einem Betonwerk hängt maßgeblich von der regelmäßigen Reinigung der Fertigungsbereiche ab, also von der Beseitigung von Streuresten und Staubablagerungen. Werden diese nicht regelmäßig beseitigt, kommt es wieder zu Staubaufwirbelungen.

Für Transportbetonanlagen gelten die Aussagen für Mischanlagen in Betonwerken, da dort dieselbe Technologie zum Einsatz kommt. Arbeitsvorgänge beim Reinigen des Mixers, wie das Entfernen von Beton- oder Zementablagerungen und das Ausstemmen von abgebundenen Betonresten mit dem Druckluft- oder Elektrohammer, gehören zu den Misch Tätigkeiten des Anlagenfahrers (Disponent), wobei es sich in der Regel um gelegentliche, nur kurz andauernde Tätigkeiten handelt. Hierbei können hohe Staubkonzentrationen auftreten, die das Tragen von Atemschutz erforderlich machen.

Für die stationären Arbeitsbereiche der Betonindustrie liegt nachfolgend eine Differenzierung der Messdatensammlungen nach einzelnen Tätigkeiten oder Arbeitsbereichen vor.

6.11.1 Mischen von Beton

Stationäre Mischmaschinen sind in geschlossener Bauweise ausgeführt und werden automatisch gesteuert, sodass sich im Aufstellraum kein ständiger Arbeitsplatz befindet. Sie sind abgesaugt oder zur Entlüftung der beim Befüllvorgang auftretenden Verdrängungsluft an Staubfilter angeschlossen.

Die Datensammlungen beinhalten Messergebnisse von teilautomatisierten bis vollautomatisch betriebenen Mixern. Gemessen wurden vorwiegend entstaubte Mixern und Tätigkeiten, die mit der Herstellung der Betonmischung zusammenhängen, z. B. die Handzugabe von Betonzusätzen, sowie bei Kontrollgängen in Mischanlagen, ggf. mit Reinigungstätigkeiten.

Die Perzentilwerte der Messdaten zeigen vereinzelt deutliche Überschreitungen des ASGW für die A-Staub-Fraktion. Es ist zu berücksichtigen, dass im Sinne der Prävention bevorzugt in entsprechenden Arbeitsbereichen gemessen wird, an denen die Staubverhältnisse erkennbar ungünstig sind.

Tabelle 6.11.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 14 | 12 | 1 (7,1%) | 0,71 | 85,7 | 14,3 | 1,71 | 8,868 | 12,12 |
| ≥ 2 h | stationär | 30 | 23 | 3 (10%) | 0,71 | 100 | 0 | 0,89 | 2,78 | 3,885 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 13 | 3 (18,8%) | 0,66 | 81,3 | 18,8 | + 0,39 | 2,816 | 3,478 |
| ≥ 2 h | stationär | 43 | 25 | 7 (16,3%) | 0,85 | 90,7 | 9,3 | + 0,27 | 1,035 | 6,415 |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 4 ** | 4 (44,4%) | 3,28 | 55,6 | 11,1 | =-Werte: 0,33 bis 5,38 | | |

6.11.2 Herstellung von Betonwaren und Betonfertigteilen

Nach der Herstellung des Betons erfolgt die Formgebung zum Endprodukt in Betonsteinfertigern oder auf Rütteltischen zu Betonwaren – wie Pflastersteinen, Bordsteinen, Platten, Rohren, Schachtringen, Spaltenböden – oder in Schalformen aus Holz oder Stahl zu großformatigen Betonelementen, z. B. Stützen, Binder, Wandelemente und Filigrandecken.

Mit erhöhten Staubbelastungen, ggf. der Überschreitung des ASGW für die A-Staub-Fraktion, ist zu rechnen bei der Herstellung von

- Betonplatten mit älteren Drehtischpressen mit Stampfwerk (Stampfwerke sind in der Regel gekapselt und abgesaugt),
- Betonwaren auf Rütteltischen oder Rüttelböcken, auf denen die Form lose aufliegt.

Absaugungen sind an Plattenpressen mit Stampfwerk Stand der Technik, jedoch nicht an den anderen Maschinenarten. Brettfertiger sind aus Lärmschutzgründen in der überwiegenden Zahl eingehaust, was gleichzeitig der Staubausbreitung entgegenwirkt. Die Fertigungseinrichtung „Rütteltisch“ führt zur Kornzerkleinerung mit A-Staubentwicklung. Eine Entstaubung durch Absaugen ist kaum möglich. Die Fertigung – Einbringen und/oder Verteilen der Betonmischung in die Formen – erfolgt im Wesentlichen manuell.

Die Herstellung von Schächten und Ringen, Rohren mit Rohrfertigern, Betonwaren mit Schiebetischfertigern, Betonwaren mit Brettfertigern, Betonwaren mit Bodenfertigern und Betonfertigteilen wie Decken- und Wandelemente, Stützen und Binder verursachen Staubexpositionen unterhalb der ASGW.

Betondachsteine werden in Ringanlagen auf Stützformen, sogenannten Pellets, gefertigt. Die Betonmischung wird in herkömmlichen Betonmischanlagen hergestellt. Zu Staubexpositionen kann es kommen

- im Bereich der Mischanlage,
- beim Entschalen der erhärteten Dachsteine,
- beim Reinigen der Stützformen (Pelletreiniger),
- bei der Oberflächenversiegelung der Dachsteine durch Aufsprühen einer flüssigen Beschichtung (z. B. Farbdispersion).

Seit Fortfall der Besandung von Dachsteinen etwa Mitte der 1980er-Jahre und verbesserten Entstaubungsmaßnahmen (Stand der Technik ist z. B. Absaugung am Betonmischer), dem verstärkter Einsatz von Absaugungen an Staubquellen und dem druckluftlosen Aufbringen des Oberflächenbeschichtungsmittels konnte eine Abnahme der Staubbelastung an den betreffenden Arbeitsplätzen ermittelt werden.

Die Datenkollektive, zeigen, dass häufig kurzzeitig auftretende extreme Staubkonzentrationen bei Tätigkeiten mit schnelllaufenden Werkzeugen und mangelhafter

Abbildung 13: Betonsteinefertiger



Abbildung 14: Rohfertigung in der Betonindustrie



Entstaubung im Rahmen der Prävention gemessen wurden. Dabei sind die gemessenen A-Staub-Konzentrationen umso höher, je intensiver die Zerkleinerung der Kies- und Sandkörnung bei der „Betonkosmetik“ bzw. bei der Betonverdichtung erfolgt (z. B. von überschüssigem Beton oder Restbeton).

Bei Schichtbezug bestätigt sich die Wirksamkeit sowohl einer ganzen Reihe allgemeiner Staubschutzmaßnahmen in den Betrieben als auch der Automatisierung der Fertigungsabläufe, da die ASGW unterschritten werden.

Tabelle 6.11.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahmeart | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 136 | 76 | 6 (4,4%) | 0,71 | 94,9 | 5,1 | 1,81 | 6,786 | 9,2 |
| ≥ 2 h | stationär | 106 | 67 | 15 (14,2%) | 0,7 | 97,2 | 2,8 | 1,26 | 4,068 | 5,805 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 7 | 2 (20,0%) | 0,82 | 70,0 | 30,0 | 3,82 | 23,9 | 31,45 |
| < 2 h | stationär | 12 | 9 | 1 (8,3%) | 0,5 | 58,3 | 41,7 | 7,2 | 30,74 | 31,8 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 135 | 79 | 41 (30,4%) | 0,88 | 87,4 | 12,6 | + 0,395 | 1,345 | 2,0225 |
| ≥ 2 h | stationär | 112 | 68 | 26 (23,2%) | 0,25 | 91,1 | 8,9 | 0,31 | 1,05 | 1,668 |
| < 2 h | an der Person | 19 | 14 | 6 (31,6%) | 1,43 | 47,4 | 47,4 | + 0,682 | 5,914 | 7,942 |
| < 2 h | stationär | 12 | 8 | 3 (25%) | 0,42 | 50 | 50 | 0,58 | 13,12 | 21,42 |

6.11.3 Be- und Nachbearbeitung von Betonprodukten: Strahlen

Beim Strahlen von Betonoberflächen handelt es sich um die Oberflächenbearbeitung von Betonzeugnissen, z. B. Platten und Pflastersteine, in geschlossenen Anlagen mit Staubabsaugung und Aufbereitung des im Kreislauf verwendeten nicht silikogenen Strahlmittels.

Tabelle 6.11.3

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 17 | 11 | 1 (5,9%) | 0,71 | 82,4 | 17,6 | 1,37 | 11,44 | 12,255 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 16 | 1 (5%) | 0,71 | 85 | 15 | 1,51 | 13,9 | 22,7 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 17 | 11 | 8 (47,1%) | 0,25 | 88,2 | 11,8 | + 0,228 | 1,551 | 3,156 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 16 | 1 (5%) | 0,25 | 85 | 15 | 0,32 | 1,5 | 2,7 |

6.11.4 Be- und Nachbearbeitung von Betonprodukten: mechanisch

Mit hohen Staubkonzentrationen ist beim Bohren, Sägen, Fräsen, Schneiden und Schleifen zu rechnen – insbesondere im Trockenschnitt. Das Trockenschleifen mit Winkelschleifern und Topfschleifmaschinen im Bereich der „Betonkosmetik“ dient zur Reparatur schadhafter Ecken und Kanten, zum Glätten von Betonoberflächen sowie zum Entfernen von Graten. Mobile und stationäre Entstaubungsanlagen sind Stand der Technik – ihre Wirksamkeit ist wesentlich von der Leistungsfähigkeit und Instandhaltung abhängig. Filtrierende Atemschutzgeräte werden häufig ergänzend eingesetzt.

Kurzzeitige, vielfach mobile Tätigkeiten mit hohen Expositionen sind typisch für die mechanische „Betonkosmetik“. Eine wirksame Erfassungstechnik und nasse Arbeitsverfahren können bei Schichtbezug zu Messergebnissen im Bereich der ASGW führen. Die Höhe der Staubkonzentration beim Nasssägen wird maßgeblich von der Aerosolbildung und der Wasserbeschaffenheit (Umlaufwasser/ Frischwasser) beeinflusst.

Tabelle 6.11.4

| Probedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 55 | 41 | 1 (1,8%) | 0,5 | 85,5 | 14,5 | 3,235 | 11 | 13,175 |
| ≥ 2 h | stationär | 62 | 45 | 5 (8,1%) | 0,67 | 95,2 | 4,8 | 1,44 | 4,16 | 9,29 |
| < 2 h | an der Person | 12 | 6 | 3 (25%) | 1,36 | 75 | 25 | 1,98 | 13,12 | 17,06 |
| < 2 h | stationär | 10 | 6 | 0 | k. A. | 70 | 30 | 3,62 | 16 | 28,1 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 63 | 47 | 10 (15,9%) | 0,25 | 79,4 | 20,6 | 0,73 | 1,718 | 2,641 |
| ≥ 2 h | stationär | 62 | 47 | 10 (16,1%) | 0,25 | 95,2 | 4,8 | 0,44 | 1,008 | 1,228 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 4 ** | 7 (70%) | 1,36 | 20 | 20 | ! NWG | 1,62 | 2,5 |
| < 2 h | stationär | 15 | 8 | 1 (6,7%) | 1,5 | 40 | 53,3 | + 1,23 | 8,65 | 19,0425 |

6.11.5 Be- und Nachbearbeitung von Betonprodukten: allgemein, Beschichten, Härten, Qualitätskontrolle

Bei der Herstellung von Betonprodukten ist mit hohen, häufig kurzzeitig auftretenden Staubkonzentrationen beim Bohren, Sägen, Fräsen, Schneiden und Schleifen zu rechnen – besonders im Trockenschnitt. Diese treten z. B. bei der Be- und Nachbearbeitung von Betonoberflächen, der nachträglichen Herstellung von Anschlüssen in Betonschächten, Betonrohren und Aussparungen in anderen Betonfertigteilen auf. Insbesondere ist das Trockenschleifen mit Winkelschleifern und Topfschleifmaschinen im Bereich der „Betonkosmetik“ zur Reparatur schadhafter Ecken und Kanten, zum Glätten von Betonoberflächen sowie zum Entfernen von Grat mit hoher Staubentwicklung verbunden.

Wegen der Mobilitätsanforderungen dieser Arbeitsplätze sind Absaugeinrichtungen an schnelllaufenden Handmaschinen häufig schwierig zu handhaben, sodass vorwiegend filtrierende Atemschutzgeräte zum Einsatz kommen.

Werden die Tätigkeiten jedoch nicht separiert mit leistungsfähiger Entstaubungstechnik durchgeführt, können durch diese „Betonkosmetik“ in geschlossenen Räumen auch erhebliche Staubbelastungen in benachbarten Arbeitsbereichen auftreten.

Mit der Überschreitung des ASGW für die A-Staub-Fraktion ist zu rechnen beim

- Sägen – sowohl trocken als auch nass; beim Trockensägen mit Absaugung waren die A-Staub-Konzentrationen um mehr als 50 % geringer als beim Nasssägen,
- Trockenschleifen ohne Absaugtechnik,
- Stocken von Betonoberflächen ohne Absaugtechnik,
- Ausmauern von Schächten, insbesondere beim Zuschnitt der Hartbrandklinker.

Bei der Nachbearbeitung von Betonoberflächen erweisen sich Nassschleifen und Stocken in abgesaugten Stockanlagen als Stand der Technik. Durch Arbeiten mit Wasserbenetzung kann das Freiwerden von Staub nur zum Teil unterdrückt werden.

Tabelle 6.11.5

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 57 | 38 | 5 (8,8 %) | 0,71 | 82,5 | 17,5 | 2,925 | 13,93 | 19,435 |
| ≥ 2 h | stationär | 57 | 39 | 6 (10,5 %) | 0,71 | 100 | 0 | 0,975 | 3,815 | 5,798 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 5 | 2 (25 %) | 1,43 | 62,5 | 37,5 | =-Werte: 3,48 bis 110 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 67 | 41 | 15 (22,4 %) | 0,25 | 82,1 | 17,9 | 0,48 | 2,748 | 4,0335 |
| ≥ 2 h | stationär | 74 | 42 | 24 (32,4 %) | 0,25 | 98,6 | 1,4 | 0,28 | 0,714 | 0,942 |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 6 | 3 (33,3 %) | 1 | 55,6 | 44,4 | =-Werte: 0,4 bis 44,5 | | |

6.11.6 Transportieren, Verladen, Verpacken von Betonprodukten

Messungen wurden hier im Wesentlichen bei der Bündelung und Verpackung von Betonpflastersteinen, beim Auslagern der Produkte aus den Fertigungshallen und Einlagern im Außenlager sowie bei der Verladung auf Lkw zum Abtransport durchgeführt. Die Arbeitsplätze und Verpackungsanlagen befinden sich häufig in der Nähe oder innerhalb Staub emittierender Produktionsbereiche, sodass von dort her Staub übertragen wird. Erhöhte Expositionen gegenüber Stäuben sind bei regelmäßiger Reinigung der Lager- bzw. Umschlagplätze vermeidbar. Dazu zählt auch die staubarme Entsorgung zerrissener Gebinde. Die Expositionsdaten zeigen die Einhaltung der ASGW.

Tabelle 6.11.6

| Probedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 32 | 20 | 3 (9,4%) | 0,69 | 96,9 | 3,1 | 1,5 | 7,318 | 8,302 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 22 | 2 (7,1%) | 0,7 | 96,4 | 3,6 | 1,29 | 3,446 | 3,778 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 41 | 26 | 15 (36,6%) | 0,58 | 90,2 | 9,8 | + 0,285 | 1,017 | 1,397 |
| ≥ 2 h | stationär | 34 | 25 | 13 (38,2%) | 0,37 | 97,1 | 2,9 | + 0,29 | 0,906 | 1,131 |

7 Keramische und Glasindustrie

7.1 Glasfasern, Mineralfasern, Herstellung und Verarbeitung

| Branche |
|-------------------------------------------------------|
| Künstliche Mineralfasern, Verarbeitung |
| Natürliche und künstliche Mineralfasern, Verarbeitung |
| Keramikfasern, Herstellung |
| Keramikfasern, Verarbeitung |
| Steinwolle, Herstellung |
| Steinwolle, Verarbeitung |
| Glasfasern, Herstellung und Verarbeitung |

Künstliche Mineralfasern (Glas-, Schlacken- und Steinwolle) werden aus einer Glasschmelze (Glaswolle) oder einer Schmelze von Hochofenschlacken (Schlackenwolle) bzw. von geeignetem Gesteinsmaterial (Steinwolle) durch Schleuder- oder Blasverfahren hergestellt. Diese Materialien werden vor allem zu Wärmedämmzwecken im Hochbau oder im technischen Bereich eingesetzt.

Wird die Glasschmelze durch spezielle Düsen zu Fasern mit einem definiertem, etwas dickeren Durchmesser versponnen, können diese zur Verstärkung von Kunststoffen, als Tapetengrundstoff (Glasfasertapete) oder auch als Lichtwellenleiter verwendet werden.

Insgesamt liegen für die Glas- und Mineralfaserherstellung die 90%-Werte für A- und E-Staub deutlich unterhalb der Grenzwerte. Im Bereich der Gemeindeherstellung, der allerdings in der Wertetabelle nicht separat ausgewiesen ist, gibt es noch erhöhte Expositionen (siehe Abschnitt 6.2). Dort handelt es sich aber um keine ständigen Arbeitsplätze.

Tabelle 7.1

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 59 | 23 | 5 (8,5%) | 0,71 | 94,9 | 5,1 | 1,55 | 6,132 | 8,396 |
| ≥ 2 h | stationär | 171 | 41 | 20 (11,7%) | 0,71 | 98,2 | 1,8 | + 0,56 | 4,132 | 6,154 |
| < 2 h | stationär | 12 | 7 | 1 (8,3%) | 0,11 | 91,7 | 8,3 | 0,78 | 6,374 | 23,612 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 58 | 20 | 22 (37,9%) | 1,25 | 89,7 | 10,3 | + 0,29 | + 1,07 | 1,782 |
| ≥ 2 h | stationär | 147 | 42 | 97 (66%) | 0,63 | 97,3 | 2,7 | ! NWG | + 0,5 | 0,823 |
| < 2 h | stationär | 22 | 10 | 10 (45,5%) | 1,8 | 54,5 | 40,9 | + 0,9 | 4,694 | 6,463 |

Tabelle 7.1 a

| Probenahme-dauer | Erfassung | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|------------|-------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 30 | 12 | 14 (46,7%) | 1,25 | 100 | 0 | + 0,27 | + 0,72 | + 0,835 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 10 | 6 | 3 (30%) | 0,25 | 70 | 30 | 0,56 | 1,8 | 2,91 |

7.2 Glas, Herstellung und Verarbeitung

Branche

Flachglas, Herstellung und Verarbeitung

Hohlglas, Herstellung und Verarbeitung

Hohl-/Pressglas, Herstellung und Verarbeitung

Technisches Glas (einschl. Labor- und optisches Glas),
Herstellung und Verarbeitung

Spezialglas, Herstellung und Verarbeitung

Zur Herstellung von Glas werden mineralische Rohstoffe, darunter vor allem Quarzsand, Soda, Alkalicarbonat, Erdalkalioxide sowie spezielle Zusätze, nach Rezeptur dosiert und in Mischern homogenisiert. Dieses Gemenge wird meist in kontinuierlich arbeitenden Wannen (Abbildung 15) bei Temperaturen von etwa 1400 °C zu einer glühflüssigen Masse geschmolzen, die nach dem Formgebungsprozess zu einer amorphen, glasigen Masse erstarrt. Je nach Produkt erfolgt die Formung durch Pressen, Blasen, Schleudern, Walzen oder Ziehen.

Beispiele für die hauptsächlich durch Blas- oder Pressverfahren hergestellten Hohlglasprodukte sind z. B. Wirtschaftsgläser wie Trinkgläser, Schalen etc. und Behältergläser, z. B. Flaschen und Einmachgläser. Aber auch Spezialprodukte wie Glasbausteine, Fernsehschirme, Weihnachtskugeln und Rohrglas für Ampullen, werden zu dieser Gruppe gezählt.

Flachglas wird hauptsächlich im Floatverfahren hergestellt, bei dem das geschmolzene Glas auf ein Bad aus flüssigem Zinn aufschwimmt und so auf die gewünschte Dicke ausgezogen werden kann. Es kann aber auch nach verschiedenen älteren Verfahren gezogen, gewalzt oder gegossen werden.

Daneben gibt es noch eine ganze Reihe von Gläsern für spezielle Anwendungen wie optische Gläser, technische Gläser, Gläser für die Lichttechnik oder Glaskeramik.

Abbildung 15: Einlegen des Gemenges in die Wanne



7.2.1 Gemengeherstellung

Relevante Staubeentwicklung im Bereich der Glasindustrie findet sich bei der Zubereitung des Glasgemenges (Aufbereitung), beim Einlegen des Gemenges in die Wanne oder in den Hafenofer und bei der Be- und Verarbeitung des fertigen Glases durch Schleifen, Sägen, Bohren oder Strahlen.

In den meisten Bereichen liegen die 90%-Werte für A- und E-Staub deutlich unterhalb der Grenzwerte. Im Bereich der Gemengeherstellung gibt es, vor allem in älteren Anlagen, noch erhöhte Expositionen, allerdings halten sich die Beschäftigten dort einen Teil der Schicht in fremdbelüfteten Schaltwarten auf. Die in der Tabelle ausgewiesenen Werte sind daher in der Regel mit einem Faktor für verkürzte Exposition zu belegen.

Tabelle 7.2.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 104 | 47 | 13 (12,5%) | 0,71 | 86,5 | 13,5 | 1,52 | 13,02 | 18,74 |
| ≥ 2 h | stationär | 226 | 77 | 11 (4,9%) | 0,71 | 94,2 | 5,8 | 0,75 | 5,624 | 14,04 |
| < 2 h | an der Person | 32 | 20 | 9 (28,1%) | 2,86 | 78,1 | 21,9 | + 1,91 | 30,7 | 65,42 |
| < 2 h | stationär | 72 | 31 | 3 (4,2%) | 0,12 | 83,3 | 16,7 | 1,26 | 14,34 | 24,94 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 96 | 51 | 33 (34,4%) | 0,31 | 87,5 | 12,5 | 0,4 | 1,6 | 2,226 |
| ≥ 2 h | stationär | 219 | 74 | 80 (36,5%) | 0,25 | 91,8 | 8,2 | + 0,23 | 1,161 | 1,442 |
| < 2 h | an der Person | 21 | 17 | 13 (61,9%) | 1,07 | 81 | 19 | ! NWG | 4,517 | 8,841 |
| < 2 h | stationär | 82 | 34 | 22 (26,8%) | 1,48 | 62,2 | 35,4 | 4,517 | 8,841 | 5,237 |

7.2.2 Schmelzen, Ofen

Tabelle 7.2.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 25 | 13 | 12 (48%) | 0,71 | 96 | 4 | + 0,355 | 3,195 | 4,452 |
| ≥ 2 h | stationär | 54 | 16 | 4 (7,4%) | 0,25 | 94,4 | 5,6 | + 0,19 | 2,144 | 7,258 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 20 | 14 | 11 (55%) | 0,31 | 90 | 10 | ! NWG | 0,84 | 1,26 |
| ≥ 2 h | stationär | 37 | 16 | 18 (48,6%) | 0,25 | 100 | 0 | + 0,133 | 0,566 | 0,824 |

7.2.3 Formen: Blasen, Pressen

Tabelle 7.2.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 41 | 22 | 15 (36,6%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,385 | 1,007 | 1,116 |
| ≥ 2 h | stationär | 122 | 54 | 10 (8,2%) | 0,71 | 99,2 | 0,8 | + 0,25 | 1,042 | 1,571 |
| < 2 h | stationär | 10 | 5 | 5 (50%) | 1 | 100 | 0 | + 0,39 | 3,84 | 3,88 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 30 | 21 | 16 (53,3%) | 0,25 | 96,7 | 3,3 | ! NWG | 0,82 | 0,945 |
| ≥ 2 h | stationär | 104 | 53 | 54 (51,9%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,45 | 0,594 |

7.2.4 Formenwerkstatt

Tabelle 7.2.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 47 | 21 | 19 (40,4%) | 0,71 | 95,7 | 4,3 | + 0,635 | 2,057 | 3,896 |
| ≥ 2 h | stationär | 69 | 31 | 2 (2,9%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,27 | 1,16 | 2,788 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 3 ** | 3 (60%) | 1,23 | 80 | 20 | =-Werte: 1,7 bis 56,7 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 11 | 10 (62,5%) | 0,25 | 93,8 | 6,3 | ! NWG | 0,478 | 0,746 |
| ≥ 2 h | stationär | 42 | 26 | 26 (61,9%) | 0,18 | 97,6 | 2,4 | ! NWG | 0,31 | 0,817 |

7.2.5 Glasverarbeitung, Lagern, Verpacken

Tabelle 7.2.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 12 | 7 (43,8%) | 0,71 | 93,8 | 6,3 | + 0,355 | 3,78 | 8,2 |
| ≥ 2 h | stationär | 47 | 34 | 13 (27,7%) | 0,25 | 100 | 0 | + 0,12 | 0,868 | 1,577 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| < 2 h | stationär | 54 | 31 | 46 (85,2%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,192 | 0,346 |

7.2.6 Oberflächenbehandlung, Oberflächenbeschichtung

Tabelle 7.2.6

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 29 | 18 | 17 (58,6%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,497 | 3,144 |
| ≥ 2 h | stationär | 81 | 41 | 25 (30,9%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,125 | + 0,439 | 1,552 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 10 | 9 (75%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,264 | 0,322 |
| ≥ 2 h | stationär | 40 | 24 | 33 (82,5%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,2 | + 0,23 |

7.2.7 Mechanische Bearbeitung und Nachbearbeitung:
Polieren, Schleifen, Strahlen, Zuschneiden

Tabelle 7.2.7

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 60 | 32 | 17 (28,3) | 0,71 | 93,3 | 6,7 | + 0,67 | 5,16 | 11,7 |
| ≥ 2 h | stationär | 131 | 57 | 12 (9,2%) | 0,71 | 98,5 | 1,5 | + 0,355 | 2,431 | 5,052 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 49 | 27 | 17 (34,7%) | 0,25 | 87,8 | 12,2 | 0,305 | 1,35 | 1,823 |
| ≥ 2 h | stationär | 97 | 52 | 50 (51,5%) | 0,18 | 93,8 | 6,2 | ! NWG | 0,813 | 1,611 |
| < 2 h | stationär | 14 | 6 | 3 (21,4%) | 1,05 | 28,6 | 71,4 | 2,18 | 3,654 | 4,684 |

7.3 Quarzglas (einschl. Kristallzuchtung), Herstellung und Verarbeitung

Branche

Quarzglas (einschl. Kristallzuchtung), Herstellung und Verarbeitung

Tabelle 7.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 12 | 3 (14,3%) | 0,71 | 95,2 | 4,8 | 0,875 | 2,025 | 3,068 |
| ≥ 2 h | stationär | 43 | 15 | 15 (34,9%) | 0,43 | 100 | 0 | + 0,1 | 0,444 | 0,607 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 7 | 4 (36,4%) | 2,73 | 90,9 | 9,1 | + 1,0875 | 2,923 | 9,959 |
| < 2 h | stationär | 13 | 8 | 5 (38,5%) | 0,5 | 92,3 | 7,7 | + 0,245 | 1,421 | 6,293 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 11 | 11 (47,8%) | 0,25 | 100 | 0 | + 0,193 | 0,585 | 0,609 |
| ≥ 2 h | stationär | 43 | 14 | 26 (60,5%) | 0,18 | 97,7 | 2,3 | ! NWG | 0,351 | 0,412 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 5 | 5 (62,5%) | 2,73 | 75 | 12,5 | | | |
| < 2 h | stationär | 14 | 7 | 9 (64,3%) | 0,71 | 92,9 | 7,1 | ! BG | 0,858 | 1,434 |

7.4 Feuerfeste Waren, Herstellung

Branche

Feuerfeste Waren, Herstellung

Feuerfeste Materialien bestehen aus keramischen Werkstoffen, deren Erweichungspunkt unter Temperatureinwirkung oberhalb von 1500 °C liegt. Je nach Anwendungs- und Einsatzzweck halten feuerfeste Erzeugnisse Temperaturen bis zu 2 500 °C stand.

Bei der Herstellung dieser Materialien werden in der Aufbereitung die Rohstoffe klassiert, dosiert und gemischt. Je nach Anforderung werden die Erzeugnisse durch (halb-)plastische Formgebung, Trockenpressen oder Stampfen aus pulverförmigen Massen hergestellt. Der anschließende Brand verleiht den feuerfesten Materialien durch Stoffwandlung die unterschiedlichen physikalischen, chemischen und thermischen Eigenschaften. Einsatzge-

biet von feuerfesten Materialien und Werkstoffen sind in erster Linie Hochtemperaturprozesse in der Metall-, Keramik- und Glasindustrie.

Grenzwertüberschreitungen sowohl für A- als auch für E-Staub finden sich hauptsächlich im Bereich der Materialaufbereitung. Dort werden die keramischen Rohstoffe, oft in trockenem Zustand, zerkleinert, gemahlen, gewogen, gemischt und transportiert. Hier halten sich die Beschäftigten allerdings einen Teil der Schicht in fremdbelüfteten Schaltwarten auf. Die ausgewiesenen Werte, insbesondere die stationären, sind daher in der Regel mit einem Faktor für verkürzte Exposition zu belegen. Bei Formgebung, Brand und Nachbearbeitung der feuerfesten Erzeugnisse treten erhöhte Expositionen vor allem bei trockenen Be- und Verarbeitungsprozessen sowie beim Handling der getrockneten und gebrannten Erzeugnisse auf. Eine optimale Stauberfassung ist bei diesen Prozessen schwierig.

7.4.1 Aufbereitung: Mischen, Sieben, Transportieren

Tabelle 7.4.1

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 84 | 32 | 2 (2,4%) | 0,71 | 71,4 | 28,6 | 5,36 | 19,26 | 41,34 |
| ≥ 2 h | stationär | 276 | 49 | 1 (0,4%) | 0,07 | 84,4 | 15,6 | 2,76 | 12,94 | 17,26 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 4 ** | 0 | k. A. | 40 | 60 | =-Werte: 1,48 bis 41,1 | | |
| < 2 h | stationär | 24 | 14 | 0 | k. A. | 50 | 50 | 7,54 | 49,06 | 72,74 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 128 | 45 | 17 (13,3%) | 1,25 | 55,5 | 44,5 | + 1,03 | 4,34 | 5,916 |
| ≥ 2 h | stationär | 242 | 47 | 30 (12,4%) | 1,25 | 72,7 | 27,3 | + 0,78 | 1,818 | 2,116 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 5 | 0 | k. A. | 37,5 | 62,5 | =-Werte: 0,4 bis 7,24 | | |
| < 2 h | stationär | 95 | 21 | 4 (4,2%) | 5,33 | 12,6 | 86,3 | + 3 | 11,85 | 16,625 |

Tabelle 7.4.1 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 64 | 29 | 2 (3,1 %) | 0,71 | 75 | 25 | 5,14 | 16,62 | 20,98 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 9 *** | 7 | 0 | k. A. | 66,7 | 33,3 | =Werte: 1,32 bis 34,7 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 97 | 40 | 13 (13,4 %) | 1,25 | 58,8 | 41,2 | + 0,95 | 3,545 | 5,709 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 15 | 11 | 3 (20%) | 1,25 | 46,7 | 53,3 | + 1,12 | 4,34 | 4,543 |

7.4.2 Aufbereitung: Zerkleinern, Mahlen

Tabelle 7.4.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 6 | 0 | k. A. | 80 | 20 | 4,07 | 24,1 | 29,25 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 12 | 0 | k. A. | 78,6 | 21,4 | 4,47 | 15,6 | 21,34 |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 3 ** | 0 | k. A. | 16,7 | 83,3 | =Werte: 5,05 bis 97,1 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 27 | 10 | 6 (22,2%) | 1,25 | 59,3 | 40,7 | + 0,78 | 4,613 | 5,8 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 10 | 1 (5,6%) | 0,18 | 83,3 | 16,7 | 0,62 | 1,598 | 3,065 |
| < 2 h | stationär | 16 | 7 | 0 | k. A. | 6,3 | 93,8 | 3,91 | 10,422 | 12,96 |

7.4.3 Formgebung

Tabelle 7.4.3

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 14 | 0 | k. A. | 91,3 | 8,7 | 2,875 | 9,421 | 28,297 |
| ≥ 2 h | stationär | 243 | 34 | 3 (1,2%) | 0,71 | 97,9 | 2,1 | 1,05 | 3,811 | 5,668 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 30 | 19 | 8 (26,7%) | 1,25 | 90 | 10 | + 0,47 | + 1,05 | 1,55 |
| ≥ 2 h | stationär | 264 | 35 | 79 (29,9%) | 0,25 | 95,1 | 4,9 | 0,27 | 0,94 | 1,212 |
| < 2 h | stationär | 10 | 3 ** | 3 (30%) | 1,42 | 40 | 50 | + 1,07 | 2,31 | 2,635 |

7.4.4 Fertigmachen zum Brand

Abbildung 16: Setzen von feuerfesten Steinen auf Ofenwagen



Tabelle 7.4.4

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | | 2 (20%) | 0,71 | 80 | 20 | 3,69 | 23,5 | 23,9 |
| ≥ 2 h | stationär | 23 | | 1 (4,3%) | 0,04 | 100 | 0 | 0,785 | 1,835 | 2,0755 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 14 | 4 ** | 4 (28,6%) | 1,25 | 64,3 | 35,7 | + 0,625 | 1,912 | 2,42 |
| ≥ 2 h | stationär | 23 | 10 | 16 (69,6%) | 0,18 | 100 | 0 | ! NWG | 0,628 | 0,7 |

7.4.5 Brand

Tabelle 7.4.5

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 26 | 12 | 0 | k. A. | 76,9 | 23,1 | 2,27 | 22,04 | 33,19 |
| ≥ 2 h | stationär | 57 | 22 | 1 (1,8%) | 0,06 | 100 | 0 | 0,71 | 2,66 | 3,696 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 6 | 12 | 2 (7,7%) | 0,25 | 84,6 | 15,4 | 0,38 | 2,18 | 2,324 |
| ≥ 2 h | stationär | 61 | 23 | 24 (39,3%) | 0,18 | 96,7 | 3,3 | 0,225 | 0,866 | 1,117 |

7.4.6 Nachbearbeitung

Tabelle 7.4.6

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 14 | 6 (21,4%) | 0,71 | 89,3 | 10,7 | 1,52 | 5,792 | 17,28 |
| ≥ 2 h | stationär | 74 | 31 | 1 (1,4%) | 0,06 | 97,3 | 2,7 | 1,34 | 4,864 | 6,939 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 31 | 16 | 6 (19,4%) | 0,25 | 87,1 | 12,9 | 0,505 | 1,658 | 3,575 |
| ≥ 2 h | stationär | 73 | 31 | 22 (30,1%) | 0,18 | 90,4 | 9,6 | 0,33 | 1,153 | 1,619 |

7.4.7 Verpackung, Qualitätskontrolle

Tabelle 7.4.7

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 11 | 0 | k. A. | 100 | 0 | 0,5 | 2,89 | 4,67 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 10 | 3 (30%) | 0,25 | 100 | 0 | 0,28 | 0,9 | 1,055 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 11 | 7 (38,9%) | 0,25 | 100 | 0 | + 0,22 | 0,44 | 0,512 |

7.5 Ton und Kaolin, Gewinnung

Branche

Schiefer, Ton und Kaolin, Gewinnung

Ton und Kaolin, Gewinnung

Tone und Kaoline werden überwiegend im Tagebau selektiv mit Baggern gewonnen. Der Rohstoff wird über Bandstraßen, Lkw oder Dumper in Zwischenlager transportiert, ggf. in Brechern zerkleinert und grob vorgemischt. Da Kaolin meist mit Quarz, Glimmer und Feldspat verunreinigt ist, muss der Kaolin durch Trennverfahren separiert werden. Feinkaolin ist ein wichtiger Rohstoff für die Porzellan- und Papierindustrie. Sande und Feldspate werden klassiert und teilweise gemahlen. Die dabei anfallenden Quarzsande finden unter anderem Anwendung als Rohstoff für die Herstellung von Glas und bei der Produktion von hochwertigen Bauprodukten wie Edeldputze.

Der Schwerpunkt der Staubbelastung bei der Gewinnung von Ton und Kaolin liegt bei den Aufbereitungsprozessen, bei denen die meist im Tagebau gewonnenen Materialien klassiert, zerkleinert, gemahlen, gemischt und abgesackt werden. Diese Arbeitsvorgänge sind in der Tabelle nicht separat ausgewiesen.

Abbildung 17: Gewinnung von Kaolin im Tagebau



Tabelle 7.5

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 18 | 7 | 1 (5,6%) | 0,71 | 88,9 | 11,1 | 1,03 | 6,516 | 12,4 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 5 | 0 | k. A. | 100 | 0 | 0,62 | 2 | 3,353 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 17 | 7 | 7 (41,2%) | 0,25 | 82,4 | 17,6 | + 0,225 | 1,624 | 2,265 |
| ≥ 2 h | stationär | 14 | 5 | 3 (21,4%) | 0,18 | 92,9 | 7,1 | 0,25 | 0,844 | 1,382 |

7.6 Kalksandstein, Herstellung

Branche

Kalksandsteine, Herstellung

Sand und Kalk werden miteinander gemischt und über Förderanlagen in einen Reaktor geführt. Dort löscht der Branntkalk unter Zugabe von Wasser zu Kalkhydrat ab. Durch weiteres Anfeuchten wird die optimale Pressfeuchte erreicht. Mit hydraulischen Pressen werden die Steine geformt. In Steinhärtekesseln erfolgt dann das Härten der Rohlinge bei Temperaturen von ca. 200° C unter Wasserdampfdruck. Die beim Herstellungsprozess gebildeten silikatischen Strukturen aus Kalk, Sand und Wasser verleihen dem Steinrohling seine Festigkeit.

Die 90-%-Werte für A- und insbesondere E-Staub liegen in den Bereichen Aufbereitung und Formgebung zum Teil noch erheblich über den entsprechenden Grenzwerten. Dies liegt zum Teil auch an der hohen Feuchte der ungehärteten Rohmasse, wodurch sich Stauberfassungselemente und Rohrleitungen schnell zusetzen können. Es handelt sich dort in der Regel um keine ständigen Arbeitsplätze.

Abbildung 18: Härtekessel für Kalksandsteine



7.6.1 Aufbereitung

Tabelle 7.6.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 7 *** | 6 | 0 | k. A. | 42,9 | 57,1 | =Werte: 3,21 bis 37,2 | | |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 5 | 0 | k. A. | 0 | 100 | =Werte: 10,5 bis 204 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 6 *** | 6 | 1 (16,7%) | 0,18 | 33,3 | 66,7 | =Werte: 0,19 bis 2,72 | | |
| < 2 h | stationär | 15 | 7 | 0 | k. A. | 0 | 100 | 6,045 | 21,55 | 21,975 |

7.6.2 Formgebung

Tabelle 7.6.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 31 | 23 | 0 | k. A. | 87,1 | 12,9 | 3,445 | 11,539 | 15,69 |
| ≥ 2 h | stationär | 50 | 27 | 0 | k. A. | | 32 | 4,94 | 17,9 | 33,6 |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 4 ** | 0 | k. A. | | 55,6 | =Werte: 1,02 bis 32,5 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 35 | 25 | 6 (17,1%) | 0,25 | 91,4 | 8,6 | 0,38 | 1,13 | 1,455 |
| ≥ 2 h | stationär | 42 | 26 | 3 (7,1%) | 0,18 | 81 | 19 | 0,85 | 1,484 | 1,652 |
| < 2 h | stationär | 32 | 11 | 0 | k. A. | 25 | 75 | 2,92 | 6,302 | 6,408 |

7.6.3 Nachbearbeitung

Tabelle 7.6.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 17 | 15 | 2 (11,8%) | 0,71 | 100 | 0 | 1,555 | 4,322 | 5,343 |
| ≥ 2 h | stationär | 25 | 16 | 0 | k. A. | 96 | 4 | 0,965 | 4,34 | 5,827 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 17 | 15 | 7 (41,2%) | 0,25 | 100 | 0 | 0,3 | 0,595 | 0,823 |
| ≥ 2 h | stationär | 24 | 16 | 8 (33,3%) | 0,18 | 95,8 | 4,2 | 0,34 | 0,816 | 1,144 |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 4 ** | 2 (25%) | 0,19 | 37,5 | 62,5 | =Werte: 1,21 bis 3,77 | | |

7.7 Porzellan und Keramik (industriell), Herstellung

Branche

Porzellan und feinkeramische Massen, Herstellung

Porzellan und Geschirrkemik, Herstellung

Gebrauchs-, Zier- und Kunstkeramik (industriell), Herstellung

Als Einheitsversatz für Porzellanmasse kann die Zusammenstellung von 50 % Kaolin, 25 % Quarz und 25 % Feldspat angesehen werden. Die Hartstoffe Quarz und Feldspat werden in Trommelmühlen feinstgemahlen und der Kaolinschlämme beigemischt. Das Kaolin wird in Bottichen mithilfe von Quirlen in Wasser suspendiert. Der so entstandene Schlicker wird entweder direkt verarbeitet oder in Filterpressen entwässert. Ein weiteres Verfahren ist die Herstellung von Granulat durch Eindüsen des Schlickers in einen Sprühturm. Seit Mitte der 1970er-Jahre sind die Porzellanfabriken immer mehr dazu übergegangen, fertige Masse von Rohstoffherstellern zu beziehen, statt sie selbst aufzubereiten. Die Staubbelastung in den Porzellanbetrieben hat sich dadurch deutlich verringert. Beim Formgebungsprozess werden rotationssymmetrische

Artikel auf Maschinen (ein-)gedreht oder überrollert. Beim Gießen wird Schlicker in Gipsformen gefüllt, wobei an der Grenzschicht durch die Wasser saugende Eigenschaft des Gipses ein Scherben entsteht. Der überschüssige Schlicker wird ausgegossen und der Rohling entformt. Seit Ende der 1980er-Jahre werden Großserien durch isostatisches Verpressen von Sprühkorn hergestellt. Nähte und Grate an den getrockneten Rohlingen werden abgekratzt und anschließend mit feuchten Schwämmen geglättet. Der Biskuitbrand verleiht dem Rohling die nötige Festigkeit, um ihn anschließend glasieren zu können. Danach findet der Glattbrand und eventuell noch ein Dekorbrand statt. In einem letzten Arbeitsgang werden die Standflächen der Porzellanartikel glattgeschliffen.

Die Porzellanindustrie ist ein Beispiel dafür, wie die Staubsituation im Laufe der Jahre durch Modernisierung der Produktionstechnik und damit einhergehender Optimierung vor allem der technischen Staubschutzmaßnahmen deutlich verbessert werden konnte. Überdies wurde der Bereich der Masseaufbereitung mittlerweile zum großen Teil an externe Lieferanten ausgelagert. Diese Betriebe sind bei der Auswertung (Abschnitt 6.5) miterfasst.

7.7.1 Aufbereitung

Tabelle 7.7.1

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 27 | 15 | 3 (11,1%) | 0,71 | 96,3 | 3,7 | 1,575 | 5,709 | 7,925 |
| ≥ 2 h | stationär | 41 | 19 | 1 (2,4%) | 0,07 | 95,1 | 4,9 | 0,93 | 5,775 | 6,59 |
| < 2 h | an der Person | 13 | 10 | 4 (30,8%) | 1,3 | 92,3 | 7,7 | 2,825 | 6,484 | 15,543 |
| < 2 h | stationär | 23 | 13 | 6 (26,1%) | 1 | 100 | 0 | + 0,81 | 4,11 | 6,117 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 24 | 14 | 6 (25%) | 0,25 | 95,8 | 4,2 | 0,39 | 0,942 | 1,026 |
| ≥ 2 h | stationär | 39 | 17 | 18 (46,2%) | 0,18 | 94,9 | 5,1 | + 0,175 | 0,754 | 1,244 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 7 | 1 (12,5%) | 0,27 | 62,5 | 37,5 | =Werte: 0,64 bis 6,17 | | |
| < 2 h | stationär | 27 | 13 | 9 (33,3%) | 1,19 | 59,3 | 40,7 | + 0,675 | 4,125 | 5,095 |

7.7.2 Formgebung

Abbildung 19: Weißfertigung in der Porzellanindustrie



Tabelle 7.7.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 22 | 13 | 3 (13,6%) | 0,71 | 95,5 | 4,5 | + 0,54 | 2,466 | 6,103 |
| ≥ 2 h | stationär | 52 | 27 | 3 (5,8%) | 0,07 | 100 | 0 | 0,41 | 1,2 | 1,348 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 18 | 11 (39,3%) | 0,25 | 100 | 0 | + 0,25 | 0,352 | 0,472 |
| ≥ 2 h | stationär | 58 | 29 | 28 (48,3%) | 0,18 | 98,3 | 1,7 | + 0,1 | 0,448 | 0,632 |

7.7.3 Dekoration, Druck und Brand

Tabelle 7.7.3

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 40 | 19 | 18 (45%) | 0,71 | 95 | 5 | + 0,355 | 1,97 | 2,69 |
| ≥ 2 h | stationär | 85 | 34 | 25 (29,4%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,135 | + 0,43 | + 0,527 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 24 | 13 | 9 (37,5%) | 0,25 | 87,5 | 12,5 | 0,29 | 1,242 | 1,974 |
| ≥ 2 h | stationär | 59 | 27 | 45 (76,3%) | 0,18 | 98,3 | 1,7 | ! NWG | 0,211 | 0,221 |

Abbildung 20: Glattbrand von Porzellanartikeln



7.7.4 Putzen

Tabelle 7.7.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 27 | 12 | 9 (33,3%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,395 | 2,513 | 3,378 |
| ≥ 2 h | stationär | 37 | 18 | 5 (13,5%) | 0,07 | 100 | 0 | 0,175 | 1,011 | 1,474 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 13 | 10 (47,6%) | 0,25 | 90,5 | 9,5 | + 0,207 | 0,92 | 1,634 |
| ≥ 2 h | stationär | 42 | 18 | 27 (64,3%) | 0,18 | 100 | 0 | ! NWG | 0,23 | 0,337 |

7.7.5 Nachbearbeitung

Tabelle 7.7.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 13 | 10 | 7 (53,8%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 0,764 | 3,928 |
| ≥ 2 h | stationär | 29 | 12 | 5 (17,2%) | 0,07 | 100 | 0 | 0,15 | 1,114 | 1,922 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 22 | 13 | 16 (72,7%) | 1,2 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,55 | + 0,636 |
| ≥ 2 h | stationär | 32 | 14 | 21 (65,6%) | 0,18 | 100 | 0 | ! NWG | 0,256 | 0,458 |

7.8 Sanitärkeramik, Herstellung

Branche

Sanitärkeramik, Herstellung

Bei der Sanitärkeramik handelt es sich um eine besonders dichte Art von Porzellan (Vitreous China) mit hoher mechanischer Festigkeit. Dazu zählen Produkte wie Waschbecken, Waschtische, Spülbecken, Klosetts und Urinale. Bei ihrer Herstellung werden die Rohstoffe Quarz, Feldspat, Kaolin und Ton in Trommelmühlen gemahlen. Der entstehende Schlacker wird in Gipsformen gegossen, wobei an der Grenzschicht durch die Wasser saugende Eigenschaft des Gipses ein Scherben entsteht. Der überschüssige Schlacker wird ausgegossen und der Rohling

entformt. Seit einigen Jahren wird zur Formgebung zunehmend das Druckgussverfahren mit Kunststoffformen genutzt. Nach dem Trocknen wird eine Glasurschicht, meist im Spritzverfahren, aufgebracht. Anschließend wird der Formling gebrannt. Hochwertige Sanitärkeramik wird seit Mitte der 1980er-Jahre durch Schleifen oder Aufmaß-Sägen veredelt.

Die Expositionssituation ist mit der im Abschnitt 6.7 „Porzellan, Keramik (industriell); Herstellung“ beschriebenen vergleichbar. Problematisch ist die Stauberfassung bei der trockenen, überwiegend manuellen Bearbeitung von großformatigen Produkten (Fertigmachen zum Brand) wie Waschtischen oder WCs. Eine direkte Erfassung an der Putzstelle ist aufgrund der Größe und der sehr unterschiedlichen Formen und Konturen nicht möglich.

7.8.1 Aufbereitung

Tabelle 7.8.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 7 | 2 (16,7%) | 0,71 | 91,7 | 8,3 | 2,29 | 4,298 | 17,68 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 7 | 3 (25%) | 0,25 | 83,3 | 16,7 | 0,42 | 1,362 | 1,538 |

7.8.2 Formgebung

Tabelle 7.8.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 7 *** | 3 ** | 1 (14,3%) | 0,68 | 85,7 | 14,3 | =-Werte: 1,15 bis 22,6 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 8 | 1 (3,6%) | 0,25 | 92,9 | 7,1 | 1,13 | 5,88 | 8,776 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 11 | 5 | 2 (18,2%) | 0,25 | 63,6 | 36,4 | 0,615 | 1,872 | 2,991 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 7 | 9 (32,1%) | 0,18 | 100 | 0 | 0,44 | 1,044 | 1,12 |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 5 | 2 (22,2%) | 0,28 | 66,7 | 33,3 | =-Werte: 0,57 bis 3,89 | | |

7.8.3 Fertigmachen zum Brand

Tabelle 7.8.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 52 | 9 | 0 | k. A. | 76,9 | 23,1 | 2,6 | 34,24 | 49,12 |
| ≥ 2 h | stationär | 51 | 11 | 1 (2%) | 0,71 | 96,1 | 3,9 | + 0,38 | 1,811 | 4,175 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 4 ** | 0 | k. A. | 45,5 | 54,5 | 13,03 | 29,84 | 39,99 |
| < 2 h | stationär | 11 | 7 | 0 | k. A. | 100 | 0 | 0,5 | 2,514 | 2,616 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 67 | 11 | 17 (25,4%) | 0,25 | 73,1 | 26,9 | 0,6 | 2,509 | 3,442 |
| ≥ 2 h | stationär | 45 | 11 | 27 (60%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,285 | 0,525 |
| < 2 h | an der Person | 15 | 6 | 3 (20%) | 0,45 | 26,7 | 73,3 | 1,76 | 4,545 | 7,452 |
| < 2 h | stationär | 13 | 7 | 6 (46,2%) | 0,39 | 53,8 | 46,2 | 0,453 | 7,675 | 8,681 |

Tabelle 7.8.3 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-----------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 52 | 9 | 0 | k. A. | 76,9 | 23,1 | 2,6 | 34,24 | 49,12 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 66 | 11 | 16 (24,2%) | 0,25 | 72,7 | 27,3 | 0,67 | 2,522 | 3,466 |

7.8.4 Nachbearbeitung

Tabelle 7.8.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 11 | 5 | 1 (9,1%) | 0,71 | 90,9 | 9,1 | 1,365 | 8,432 | 25,331 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 11 | 6 | 1 (9,1%) | 0,25 | 90,9 | 9,1 | 0,535 | 0,985 | 2,476 |
| ≥ 2 h | stationär | 9 *** | 5 | 5 (55,6%) | 0,18 | 88,9 | 11,1 | =Werte: 0,28 bis 1,38 | | |

Abbildung 21: Putzen von Sanitärartikeln



7.9 Technische Keramik, Herstellung

Branche

Technische Keramik, Herstellung

Sonderkeramik, Herstellung

Technische Keramik ist eine Sammelbezeichnung für Erzeugnisse, die im technischen Bereich (z. B. Elektronik und Elektrotechnik, Chemie, Labor, Dentaltechnik oder Maschinen- und Automobilbau) vielfältigste Anwendung finden. Ihre Eigenschaften werden gezielt auf bestimmte technische Anwendungen hin optimiert. Neben normalen Porzellanrohstoffen werden bei der Herstellung die verschiedensten Werkstoffe wie Steatit, Cordierit, Aluminiumoxid, Zirkonoxid und Silikatkeramik, aber auch nicht-oxidische Materialien wie Carbide oder Nitride eingesetzt.

Aufbereitung, Formgebung und Brand sind jeweils auf den Rohstoff abgestimmt. Bei der Produktion kommen häufig spezielle Formgebungs- und Brennverfahren zum Einsatz, z. B. heißisostatisches Pressen (HIP) und Brennen unter reduzierender Atmosphäre.

Im Bereich der Gemengeaufbereitung (Abschnitt 6.9.1 und 6.9.2) liegen insbesondere die an der Person gemessenen 90%-Werte für E- und A-Staub oberhalb der Grenzwerte. Dort halten sich die Beschäftigten in der Regel einige Stunden pro Schicht in fremdbelüfteten Schaltwarten auf, so dass diese Werte in der Regel mit einem Faktor für verkürzte Exposition zu belegen sind. In den nachgeschalteten Produktionsschritten befinden sich die Maßnahmen zum Staubschutz üblicherweise auf einem hohen technischen Niveau, was sich in der vorliegenden Auswertung widerspiegelt.

7.9.1 Aufbereitung: Mischen, Sieben, Transportieren

Tabelle 7.9.1

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 58 | 27 | 2 (3,4 %) | 0,44 | 87,9 | 12,1 | 2,78 | 10,82 | 18,1 |
| ≥ 2 h | stationär | 75 | 29 | 0 | k. A. | 94,7 | 5,3 | 0,845 | 5,425 | 9,88 |
| < 2 h | stationär | 21 | 10 | 4 (19 %) | 0,15 | 95,2 | 4,8 | 0,555 | 6,768 | 7,466 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 56 | 29 | 8 (14,3 %) | 0,25 | 82,1 | 17,9 | 0,5 | 1,684 | 2,384 |
| ≥ 2 h | stationär | 75 | 28 | 22 (29,3 %) | 0,25 | 92 | 8 | 0,275 | 1,035 | 1,365 |
| < 2 h | stationär | 27 | 13 | 7 (25,9 %) | 1,19 | 48,1 | 51,9 | + 1,14 | 4,779 | 6,189 |

Tabelle 7.9.1 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 41 | 21 | 1 (2,4%) | 0,44 | 90,2 | 9,8 | 2,815 | 9,025 | 11,27 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 8 *** | 6 | 1 (12,5%) | 0,25 | 75 | 25 | =-Werte: 0,58 bis 31,1 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 39 | 22 | 6 (15,4%) | 0,25 | 82,1 | 17,9 | 0,52 | 1,618 | 2,336 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 7 *** | 6 | 1 (14,3%) | 0,25 | 71,4 | 28,6 | =-Werte: 0,26 bis 2,7 | | |

7.9.2 Aufbereitung: Zerkleinern, Mahlen

Tabelle 7.9.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 25 | 21 | 5 (20%) | 0,25 | 80 | 20 | 2,47 | 11,7 | 18,55 |
| ≥ 2 h | stationär | 30 | 18 | 5 (16,7%) | 0,07 | 90 | 10 | 0,94 | 8,06 | 23,5 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 5 | 2 (20%) | 1,5 | 80 | 20 | 2,52 | 18,1 | 20,25 |
| < 2 h | stationär | 11 | 7 | 1 (9,1%) | 0,08 | 90,9 | 9,1 | 0,375 | 4,572 | 8,419 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 22 | 19 | 3 (13,6%) | 0,25 | 81,8 | 18,2 | 0,63 | 1,78 | 2,951 |
| ≥ 2 h | stationär | 27 | 16 | 7 (25,9%) | 0,18 | 85,2 | 14,8 | 0,34 | 1,995 | 2,115 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 5 | 2 (40%) | 1,43 | 60 | 20 | =-Werte: 0,61 bis 6,24 | | |
| < 2 h | stationär | 11 | 8 | 3 (27,3%) | 0,71 | 54,5 | 45,5 | 1,005 | 9,123 | 10,725 |

7.9.3 Formgebung

Abbildung 22: Pressen von Keramikartikeln für technische Anwendungen

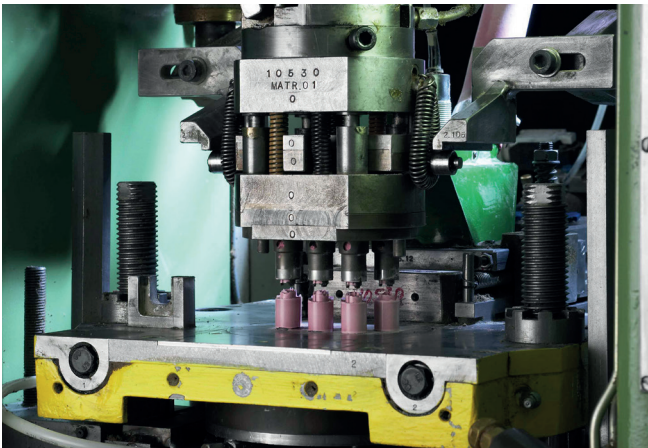


Tabelle 7.9.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 47 | 22 | 15 (31,9%) | 0,71 | 93,6 | 6,4 | + 0,555 | 3,346 | 10,215 |
| ≥ 2 h | stationär | 133 | 45 | 7 (5,3%) | 0,07 | 98,5 | 1,5 | 0,41 | 2,117 | 2,86 |
| < 2 h | an der Person | 6 *** | 3 ** | 2 (33,3%) | 30 | 83,3 | 0 | =-Werte: 2,8 bis 6,35 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 52 | 27 | 28 (53,8%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,64 | 1,006 |
| ≥ 2 h | stationär | 124 | 45 | 51 (41,1%) | 0,18 | 96 | 4 | + 0,18 | 0,77 | 0,94 |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 4 ** | 3 (37,5%) | 0,27 | 50 | 50 | =-Werte:0,45 bis 4,83 | | |

Tabelle 7.9.3 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 29 | 13 | 11 (37,9%) | 0,71 | 93,1 | 6,9 | + 0,333 | 3,228 | 9,705 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 9 *** | 6 | 2 (22,2%) | 0,2 | 100 | 0 | =-Werte: 0,38 bis 3,92 | | |

7.9.4 Fertigmachen zum Brand

Tabelle 7.9.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 29 | 13 | 9 (31%) | 0,71 | 96,6 | 3,4 | 1,445 | 7,983 | 9,175 |
| ≥ 2 h | stationär | 36 | 22 | 0 | k. A. | 97,2 | 2,8 | 0,44 | 3,24 | 5,228 |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 6 | 4 (44,4%) | 0,38 | 66,7 | 33,3 | =-Werte: 0,09 bis 56,2 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 38 | 17 | 14 (36,8%) | 0,25 | 86,8 | 13,2 | 0,29 | 1,332 | 1,5 |
| ≥ 2 h | stationär | 47 | 22 | 17 (36,2%) | 0,18 | 95,7 | 4,3 | 0,225 | 0,668 | 0,975 |
| < 2 h | stationär | 7 *** | 4 ** | 2 (28,6%) | 1,19 | 42,9 | 57,1 | =-Werte: 0,73 bis 5,42 | | |

7.9.5 Brand

Tabelle 7.9.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 9 | 4 (25%) | 0,71 | 100 | 0 | 1,2 | 5,686 | 6,65 |
| ≥ 2 h | stationär | 47 | 25 | 10 (21,3%) | 0,07 | 97,9 | 2,1 | 0,24 | 1,569 | 1,722 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 9 | 2 (16,7%) | 0,25 | 91,7 | 8,3 | 0,55 | 1,088 | 1,204 |
| ≥ 2 h | stationär | 39 | 23 | 21 (53,8%) | 0,18 | 97,4 | 2,6 | ! BG | 0,527 | 0,611 |

7.9.6 Nachbearbeitung

Tabelle 7.9.6

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 35 | 17 | 8 (22,9%) | 0,71 | 94,3 | 5,7 | + 0,67 | 6,02 | 10,707 |
| ≥ 2 h | stationär | 85 | 34 | 5 (5,9%) | 0,07 | 100 | 0 | 0,565 | 2,83 | 4,957 |
| < 2 h | stationär | 12 | 8 | 0 | k. A. | 100 | 0 | 0,52 | 1,786 | 2,584 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 41 | 20 | 21 (51,2%) | 0,35 | 92,7 | 7,3 | ! BG | 0,943 | 4,125 |
| ≥ 2 h | stationär | 97 | 35 | 51 (52,6%) | 0,18 | 99 | 1 | ! BG | 0,602 | 0,763 |
| < 2 h | stationär | 16 | 10 | 5 (31,3%) | 0,25 | 87,5 | 12,5 | + 0,25 | 1,498 | 3,702 |

7.9.7 Verpackung, Qualitätskontrolle

Tabelle 7.9.7

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 9 *** | 4 ** | 2 (22,2%) | 0,59 | 88,9 | 11,1 | =-Werte: 0,09 bis 38,8 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 9 *** | 4 ** | 0 | k. A. | 88,9 | 11,1 | =-Werte: 0,09 bis 28,7 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 13 | 5 | 6 (46,2%) | 0,25 | 92,3 | 7,7 | + 0,095 | + 0,171 | 1,506 |
| ≥ 2 h | stationär | 13 | 6 | 7 (53,8%) | 0,18 | 100 | 0 | ! BG | 0,502 | 0,797 |

7.10 Wand- und Bodenfliesen, Ofenkacheln und Baukeramik, Herstellung

| Branche |
|-----------------------------------------------------------------|
| Wand- und Bodenfliesen, Ofenkacheln und Baukeramik, Herstellung |
| Wand- und Bodenfliesen, Herstellung |
| Ofenkacheln, Herstellung |
| Baukeramik, Herstellung |

Die Masse für die Herstellung von Fliesen besteht aus Ton, Kaolin und mineralischen Zuschlagstoffen wie Feldspat, Dolomit und Schamotte. Die Rohstoffe werden in Trommelmühlen gemahlen und anschließend in Wasser suspendiert. Der so gewonnene Schlücker wird in einen beheizten Sprühturm eingedüst. Unter hohem Druck wird das dabei entstehende Sprühgranulat, teilweise auch

Trockenpressmasse, auf hydraulischen Pressen zu Fliesen geformt. Fliesen werden entweder im Einbrandverfahren gebrannt oder die Glasur wird separat in einem Zweitbrand aufgeschmolzen. Ofenkacheln werden aus mit Schamotte gemagerter, plastischer Tonmasse gepresst, komplizierte Formen auch gegossen. Der Glasurauftrag geschieht durch Tauchen, Übergießen, Spritzen oder Malen.

In der Gemengeaufbereitung mit Mahl-, Sieb- und Mischvorgängen sowie mit der für die Fliesenindustrie typischen Sprühtrocknung finden sich 90%-Werte nahe oder oberhalb des Grenzwertniveaus (siehe Abschnitt 6.4 und 6.9.) Verbesserungspotenzial gibt es noch im Bereich Formgebung bzw. Pressen. Dort ist nach wie vor die Staub- und Abfängerfassung an den Pressen und den nachgeschalteten Arbeitsvorgängen problematisch und optimierungsbedürftig.

7.10.1 Aufbereitung: Zerkleinern, Mahlen

Tabelle 7.10.1

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 7 | 0 | k. A. | 90 | 10 | 1,79 | 9,35 | 10,625 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 11 | 0 | k. A. | 88,2 | 11,8 | 2,06 | 11,709 | 17,525 |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 5 | 0 | k. A. | 66,7 | 33,3 | =Werte: 0,98 bis 51,6 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 11 | 1 (6,7%) | 0,25 | 73,3 | 26,7 | 0,72 | 2,705 | 3,18 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 10 | 4 (25%) | 0,18 | 75 | 25 | 0,69 | 1,462 | 1,502 |
| < 2 h | stationär | 12 | 7 | 1 (8,3%) | 1,42 | 8,3 | 83,3 | 2,23 | 9,016 | 10,352 |

7.10.2 Aufbereitung: Mischen, Sieben, Transportieren

Tabelle 7.10.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 44 | 23 | 1 (2,3%) | 0,25 | 90,9 | 9,1 | 2,52 | 8,522 | 15,5 |
| ≥ 2 h | stationär | 69 | 30 | 0 | k. A. | 97,1 | 2,9 | 1,24 | 6,034 | 7,346 |
| < 2 h | stationär | 13 | 8 | 1 (7,7%) | 0,18 | 69,2 | 30,8 | 1,725 | 50,81 | 62,335 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 45 | 25 | 4 (8,9%) | 0,25 | 82,2 | 17,8 | 0,52 | 1,695 | 3,08 |
| ≥ 2 h | stationär | 66 | 29 | 9 (13,6%) | 0,18 | 92,4 | 7,6 | 0,4 | 1,104 | 1,524 |
| < 2 h | stationär | 30 | 12 | 3 (10%) | 0,71 | 23,3 | 76,7 | 2,74 | 5,92 | 7,555 |

Tabelle 7.10.2 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 19 | 16 | 1 (5,3%) | 0,25 | 84,2 | 15,8 | 2,53 | 15,31 | 17,29 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 15 | 10 | 0 | k. A. | 100 | 0 | 1,845 | 4,955 | 6,393 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 18 | 15 | 3 (16,7%) | 0,25 | 83,3 | 16,7 | 0,46 | 1,644 | 3,148 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 17 | 12 | 1 (5,9%) | 0,17 | 82,4 | 17,6 | 0,385 | 1,474 | 1,629 |

7.10.3 Formgebung

Tabelle 7.10.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 22 | 13 | 1 (4,5%) | 0,71 | 95,5 | 4,5 | 2,3 | 8,086 | 8,283 |
| ≥ 2 h | stationär | 65 | 34 | 0 | k. A. | 98,5 | 1,5 | 1,205 | 5,265 | 6,13 |
| < 2 h | stationär | 5 *** | 3 ** | 0 | k. A. | 80 | 20 | =-Werte: 0,41 bis 17 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 29 | 17 | 4 (13,8%) | 0,25 | 96,6 | 3,4 | 0,44 | 1,027 | 1,123 |
| ≥ 2 h | stationär | 56 | 31 | 8 (14,3%) | 0,18 | 96,4 | 3,6 | 0,38 | 0,886 | 1,06 |
| < 2 h | stationär | 22 | 11 | 2 (9,1%) | 0,27 | 22,7 | 77,3 | 2,13 | 5,28 | 5,541 |

7.10.4 Fertigmachen zum Brand

Tabelle 7.10.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 20 | 12 | 2 (10%) | 0,74 | 100 | 0 | 0,94 | 1,89 | 3,51 |
| ≥ 2 h | stationär | 65 | 34 | 0 | k. A. | 98,5 | 1,5 | 0,695 | 3,235 | 4,125 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 14 | 9 | 4 (28,6%) | 0,25 | 92,9 | 7,1 | 0,33 | 0,69 | 1,034 |
| ≥ 2 h | stationär | 70 | 33 | 22 (31,4%) | 0,18 | 92,9 | 7,1 | 0,29 | 0,98 | 1,325 |
| < 2 h | stationär | 7 *** | 2 ** | 0 | k. A. | 57,1 | 42,9 | =-Werte: 0,33 bis 3,87 | | |

7.10.5 Brand

Abbildung 23: Fliesenproduktion im Schnellbrandofen



Tabelle 7.10.5

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 5 *** | 4 ** | 0 | k. A. | 100 | 0 | =-Werte: 0,4 bis 2,33 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 26 | 17 | 0 | k. A. | 100 | 0 | 0,37 | 1,724 | 2,266 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 7 *** | 6 | 5 (71,4%) | 0,25 | 100 | 0 | =-Werte: 0,38 bis 0,54 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 25 | 16 | 11 (44%) | 0,18 | 100 | 0 | + 0,165 | 0,675 | 0,922 |

7.10.6 Nachbearbeitung

Tabelle 7.10.6

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 11 | 5 (41,7%) | 0,71 | 91,7 | 8,3 | + 0,53 | 3,87 | 10,476 |
| ≥ 2 h | stationär | 31 | 17 | 1 (3,2%) | 0,04 | 100 | 0 | 0,405 | 1,181 | 2,0575 |
| < 2 h | stationär | 7 *** | 3 ** | 0 | k. A. | 85,7 | 14,3 | =-Werte: 0,36 bis 13,3 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 11 | 5 (41,7%) | 0,25 | 91,7 | 8,3 | + 0,18 | 0,964 | 2,364 |
| ≥ 2 h | stationär | 35 | 17 | 16 (45,7%) | 0,18 | 100 | 0 | + 0,135 | 0,395 | 0,55 |
| < 2 h | stationär | 7 *** | 4 ** | 2 (28,6%) | 0,36 | 71,4 | 28,6 | =-Werte: 0,3 bis 3,77 | | |

7.10.7 Verpackung, Qualitätskontrolle

Tabelle 7.10.7

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 12 | 8 | 0 | k. A. | 100 | 0 | 0,34 | 0,946 | 1,174 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 13 | 9 | 7 (53,8%) | 0,18 | 100 | 0 | ! BG | 0,565 | 0,614 |

7.11 Schleifkörper, Herstellung

Branche

Schleifkörper und -mittel, Herstellung

Schleif-, Trenn- und Schrappscheiben, Honsteine, Sen-
sensteine und sonstige Schleifkörper werden zur spanab-
hebenden Bearbeitung unterschiedlicher Werkstoffe ein-
gesetzt. Sie bestehen aus einem Schleifmittel wie Korund,
Siliciumcarbid oder Diamant, das als Verbundwerkstoff
in eine Matrix eingebettet wird. Dies geschieht entweder
in keramischer oder organischer Bindung, z. B. durch mi-
neralische Massen oder Glas bzw. durch Kunstharz oder

Bakelit. Korn und Binder werden gemischt und verpresst.
Schleifkörper mit keramischer Bindung werden gebrannt,
Schleifkörper mit organischer Bindung ausgehärtet.

Der Bereich Aufbereitung weist eine analoge Problematik
auf, wie sie schon in den Bereichen 6.2, 6.4, 6.9 und 6.10
beschrieben wurde. Für die Arbeitsschritte Formgebung,
Brand und Nachbearbeitung liegen die 90%-Werte zum
großen Teil unterhalb der Staubgrenzwerte. Problemati-
sche Fälle sind auf die besondere Struktur der Branche
zurückzuführen (in Einzelfällen sind Stand der Technik
oder branchenübliche Betriebs- und Verfahrensweisen
nicht umgesetzt).

7.11.1 Aufbereitung

Tabelle 7.11.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % | >GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 53 | 28 | 3 (5,7%) | 0,71 | 83 | 17 | 3,395 | 14,15 | 25,05 |
| ≥ 2 h | stationär | 73 | 26 | 3 (4,1%) | 0,71 | 93,2 | 6,8 | 0,815 | 7,274 | 11,65 |
| < 2 h | stationär | 14 | 7 | 1 (7,1%) | 1,43 | 78,6 | 21,4 | + 0,715 | 12,06 | 15,91 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 58 | 29 | 16 (27,6%) | 1,25 | 82,8 | 17,2 | + 0,47 | 1,57 | 2,432 |
| ≥ 2 h | stationär | 66 | 25 | 26 (39,4%) | 1,25 | 97 | 3 | + 0,19 | + 0,663 | + 1,004 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 5 | 0 | k. A. | 0 | 100 | =-Werte: 1,69 bis 16,4 | | |
| < 2 h | stationär | 17 | 9 | 7 (41,2%) | 0,5 | 64,7 | 35,3 | + 0,32 | 2,598 | 3,595 |

Tabelle 7.11.1 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 42 | 23 | 3 (7,1%) | 0,71 | 78,6 | 21,4 | 2,5 | 15,66 | 25,6 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 45 | 24 | 14 (31,1%) | 1,25 | 84,4 | 15,6 | + 0,48 | 1,6 | 2,277 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 6 *** | 5 | 0 | k. A. | 66,7 | 33,3 | =-Werte: 0,27 bis 1,44 | | |

7.11.2 Formgebung

Tabelle 7.11.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 14 | 4 (17,4%) | 0,71 | 91,3 | 8,7 | 0,82 | 7,331 | 12,957 |
| ≥ 2 h | stationär | 51 | 18 | 0 | k. A. | 98 | 2 | 0,515 | 1,537 | 2,263 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 22 | 14 | 10 (45,5%) | 1,25 | 86,4 | 13,6 | + 0,21 | 1,526 | 1,744 |
| ≥ 2 h | stationär | 50 | 18 | 31 (62%) | 0,25 | 96 | 4 | ! NWG | 0,43 | 0,58 |

7.11.3 Brand

Tabelle 7.11.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 10 | 4 (17,4 %) | 0,71 | 100 | 0 | 2,105 | 4,799 | 5,417 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 10 | 0 | k. A. | 100 | 0 | 0,9 | 2,01 | 2,51 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 24 | 10 | 9 (37,5 %) | 1,25 | 100 | 0 | + 0,44 | + 0,84 | + 0,88 |
| ≥ 2 h | stationär | 19 | 10 | 9 (47,4 %) | 1,25 | 100 | 0 | + 0,22 | + 0,625 | + 0,643 |

7.11.4 Nachbearbeitung

Tabelle 7.11.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 38 | 19 | 6 (15,8 %) | 0,71 | 94,7 | 5,3 | 1,7 | 7,666 | 9,037 |
| ≥ 2 h | stationär | 42 | 16 | 17 (40,5 %) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,355 | 1,782 | 2,747 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 40 | 20 | 17 (42,5 %) | 1,25 | 85 | 15 | + 0,38 | 1,8 | 2,21 |
| ≥ 2 h | stationär | 37 | 15 | 26 (70,3 %) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,625 | + 0,625 |

7.12 Ziegeleierzeugnisse, Herstellung

Branche

Ziegeleierzeugnisse, Herstellung

Die gebräuchlichsten Vertreter in der Gruppe der Ziegel sind Hintermauerziegel, Vormauerziegel (Klinker) und Dachziegel. Für den Produktionsprozess werden die tonigen Rohstoffe in Kastenbeschickern dosiert und anschließend in Brechern und im Koller zerkleinert und gemischt. Im letzten Aufbereitungsschritt kommen Feinwalzwerke zum Einsatz, die seit den 1980er-Jahren mit immer kleineren Spaltweiten von <1 mm arbeiten. Für eine gute Homogenisierung wird die Masse im Sumpfhaus gemaukt. Zur Herstellung von Hintermauerziegeln werden der Tonmasse Porosierungsmittel wie Styropor oder Papierfangstoffe beigemischt. Die mit Wasser oder Dampf plastifizierte Masse wird in Vakuumpressen zu einem Endlosstrang gezogen, von dem die einzelnen Mauer- oder Dachziegel abgeschnitten werden. Dachziegel mit Falzen und komplizierteren Formen werden auf Revolverpressen gepresst. Anschließend wird die Ware getrocknet. Dachziegel werden vor dem Brand meist engobiert oder glasiert. Seit den 1990er-Jahren werden Hintermauerziegel nach dem Brand vermehrt plangeschliffen.

Zum Bereich Aufbereitung – Zerkleinern, Mahlen, Mischen, Sieben und Transportieren – gelten die Erläuterungen in den Abschnitten 6.2, 6.4, 6.9 und 6.10.

Bei den Arbeitsvorgängen für das Fertigmachen zum Brand (Setzen und Entladen von Ziegelprodukten auf Ofenwagen am Brennofen bzw. in der Produktion vor und nach dem Brand) ergibt die Auswertung 90-%-Werte besonders für den A-Staub, die oberhalb des zugehörigen Grenzwerts liegen. Problematisch ist hier der Abrieb bei Handlingprozessen von getrockneten und gebrannten Ziegelprodukten. Die Erfassung des dabei entstehenden Staubes und das Auffangen von herabfallendem Material ist dabei oft nur punktuell umgesetzt. Zur Herstellung von Klinkern wird zum Einstreuen der Ofenwagen außerdem häufig Quarzsand benutzt, der zusätzliche Staubemissionen verursacht.

Bei der Nachbearbeitung der gebrannten Erzeugnisse (Sägen, Schleifen) hat sich der Stand der Technik (unter anderem geschlossene Systeme, optimale Stauberfassung) noch nicht vollständig durchgesetzt. Zudem sind die bestehenden Anlagen aufgrund des robusten Betriebes einem hohen Verschleiß ausgesetzt.

7.12.1 Aufbereitung: Zerkleinern, Mahlen

Tabelle 7.12.1

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | 50-%-Wert * | 90-%-Wert * | 95-%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 34 | 26 | 2 (5,9%) | 0,71 | 73,5 | 26,5 | 4 | 15,76 | 32,87 |
| ≥ 2 h | stationär | 90 | 55 | 0 | k. A. | 87,8 | 12,2 | 3,54 | 10,9 | 16,45 |
| < 2 h | stationär | 31 | 14 | 1 (3,2%) | 0,5 | 71 | 29 | 5,84 | 22,99 | 165,615 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 38 | 29 | 8 (21,1%) | 0,25 | 65,8 | 34,2 | 0,73 | 2,452 | 3,351 |
| ≥ 2 h | stationär | 77 | 48 | 5 (6,5%) | 0,18 | 77,9 | 22,1 | 0,825 | 1,623 | 1,745 |
| < 2 h | stationär | 66 | 28 | 4 (6,1%) | 0,36 | 22,7 | 77,3 | 2,57 | 5,682 | 7,307 |

7.12.2 Aufbereitung: Mischen, Sieben, Transportieren

Tabelle 7.12.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 70 | 58 | 7 (10%) | 0,71 | 90 | 10 | 1,77 | 8,31 | 13,65 |
| ≥ 2 h | stationär | 92 | 51 | 0 | k. A. | 94,6 | 5,4 | 1,54 | 6,63 | 9,69 |
| < 2 h | stationär | 13 | 6 | 0 | k. A. | 76,9 | 23,1 | 3,835 | 10,75 | 36,765 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 81 | 70 | 17 (21%) | 0,25 | 84 | 16 | 0,385 | 1,665 | 2,066 |
| ≥ 2 h | stationär | 86 | 52 | 20 (23,3%) | 0,25 | 91,9 | 8,1 | 0,38 | 1,116 | 1,428 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 6 | 2 (28,6%) | 2 | 57,1 | 28,6 | =Werte: 0,58 bis 2,37 | | |
| < 2 h | stationär | 35 | 13 | 3 (8,6%) | 0,71 | 25,7 | 74,3 | 1,965 | 5,085 | 8,402 |

Tabelle 7.12.2 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 37 | 30 | 4 (10,8%) | 0,71 | 91,9 | 8,1 | 1,895 | 8,261 | 11,36 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 13 | 12 | 0 | k. A. | 76,9 | 23,1 | 2,185 | 14,29 | 24,06 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 39 | 33 | 8 (20,5%) | 0,25 | 84,6 | 15,4 | 0,38 | 1,671 | 1,842 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 18 | 17 | 4 (22,2%) | 0,25 | 66,7 | 33,3 | 0,63 | 2,17 | 2,341 |

7.12.3 Formgebung

Tabelle 7.12.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 29 | 26 | 4 (13,8%) | 0,71 | 100 | 0 | 0,89 | 4,966 | 5,125 |
| ≥ 2 h | stationär | 150 | 85 | 2 (1,3%) | 0,71 | 98,7 | 1,3 | + 0,47 | 2,53 | 3,55 |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 5 | 0 | k. A. | 62,5 | 37,5 | =Werte: 0,32 bis 16,2 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 34 | 29 | 8 (23,5%) | 0,25 | 97,1 | 2,9 | 0,3 | 0,876 | 1,011 |
| ≥ 2 h | stationär | 153 | 86 | 66 (43,1%) | 0,25 | 98 | 2 | + 0,175 | 0,597 | 0,913 |
| < 2 h | stationär | 15 | 5 | 1 (6,7%) | 0,36 | 40 | 60 | 1,565 | 6,945 | 10,498 |

7.12.4 Fertigmachen zum Brand

Tabelle 7.12.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 11 | 1 (6,7%) | 0,25 | 100 | 0 | 1,16 | 3,04 | 3,13 |
| ≥ 2 h | stationär | 70 | 35 | 2 (2,9%) | 0,71 | 95,7 | 4,3 | + 0,56 | 6,99 | 9,24 |
| < 2 h | stationär | 7 *** | 3 ** | 0 | k. A. | 57,1 | 42,9 | =Werte: 0,46 bis 123 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 13 | 9 (56,3%) | 0,25 | 87,5 | 12,5 | ! NWG | 1,262 | 1,88 |
| ≥ 2 h | stationär | 65 | 34 | 32 (49,2%) | 0,25 | 90,8 | 9,2 | + 0,147 | 1,185 | 1,962 |
| < 2 h | stationär | 10 | 4 ** | 1 (10%) | 0,36 | 20 | 80 | 1,75 | 3,37 | 6,375 |

Abbildung 24: Mauerziegel auf dem Trocknergestell



7.12.5 Brand

Tabelle 7.12.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 34 | 25 | 5 (14,7%) | 0,71 | 94,1 | 5,9 | 1 | 5,718 | 9,036 |
| ≥ 2 h | stationär | 150 | 87 | 8 (5,3%) | 0,48 | 100 | 0 | + 0,46 | 2,82 | 4,34 |
| < 2 h | stationär | 11 | 6 | 2 (18,2%) | 1,4 | 100 | 0 | + 0,47 | 3,575 | 4,128 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 32 | 23 | 9 (28,1%) | 0,25 | 93,8 | 6,3 | 0,34 | 0,884 | 1,426 |
| ≥ 2 h | stationär | 154 | 87 | 75 (48,7%) | 0,75 | 96,8 | 3,2 | + 0,12 | + 0,556 | 0,979 |
| < 2 h | stationär | 17 | 8 | 6 (35,3%) | 0,44 | 82,4 | 17,6 | + 0,435 | 1,61 | 2,0495 |

7.12.6 Nachbearbeitung

Tabelle 7.12.6

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 19 | 15 | 2 (10,5%) | 0,71 | 94,7 | 5,3 | 1,12 | 4,18 | 7,19 |
| ≥ 2 h | stationär | 78 | 52 | 4 (5,1%) | 0,07 | 100 | 0 | 0,62 | 3,864 | 4,889 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 24 | 20 | 5 (20,8%) | 0,25 | 83,3 | 16,7 | 0,39 | 1,632 | 2,004 |
| ≥ 2 h | stationär | 81 | 54 | 35 (43,2%) | 0,18 | 97,5 | 2,5 | + 0,18 | 1,059 | 1,169 |
| < 2 h | stationär | 10 | 4 ** | 5 (50%) | 0,51 | 60 | 40 | + 0,255 | 7,66 | 8,595 |

7.12.7 Verpackung, Qualitätskontrolle

Tabelle 7.12.7

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤GW % \$ | >GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 9 | 4 (40%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,355 | 1,63 | 4,19 |
| ≥ 2 h | stationär | 32 | 25 | 3 (9,4%) | 0,36 | 100 | 0 | + 0,25 | 1,878 | 2,724 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 9 | 6 (60%) | 0,25 | 100 | 0 | ! BG | 0,36 | 0,38 |
| ≥ 2 h | stationär | 40 | 30 | 29 (72,5%) | 0,18 | 100 | 0 | ! BG | 0,43 | 0,57 |

8 Chemische, pharmazeutische, Gummi- und Kunststoffindustrie

8.1 Chemische Industrie

| Branche |
|---------------------------------------------------------------------|
| Chemische Industrie |
| Bleihaltige Stabilisatoren für die Kunststoffindustrie, Herstellung |
| Biochemische Industrie |
| Spreng- und Explosionsstoffe, Pyrotechnik, Munitionsherstellung |
| Chemiefasern, Herstellung |
| Mineralölraffinerie einschließlich Pechaufbereitung |
| Gase (technische), Herstellung, Umfüllen |

In der chemischen Industrie werden bei der Herstellung unterschiedlichster Produkte Feststoffe wie Roh-, Hilfs- oder Füllstoffe eingesetzt, bei deren Zugabe in Reaktionsbehälter, Mischer oder anderweitige Anlagen und Maschinen Stäube auftreten können. Sie können auch während des Produktionsprozesses oder beim Abfüllen von Fertigprodukten freigesetzt werden. Bei der Nachbearbeitung hergestellter Produkte, z. B. beim Schneiden, Fräsen, Bohren oder Schleifen, ist die Entstehung von Stäuben ebenfalls möglich.

8.1.1 Einwiegen

Einwiegevorgänge können sowohl vollautomatisch als auch manuell erfolgen. Bei der manuellen Einwaage werden die Zuschlagstoffe z. B. aus Trommeln, Eimern oder Säcken mit einer Schaufel entnommen und offen auf einer Waage abgewogen. Die Abwiegeplätze sind hierbei oft mit einer Absaugeinrichtung versehen.

Tabelle 8.1.1

| Probedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 27 | 19 | 4 (14,8%) | 0,71 | 92,6 | 7,4 | 1,845 | 6,02 | 9,68 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 13 | 7 (46,7%) | 0,72 | 100 | 0 | + 0,58 | 2,6 | 2,95 |
| < 2 h | an der Person | 16 | 11 | 4 (25%) | 6 | 87,5 | 12,5 | + 2,85 | 14,98 | 27,44 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 19 | 3 (14,3%) | 1,22 | 66,7 | 33,3 | + 0,515 | 1,778 | 3,036 |
| ≥ 2 h | stationär | 13 | 11 | 5 (38,5%) | 0,23 | 92,3 | 7,7 | 0,355 | 1,091 | 1,609 |
| < 2 h | an der Person | 13 | 11 | 9 (69,2%) | 2,3 | 76,9 | 0 | ! NWG | + 1,135 | + 1,167 |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 5 | 5 (62,5%) | 3 | 75 | 0 | =-Werte: 0,53 bis 1,2 | | |

8.1.2 Ansetzen flüssiger Mischungen

Bei der Herstellung von Beschichtungsstoffen, Farben, Lacken oder Klebmitteln werden Feststoffe entweder vollautomatisch aus Silos oder BigBags oder manuell in Vorlage- oder Rührbehältnisse gefüllt. Entsprechend der Stoffeigenschaften, Mengen und Absauganlagen treten hierbei unterschiedliche Staubbelastungen auf.

Tabelle 8.1.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 10 | 8 | 5 (50%) | 0,61 | 100 | 0 | + 0,305 | 0,96 | 1,03 |
| < 2 h | an der Person | 22 | 16 | 7 (31,8%) | 2,9 | 95,5 | 4,5 | + 1,45 | 7,846 | 8,705 |
| < 2 h | stationär | 7 *** | 5 | 3 (42,9%) | 1,9 | 85,7 | 14,3 | =-Werte: 0,76 bis 14,5 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 7 | 3 (30%) | 0,23 | 100 | 0 | 0,38 | 0,96 | 1,01 |
| < 2 h | an der Person | 20 | 14 | 12 (60%) | 2 | 60 | 30 | ! NWG | + 1,8 | 2,3 |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 4 ** | 4 (66,7%) | 2,7 | 16,7 | 33,3 | =-Werte: 1,4 bis 1,5 | | |

8.1.3 Ansetzen trockener Mischungen

Putze, Mörtel, Kleber oder Spachtelmassen werden durch Mischen verschiedener Feststoffe hergestellt. Beim Zugeben der Zuschlagstoffe in die Vorlagen und Mischer sind entsprechende Staubbelastungen möglich.

Abbildung 25: Ansetzen einer trockenen Mischung



Tabelle 8.1.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 117 | 70 | 29 (24,8%) | 0,72 | 89,7 | 10,3 | 1,8 | 8,94 | 16,54 |
| ≥ 2 h | stationär | 56 | 39 | 26 (46,4%) | 0,72 | 100 | 0 | + 0,355 | 2,928 | 3,988 |
| < 2 h | an der Person | 72 | 40 | 29 (40,3%) | 8,6 | 84,7 | 15,3 | + 1,9 | 17,02 | 47 |
| < 2 h | stationär | 20 | 16 | 10 (50%) | 5,7 | 85 | 15 | + 0,7 | 27 | 29,8 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 116 | 74 | 43 (37,1%) | 1,3 | 80,2 | 19,0 | + 0,48 | 2,5 | 3,512 |
| ≥ 2 h | stationär | 46 | 32 | 20 (43,5%) | 1,1 | 97,8 | 2,2 | + 0,24 | + 0,806 | + 1,1 |
| < 2 h | an der Person | 63 | 45 | 29 (46%) | 6 | 57,1 | 30,2 | + 0,615 | + 4,57 | 6,55 |
| < 2 h | stationär | 23 | 19 | 15 (65,2%) | 3 | 52,2 | 26,1 | ! NWG | 3,11 | 3,974 |

Tabelle 8.1.3 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 81 | 51 | 21 (25,9%) | 0,72 | 90,1 | 9,9 | 1,905 | 8,37 | 11,92 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 7 *** | 5 | 3 (42,9%) | 0,71 | 71,4 | 28,6 | =-Werte: 0,32 bis 98,2 | | |
| < 2 h | Erf = ja | 39 | 25 | 17 (43,6%) | 8,6 | 89,7 | 10,3 | + 1,505 | 9,29 | 14,105 |
| < 2 h | Erf = nein | 8 *** | 6 | 2 (25%) | 3,1 | 87,5 | 12,5 | =-Wert: 1,26 bis 64,6 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 68 | 44 | 19 (27,9%) | 1,1 | 75,0 | 25,0 | + 0,53 | 3,18 | 5,888 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 13 | 11 | 9 (69,2%) | 1,3 | 84,6 | 7,7 | ! NWG | + 0,6425 | + 1,0175 |
| < 2 h | Erf = ja | 32 | 27 | 14 (43,8%) | 2,48 | 53,1 | 37,5 | + 0,62 | 5,28 | 7,26 |
| < 2 h | Erf = nein | 10 | 8 | 6 (60%) | 1,3 | 70 | 20 | ! NWG | 1,98 | 2,34 |

8.1.4 Abfüllen, Verpacken

Nach der Herstellung von Produkten, meist durch Mischprozesse, müssen diese in unterschiedliche Verpackungen wie Bigbags, Säcke, Trommeln oder Schachteln

abgefüllt werden, wobei es je nach Art des Produktes, Menge und verwendeter Abfülltechnik zu unterschiedlicher Staubentwicklung kommen kann.

Tabelle 8.1.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 85 | 47 | 31 (35,6%) | 0,72 | 89,7 | 10,3 | 1,165 | 9,04 | 13,9 |
| ≥ 2 h | stationär | 45 | 30 | 20 (44,4%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,355 | 2,35 | 2,595 |
| < 2 h | an der Person | 27 | 20 | 17 (63%) | 5,71 | 88,9 | 11,1 | ! NWG | 10,27 | 23,44 |
| < 2 h | stationär | 10 | 7 | 8 (80%) | 6 | 90 | 10 | ! NWG | + 3 | 8,8 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 70 | 40 | 26 (37,1%) | 1,3 | 82,9 | 15,7 | + 0,39 | 1,59 | 2,19 |
| ≥ 2 h | stationär | 41 | 26 | 20 (48,8%) | 0,45 | 97,6 | 2,4 | + 0,225 | 0,619 | 0,811 |
| < 2 h | an der Person | 21 | 17 | 15 (71,4%) | 2 | 52,4 | 14,3 | ! NWG | 2,17 | 2,775 |
| < 2 h | stationär | 7 *** | 6 | 3 (42,9%) | 0,77 | 57,1 | 42,9 | =-Wert: 0,28 bis 10,4 | | |

Tabelle 8.1.4 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 66 | 34 | 20 (30,3%) | 0,72 | 89,4 | 10,6 | 1,4 | 9,32 | 16,13 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 12 | 9 | 6 (50%) | 0,71 | 83,3 | 16,7 | ! NWG | 11,62 | 13,78 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 53 | 31 | 19 (35,8%) | 1,3 | 83,0 | 15,1 | + 0,39 | 1,597 | 2,2185 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 6 *** | 5 | 3 (50%) | 0,25 | 83,3 | 16,7 | =-Werte: 0,31 bis 1,4 | | |

8.1.5 Produktion, Reaktionsanlagen

Viele Produktionsanlagen sind weitgehend geschlossen, sodass hierbei eher geringere Staubbelastungen auftreten. Bei offenen Produktionsanlagen wie offenen Mischern oder Siebanlagen können auch höhere Staubbelastungen auftreten.

Tabelle 8.1.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 100 | 51 | 34 (34%) | 0,71 | 92 | 8 | 0,83 | 6 | 14,9 |
| ≥ 2 h | stationär | 45 | 26 | 32 (71,1%) | 0,74 | 97,8 | 2,2 | ! NWG | 1,195 | 2,705 |
| < 2 h | an der Person | 38 | 32 | 20 (52,6%) | 7,1 | 94,7 | 5,3 | ! NWG | 8,142 | 10,6 |
| < 2 h | stationär | 18 | 14 | 10 (55,6%) | 5,7 | 88,9 | 11,1 | ! NWG | 23,24 | 81,96 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 71 | 39 | 25 (35,2) | 1,3 | 81,7 | 16,9 | + 0,405 | 2,145 | 3,341 |
| ≥ 2 h | stationär | 36 | 24 | 25 (69,4%) | 2,3 | 94,4 | 2,8 | ! NWG | + 1,036 | + 1,2 |
| < 2 h | an der Person | 34 | 28 | 20 (58,8%) | 67,5 | 50 | 23,5 | ! NWG | + 3,98 | + 13,485 |
| < 2 h | stationär | 11 | 9 | 6 (54,5%) | 3 | 63,6 | 18,2 | ! NWG | + 1,77 | 3,249 |

Tabelle 8.1.5 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 60 | 32 | 20 (33,3%) | 0,71 | 95 | 5 | 0,94 | 5,7 | 9,4 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 14 | 9 | 8 (57,1%) | 0,71 | 92,9 | 7,1 | ! NWG | 5,056 | 107,692 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 38 | 25 | 13 (34,2%) | 1,1 | 84,2 | 15,8 | + 0,45 | 2,26 | 2,858 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 12 | 8 | 7 (58,3%) | 1,3 | 75 | 16,7 | ! NWG | 2,288 | 4,39 |

8.1.6 Schleifen, Spanende Bearbeitungsverfahren, Strahlen

Zahlreiche der hergestellten Produkte und Halbfertigwaren müssen vor der Weiterverarbeitung oder für den Verkauf noch weiteren Bearbeitungsschritten wie dem

Entgraten, Schleifen, Strahlen oder Polieren unterzogen werden. Dies kann sowohl vollautomatisch als auch manuell erfolgen. Bei der manuellen Nachbearbeitung sind besonders bei fehlenden Absaugungen erhöhte Staubbelastungen möglich.

Tabelle 8.1.6

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 36 | 17 | 20 (55,6%) | 0,72 | 100 | 0 | ! NWG | 2,81 | 3,46 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 10 | 10 (66,7%) | 0,74 | 100 | 0 | ! NWG | 1,35 | 1,71 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 5 | 4 (50%) | 2,3 | 87,5 | 12,5 | =Werte: 2 bis 32,5 | | |
| < 2 h | stationär | 10 | 4 ** | 4 (40%) | 0,95 | 100 | 0 | 1,3 | 2,5 | 2,7 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 32 | 16 | 26 (81,3%) | 1,1 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,532 | + 0,578 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 11 | 9 (56,3%) | 0,25 | 93,8 | 6,3 | ! NWG | 0,726 | 1,34 |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 6 | 6 (66,7%) | 13,2 | 66,7 | 22,2 | =Werte: 0,65 bis 5,16 | | |

8.2 Dachpappen- und Bitumenbahnen, Herstellung

Branche

Dachpappe und Bitumendachbahnen, Herstellung

Dachpappen- und Bitumendachbahnen werden aus unterschiedlichen Materialien hergestellt. Es können Pappen, Kunststofffolien, Gummifolien, Glasfasergewebe, Polyester- oder Jutebahnen verwendet werden. Beim Aufrollen und Zuschnitt sind hierbei deutliche Staubbela­stungen möglich. Oft werden die Oberflächen mit mineralischen Stoffen wie Kies, Quarzsand oder Schiefersplinter bestreut, wobei quarzhaltiger Staub auftreten kann. Näheres hierzu enthält der IFA Report „Quarzexpositionen am Arbeitsplatz“.

Tabelle 8.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 7 | 3 (20%) | 0,71 | 93,3 | 6,7 | 1,55 | 4,69 | 8,35 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 7 | 4 (26,7%) | 0,71 | 100 | 0 | 0,995 | 4,485 | 5,955 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 20 | 8 | 2 (10%) | 0,23 | 65 | 35 | 0,51 | 3,44 | 5,04 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 8 | 3 (20%) | 0,25 | 73,3 | 26,7 | 0,84 | 4,19 | 4,668 |

8.3 Anstrichmittel, Beschichtungs- und Klebstoffe, Fugen- und Spachtelmassen, Herstellung

| Branche |
|----------------------------------------------------------------------|
| Anstrich-, Klebemittel, Fug-Spachtelmassen, Herstellung/Verarbeitung |
| Leim, Gelatine usw., Herstellung allgemein |
| Gelatine, Knochenleim, Herstellung und Tierkörperbeseitigung |
| Spachtelmassen, Herstellung |
| Anstrichmittel, Herstellung (lösemittelhaltig) |
| Anstrichmittel, Herstellung (Wasserlacke) |
| Anstrichmittel, Herstellung (Dispersionsfarben und Putze) |
| Anstrichmittel, Herstellung und Verarbeitung (Pulverlacke) |
| Anstrichmittel, Herstellung und Verarbeitung (Siebdruckfarben) |

Anstrichmittel, Beschichtungs- und Klebstoffe sowie Fugen- und Spachtelmassen werden als flüssige, pastöse oder pulverförmige Produkte hergestellt. Hierbei werden Bindemittel, Farbstoffe, Füllstoffe, Lösungsmittel und weitere Zusatzstoffe verwendet. Bei allen Prozessschritten wie Abwiegen, Ansetzen, Mischen, Dispergieren, Sieben, Abfüllen und dem Reinigen von Behältern oder Anlagenteilen können Staubbelastungen auftreten.

8.3.1 Abfüllen, Verpacken

Die hergestellten Produkte müssen in unterschiedliche Verpackungen wie Bigbags, Säcke, Trommeln oder Schachteln abgefüllt werden, wobei es je nach Art des Produktes, Menge und verwendeter Abfülltechnologie zu unterschiedlicher Staubentwicklung kommen kann.

Tabelle 8.3.1

| Probendauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 24 | 14 | 10 (41,7%) | 0,72 | 95,8 | 4,2 | 0,89 | 7,492 | 9,564 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 7 | 3 (27,3%) | 3,7 | 100 | 0 | + 1,775 | 8,403 | 8,861 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 26 | 15 | 10 (38,5%) | 0,26 | 84,6 | 15,4 | 0,36 | 1,52 | 1,718 |
| ≥ 2 h | stationär | 13 | 9 | 3 (23,1%) | 0,23 | 69,2 | 30,8 | 0,53 | 2,49 | 3,26 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 7 | 5 (62,5%) | 1,28 | 87,5 | 0 | =-Werte: 0,45 bis 0,74 | | |

8.3.2 Ansetzen flüssiger Mischungen

Im Bereich Ansatz müssen Bindemittel, Farbstoffe, Füllstoffe, Lösungsmittel und weitere Zusatzstoffe manuell in Vorlage- oder Rührbehältnisse gefüllt werden. Entsprechend der Stoffeigenschaften, Mengen und Absauganlagen treten hierbei unterschiedliche Staubbelastungen auf.

Abbildung 26: Ansetzen einer Farbmischung durch Pigmentzugabe



Tabelle 8.3.2

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 24 | 15 | 6 (25%) | 0,72 | 95,8 | 4,2 | 1,5 | 5,84 | 7,84 |
| < 2 h | an der Person | 22 | 14 | 4 (18,2%) | 2,48 | 77,3 | 22,7 | 3,2 | 20,06 | 21,88 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 17 | 13 | 2 (11,8%) | 0,63 | 82,4 | 17,6 | + 0,5 | 1,436 | 1,577 |
| ≥ 2 h | stationär | 8 *** | 6 | 5 (62,5%) | 0,25 | 87,5 | 12,5 | =-Werte: 0,22 bis 8,4 | | |
| < 2 h | an der Person | 15 | 10 | 6 (40%) | 1,5 | 60 | 33,3 | + 0,66 | 2,22 | 3,76 |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 3 ** | 2 (25%) | 0,51 | 37,5 | 62,5 | =-Werte: 0,66 bis 4,16 | | |

8.3.3 Ansetzen trockener Mischungen

Anstrichmittel, Beschichtungs- und Klebstoffe sowie Fugen- und Spachtelmassen werden durch Mischen verschiedener Feststoffe und ggfs. diversen Lösungsmitteln hergestellt. Beim Zugeben der Zuschlagstoffe in die Vorlagen und Mischer sind entsprechende Staubbelastungen möglich.

Abbildung 27: Trockenes Mischen



Tabelle 8.3.3

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 58 | 37 | 8 (13,8%) | 0,71 | 96,6 | 3,4 | 1,8 | 6,956 | 9,24 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 11 | 2 (13,3%) | 0,24 | 100 | 0 | 1,005 | 2,44 | 3,192 |
| < 2 h | an der Person | 24 | 17 | 4 (16,7%) | 1,8 | 83,3 | 16,7 | 2 | 14,72 | 21,84 |
| < 2 h | stationär | 11 | 7 | 2 (18,2%) | 4,28 | 90,9 | 9,1 | + 2,97 | 5,607 | 17,0465 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 49 | 33 | 16 (32,7%) | 1,25 | 81,6 | 18,4 | + 0,465 | 1,826 | 3,485 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 13 | 7 (38,9%) | 1,25 | 94,4 | 5,6 | + 0,27 | + 0,754 | + 1,057 |
| < 2 h | an der Person | 28 | 18 | 9 (32,1%) | 1,88 | 57,1 | 35,7 | + 0,8 | 3,26 | 6,408 |
| < 2 h | stationär | 17 | 9 | 7 (41,2%) | 1,5 | 52,9 | 35,3 | + 0,748 | 3,071 | 9,978 |

8.3.4 Einwiegen

Die benötigten Roh-, Hilfs- und Zuschlagstoffe können sowohl vollautomatisch als auch manuell abgewogen werden. Bei der manuellen Einwaage werden die Zuschlagstoffe z. B. aus Trommeln, Eimern oder Säcken mit einer Schaufel entnommen und offen auf einer Waage abgewogen. Die Abwiegeplätze sind hierbei oft mit einer Absaugeinrichtung versehen.

Tabelle 8.3.4

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 18 | 11 | 3 (16,7%) | 0,71 | 77,8 | 22,2 | 1,68 | 13,08 | 14,24 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 6 | 7 (63,6%) | 6,6 | 90,9 | 9,1 | ! NWG | 8,425 | 12,688 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 14 | 5 (21,7%) | 1,1 | 65,2 | 34,8 | + 0,515 | 2,122 | 3,22 |
| < 2 h | an der Person | 19 | 9 | 13 (68,4%) | 3 | 42,1 | 31,6 | ! NWG | + 2,153 | 3,866 |

8.4 Pharmazeutische, kosmetische, Reinigungs- und Sanitärprodukte, Herstellung

Branche

Pharmazeutische Produkte, Herstellung

Kosmetische Produkte, Herstellung

Reinigungs- und Sanitärprodukte

8.4.1 Produktion, Reaktionsanlagen, Abfüllen, Verpacken

Zur Herstellung pharmazeutischer-, kosmetischer-, Reinigungs- und Sanitärprodukten werden die benötigten Roh- Hilfs- und Zuschlagstoffe eingewogen und gemischt. Je nach Produkt können die Mischvorgänge im Nass- oder Trockenmischverfahren durchgeführt werden. Im Anschluss werden die fertigen Produkte abgefüllt und verpackt. Die benötigten Roh- Hilfs- und Zuschlagstoffe können sowohl vollautomatisch als auch manuell abgewogen werden. Bei der manuellen Einwaage werden die Zuschlagstoffe zum Beispiel aus Trommeln, Eimern oder

Säcken mit einer Schaufel entnommen und offen auf einer Waage abgewogen. Die Abwiegeplätze sind hierbei oft mit einer Absaugeinrichtung versehen.

Abbildung 28: Abfüllplatz mit Absaugung



Tabelle 8.4.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 59 | 29 | 21 (35,6%) | 0,72 | 96,6 | 3,4 | 0,855 | 6,454 | 9,11 |
| ≥ 2 h | stationär | 41 | 25 | 25 (61%) | 0,72 | 97,6 | 2,4 | ! NWG | 2,99 | 3,195 |
| < 2 h | an der Person | 27 | 17 | 12 (44,4%) | 5,7 | 77,8 | 22,2 | + 2,375 | 20,18 | 53,135 |
| < 2 h | stationär | 17 | 8 | 1 (64,7%) | 1,1 | 100 | 0 | ! NWG | 1,42 | 1,775 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 54 | 24 | 25 (46,3%) | 1,1 | 87 | 13 | + 0,29 | 1,66 | 1,83 |
| ≥ 2 h | stationär | 35 | 23 | 26 (74,3%) | 0,71 | 97,1 | 2,9 | ! NWG | + 0,605 | + 0,63 |
| < 2 h | an der Person | 35 | 19 | 24 (68,6%) | 1,9 | 65,7 | 17,1 | ! NWG | 3,4 | 12,625 |
| < 2 h | stationär | 17 | 9 | 15 (88,2%) | 1,4 | 94,1 | 0 | ! NWG | + 0,651 | + 0,718 |

8.4.2 Einwiegen und Ansetzen von Mischungen

Die benötigten Roh-, Hilfs- und Zuschlagstoffe können sowohl vollautomatisch als auch manuell abgewogen werden. Bei der manuellen Einwaage werden die Zuschlagstoffe z. B. aus Trommeln, Eimern oder Säcken mit einer Schaufel entnommen und offen auf einer Waage abgewogen. Die Abwiegeplätze sind hierbei meist mit einer Absaugeinrichtung versehen.

Abbildung 29: Mischtrommel zur Herstellung trockener Mischungen.



Tabelle 8.4.2

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 37 | 25 | 11 (29,7%) | 0,74 | 83,8 | 16,2 | 1,55 | 18,84 | 40,34 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 10 | 9 (50%) | 0,72 | 100 | 0 | + 0,29 | 1,56 | 1,88 |
| < 2 h | an der Person | 19 | 14 | 8 (42,1%) | 3,5 | 78,9 | 21,1 | + 1,475 | 19,61 | 28,125 |
| < 2 h | stationär | 10 | 8 | 5 (50%) | 2,9 | 80 | 20 | + 1,05 | 10,3 | 14 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 33 | 20 | 14 (42,4%) | 1,1 | 78,8 | 21,2 | + 0,32 | 2,377 | 2,935 |
| ≥ 2 h | stationär | 12 | 8 | 8 (66,7%) | 0,24 | 91,7 | 8,3 | ! NWG | 0,662 | 1,078 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 10 | 5 (45,5%) | 1,1 | 72,7 | 27,3 | + 0,405 | 1,68 | 2,168 |
| < 2 h | stationär | 11 | 10 | 6 (54,5%) | 0,99 | 90,9 | 9,1 | ! NWG | 1,1 | 1,496 |

8.5 Gießereihilfsmittel, Herstellung

Branche

Gießereihilfsmittel, Herstellung

Für die Herstellung von Formsanden für die Gießereiindustrie werden Sand und weitere Mineralien wie Aluminosilikate, Schamotte oder Magnesit eingesetzt. Weiterhin werden Bindemittel wie Tone, Wasserglas oder Zement benötigt. Zu entsprechenden Staubbelastungen kommt es z. B. beim Einfüllen, Mischen, Trocknen und Abfüllen der Produkte sowie bei der Reinigung der Anlagen.

Tabelle 8.5

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 30 | 11 | 0 | k. A. | 73,3 | 26,7 | 3,69 | 17 | 21,05 |
| ≥ 2 h | stationär | 14 | 8 | 6 (42,9%) | 0,73 | 92,9 | 7,1 | + 0,365 | 2,048 | 4,824 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 38 | 13 | 5 (13,2%) | 0,25 | 68,4 | 31,6 | 0,71 | 4,304 | 5,383 |
| ≥ 2 h | stationär | 14 | 8 | 7 (50%) | 0,25 | 92,9 | 7,1 | + 0,125 | 0,484 | 1,199 |
| < 2 h | an der Person | 6 *** | 4 ** | 1 (16,7%) | 0,81 | 33,3 | 66,7 | =-Werte: 0,4 bis 4,35 | | |

8.6 Schleif- und Poliermittel, Herstellung

Branche

Schleif- und Poliermittel (trocken), Herstellung

Schleif- und Polierpasten, Herstellung

Schleif- und Poliermittel für die Bearbeitung von Metall, Stein und Holz bestehen überwiegend aus Korunden (Aluminiumoxid), Siliciumcarbid oder Bornitrid. Sowohl bei der Herstellung (elektrothermische Verfahren) sowie der Weiterverarbeitung zu Schleif- und Polierkörpern sind entsprechende Staubexpositionen möglich.

Tabelle 8.6

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 35 | 8 | 8 (22,9%) | 0,71 | 85,7 | 14,3 | 2,11 | 12,2 | 16,175 |
| ≥ 2 h | stationär | 13 | 7 | 4 (30,8%) | 0,71 | 92,3 | 7,7 | + 0,657 | 3,96 | 6,86 |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 4 ** | 2 (22,2%) | 2 | 88,9 | 11,1 | =Werte: 2,36 bis 19,8 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 39 | 8 | 14 (35,9) | 0,25 | 84,6 | 15,4 | 0,295 | 1,453 | 2,712 |
| ≥ 2 h | stationär | 11 | 6 | 7 (63,6%) | 0,25 | 90,9 | 9,1 | ! NWG | 0,979 | 1,347 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 5 | 4 (36,4%) | 2 | 63,6 | 27,3 | + 0,75 | + 1,953 | 2,468 |

8.7 Gummiwaren, Herstellung und Verarbeitung

| Branche |
|------------------------------------------|
| Gummiwaren, Herstellung und Verarbeitung |
| Reifen, Herstellung und Runderneuerung |
| Gummiartikel (technische), Herstellung |
| Feingummiartikel (Latexprodukte u. ä.) |

In Gummimischungen werden eine Vielzahl von Roh- und Hilfsstoffen verarbeitet. Beispiele sind Kautschuk, Ruß, Alterungsschutzmittel, Vulkanisationshilfsmittel, Trennmittel und sonstige Zuschlagstoffe. Die Prozesse zur Herstellung von Gummiwaren sind Mischen, Kneten, Konfektionieren und Vulkanisieren sowie ggf. die Nach- und Weiterverarbeitung.

8.7.1 Einwiegen, Mischen

Die benötigten Roh-, Hilfs- und Zuschlagstoffe können sowohl vollautomatisch als auch manuell abgewogen werden. Bei der manuellen Einwaage werden die

Zuschlagstoffe z. B. aus Trommeln, Eimern oder Säcken mit einer Schaufel entnommen und offen auf einer Waage abgewogen. Die Abwiegeplätze sind hierbei meist mit einer Absaugeinrichtung versehen. Die Mischungen werden überwiegend auf Innenmischern hergestellt.

Abbildung 30: Einwiege und Mischplatz in der Gummiindustrie



Tabelle 8.7.1

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|--------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * | |
| E-Staub | | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 24 | 16 | 7 (29,2%) | 0,71 | 95,8 | 4,2 | 1 | 3,744 | 7,064 | |
| ≥ 2 h | stationär | 22 | 11 | 3 (13,6%) | 0,71 | 100 | 0 | 1 | 2,424 | 2,608 | |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 8 | 2 (22,2%) | 0,81 | 77,8 | 22,2 | =-Werte: 1,4 bis 132 | | | |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 5 | 4 (50%) | 3,3 | 87,5 | 12,5 | =-Werte: 1,32 bis 23,4 | | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 27 | 18 | 12 (44,4%) | 1,1 | 85,2 | 14,8 | + | 0,285 | 1,436 | 1,91 |
| ≥ 2 h | stationär | 19 | 10 | 6 (31,6%) | 0,26 | 94,7 | 5,3 | + | 0,24 | 0,992 | 1,13 |
| < 2 h | an der Person | 6 *** | 6 | 3 (50%) | 0,48 | 83,3 | 16,7 | =-Werte: 0,46 bis 2,68 | | | |
| < 2 h | stationär | 11 | 8 | 5 (45,5%) | 1,5 | 54,5 | 18,2 | + | 0,7 | 5,392 | 6,0845 |

8.7.2 Herstellung und Verarbeitung der Gummimischung

Die vorkonfektionierten Gummimischungen werden auf Knetern und Walzwerken weiterbearbeitet. Diese werden dann in unterschiedlicher Form (Rohlinge, Streifen, Platten, Formstücke oder Granulate) der weiteren Verarbeitung bzw. Konfektionierung zugeführt. Hier werden weitere Materialien, wie Stahlgewebe, Textildcord oder Metallteile zu sogenannten Halbzeugen eingearbeitet. Staubbelastungen treten überwiegend durch mechanische Prozesse wie Abrieb auf.

Abbildung 31: Verarbeitung der Gummimischung

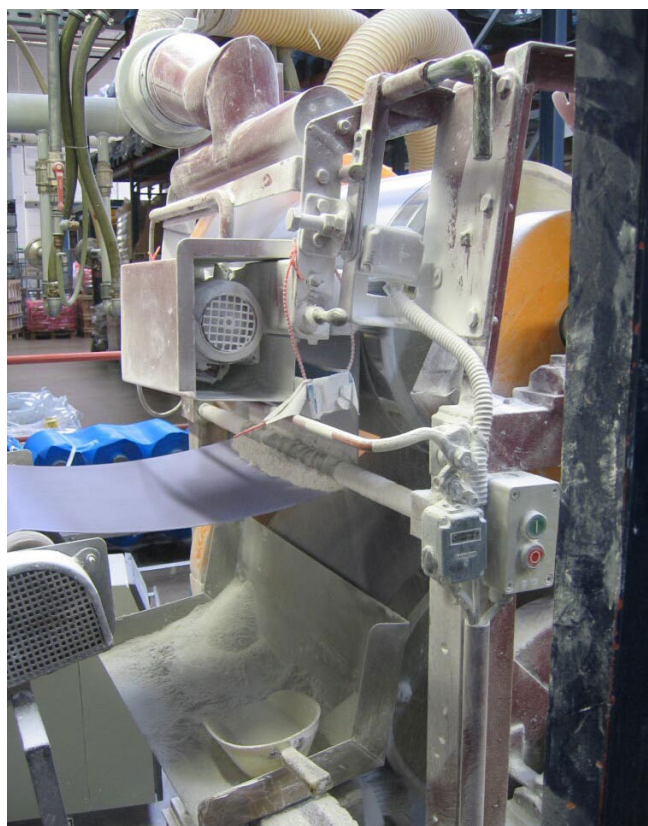


Tabelle 8.7.2

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 40 | 26 | 14 (35 %) | 0,72 | 95 | 5 | 0,76 | 3,35 | 4,1 |
| ≥ 2 h | stationär | 25 | 20 | 9 (36 %) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,43 | 3,335 | 5,317 |
| < 2 h | an der Person | 15 | 8 | 5 (33,3 %) | 2,9 | 86,7 | 13,3 | + 1,8 | 13,7 | 18,775 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 23 | 12 (42,9 %) | 1,17 | 96,4 | 3,6 | + 0,33 | + 1,12 | 1,2 |
| ≥ 2 h | stationär | 26 | 19 | 15 (57,7 %) | 0,25 | 96,2 | 3,8 | ! NWG | 0,378 | 0,502 |
| < 2 h | an der Person | 17 | 9 | 12 (70,6 %) | 2,8 | 76,5 | 5,9 | ! NWG | + 1,19 | + 1,865 |
| < 2 h | stationär | 7 *** | 7 | 4 (57,1 %) | 1 | 85,7 | 14,3 | =Werte: 0,41 bis 2,4 | | |

8.7.3 Vulkanisation

Die vorgefertigten Halbzeuge können entweder diskontinuierlich oder kontinuierlich vulkanisiert werden. Hierbei erfolgt die Vernetzung zum Gummi. Die Vulkanisation kann z. B. in Vulkanisierkesseln, Heizpressen, Heizschranken, Heizformen, UHF-Anlagen, Heißluftanlagen, Salzbadanlagen oder Trommel- und Bandvulkanisieranlagen erfolgen. Dabei treten Vulkanisationsdämpfe in unterschiedlichen Konzentrationen auf.

8.7.4 Bearbeitung: Nachbearbeiten von Gummiwaren

Nach dem Vulkanisationsprozess müssen einige Gummiwaren nachbearbeitet werden. Hierbei finden Verfahren wie Schleifen, Aufrauen, Bohren, Stanzen oder Schneiden Anwendung. Bei diesen Verfahren sind je nach Art des Verfahrens und örtlicher Gegebenheiten (z. B. Verwendung von Absaugungen) unterschiedliche Staubbelastungen möglich.

Tabelle 8.7.3

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 10 | 9 (50%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,355 | 2,22 | 2,793 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 8 *** | 6 | 0 | k. A. | 50 | 50 | =-Werte: 0,42 bis 9,6 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 13 | 15 (53,6%) | 0,25 | 96,4 | 3,6 | ! NWG | 0,442 | 0,596 |

Tabelle 8.7.4

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 12 | 5 (33,3%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,468 | 3,55 | 3,9 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 14 | 10 (58,8%) | 0,72 | 100 | 0 | ! NWG | 2,686 | 4,532 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 12 | 6 (37,5%) | 0,25 | 81,3 | 18,8 | 0,45 | 5,32 | 5,524 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 15 | 14 (70%) | 0,73 | 95 | 5 | ! NWG | + 0,365 | + 0,43 |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 7 | 7 (77,8%) | 1 | 88,9 | 11,1 | =-Werte: 0,86 bis 4,42 | | |

8.8 Faserverstärkte Kunststoffe, Herstellung und Verarbeitung

| Branche |
|-------------------------------------------------|
| Glasfaserverstärkte Kunststoffe, Herstellung |
| Carbonfaserverstärkte Kunststoffe, Herstellung |
| Carbonfaserverstärkte Kunststoffe, Verarbeitung |

Faserverstärkte Kunststoffe finden z. B. im Bereich des Formenbaus für Behälter, Rohrleitungen oder Fahrzeuge aller Art Anwendung. Glasfaser-, Kohlenstoff- oder anderweitige Gewebe werden mit Harzen wie Phenol- oder Epoxidharz getränkt und mittels Härtern chemisch ausgehärtet. Staubbelastungen können beispielsweise bei Tätigkeiten mit den Geweben aber insbesondere beim Nachbearbeiten auftreten.

8.8.1 Kunststoffteileherstellung und Kunststoffverarbeitung

Die Glasfaser-, Kohlenstoff- oder anderweitigen Gewebe müssen zugeschnitten oder gestanzt und in Formen eingepasst werden. Hierbei können je nach Verfahren und Fläche der Anwendung entsprechende Staubbelastungen auftreten.

Tabelle 8.8.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 17 | 8 | 10 (58,8%) | 0,72 | 100 | 0 | ! NWG | 3,356 | 4,643 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 11 | 8 (53,3%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,1 | 1,25 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 7 | 11 (68,8%) | 0,43 | 87,5 | 12,5 | ! NWG | 0,916 | 1,834 |
| ≥ 2 h | stationär | 12 | 9 | 10 (83,3) | 0,42 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,378 | 0,464 |

8.8.2 Spanende Bearbeitungsverfahren

Hergestellte faserverstärkte Kunststoffteile müssen häufig nachbearbeitet werden. Hierbei kommen Verfahren wie Schleifen, Sägen oder Bohren zum Einsatz. Je nach Art des Arbeitsverfahrens und örtlicher Gegebenheiten (z. B. Verwendung von Absaugungen) treten entsprechende Staubbelastungen auf.

Tabelle 8.8.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 40 | 22 | 18 (45%) | 0,72 | 85 | 15 | + 0,53 | 38,3 | 53 |
| ≥ 2 h | stationär | 11 | 8 | 6 (54,5%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,585 | 1,69 |
| < 2 h | an der Person | 12 | 5 | 4 (33,3%) | 1,5 | 66,7 | 33,3 | 3,7 | 26,62 | 44,48 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 41 | 21 | 25 (61%) | 1,25 | 82,9 | 17,1 | ! NWG | 3,23 | 5,484 |

8.9 Kunststoffe, Herstellung und Verarbeitung

Branche

Kunststoffdach- und Schweißbahnen, Herstellung

Kunststoff und Kunststoffschaum, Verarbeitung

Bleihaltige Stabilisatoren, Verwendung

Kunststoffformteile, Herstellung

Kunststoffspritzerei

Kunststofffolien, Herstellung

Kunststoffplanen, Herstellung

Bodenbeläge und PVC, Herstellung

Kunststoffhalbzeuge, Herstellung

Kunststoff und Kunststoffschaum, Herstellung

Dichtungen, Herstellung

Dichtungen, Verarbeitung

Film- und Folienherstellung

Kunststoffwaren, Herstellung

Fahrzeugsitze, Herstellung

Werbemittel, Herstellung

Schutzhelme, Herstellung

Fahrzeuginnenausstattung, Herstellung

Siebspann- und Schablonsenservice

Fenster, Türen und Fassadenelemente (Kunststoff), Herstellung

Fensterbau, Kunststoff

Bodenbeläge und Linoleum, Herstellung

Säurebau, Kunststoff- und Behälterbau

Säurebau

Boots- und Schiffsbau

Kunststoffe werden durch Polymerisation aus Monomeren hergestellt. Man unterscheidet Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere. Durch unterschiedlichste Möglichkeiten der Weiterverarbeitung wie Spritzgießen, Extrudieren oder Tiefziehen entsteht eine enorm breite Palette an Kunststoffendprodukten. Staubbelastungen treten vor allem bei den Schritten der Weiterverarbeitung auf.

8.9.1 Kunststoffeileherstellung: Extrudieren, Gießen, Kalandrieren, Laminieren (GFK), Prepreg und Schäumen

Kunststoffgranulate werden durch Erhitzen geschmolzen und auf unterschiedliche Weise in Form gebracht. Durch Abkühlung verfestigen sich die Kunststoffe wieder und die erzeugte Form bleibt erhalten. Die Herstellung von Schäumen erfolgt mittels chemischer Reaktionen, wie durch Umsetzung von Isocyanaten mit Polyolen oder anderweitigen Reaktionspartnern. Staubbelastungen können z. B. beim Dosieren der Kunststoffgranulate in die Maschinen und Vorlagenbehälter oder dem Zuschnitt von Matten (GFK) auftreten.

Abbildung 32: GFK-Matten zum Laminieren



Tabelle 8.9.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 191 | 131 | 82 (42,9%) | 7,3 | 98,4 | 1,6 | + 0,365 | + 3,456 | + 6,9 |
| ≥ 2 h | stationär | 262 | 152 | 157 (59,9%) | 2,5 | 100 | 0 | ! NWG | + 1,328 | 3,459 |
| < 2 h | an der Person | 29 | 20 | 12 (41,4%) | 5 | 69 | 31 | + 2,0625 | 17 | 26,325 |
| < 2 h | stationär | 28 | 19 | 11 (39,3%) | 12 | 85,7 | 10,7 | + 0,57 | + 10,14 | 12,02 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 161 | 116 | 92 (57,1%) | 1,25 | 93,8 | 6,2 | ! NWG | + 0,844 | 1,329 |
| ≥ 2 h | stationär | 229 | 138 | 171 (74,7%) | 1,25 | 96,5 | 3,5 | ! NWG | + 0,48 | + 0,683 |
| < 2 h | an der Person | 25 | 16 | 8 (32%) | 1 | 60 | 40 | + 0,6 | 12,865 | 13,85 |
| < 2 h | stationär | 29 | 19 | 21 (72,4%) | 5,4 | 65,5 | 10,3 | ! NWG | + 1,44 | + 3,244 |

Tabelle 8.9.1 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 85 | 57 | 50 (58,8%) | 1,25 | 95,3 | 4,7 | ! NWG | + 0,745 | + 1,123 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 54 | 49 | 35 (64,8%) | 1,18 | 94,4 | 5,6 | ! NWG | + 0,644 | + 1,154 |

8.9.2 Vorbereitung: Fördern, Füllen, Mischen, Wiegen

Mitunter müssen den Kunststoffgranulaten weitere Zuschlagstoffe zugemischt werden. Das Abwiegen erfolgt meist manuell, kann aber auch automatisiert sein. Die Abwiegeplätze sind hierbei meist nicht mit einer Absaug-

einrichtung versehen. Die Mischungen werden manuell oder automatisiert z. B. auf Taumelmischern hergestellt und entweder über Rohrleitungen oder auch manuell auf die Verarbeitungsmaschinen gegeben. Je nach Art der Tätigkeit und verwendeter Technologie können entsprechende Staubbelastungen auftreten.

Tabelle 8.9.2

| Probenaum-dauer | Probenaum-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 94 | 56 | 18 (19,1%) | 0,72 | 85,1 | 14,9 | 2,1 | 12,632 | 18,73 |
| ≥ 2 h | stationär | 171 | 73 | 56 (32,7%) | 0,72 | 98,2 | 1,8 | + 0,38 | 2,869 | 5,141 |
| < 2 h | an der Person | 32 | 20 | 8 (25%) | 6 | 81,3 | 18,8 | + 2,85 | 12,7 | 14,78 |
| < 2 h | stationär | 15 | 12 | 6 (40%) | 1,68 | 86,7 | 13,3 | + 0,77 | 11,15 | 21,875 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 105 | 59 | 28 (26,7%) | 1,27 | 76,2 | 22,9 | + 0,55 | 2,815 | 4,075 |
| ≥ 2 h | stationär | 143 | 66 | 88 (61,5%) | 1,31 | 93 | 5,6 | ! NWG | + 0,83 | + 1,276 |
| < 2 h | an der Person | 23 | 16 | 11 (47,8%) | 2 | 60,9 | 30,4 | + 0,88 | 3,111 | 8,534 |
| < 2 h | stationär | 20 | 15 | 11 (55%) | 0,59 | 70 | 30 | ! NWG | 2,32 | 2,7 |

Tabelle 8.9.2 a

| Probenaum-dauer | Erfassung | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|------------|-------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 63 | 39 | 14 (22,2%) | 0,72 | 87,3 | 12,7 | 2,1 | 12,44 | 18,07 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 13 | 8 | 1 (7,7%) | 0,7 | 84,6 | 15,4 | 1,795 | 18,632 | 24,955 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 58 | 33 | 16 (27,6%) | 1,1 | 77,6 | 22,4 | + 0,49 | 3,128 | 6,048 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 19 | 11 | 4 (21,1%) | 0,25 | 73,7 | 26,3 | 0,51 | 2,892 | 3,834 |

8.9.3 Zerkleinern: Mühlen

Zerkleinerungs- und Mahlprozesse werden vor allem im Bereich des Recyclings durchgeführt. Dies kann sortenrein auf kleinen Beistellmühlen erfolgen, wobei das Mahlgut wieder in den Produktionsprozess eingeht, oder

weniger sortenrein auf größeren Mahlanlagen, wobei hier meist das hergestellte Mahlgut in weiteren Arbeitsschritten wieder zu Granulat verarbeitet wird. Stäube können aus Öffnungen an der Mühle austreten, sowie bei Förder- und Abfüllprozessen auftreten.

Tabelle 8.9.3

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 20 | 18 | 9 (45%) | 0,71 | 90 | 10 | + 0,49 | 8,48 | 37,1 |
| ≥ 2 h | stationär | 43 | 30 | 26 (60,5%) | 0,88 | 93 | 7 | ! NWG | 2,509 | 9,558 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 19 | 18 (78,3%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,479 | + 0,585 |
| ≥ 2 h | stationär | 41 | 28 | 34 (82,9%) | 1,3 | 95,1 | 0 | ! NWG | + 0,385 | + 0,642 |

8.9.4 Verarbeitung von Kunststoffen

Kunststoffe können auf vielfältige Art und Weise verarbeitet werden. Hierzu zählen z. B. Verfahren wie Schneiden, Stanzen, Bohren, Fräsen, Drehen, Schleifen oder

Ähnliches. Je nach Art des Verarbeitungsverfahrens und örtlicher Gegebenheiten können entsprechende Staubbelastungen auftreten.

Tabelle 8.9.4

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 54 | 33 | 23 (42,6%) | 0,72 | 90,7 | 9,3 | + 0,41 | 5,486 | 17,275 |
| ≥ 2 h | stationär | 93 | 42 | 39 (41,9%) | 2,6 | 96,8 | 3,2 | + 0,355 | 4,116 | 7,265 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 6 | 1 (12,5%) | 0,73 | 75 | 25 | =-Werte: 0,5 bis 198 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 49 | 29 | 31 (63,3%) | 1,24 | 91,8 | 8,2 | ! NWG | + 0,865 | 1,581 |
| ≥ 2 h | stationär | 88 | 40 | 63 (71,6%) | 1,25 | 96,6 | 3,4 | ! NWG | + 0,66 | + 0,848 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 7 | 3 (27,3%) | 1,25 | 90,9 | 9,1 | + 0,632 | + 1,078 | 1,325 |
| < 2 h | stationär | 5 *** | 4 ** | 4 (80%) | 1,05 | 80 | 20 | =-Werte: 1,4 bis 1,4 | | |

Tabelle 8.9.4 a

| Probenahmedauer | Erfassung | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 28 | 18 | 12 (42,9%) | 0,72 | 85,7 | 14,3 | + 0,36 | 14,058 | 17,5 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 24 | 15 | 10 (41,7%) | 0,72 | 95,8 | 4,2 | + 0,63 | 2,064 | 4,116 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 26 | 18 | 17 (65,4%) | 1,24 | 92,3 | 7,7 | ! NWG | + 0,85 | 1,453 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 21 | 11 | 13 (61,9%) | 0,94 | 95,2 | 4,8 | ! NWG | + 0,65 | + 0,822 |

8.9.5 Nachbearbeitung von Kunststoffartikeln: Entgraten, Polieren, Schleifen

Bei der Herstellung von Kunststoffformteilen können durch die Herstellungsform beispielsweise Angüsse an den Kunststoffformteilen verbleiben. Diese werden oft

manuell mit einem Entgratewerkzeug entfernt. Weiterhin spielen Verfahren wie Polieren oder Schleifen eine bedeutende Rolle, um die gewünschte Produktqualität zu erzielen. Je nach Art des Verfahrens (manuell oder automatisch) sowie der örtlichen Gegebenheiten sind entsprechende Staubbelastungen möglich.

Tabelle 8.9.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 153 | 93 | 34 (22,2%) | 0,73 | 84,3 | 15,7 | 1,995 | 15,85 | 56,425 |
| ≥ 2 h | stationär | 96 | 47 | 40 (41,7%) | 0,74 | 97,9 | 2,1 | + 0,355 | 3,956 | 6,02 |
| < 2 h | an der Person | 29 | 20 | 13 (44,8%) | 2,86 | 89,7 | 10,3 | + 1,045 | 6,692 | 24,91 |
| < 2 h | stationär | 12 | 10 | 3 (25%) | 1,42 | 91,7 | 8,3 | + 0,99 | 3,68 | 9 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 162 | 102 | 71 (43,8%) | 1,25 | 85,2 | 14,8 | + 0,43 | 1,88 | 2,608 |
| ≥ 2 h | stationär | 91 | 45 | 64 (70,3%) | 1,25 | 96,7 | 3,3 | ! NWG | + 0,522 | + 0,745 |
| < 2 h | an der Person | 29 | 23 | 23 (79,3%) | 1,2 | 89,7 | 10,3 | ! NWG | + 0,712 | 2,453 |
| < 2 h | stationär | 13 | 10 | 8 (61,5%) | 1,43 | 76,9 | 15,4 | ! NWG | + 1,327 | 2,045 |

Tabelle 8.9.5 a

| Probenahmedauer | Erfassung | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 121 | 72 | 30 (24,8%) | 0,73 | 83,5 | 16,5 | 1,785 | 18,67 | 59,455 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 18 | 14 | 3 (16,7%) | 0,71 | 83,3 | 16,7 | 2,3 | 21,62 | 73,45 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 118 | 73 | 56 (47,5%) | 1,25 | 83,9 | 16,1 | + 0,3 | 1,882 | 2,628 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 20 | 16 | 9 (45%) | 1,11 | 85 | 15 | + 0,38 | 2,5 | 7,8 |

8.9.6 Nachbearbeitung von Kunststoffartikeln: Bohren, Fräsen, Sägen, Stanzen, Schneiden und in CNC-Maschinen

Beim Schneiden, Stanzen, Bohren, Fräsen, Drehen und Schleifen können je nach Art des Verarbeitungsverfahrens und örtlichen Gegebenheiten entsprechende Staubbelastungen auftreten.

Abbildung 33: Manuelles Nachbearbeiten von Kunststoffartikeln



Tabelle 8.9.6

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 116 | 71 | 63 (54,3%) | 0,72 | 100 | 0 | ! NWG | 3,06 | 4,418 |
| ≥ 2 h | stationär | 66 | 46 | 28 (42,4%) | 0,71 | 98,5 | 1,5 | + 0,355 | 1,566 | 2,75 |
| < 2 h | an der Person | 33 | 22 | 20 (60,6%) | 6,1 | 87,9 | 12,1 | ! NWG | 11,755 | 17,895 |
| < 2 h | stationär | 15 | 8 | 6 (40%) | 2,85 | 86,7 | 13,3 | + 1,13 | 21,145 | 34,325 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 128 | 71 | 99 (77,3%) | 1,25 | 96,9 | 3,1 | ! NWG | + 0,565 | + 0,858 |
| ≥ 2 h | stationär | 67 | 49 | 57 (85,1%) | 1,25 | 98,5 | 1,5 | ! NWG | + 0,431 | + 0,609 |
| < 2 h | an der Person | 35 | 20 | 23 (65,7%) | 3 | 60 | 25,7 | ! NWG | 4,15 | 9,275 |
| < 2 h | stationär | 13 | 8 | 11 (84,6%) | 1,9 | 76,9 | 7,7 | ! NWG | + 0,915 | + 1,72 |

8.9.7 Nachbehandlung: Bedrucken, Oberflächenbeschichtung

Zur Veredelung hergestellter Kunststoffprodukte können diese beispielsweise mit Aufdrucken versehen oder beschichtet werden. Die Aufdrucke können z. B. mittels Tampondruck oder Beschichtungen, wie durch Lackieren oder Bedampfung, aufgebracht werden. Vor allem beim Aufbringen von Beschichtungen sind Staubbelastungen möglich.

Tabelle 8.9.7

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 25 | 15 | 5 (20%) | 2,5 | 92 | 8 | + 1,415 | 7,7 | 29,727 |
| ≥ 2 h | stationär | 43 | 25 | 19 (44,2%) | 0,72 | 95,3 | 4,7 | + 0,355 | 3,822 | 8,068 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 4 ** | 3 (60%) | 1,8 | 80 | 20 | =-Werte: 9,2 bis 11,9 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 20 | 11 | 7 (35%) | 0,25 | 85 | 15 | 0,4 | 1,36 | 1,67 |
| ≥ 2 h | stationär | 39 | 23 | 23 (59%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,764 | 0,834 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 6 | 5 (71,4%) | 2,5 | 28,6 | 28,6 | =-Werte: 2,43 bis 556,6 | | |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 4 ** | 3 (50%) | 0,86 | 83,3 | 16,7 | =-Werte: 0,21 bis 4,49 | | |

8.9.8 Lagern, Transportieren, Verpacken

Durch Staubanhaftungen aus dem Produktionsprozess oder Abrieb von Verpackungsmaterialien (z. B. Papier oder Pappe) können auch bei Lager-, Transport- und Verpackungstätigkeiten entsprechende Staubbelastungen auftreten.

Tabelle 8.9.8

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 10 | 3 (18,8%) | 0,69 | 93,8 | 6,3 | 1 | 5,49 | 9,44 |
| ≥ 2 h | stationär | 40 | 21 | 13 (32,5%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,285 | 1,15 | 1,91 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 3 ** | 1 (20%) | 1,8 | 80 | 20 | =Werte: 0,84 bis 41,8 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 18 | 11 | 8 (44,4%) | 0,78 | 77,8 | 22,2 | + 0,34 | 1,876 | 1,969 |
| ≥ 2 h | stationär | 58 | 33 | 40 (69%) | 0,5 | 96,6 | 3,4 | ! NWG | + 0,344 | + 0,491 |

8.10 Elektrothermische Herstellung von Legierungen und Si-Verbindungen

Branche

Metalllegierungen (außer Si-Verbindungen), elektrothermische Herstellung

Si-Verbindungen, elektrothermische Herstellung

Durch elektrothermische Umsetzung von Sand werden z. B. Siliciumcarbid oder Reinsilicium hergestellt. Bei den vorbereitenden Mahl-, Trocken-, Sieb- oder Mischvorgängen können Staubbelastungen auftreten. Dies trifft auch auf die thermische Umsetzung sowie auf Ab- und Umfüllprozesse zu.

Abbildung 34: Anlage zur elektrothermischen Herstellung von Si-Verbindungen



Tabelle 8.10

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 8 | 3 (10,7%) | 0,71 | 92,9 | 7,1 | 2,71 | 8,25 | 13,496 |
| ≥ 2 h | stationär | 12 | 7 | 5 (41,7%) | 0,71 | 91,7 | 8,3 | + 0,52 | 3,384 | 7,998 |
| < 2 h | an der Person | 6 *** | 3 ** | 0 | k. A. | 66,7 | 33,3 | =Werte: 1,02 bis 19,7 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 4 ** | 3 (13%) | 0,23 | 47,8 | 52,2 | 1,24 | 3,641 | 3,829 |
| ≥ 2 h | stationär | 13 | 5 | 8 (61,5%) | 0,23 | 84,6 | 15,4 | ! NWG | 1,603 | 2,151 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 5 | 2 (18,2%) | 0,34 | 90,9 | 9,1 | 0,625 | 1,236 | 1,762 |

9 Holz-, Leder-, Papier-, Textilindustrie

9.1 Holzverarbeitung

| Branche |
|---------------------------------------------------------|
| Büromöbel, Herstellung |
| Sägewerk |
| Holzleimbinderherstellung |
| Holzformteileherstellung |
| Holzfasern und Holzspanplattenwerk |
| OSB-Plattenherstellung |
| Holzbearbeitung und -verarbeitung |
| Schreinerei, Tischlerei |
| Fensterbau, Holz |
| Holz Türenherstellung |
| Parkettherstellung |
| Laminatherstellung |
| Kisten-, Palettenbau |
| Möbelfabrikation |
| Bau- und Möbelschreinerei |
| Polstermöbel, Herstellung |
| Hobelwerk, Leistenfabrik |
| Schreib- und Zeichengerätherstellung |
| Holzbau, inkl. Holzschutz ohne Innenausbau, Herstellung |
| Zimmerei, Holzbau |

Bei den hier aufgeführten Messwerten handelt es sich um Stäube der A- und E-Fraktion, die überwiegend bei der Be- und Verarbeitung von Holzersatz- oder Verbundwerkstoffen mit geringem Holzanteil freigesetzt wurden und die bei der Probenahme vor Ort nicht eindeutig Holzstaub im Sinne der TRGS 553 „Holzstaub“ zugeordnet werden konnten.

9.1.1 Bohren, Drehen, Fräsen, Hobeln, Sägen (manuell und mit CNC-Maschinen)

Höhere Belastungen liegen vor allem bei der manuellen Bearbeitung von Werkstücken vor. Bei den CNC-Maschinen handelt es sich um stationäre Anlagen. Die Tätigkeiten der Beschäftigten beschränken sich hierbei in der Regel auf die Aufgabe und Abnahme der Werkstücke sowie die Überwachung und Steuerung der Anlage.

Die 90%-Werte liegen, unabhängig von der Probenahmedauer und -art, sowohl für den E- als auch für den A-Staub unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 9.1.1

| Probenaum-dauer | Probenaum-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 43 | 25 | 10 (23,3%) | 0,71 | 100 | 0 | 1,02 | 4,56 | 5,737 |
| ≥ 2 h | stationär | 21 | 16 | 7 (33,3%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,44 | 5,038 | 6,731 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 91 | 50 | 66 (72,5%) | 1,25 | 94,5 | 5,5 | ! NWG | + 0,68 | + 1,232 |
| ≥ 2 h | stationär | 35 | 26 | 23 (65,7%) | 1,25 | 97,1 | 2,9 | ! NWG | + 0,743 | + 1,005 |

9.1.2 Herstellung Holz: Bearbeiten, Montieren

Tabelle 9.1.2

| Probenaum-dauer | Probenaum-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 27 | 17 | 4 (14,8%) | 0,71 | 96,3 | 3,7 | 1,405 | 4,491 | 5,282 |
| ≥ 2 h | stationär | 24 | 16 | 8 (33,3%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,32 | 1,288 | 1,784 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 48 | 30 | 28 (58,3%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,836 | + 1,048 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 14 | 13 (65%) | 0,48 | 95 | 5 | ! NWG | 0,54 | 0,81 |
| < 2 h | an der Person | 6 *** | 3 ** | 3 (50%) | 1,37 | 83,3 | 0 | =-Werte: 0,38 bis 0,5 | | |

9.1.3 Polieren, Schleifen

Schleifen ist grundsätzlich eine staubintensive Tätigkeit. Expositionen oberhalb des Grenzwerts sowohl für A- als auch für E-Staub entstehen primär beim Einsatz von handgeführten Schleifwerkzeugen (elektrisch oder pneumatisch angetrieben), vor allem wenn es sich dabei um die Bearbeitung von großformatigen Werkstücken handelt. Die vorhandene Absaugung (in der Regel flexibles Erfassungselement) müsste optimalerweise konstant nahe an die Bearbeitungsstelle herangeführt werden. Dies ist aufgrund der Größe und Form der Werkstücke in der Praxis nicht immer möglich.

Der 90%-Wert für den A-Staub liegt bei den Messungen an der Person und bei einer Probenahmedauer oberhalb von zwei Stunden deutlich oberhalb des Grenzwerts.

Abbildung 35: Handschleifarbeiten mit abgesaugtem Handschleifklotz



Tabelle 9.1.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 94 | 58 | 10 (10,6%) | 0,71 | 92,6 | 7,4 | 2,02 | 8,642 | 12,821 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 12 | 2 (11,8%) | 0,71 | 100 | 0 | 1,19 | 3,959 | 5,284 |
| < 2 h | an der Person | 13 | 8 | 8 (61,5%) | 1,42 | 100 | 0 | ! NWG | 2,576 | 4,114 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 119 | 66 | 63 (52,9%) | 1,25 | 84 | 16 | ! NWG | 2,14 | 3,09 |
| ≥ 2 h | stationär | 31 | 21 | 19 (61,3%) | 0,83 | 93,5 | 6,5 | ! NWG | + 0,514 | 1,0335 |

Tabelle 9.1.3 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 72 | 48 | 9 (12,5%) | 0,71 | 91,7 | 8,3 | 2,42 | 8,656 | 15,702 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 16 | 12 | 1 (6,3%) | 0,71 | 93,8 | 6,3 | 1,33 | 3,018 | 5,668 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 98 | 59 | 50 (51%) | 1,25 | 82,7 | 17,3 | ! NWG | 2,278 | 3,251 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 17 | 12 | 11 (64,7%) | 0,78 | 94,1 | 5,9 | ! NWG | 1,162 | 1,284 |

9.1.4 Kleben, Oberflächenbeschichtung

Tabelle 9.1.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 25 | 21 | 3 (12%) | 0,71 | 96 | 4 | 1,195 | 4,115 | 5,418 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 8 | 6 (35,3%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,417 | 3,816 | 5,952 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 32 | 21 | 23 (71,9%) | 1,25 | 96,9 | 3,1 | ! NWG | + 0,6 | + 0,728 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 8 | 9 (56,3%) | 1,06 | 93,8 | 6,3 | ! NWG | + 0,7 | 1,078 |

9.1.5 Lagern, Transportieren, Verpacken

Die 90-%-Werte für die E- und A- Fraktion liegen, unabhängig von der Probenahmeart, deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 9.1.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 8 | 3 (30%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,42 | 1,31 | 1,725 |
| ≥ 2 h | stationär | 10 | 6 | 1 (10%) | 0,65 | 100 | 0 | + 0,325 | 1,18 | 1,4 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 14 | 12 | 11 (78,6%) | 0,95 | 92,9 | 7,1 | ! NWG | + 0,413 | + 0,797 |
| ≥ 2 h | stationär | 60 | 24 | 28 (46,7%) | 1,15 | 100 | 0 | + 0,05 | + 0,2 | + 0,37 |

9.2 Papier und Pappe, Herstellung und Verarbeitung

Branche

Papier und Pappe, Herstellung und Verarbeitung

Verpackungsmittel aus Papier und Pappe, Herstellung

Bei der Herstellung und Verwendung von Papier und Pappe kann es auf vielfältige Weise zu Staubbelastungen kommen. Papier besteht aus Faserstoffen, die größtenteils aus pflanzlichen Fasern (Holz, Hadern etc.) oder Altpapier stammen. Zusätzlich werden für die Papiererzeugung diverse Hilfsstoffe eingesetzt, z. B. Füllstoffe, Leime, Arbeitstoffe, Retentionsmittel, Streichmassen oder Nassfestmittel.

Grundsätzlich können hohe Papierstaubexpositionen bei Tätigkeiten mit großen Papiermengen entstehen, insbesondere bei deren mechanischer Bearbeitung durch Abriss und Abrieb. In allen Bereichen führen zudem Reinigungsprozesse zu Staubbelastungen – vor allem, wenn sie mit Druckluft ausgeführt werden. Hinzu kommen abgelagerte Papierstäube, die z. B. infolge Innenraumaktivitäten in die Raumluft aufgewirbelt werden.

9.2.1 Ausrüsten

Die auf den Papier- und Kartonmaschinen erzeugten maschinenbreiten Rollen oder auch Bögen werden in der Ausrüstung für die Weiterverarbeitung vorbereitet. Papierstaub entsteht hier primär beim Rollen- und Formatschneiden sowie dem Verpacken als weitgehend kontinuierliche E-Staub-Exposition, die jedoch selten die Höhe des ASGW überschreitet.

Tabelle 9.2.1

| Probendauer | Probearart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 53 | 32 | 19 (35,8%) | 0,71 | 88,7 | 11,3 | 0,865 | 9,998 | 14,105 |
| ≥ 2 h | stationär | 144 | 61 | 15 (10,4%) | 0,71 | 95,1 | 4,9 | + 0,355 | 5,11 | 9,628 |
| < 2 h | stationär | 37 | 18 | 12 (32,4%) | 5,71 | 94,6 | 5,4 | + 0,615 | + 3,772 | 9,051 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 16 | 12 | 12 (75%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,294 | + 0,389 |
| ≥ 2 h | stationär | 77 | 40 | 52 (67,5%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,223 | 0,284 |
| < 2 h | stationär | 26 | 13 | 23 (88,5%) | 0,36 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,264 | 0,39 |

9.2.2 Hygieneartikelherstellung

Tissue-Papier, ein saugfähiges, feingekrepptes Hygiene-papier aus Zellstoff, wird meist mehrlagig für Toiletten-papier, Küchenpapier, Papierservietten und Papierta-schentücher verwendet. Die Staubentwicklung bei der industriellen Erzeugung und Verarbeitung von Hygie-neartikeln bzw. Tissue-Papieren unterschreitet in der Regel – bei Schichtbezug – die ASGW. Aufgrund der sehr dünnen und leichten Papierstruktur treten aber vermehrt Abrisse verbunden mit Staubaufwirbelungen auf. Die regelmäßig durchzuführenden Reinigungsarbeiten – mit Hilfe von Druckluft – können somit kurzzeitig hohe Staub-entwicklungen verursachen.

Tabelle 9.2.2

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 9 | 3 (13%) | 0,83 | 95,7 | 4,3 | 2,67 | 5,938 | 8,604 |
| ≥ 2 h | stationär | 47 | 13 | 10 (21,3%) | 0,83 | 95,7 | 4,3 | + 0,79 | 3,587 | 5,346 |
| < 2 h | stationär | 16 | 4 ** | 1 (6,3%) | 0,53 | 100 | 0 | 0,69 | 1,52 | 2,47 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 6 | 9 (56,3%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,25 | 0,28 |

9.2.3 Papier-, Karton- und Pappenerzeugung

In den Papier- und Kartonmaschinen wird die Bahn von der Blattbildung bis zur Aufrollung oder dem Bogenausleger über Walzen, Siebe und Filze geführt. Hier sind es vor allem Abrieb, Abriss und ggf. Schneidprozesse, die Papierstäube freisetzen und häufig luftgrenzwertige Expositionen gegenüber E-Staub verursachen können. Insbesondere die regelmäßig durchzuführenden Reinigungsprozesse der Maschinen – mit Hilfe von Druckluftlanzen – verursachen erhebliche Staubentwicklungen.

Tabelle 9.2.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 31 | 18 | 13 (41,9%) | 0,72 | 77,4 | 22,6 | 1,19 | 20,55 | 27,31 |
| ≥ 2 h | stationär | 54 | 27 | 7 (13%) | 0,71 | 87 | 13 | 1,43 | 16,06 | 23,18 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 8 | 2 (20%) | 0,77 | 60 | 40 | 4,84 | 52,8 | 54,85 |
| < 2 h | stationär | 21 | 11 | 7 (33,3%) | 0,53 | 81 | 19 | + 0,315 | 21,86 | 29,455 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 14 | 9 | 12 (85,7%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,571 | + 0,625 |
| ≥ 2 h | stationär | 29 | 20 | 24 (82,8%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,163 | + 0,245 |
| < 2 h | stationär | 20 | 9 | 15 (75%) | 0,53 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,265 | + 0,39 |

9.2.4 Roh- und Fertigstoffaufbereitung

Im Bereich der Stoffaufbereitung entstehen Stäube haupt- sächlich beim Rohstofftransport. Der Papierrohstoff wird lose oder in Ballenform über Aufgabe- und Eintragbander sowie ggf. durch Drahtscheren und Brecher zu den Aufbe- reitungsmaschinen oder Stofflosern transportiert. Bei die- sen Tätigkeiten setzen Schneid- und Vereinzelnungsprozes- se durch ihre Fallhöhen Papierstube frei. Bei einzelnen, kurzzeitig auftretenden Tätigkeiten können berschrei- tungen des ASGW hinsichtlich der E-Staub-Exposition auftreten.

Tabelle 9.2.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 7 *** | 6 | 4 (57,1%) | 0,71 | 85,7 | 14,3 | =-Werte: 1,95 bis 21 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 19 | 14 | 3 (15,8%) | 0,71 | 94,7 | 5,3 | 0,8 | 6,727 | 7,634 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 4 ** | 1 (20%) | 1,43 | 60 | 40 | =-Werte: 8,02 bis 37,7 | | |
| < 2 h | stationär | 32 | 9 | 17 (53,1%) | 17,1 | 68,8 | 25 | ! NWG | 18,6 | 25,24 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 11 | 8 (50%) | 0,25 | 100 | 0 | + 0,125 | 0,856 | 0,918 |

9.2.5 Rohstofflager

Auch bei Umschlag­tätigkeiten im Rohstofflager kann der Fahrbetrieb durch Abrieb und Aufwirbelungen erhöhte E-Staub-Expositionen verursachen.

Tabelle 9.2.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 7 | 3 (20 %) | 0,71 | 86,7 | 13,3 | 1,665 | 9,9 | 17,225 |
| ≥ 2 h | stationär | 34 | 15 | 0 | k. A. | 97,1 | 2,9 | 0,74 | 6,624 | 9,016 |
| < 2 h | stationär | 20 | 12 | 2 (10 %) | 0,53 | 85 | 15 | 2,49 | 10,9 | 12,3 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 40 | 18 | 24 (60 %) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,21 | 0,28 |
| < 2 h | stationär | 14 | 8 | 7 (50 %) | 0,36 | 92,9 | 7,1 | + 0,18 | 0,766 | 1,253 |

9.3 Druckerei

| Branche |
|---------------------------------|
| Druckerei |
| Elektronische Post (Laserdruck) |

An Rollenschneideinrichtungen und Falzapparaten von Zeitungs-, Offset- und Tiefdruckrotationsdruckmaschinen fällt – je nach Konsistenz des eingesetzten Papiers – durch die Schneid- und Falzprozesse Papierstaub an. Stand der Technik sind stationäre Absauganlagen an den Kreismessern.

Bei der Herstellung von Taschenbüchern, Katalogen und Broschüren in der Druckweiterverarbeitung muss der Buchrücken vor der Verklebung mit dem Umschlag gleichmäßig gefräst werden, um eine haltbare Verklebung zu gewährleisten. Der dabei entstehende Papierstaub wird in der Regel direkt an der Fräse abgesaugt und in Zyklonen abgeschieden.

Papierstaub entsteht in der Weiterverarbeitung auch an Zerkleinerungsanlagen von Papierabfällen und wird ebenfalls nach der Absaugung über Zykclone abgeschieden und zu Stangen gepresst.

Tabelle 9.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 56 | 34 | 35 (62,5%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,172 | 1,606 |
| ≥ 2 h | stationär | 81 | 49 | 47 (58%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 0,749 | 2,378 |
| < 2 h | stationär | 55 | 24 | 14 (25,5%) | 2,86 | 96,4 | 3,6 | + 0,465 | 4,145 | 5,94 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 44 | 28 | 39 (88,6%) | 0,71 | 97,7 | 2,3 | ! NWG | + 0,329 | + 0,5 |
| ≥ 2 h | stationär | 82 | 48 | 64 (78%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,234 | + 0,299 |
| < 2 h | stationär | 44 | 20 | 36 (81,8%) | 1 | 97,7 | 2,3 | ! NWG | + 0,472 | + 0,516 |

9.4 Lederindustrie

| Branche |
|-------------------------------|
| Ledererzeugung |
| Gerberei |
| Lederverarbeitung |
| Autosattlerei |
| Schuhherstellung |
| Schuhmacherei, Schuhreparatur |
| Orthopädie-Schuhmacherei |
| Orthopädietechnik |

Zur Lederindustrie zählen einerseits handwerkliche Tätigkeiten, andererseits industrielle Fertigungsverfahren der Lederbearbeitung.

9.4.1 Polieren, Schleifen, Fräsen

Schuhmacher arbeiten mit einer großen Materialvielfalt. Während früher Leder, Chromleder und Gummi dominierte, verarbeiten sie heute vorwiegend verschiedene Arten von Kunststoffen wie Crepe, Porogummi, EVA, PUR, TR, Latex, PVC, Polystrol, Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP). Sie verfügen über eigens für das Schuhmacherhandwerk formulierte Klebstoffe, die sich reversibel verkleben lassen. Schleif- und Klebearbeiten sind folglich die Haupttätigkeiten im aktuell vorherrschenden Reparaturbetrieb, der häufig auch mit anderen Handwerkstätigkeiten und möglichen Staubbelastungen, z. B. der Schlüsselreproduktion oder Gravierarbeiten, gemischt vorkommt (Arbeitsplatz Schuhbar).

In der industriellen Schuhherstellung treten – mit anderen Branchen vergleichbar – bei Schleif-, Fräs- und Polierarbeiten mit schnellaufenden Werkzeugen Staubbelastungen auf. In Abhängigkeit von geeigneten Absauganlagen können vereinzelt kurzzeitig höhere E-Staub-Konzentrationen auftreten.

Tabelle 9.4.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 32 | 24 | 21 (65,6%) | 0,71 | 96,9 | 3,1 | ! NWG | 2,172 | 4,214 |
| ≥ 2 h | stationär | 23 | 19 | 12 (52,2%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,1 | 1,185 |
| < 2 h | an der Person | 13 | 11 | 9 (69,2%) | 1,55 | 84,6 | 15,4 | ! NWG | 22,069 | 53,55 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 37 | 24 | 30 (81,1%) | 1,2 | 91,9 | 8,1 | ! NWG | + 0,648 | 1,383 |
| ≥ 2 h | stationär | 21 | 17 | 14 (66,7%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,359 | 0,427 |
| < 2 h | an der Person | 14 | 11 | 12 (85,7%) | 1,18 | 92,9 | 7,1 | ! NWG | + 0,644 | 1,22 |

9.4.2 Weitere Arbeitsbereiche in der Lederindustrie, Schuhherstellung, -reparatur und der Orthopädie

Die für die Lederindustrie vorliegenden Daten zu sonstigen Arbeitsbereichen lassen exemplarisch qualitative Aussagen zur Staubbelastung bei einzelnen Verfahren zu:

- **Stollmaschine:** Um die innere Verspannung im Leder zu lösen, werden die trockenen Leder einzeln in der Stollmaschine behandelt. Das Stollen hat eine weichmachende Wirkung. Nachdem die Leder den Stollvorgang durchlaufen haben, werden sie auf einen Bock gestapelt. Stäube entstehen während des Stollvorgangs.
 - **Falzmaschine:** Beim Falzen werden mit rotierenden Messern Lederhäute auf eine einheitliche Dicke gebracht. Die Beschäftigten führen die Leder mehrmals in die Falzmaschine ein und stapeln die fertig gefalzten Leder auf einer Palette. Die Staubentwicklung entsteht beim Falzen in der Maschine.
 - **Lederschleifmaschine:** In der Lederschleifmaschine werden die Leder mit Hilfe von Schleifpapier aufgeraut.
- Die Leder werden nacheinander aufgegeben und anschließend auf einen Bock gestapelt. Die Staubentwicklung entsteht durch den Abrieb beim Schleifen.
- **Millfässer:** Das Millen oder Walken ist ein Verfahren zum Weichmachen von Leder. Die Beschäftigten befüllen die Millfässer mit den trockenen Ledern. Nach dem Millvorgang werden die Leder auf Böcken gestapelt. Die Staubentwicklung entsteht durch das Freisetzen anhaftender Partikel beim Herausnehmen der Leder.
 - **Abwiegen von Gerbereihilfsstoffen und Reinigungsarbeiten:** An Waagen werden pulverförmige Gerbereihilfsstoffe manuell umgefüllt und gewogen. Kurzzeitig können – wie auch bei Reinigungsarbeiten – hohe Staubbelastungen auftreten, falls keine geeigneten Bindemittel oder Absauganlagen genutzt werden.
 - **Bearbeiten von Gipsformen in der Orthopädie:** In der Orthopädie-Schuhmacherei und der Orthopädietechnik kann es durch das Bearbeiten der Gipsformen kurzzeitig zu erhöhten A- und E-Staub-Konzentrationen kommen.

Tabelle 9.4.2

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 47 | 24 | 33 (70,2%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,216 | 1,662 |
| ≥ 2 h | stationär | 39 | 20 | 26 (66,7%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,089 | 2,624 |
| < 2 h | an der Person | 13 | 9 | 3 (23,1%) | 2,86 | 61,5 | 38,5 | 4,21 | 77,16 | 127,125 |
| < 2 h | stationär | 10 | 4 ** | 10 (100%) | 4,76 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | ! NWG |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 38 | 24 | 34 (89,5%) | 0,66 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,314 | + 0,39 |
| ≥ 2 h | stationär | 45 | 22 | 27 (60%) | 0,94 | 97,8 | 2,2 | ! NWG | + 0,455 | + 0,723 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 9 | 6 (60%) | 5,95 | 60 | 20 | ! NWG | 7,06 | 17,23 |
| < 2 h | stationär | 14 | 6 | 11 (78,6%) | 1,66 | 92,9 | 0 | ! NWG | + 0,644 | + 0,767 |

9.5 Textilindustrie, Textilrecycling

| Branche |
|-----------------------------------------------------------|
| Beflocken |
| Spinnstoffe wie Rohbaumwolle (außer Asbest), Aufbereitung |
| Spinnerei und Weberei |
| Textilveredlung |
| Verbandstoffe, Herstellung |
| Textilgewerbe, sonstige |
| Vliesstoffherstellung |
| Bekleidungsindustrie, allgemein |
| Bügelei, Näherei |
| Textilrecycling |

9.5.1 Herstellung, Textilien

Bei der Herstellung von Textilien werden in Spinnereien aus Fasern Garne erzeugt. Webereien fertigen auf Webmaschinen aus Kett- und Schussfäden Gewebe. Ein weiteres technisch wichtiges textiles Flächengebilde sind die sogenannten Vliesstoffe. Bei den Prozessen werden durch die starke mechanische Bearbeitung neben Flusen (grobdisperse Partikel) auch A- und E-Stäube freigesetzt.

Tabelle 9.5.1

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 127 | 63 | 41 (32,3%) | 1,06 | 92,9 | 7,1 | + 0,75 | 4,186 | 14,655 |
| ≥ 2 h | stationär | 195 | 90 | 106 (54,4%) | 0,72 | 99 | 1 | ! NWG | 1,645 | 2,527 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 129 | 62 | 67 (51,9%) | 0,25 | 96,1 | 3,9 | ! NWG | 0,678 | 1,025 |
| ≥ 2 h | stationär | 193 | 87 | 109 (56,5%) | 0,25 | 96,9 | 3,1 | ! NWG | 0,537 | 0,88 |

9.5.2 Oberflächenbeschichtung

Zu den Verfahren der Oberflächenbeschichtung zählt neben dem Färben und dem Bedrucken von Textilien das Aufbringen spezieller Beschichtungen, um den Textilien spezielle Eigenschaften zu verleihen. Bei diesen Prozessen ist, bedingt durch mechanische Belastungen der Materialien, mit einer Freisetzung von Stäuben zu rechnen.

9.5.3 Schneiden, Stanzen

Werden Textilien weiterverarbeitet, werden besonders bei der mechanischen Bearbeitung wie Schneid- und Stanzvorgängen Stäube freigesetzt. Dies gilt vor allem für den Bereich des Textilrecyclings, der Aufbereitung von Alt-Textilien. Die so wiedergewonnenen Rohstoffe werden in der Putzlappen-, Reißspinnstoff-, Vliesstoff und Papierindustrie eingesetzt.

Tabelle 9.5.2

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 11 | 6 (40%) | 0,71 | 86,7 | 13,3 | + 0,427 | 8,14 | 12 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 13 | 14 (87,5%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,017 | 2,812 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 9 | 8 (66,7%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,29 | 0,404 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 12 | 13 (81,3%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,744 | 0,798 |

Tabelle 9.5.3

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 17 | 15 (65,2%) | 0,72 | 95,7 | 4,3 | ! NWG | 2,525 | 3,235 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 19 | 22 (78,6%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,355 | + 0,388 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 16 | 20 (87%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,205 | 0,52 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 19 | 24 (85,7%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,125 | + 0,125 |

10 Metallerzeugung, Gießereien

10.1 Gießereien

| Branche |
|-------------------------------------------------|
| Eisen- und Stahlgießerei, gemischte |
| Eisengießerei |
| Stahlgießerei |
| Nichteisen (NE)-Metallgießerei, gemischte |
| Leichtmetallgießerei |
| Schwermetallgießerei |
| Eisen-, Stahl- und NE-Metallgießerei, gemischte |
| Zulieferer für die Gießereiindustrie |
| Servicearbeiten für die Gießereiindustrie |

Gießereien sind Industriebetriebe, die sich mit der Formgebung durch Gießen befassen. Beim Gießen wird flüssiger Werkstoff, die Schmelze, in Formen gegossen und erstarrt dort zu einem meist metallischen Gussstück. Man unterscheidet je nach Gießverfahren zwischen Sand-, Masken-, Kokillen-, Druck-, Schleuder-, Strang- und Kunstgießerei. Nach der Gießwerkstoffgruppe wird außerdem

zwischen Eisen-, Temper-, Stahl- und Nichteisen-Metallgießereien unterschieden. Gießereien ermöglichen für eine große Produktpalette den kürzesten und direktesten Weg der Formgebung metallischer Erzeugnisse.

10.1.1 Kernmacherei

Um Aussparungen oder Hohlräume im Gussstück herzustellen, werden sogenannte Kerne benötigt. Man unterscheidet zerstörbare Kerne wie Sandkerne, die nur für einen einzigen Abguss dienen und beim Ausleeren des Gussstückes aus der Form oder beim Putzen zerstört werden. Zudem gibt es sogenannte Dauerkerne aus metallischen Werkstoffen, die wiederholt verwendbar sind. Seit 1990 sind die meisten Kernmaschinen eingehaust bzw. abgesaugt. Die angeschlossenen Sandmischer wurden ebenfalls gekapselt. Die Sandzuführung, früher offene Trichter mit großer Fallhöhe, wurden bis 1990 kontinuierlich in geschlossene Systeme umgewandelt.

Der 90 %-Wert für den E-Staub liegt, unabhängig von der Probenahmeart, unterhalb des Grenzwerts. Probleme bereitet dagegen die Einhaltung des Grenzwerts für den A-Staub.

Tabelle 10.1.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 132 | 78 | 13 (9,8%) | 0,71 | 95,5 | 4,5 | 2,16 | 6,348 | 9,058 |
| ≥ 2 h | stationär | 113 | 67 | 10 (8,8%) | 0,71 | 97,3 | 2,7 | 1,185 | 4,254 | 7,0445 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 180 | 94 | 58 (32,2%) | 1,25 | 87,8 | 12,2 | + 0,5 | 1,49 | 1,88 |
| ≥ 2 h | stationär | 129 | 72 | 43 (33,3%) | 1,25 | 93 | 7 | + 0,385 | + 1,01 | 1,587 |
| < 2 h | stationär | 11 | 5 | 2 (18,2%) | 2,14 | 9,1 | 81,8 | + 1,815 | 2,866 | 3,0575 |

Tabelle 10.1 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 120 | 64 | 44 (36,7%) | 1,25 | 90,8 | 9,2 | + 0,43 | + 1,14 | 1,68 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 52 | 36 | 12 (23,1%) | 1,22 | 80,8 | 19,2 | + 0,6 | 1,672 | 2,136 |

10.1.2 Formerei

Bei der Herstellung von Gießformen, speziell Sandformen, unterscheidet man zwischen Hand- und Maschinenformen. Zum Handformen zählt die Herstellung von Sandformen für kleinere Gussstücke auf der Formbank bzw. dem Formtisch oder das Bodenformen in der Formgrube. Beim Maschinenformen werden Formmaschinen mit Modellplatten verwendet.

Die 90-%-Werte liegen, unabhängig von der Probenahmedauer, für die Messungen an der Person für beide Stauffraktionen oberhalb der Grenzwerte.

Tabelle 10.1.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 246 | 117 | 1 (0,4%) | 0,71 | 88,2 | 11,8 | 4,02 | 11,3 | 20,4 |
| ≥ 2 h | stationär | 171 | 91 | 4 (2,3%) | 0,71 | 93 | 7 | 2,995 | 8,395 | 13,165 |
| < 2 h | an der Person | 14 | 10 | 0 | k. A. | 78,6 | 21,4 | 4,05 | 11,76 | 13,12 |
| ≥ 2 h | stationär | 38 | 12 | 0 | k. A. | 97,4 | 2,6 | 3,24 | 7,076 | 9,341 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 296 | 132 | 38 (12,85) | 1,25 | 65,5 | 34,5 | + 0,97 | 2,22 | 2,844 |
| ≥ 2 h | stationär | 185 | 95 | 19 (10,3%) | 1,25 | 78,4 | 21,6 | + 0,785 | 1,595 | 2,612 |
| < 2 h | an der Person | 15 | 12 | 1 (6,7%) | 1,29 | 73,3 | 20 | + 0,885 | 2,835 | 4,388 |
| < 2 h | stationär | 58 | 21 | 2 (3,4%) | 0,55 | 44,8 | 55,2 | 1,3 | 3,254 | 4,135 |

Tabelle 10.1.2 a

| Probenahmedauer | Erfassung | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 75 | 51 | 1 (1,3) | 0,71 | 90,7 | 9,3 | 3,095 | 9,54 | 13,5 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 147 | 78 | 0 | k. A. | 87,8 | 12,2 | 4,345 | 11,96 | 18,145 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 87 | 58 | 11 (12,6%) | 1,25 | 62,1 | 37,9 | + 0,95 | 2,126 | 2,478 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 184 | 92 | 18 (9,8%) | 1,25 | 66,8 | 33,2 | + 0,98 | 2,23 | 2,832 |

10.1.3 Schmelzerei

Zur Formgebung durch Gießen müssen die Werkstoffe, besonders Metalle und ihre Legierungen, durch Schmelzen in den flüssigen Zustand gebracht werden. Das Schmelzen der festen Metalle und Legierungen erfolgt unter Wärmezufuhr im Schmelzofen. Unterschiedliche gütetechnische Anforderungen werden durch die geeignete Art der Flammenführung oder durch Behandlung mit chemisch oder physikalisch wirkenden Mitteln erreicht. Bedingt durch die hohen Temperaturen während der Schmelzphase entsteht eine Vielzahl von Reaktionen, die zeit-

weise zu großen Mengen an aufsteigendem Rauch führen können. Der bei thermischen Prozessen (wie Schmelzen) entstehende Rauch besteht weitestgehend aus Partikeln der A-Fraktion.

Sowohl der an der Person als auch der stationär gemessene 90%-Wert für den E-Staub liegt bei einer Probenahmedauer ≥ 2 Stunden unterhalb des Grenzwerts. Der 90%-Wert für den A-Staub liegt dagegen, unabhängig von der Probenahmedauer, sowohl an der Person als auch stationär gemessen deutlich oberhalb des Grenzwerts.

Tabelle 10.1.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 138 | 85 | 6 (4,3%) | 0,71 | 97,1 | 2,9 | 3,48 | 8,09 | 8,85 |
| ≥ 2 h | stationär | 139 | 75 | 8 (5,8%) | 0,71 | 97,1 | 2,9 | 1,97 | 6,053 | 8,984 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 7 | 3 (30%) | 5,36 | 70 | 30 | + 1,85 | 17,5 | 23,35 |
| < 2 h | stationär | 46 | 16 | 1 (2,2%) | 1,34 | 84,8 | 15,2 | 4,98 | 11,54 | 16,94 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 131 | 84 | 23 (17,6%) | 1,25 | 58,8 | 41,2 | + 1,055 | 2,69 | 3,199 |
| ≥ 2 h | stationär | 122 | 68 | 18 (14,8%) | 0,93 | 75,4 | 24,6 | + 0,66 | 2,138 | 2,648 |
| < 2 h | an der Person | 13 | 9 | 4 (30,8%) | 2 | 46,2 | 38,5 | + 0,86 | 15,312 | 25,8 |
| < 2 h | stationär | 74 | 24 | 6 (8,1%) | 0,65 | 27 | 73 | 2,3 | 6,812 | 8,812 |

Tabelle 10.1.3 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 100 | 70 | 16 (16%) | 1,25 | 63 | 37 | + 0,9 | 2,69 | 3,06 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 24 | 17 | 6 (25%) | 1,25 | 50 | 50 | + 0,93 | 2,712 | 3,996 |

10.1.4 Gießhalle, allgemeiner Betrieb

Gießen ist das Einbringen eines flüssigen Werkstoffs in eine Form, in der er unter dem Einfluss der Schwerkraft, der Fliehkraft oder unter Druck in eine dem gewünschten Fertigerzeugnis entsprechende Form gefüllt wird, um darin zu erstarren. Durch die Zersetzung der Bindemittel und

die Verbrennung von Gießgasen entstehen beim Gießen und Abkühlen größere Mengen an rauchförmig vorliegenden Gefahrstoffen.

Die 90%-Werte liegen, unabhängig von der Probenahmedauer und -art, sowohl für den E- als auch für den A-Staub deutlich oberhalb der Grenzwerte.

Tabelle 10.1.4

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 151 | 97 | 1 (0,7%) | 0,71 | 78,1 | 21,9 | 4,585 | 19,18 | 31,6 |
| ≥ 2 h | stationär | 157 | 83 | 7 (4,5%) | 0,71 | 86 | 14 | 3,015 | 12 | 16,96 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 7 | 0 | k. A. | 72,7 | 27,3 | 4,68 | 18,09 | 21,5 |
| < 2 h | stationär | 12 | 3 ** | 0 | k. A. | 66,7 | 33,3 | 4,69 | 44,12 | 63,28 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 169 | 106 | 7 (4,1%) | 1,25 | 63,3 | 36,7 | + 0,96 | 3,297 | 4,264 |
| ≥ 2 h | stationär | 145 | 82 | 18 (12,4%) | 1,25 | 76,6 | 23,4 | + 0,685 | 2,13 | 2,672 |
| < 2 h | an der Person | 22 | 12 | 8 (36,4%) | 5 | 45,5 | 40,9 | + 1,15 | + 2,628 | + 4,127 |
| < 2 h | stationär | 61 | 19 | 1 (1,6%) | 0,47 | 27,9 | 72,1 | 1,67 | | 4,846 |

Tabelle 10.1.4 a

| Probenahmedauer | Erfassung | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 83 | 59 | 1 (1,2%) | 0,71 | 78,3 | 21,7 | 3,66 | 14,44 | 19,285 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 54 | 41 | 0 | k. A. | 75,9 | 24,1 | 5,33 | 28,68 | 37,07 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 90 | 65 | 4 (4,4%) | 1,05 | 64,4 | 35,6 | + 0,99 | 1,8 | 2,625 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 63 | 44 | 3 (4,8%) | 1,25 | 60,3 | 39,7 | + 1 | 4,121 | 5,437 |

10.1.5 Gießbetrieb

Sowohl der an der Person als auch der stationär gemessene 90-%-Wert für den E-Staub liegt – besonders bei

einer Probenahmedauer von ≥ 2 Stunden – unterhalb des Grenzwerts. Der 90-%-Wert für den A-Staub liegt, unabhängig von der Probenahmedauer und -art, dagegen deutlich oberhalb des Grenzwerts.

Tabelle 10.1.5

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | 50-%-Wert * | 90-%-Wert * | 95-%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 255 | 132 | 33 (12,9%) | 0,72 | 94,1 | 5,9 | 2,18 | 7,005 | 10,85 |
| ≥ 2 h | stationär | 256 | 131 | 46 (18%) | 1,25 | 98,8 | 1,2 | + 1,23 | 4,374 | 6,802 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 10 | 2 (18,2%) | 14,3 | 72,7 | 18,2 | + 3,31 | + 9,985 | + 14,08 |
| < 2 h | stationär | 12 | 6 | 0 | k. A. | 100 | 0 | 3 | 6,21 | 6,898 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 254 | 137 | 46 (18,1%) | 1,25 | 73,2 | 26,8 | + 0,73 | 2,188 | 3,111 |
| ≥ 2 h | stationär | 276 | 135 | 53 (19,2%) | 1,25 | 83,3 | 16,7 | + 0,58 | 1,676 | 2,7 |
| < 2 h | an der Person | 19 | 13 | 8 (42,1%) | 5 | 47,4 | 26,3 | + 1,123 | 7,808 | 8,69 |
| < 2 h | stationär | 28 | 14 | 3 (10,7%) | 2 | 39,3 | 57,1 | + 1,27 | 2,282 | 3,212 |

Tabelle 10.1.5 a

| Probenahmedauer | Erfassung | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | 50-%-Wert * | 90-%-Wert * | 95-%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 154 | 80 | 21 (13,6%) | 0,72 | 92,9 | 7,1 | 1,81 | 7,356 | 11,7 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 84 | 55 | 9 (10,7%) | 0,72 | 96,4 | 3,6 | 2,5 | 5,404 | 7,932 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 150 | 82 | 30 (20%) | 1,25 | 72,7 | 27,3 | + 0,73 | 2,28 | 3,615 |
| < 2 h | Erf = nein | 86 | 55 | 12 (14%) | 1,25 | 73,3 | 26,7 | + 0,72 | 1,984 | 2,68 |

10.1.6 Putzen, mechanisch

Putzen ist der Oberbegriff für alle Arbeiten am rohen Gussstück, das nach dem Abkühlen aus der Gießform kommt. Es wird dabei von anhaftenden Form- und Kernsandresten befreit. Man unterscheidet das „Rohputzen“ und das „Feinputzen“. Das Putzen erfolgt in der Regel mit einem schnell laufenden Winkelschleifer. Die beim Putzen

freiwerdenden Partikel besitzen eine hohe kinetische Energie; eine Absaugung kann sie nur dann erfassen, wenn der Partikelstrahl weitestgehend in Richtung der Erfassungseinrichtung gerichtet ist.

Die 90-%-Werte sowohl für E- als auch für A-Staub liegen beim Putzen mit Winkelschleifer, unabhängig von der Probenahmedauer und -art, erheblich über den Grenzwerten.

Tabelle 10.1.6

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | 50-%-Wert * | 90-%-Wert * | 95-%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 372 | 169 | 36 (9,7%) | 0,72 | 76,1 | 23,9 | 4,15 | 20,3 | 33,26 |
| ≥ 2 h | stationär | 190 | 92 | 12 (6,3) | 0,71 | 83,2 | 16,8 | 2,74 | 15,3 | 24 |
| < 2 h | an der Person | 46 | 24 | 1 (2,2%) | 0,73 | 45,7 | 54,3 | 10,5 | 81,96 | 107,23 |
| < 2 h | stationär | 26 | 14 | 0 | k. A. | 61,5 | 38,5 | 5,55 | 21,78 | 31,08 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 399 | 179 | 65 (16,3%) | 1,25 | 59,4 | 40,6 | + 0,98 | 4,105 | 6,0255 |
| ≥ 2 h | stationär | 204 | 103 | 53 (26%) | 1,25 | 75,5 | 24,5 | + 0,54 | 2,74 | 3,736 |
| < 2 h | an der Person | 48 | 26 | 10 (20,8%) | 1,67 | 16,7 | 70,8 | 3,25 | 14,16 | 24,9 |
| < 2 h | stationär | 50 | 19 | 3 (6%) | 0,94 | 30 | 70 | 1,81 | 6,3 | 10,55 |

Tabelle 10.1.6 a

| Probenahmedauer | Erfassung | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 253 | 131 | 23 (9,1 %) | 0,72 | 75,9 | 24,1 | 4,32 | 19,07 | 31,285 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 105 | 59 | 11 (10,5 %) | 0,71 | 80 | 20 | 3,28 | 17,9 | 35,45 |
| < 2 h | Erf = ja | 29 | 13 | 1 (3,4 %) | 0,73 | 48,3 | 51,7 | 10,075 | 37,86 | 63,195 |
| < 2 h | Erf = nein | 15 | 9 | 0 | k. A. | 40 | 60 | 12 | 109,55 | 126,75 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 279 | 142 | 38 (13,6 %) | 1,25 | 58,1 | 41,9 | + 1,035 | 3,962 | 5,856 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 105 | 65 | 25 (23,8 %) | 1,25 | 65,7 | 34,3 | + 0,75 | 4,91 | 7,428 |
| < 2 h | Erf = ja | 30 | 17 | 8 (26,7 %) | 1,5 | 23,3 | 63,3 | 2,74 | 7,13 | 12,85 |
| < 2 h | Erf = nein | 17 | 10 | 2 (11,8 %) | 1,67 | 5,9 | 82,4 | 6,01 | 23,4 | 30,845 |

10.1.7 Putzen, Strahlen

Zum Feinputzen gehört das abschließende Strahlen mit Strahlmitteln aus Metall, Nichteisenmetall (früher auch Quarzsand), Korund oder Kunststoffen, die auf die Guss- oder Werkstücke geblasen oder geschleudert werden.

Die 90%-Werte für E- und besonders A-Staub liegen bei den Messungen an der Person erheblich über den Grenzwerten.

Tabelle 10.1.7

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 74 | 43 | 12 (16,2%) | 0,72 | 85,1 | 14,9 | 2,18 | 12,1 | 16,01 |
| ≥ 2 h | stationär | 57 | 34 | 2 (3,5%) | 0,71 | 98,2 | 1,8 | 1,615 | 5,601 | 6,404 |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 5 | 0 | k. A. | 55,6 | 44,4 | =-Werte: 1,61 bis 27,5 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 82 | 50 | 16 (19,5%) | 1,25 | 69,5 | 30,5 | + 0,71 | 2,922 | 4,221 |
| ≥ 2 h | stationär | 57 | 34 | 10 (17,5%) | 1,25 | 86 | 14 | + 0,595 | 1,362 | 1,696 |
| < 2 h | stationär | 17 | 7 | 2 (11,8%) | 0,48 | 41,2 | 58,8 | 1,42 | 3,569 | 3,801 |

Tabelle 10.1.7 a

| Probenahmedauer | Erfassung | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|------------|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 60 | 36 | 12 (20%) | 0,72 | 86,7 | 13,3 | 1,64 | 11,5 | 15,8 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 13 | 8 | 0 | k. A. | 76,9 | 23,1 | 6,925 | 12,2 | 13,9 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 66 | 42 | 15 (22,7%) | 1,25 | 74,2 | 25,8 | + 0,61 | 2,85 | 4,123 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 15 | 10 | 1 (6,7%) | 0,2 | 46,7 | 53,3 | 1,39 | 2,775 | 3,485 |

10.1.8 Bohren, Drehen, Hobeln

Tabelle 10.1.8

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 25 | 6 | 6 (24%) | 0,71 | 96 | 4 | 1,295 | 4,695 | 7,997 |
| ≥ 2 h | stationär | 8 *** | 5 | 0 | k. A. | 87,5 | 12,5 | =-Werte: 0,14 bis 15,6 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 7 *** | 5 | 2 (28,6%) | 1,25 | 71,4 | 28,6 | =-Werte: 0,42 bis 2,02 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 10 | 5 | 4 (40%) | 1,25 | 100 | 0 | + 0,39 | + 0,63 | + 0,76 |

10.1.9 Sandaufbereitung

Die Sandaufbereitung ist die Herstellung eines formgerechten Fertigsands für die Sand- oder Maskenformerei bzw. Kernmacherei. Im Bereich der Sandgießerei dient im Allgemeinen der beim Ausleeren der Gussstücke anfallende Altsand als Basissand für den Fertigsand, das heißt der Altsand wird wiederverwertet und entsprechend aufbereitet. Der Altsandanteil, der an Sieb- und Absaugeinrichtungen ausgeschieden oder mit Gussstücken ausgetragen

wird, muss durch entsprechenden Neusandzusatz ergänzt werden. Die Sandaufbereitung umfasst folgende Schritte: Sammeln des Altsands, Beseitigung von Sandknollen und metallischen Verunreinigungen, Kühlung des Altsands, Mischen mit ergänzenden Zusätzen von Bindern, Wasser, Neusand und sonstigen qualitätsverbessernden Stoffen.

Die 90%-Werte liegen, unabhängig von der Probenahmedauer und -art, sowohl für E-Staub als auch für A-Staub oberhalb der Grenzwerte.

Tabelle 10.1.9

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 50 | 32 | 3 (6%) | 0,71 | 72 | 28 | 5,48 | 18,5 | 28,3 |
| ≥ 2 h | stationär | 29 | 19 | 1 (3,4%) | 0,25 | 86,2 | 13,8 | 2,22 | 12,3 | 21,74 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 56 | 36 | 8 (14,3%) | 1,25 | 73,2 | 26,8 | + 0,89 | 2,042 | 2,626 |
| ≥ 2 h | stationär | 29 | 20 | 5 (17,2%) | 1,25 | 86,2 | 13,8 | + 0,715 | 1,383 | 1,841 |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 3 ** | 1 (16,7%) | 0,38 | 16,7 | 83,3 | =-Werte: 2,58 bis 4,6 | | |

Tabelle 10.1.9 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 29 | 20 | 3 (10,3%) | 0,71 | 75,9 | 24,1 | 3,86 | 16,52 | 23,175 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 12 | 9 | 0 | k. A. | 66,7 | 33,3 | 5,62 | 15,4 | 17,78 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 31 | 22 | 6 (19,4%) | 0,96 | 87,1 | 12,9 | + 0,64 | 1,41 | 1,774 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 17 | 12 | 2 (11,8%) | 1,25 | 58,8 | 41,2 | + 0,995 | 3,061 | 3,182 |

10.1.10 Flurförderzeuge, Transport, Lagerarbeiten

Tabelle 10.1.10

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 17 | 11 | 5 (29,4 %) | 0,71 | 94,1 | 5,9 | 1,565 | 4,253 | 6,298 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 14 | 4 (25 %) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,28 | 4,626 | 5,282 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 14 | 7 (30,4 %) | 0,4 | 91,3 | 8,7 | 0,47 | 1,075 | 1,286 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 15 | 6 (35,3 %) | 0,63 | 88,2 | 11,8 | + 0,2 | 1,304 | 1,617 |

10.1.11 Kontrolle, Prüfstände

Tabelle 10.1.11

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 14 | 13 | 4 (28,6 %) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,59 | 4,342 | 5,119 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 9 | 1 (10 %) | 0,25 | 60 | 40 | 0,89 | 1,77 | 3,99 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 14 | 4 (22,2 %) | 1,02 | 88,9 | 11,1 | + 0,2 | 1,538 | 2,785 |

10.1.12 Feingießerei

Tabelle 10.1.12

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 19 | 9 | 2 (10,5%) | 0,71 | 100 | 0 | 2,87 | 5,816 | 7,273 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 19 | 10 | 5 (26,3%) | 0,25 | 89,5 | 10,5 | 0,49 | 1,247 | 1,984 |
| ≥ 2 h | stationär | 7 *** | 5 | 1 (14,3%) | 0,25 | 85,7 | 14,3 | ==Werte: 0,11 bis 1,37 | | |

10.2 Metallerzeugung

| Branche |
|-------------------------------------|
| Hochofen-, Stahl- und Warmwalzwerke |
| Hochofen |
| E-Stahlwerk |
| Blasstahlwerke (AOD, OBM) |
| Umschmelzverfahren (ESU-Verfahren) |
| Walzwerke, allgemein |
| Stabstahlwalzwerk |
| Drahtwalzwerk |
| Blechwalzwerk |
| Rohrwalzwerk |
| Profilwalzwerk |
| Warmwalzwerk |
| Kaltwalzwerk |
| NE-Metallerzeugung (außer Blei) |
| Aluminium-Hütten |

Das Eisenerz wird aufbereitet und im Hochofen zu Roheisen umgewandelt. Dieses Roheisen wird in Stahlwerken, z. B. dem Siemens-Martin-Stahlwerk oder Elektro-Stahlwerk, in geeigneten Schmelzöfen unter Zusatz von Schrott

geschmolzen und zu Stahl verarbeitet. Mit Expositionen gegenüber Stäuben im Hochofen-Stahl- und Walzwerksbereich ist in der Ofen- und Gießhalle, an den Kokillen und in der Putzerei zu rechnen. Weitere Expositionen treten beim Umgang mit Schlacken, bei Instandhaltungsarbeiten an Tiegeln und Öfen sowie beim Ausbrechen und Ausmauern mit feuerfesten Materialien auf.

10.2.1 Gießen, Schmelzen

Der bei thermischen Prozessen wie Schmelzen und Gießen entstehende Rauch besteht weitestgehend aus Partikeln der A-Fraktion. Sowohl der an der Person als auch der stationär gemessene 90%-Wert für den E-Staub liegt bei einer Probenahmedauer ≥ 2 Stunden deutlich unterhalb des Grenzwerts. Der an der Person gemessene 90%-Wert für den A-Staub liegt dagegen deutlich oberhalb des Grenzwerts.

Abbildung 36: Brammenstranggussanlage



Tabelle 10.2.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 20 | 11 | 1 (5%) | 0,25 | 90 | 10 | 1,22 | 5,89 | 13,8 |
| ≥ 2 h | stationär | 93 | 22 | 12 (12,9%) | 0,71 | 96,8 | 3,2 | 1,375 | 4,835 | 5,819 |
| < 2 h | stationär | 21 | 5 | 0 | k. A. | 81 | 19 | 3,73 | 30,56 | 32,795 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 14 | 10 | 1 (7,1%) | 0,19 | 71,4 | 28,6 | 0,99 | 1,648 | 5,66 |
| ≥ 2 h | stationär | 84 | 21 | 17 (20,2%) | 1,19 | 90,5 | 9,5 | + | + | 1,702 |
| < 2 h | stationär | 19 | 4 ** | 1 (5,3%) | 0,88 | 21,1 | 78,9 | 2,745 | 5,412 | 9,825 |

10.2.2 Drahtziehen, Walzen

Tabelle 10.2.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 46 | 20 | 10 (21,7%) | 0,71 | 91,3 | 8,7 | 1,05 | 6,994 | 18,57 |
| ≥ 2 h | stationär | 74 | 20 | 14 (18,9%) | 0,71 | 98,6 | 1,4 | + 0,64 | 3,578 | 4,708 |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 2 ** | 0 | k. A. | 87,5 | 12,5 | =-Werte: 1,6 bis 10,2 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 41 | 20 | 16 (39%) | 0,95 | 85,4 | 14,6 | + 0,352 | 2,328 | 3,284 |
| ≥ 2 h | stationär | 79 | 25 | 34 (43%) | 0,91 | 91,1 | 8,9 | + 0,195 | 1,146 | 1,855 |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 5 | 1 (11,1%) | 0,36 | 55,6 | 44,4 | =-Werte: 0,72 bis 11,4 | | |

Tabelle 10.2.2 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 21 | 8 | 5 (23,8%) | 0,71 | 90,5 | 9,5 | 0,75 | 6,235 | 20,841 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 20 | 11 | 5 (25%) | 0,71 | 95 | 5 | 1,14 | 5,04 | 7,84 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 16 | 7 | 6 (37,5%) | 0,25 | 87,5 | 12,5 | + 0,25 | 1,644 | 3,108 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 20 | 12 | 10 (50%) | 0,95 | 90 | 10 | + 0,29 | 1,1 | 1,5 |

10.2.3 Schleifen

Schleifen ist grundsätzlich eine staubintensive Tätigkeit. Expositionen oberhalb des Grenzwerts sowohl für A- als auch für E-Staub entstehen primär beim Einsatz von handgeführten Schleifwerkzeugen (elektrisch oder pneumatisch angetrieben), besonders wenn es sich dabei um die Bearbeitung von großformatigen Werkstücken handelt.

Die 90%-Werte der Messungen an der Person liegen für beide Staubfraktionen deutlich oberhalb der Grenzwerte.

10.2.4 Spanende Bearbeitung (ohne Schleifen)

Bei der spanenden Bearbeitung wird weitestgehend im Nassverfahren unter Einsatz eines Kühlschmierstoffs gearbeitet. Es entstehen überwiegend gröbere, nicht einatembare Späne. Sowohl die an der Person als auch die stationär gemessenen 90%-Werte liegen bei einer Probenahmedauer ≥ 2 Stunden für beide Staubfraktionen unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 10.2.3

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 24 | 14 | 4 (16,7%) | 0,71 | 83,3 | 16,7 | 1,46 | 21,84 | 36 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 11 | 1 (6,7%) | 0,71 | 93,3 | 6,7 | + 0,7 | 6,725 | 15,0275 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 14 | 8 (38,1%) | 1,25 | 76,2 | 23,8 | + 0,395 | 2,668 | 3,187 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 11 | 4 (26,7%) | 0,25 | 86,7 | 13,3 | + 0,225 | 1,465 | 3,145 |

Tabelle 10.2.4

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 11 | 7 | 6 (54,5%) | 0,71 | 81,8 | 18,2 | ! NWG | 9,655 | 15,855 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 11 | 7 (38,9%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,355 | 1,276 | 1,964 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 5 | 5 (50%) | 1,25 | 100 | 0 | + 0,625 | + 1,04 | + 1,085 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 10 | 9 (52,9%) | 1,06 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,488 | + 0,633 |

10.2.5 Lagern, Transportieren, Verpacken

Tabelle 10.2.5

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 13 | 5 | 8 (61,5%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,301 | 1,77 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 7 *** | 6 | 1 (14,3%) | 0,25 | 85,7 | 14,3 | =-Werte: 0,26 bis 1,4 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 34 | 15 | 14 (41,2%) | 0,63 | 97,1 | 2,9 | + 0,1 | + 0,313 | 0,7 |

11 Metallbearbeitung und -verarbeitung, Maschinen- und Fahrzeugbau

11.1 CNC-Bearbeitungsmaschinen für Metall (branchenübergreifend)

Bei den CNC-Bearbeitungsmaschinen handelt es sich um stationäre Anlagen; sie sind in der Regel eingehaust und werden abgesaugt. Die Bearbeitung erfolgt weitestgehend im Nassverfahren unter Einsatz eines Kühlschmierstoffs. Die Tätigkeiten der Beschäftigten beschränken sich auf die Aufgabe und Abnahme der Werkstücke sowie die Bedienung und Überwachung der Anlage.

Sowohl die an der Person als auch die stationär gemessenen 90-%-Werte liegen bei einer Probenahmedauer von ≥ 2 Stunden für beide Staubfraktionen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | 50-%-Wert * | 90-%-Wert * | 95-%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 166 | 109 | 81 (48,8%) | 0,72 | 99,4 | 0,6 | + 0,355 | 3,124 | 4,885 |
| ≥ 2 h | stationär | 131 | 90 | 52 (39,7%) | 0,72 | 98,5 | 1,5 | + 0,355 | 1,753 | 4,156 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 154 | 100 | 95 (61,7%) | 1,25 | 94,8 | 5,2 | ! NWG | + 0,668 | 1,256 |
| ≥ 2 h | stationär | 128 | 90 | 70 (54,7%) | 1 | 96,9 | 3 ,1 | ! NWG | + 0,592 | 1,016 |
| < 2 h | stationär | 13 | 6 | 2 (15,4%) | 0,29 | 30,8 | 69,2 | 1,47 | 2,225 | 2,607 |

11.2 Hartmetallherstellung und -verarbeitung

Branche

Hartmetalle, Eisenpulver, Herstellung und Verarbeitung

Hartmetalle sind Legierungen aus metallischen Hartstoffen (Karbide) und einem Bindematerial. Als Hartstoffe werden überwiegend Wolfram (WC), Titan (TiC), Tantal (TaC), Chrom (CrC) und andere Karbide verwendet. Als Bindematerial kommen Kobalt (Co), Nickel (Ni), Eisen (Fe) und Nickel-Chrom (NiCr) zum Einsatz. Hauptsächlich werden Hartmetalle in der Kombination Wolframkarbid und Kobalt (WC + Co) hergestellt.

Pulver aus Karbid und dem gewählten Binder werden in der gewünschten Zusammensetzung gemischt und vermahlen. Im nächsten Schritt wird das Pulver in einer Sprühtrocknungsanlage getrocknet. Das Hartmetallgranulat wird dann in Form gepresst. Anschließend kann der Pressling (Grünling) formgebend mechanisch bearbeitet werden. Abschließend erfolgt die Sinterung des Grünlings bei ca. 1300 bis 1500 °C.

11.2.1 Füllen, Mahlen, Mischen, Wiegen

Beim Einsatz einer Erfassungsanlage beim Füllen, Mahlen, Mischen und Wiegen liegen die an der Person gemessenen 90%-Werte für beide Staubfraktionen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.2.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 98 | 34 | 20 (20,4%) | 0,72 | 91,8 | 8,2 | 1,28 | 7,518 | 11,23 |
| ≥ 2 h | stationär | 31 | 17 | 12 (38,7%) | 0,71 | 96,8 | 3,2 | + 0,27 | 2,5 | 3,99 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 85 | 28 | 49 (57,6%) | 1,25 | 89,4 | 10,6 | ! NWG | 1,26 | 1,847 |
| ≥ 2 h | stationär | 33 | 17 | 23 (69,7%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,701 | + 0,911 |

Tabelle 11.2.1 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 77 | 28 | 16 (20,8%) | 0,71 | 92,2 | 7,8 | 1,115 | 5,478 | 11,03 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 15 | 8 | 4 (26,7%) | 0,72 | 86,7 | 13,3 | 2,305 | 11,165 | 14,4 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 65 | 22 | 41 (63,1%) | 1,11 | 89,2 | 10,8 | ! NWG | + | 1,805 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 14 | 8 | 6 (42,9%) | 1,25 | 92,9 | 7,1 | + | 1,11 | 1,377 |

11.2.2 Formgebung

Die 90-%-Werte liegen sowohl für die Messungen an der Person als auch für die stationären Messungen für beide Staubfraktionen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.2.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 75 | 28 | 30 (40%) | 0,72 | 100 | 0 | + | 0,485 | 2,33 |
| ≥ 2 h | stationär | 47 | 19 | 31 (66%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 0,78 | 0,87 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 70 | 26 | 56 (80%) | 0,25 | 98,6 | 1,4 | ! NWG | 0,47 | 0,65 |
| ≥ 2 h | stationär | 39 | 19 | 32 (82,1%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + | 0,262 |

11.2.3 Spanende Bearbeitungsverfahren

Bei den spanenden Bearbeitungsverfahren wird weitestgehend im Nassverfahren – unter Einsatz eines Kühlschmierstoffs – gearbeitet. Es entstehen überwiegend gröbere, nicht einatembare Späne. Sowohl die an der Person als auch die stationär gemessenen 90%-Werte liegen für beide Staubfraktionen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.2.3

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 78 | 29 | 37 (47,4%) | 0,72 | 98,7 | 1,3 | + 0,36 | 3,142 | 4,648 |
| ≥ 2 h | stationär | 33 | 20 | 23 (69,7%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,667 | 1,0505 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 71 | 27 | 54 (76,1%) | 0,97 | 94,4 | 5,6 | ! NWG | + 0,569 | 1,051 |
| ≥ 2 h | stationär | 34 | 19 | 26 (76,5%) | 0,25 | 94,1 | 5,9 | ! NWG | 0,396 | 1,145 |

11.3 Metallbearbeitung, Maschinen- und Fahrzeugbau

| Branche |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anlagen- und Gerätebau (Metall) |
| Anlagenbau, Herstellung von Anlagen |
| Apparatebau |
| Armaturen, Herstellung |
| Behälterbau |
| Einzelhandel mit Kraftwagen |
| Einzelhandel mit Kraftwagenteilen, -zubehör und -reifen |
| Einzelhandel mit Zweirädern, Zweiradteilen, -zubehör und -reifen |
| Elektromaschinenbau |
| Fahrzeugbau |
| Flugzeugbau |
| Formgebungsverfahren, sonstige |
| Gesenkschmiede |
| Großhandel mit Fahrzeugen, Maschinen, maschinellen Einrichtungen und zugehörigem technischen Bedarf (außer Reifen und Gummiartikeln) |
| Hammerwerk |
| Herstellung von Fahrzeugaufbauten |
| Herstellung von Fenstern, Türen, Fassadenelementen (Metall) |
| Herstellung von Teilen für Kraftwagen und -motoren (Automobilzulieferung) |
| Industriemontage |
| Kältetechnik, Herstellung |
| Landmaschinenbau |
| Maschinen- und Fahrzeugbau, allgemein |
| Maschinenbau |
| Massivumformung (Gesenk- und Freiformschmieden) |
| Metallbearbeitung und -verarbeitung, allgemein |
| Oberflächenveredelung und Härtung |
| Profilierereien, allgemein |
| Pulverbeschichten |
| Pulverbeschichtung, -kaschieren, Beflocken |
| Rohrherstellung, allgemein |

| Branche |
|-------------------------------|
| Schienenherstellung |
| Schiffbau |
| Schleiferei (von Metallwaren) |
| Schlosserei |
| Schmieden, allgemein |
| Schmiedepresswerk |
| Stahl- und Leichtmetallbau |
| Stahlbau |
| Stahlhochbau |
| Strangpresserei, allgemein |
| Umwelttechnik, Herstellung |
| Werkzeugbau |
| Ziehereien, allgemein |

Metalle werden mit zahlreichen Bearbeitungsverfahren umgeformt, getrennt und gefügt; Stoffeigenschaften werden geändert und somit Werkstücke hergestellt. Zum Trennen gehört die spanende Bearbeitung mit geometrisch bestimmten Schneiden, z. B. Drehen, Bohren, Hobeln, Sägen, Fräsen und Feilen sowie mit geometrisch unbestimmten Schneiden, z. B. Schleifen, Honen, Läppen, Polieren und Strahlen. Zu den Fügetechniken gehören die unterschiedlichen Schweiß- und Lötverfahren. Die Stoffeigenschaften eines Metalls können unter anderem durch Härten oder Anlassen verändert werden.

11.3.1 Erodieren

Das Erodieren ist ein thermisches, spanendes oder abtragendes Fertigungsverfahren, mit dem an stationären Anlagen mit großer Präzision leitfähiges Material ohne Berücksichtigung der Härte bearbeitet werden kann. Bei den elektrischen Entladevorgängen zwischen Werkzeug (Elektrode) und Werkstück wird Werkstückmaterial durch die hohe Temperatur verdampft und liegt in der Praxis somit rauchförmig vor. Der beim Prozess entstehende Rauch wird in der Regel mit einem flexiblen Erfassungselement – nahe an der Entstehungsstelle positioniert – abgesaugt. Da Erodieranlagen vorwiegend automatisch betrieben werden, halten sich die Beschäftigten in der Regel nur kurzzeitig (z. B. Kontrollgänge, Störungsbeseitigung) im direkten Bereich der Anlagen auf. Messungen an

der Person wurden aus diesem Grund nicht durchgeführt; sämtliche Messwerte wurden stationär ermittelt.

Die 90%-Werte liegen sowohl für den E- als auch für den A-Staub deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.3.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 11 | 10 | 6 (54,5%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 0,926 | 1,8 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 12 | 10 | 10 (83,3%) | 1,13 | 91,7 | 8,3 | ! NWG | + 0,552 | 1,255 |

11.3.2 Schneiden, Stanzen

Tabelle 11.3.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 71 | 46 | 43 (60,6%) | 0,72 | 98,6 | 1,4 | ! NWG | 1,97 | 2,538 |
| ≥ 2 h | stationär | 57 | 42 | 32 (56,1%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 0,859 | 1,666 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 68 | 47 | 44 (64,7%) | 0,26 | 98,5 | 1,5 | ! NWG | 0,46 | 0,5 |
| ≥ 2 h | stationär | 52 | 39 | 40 (76,9%) | 1,23 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,525 | + 0,606 |

11.3.3 Bohren, Drehen, Fräsen, Hobeln

Bei diesen Bearbeitungsverfahren wird weitestgehend im Nassverfahren unter Einsatz eines Kühlschmierstoffs gearbeitet. Es entstehen überwiegend gröbere, nicht einatembare Späne. Sowohl die an der Person als auch die stationär gemessenen 90%-Werte liegen bei einer Probenahmedauer ≥ 2 Stunden deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.3.3

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|-------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 167 | 108 | 73 (43,7%) | 0,73 | 98,8 | 1,2 | 0,74 | 3,352 | 4,944 |
| ≥ 2 h | stationär | 121 | 80 | 57 (47,1%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,355 | 1,337 | 2,373 |
| < 2 h | stationär | 14 | 5 | 2 (14,3%) | 0,09 | 100 | 0 | 1,08 | 2,478 | 2,739 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 153 | 103 | 77 (50,3%) | 1,25 | 97,4 | 2,6 | ! NWG | + 0,751 | + 1,0815 |
| ≥ 2 h | stationär | 125 | 81 | 73 (58,4%) | 1,19 | 99,2 | 0,8 | ! NWG | + 0,485 | + 0,621 |
| < 2 h | stationär | 13 | 6 | 6 (46,2%) | 1,02 | 76,9 | 23,1 | + 0,495 | 1,726 | |

11.3.4 Entgraten, Feilen, Polieren, allgemeine Schleifarbeiten

Abbildung 37: Manuelles Feilen an einem Schraubstock



Tabelle 11.3.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-------|-------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * | | |
| E-Staub | | | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 550 | 316 | 153 (27,8%) | 0,76 | 87,5 | 12,5 | 1,41 | 12 | 27,8 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 161 | 111 | 52 (32,3%) | 0,71 | 96,3 | 3,7 | + | 0,63 | 4,92 | 7,439 | |
| < 2 h | an der Person | 38 | 22 | 8 (21,1%) | 1,76 | 71,1 | 28,9 | 4,33 | 43,7 | 63,8 | | |
| < 2 h | stationär | 31 | 10 | 6 (19,4%) | 1,42 | 87,1 | 12,9 | 3,04 | 10,907 | 25,08 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 496 | 296 | 223 (45%) | 1,25 | 83,9 | 16,1 | + | 0,33 | 1,818 | 3,118 | |
| ≥ 2 h | stationär | 158 | 111 | 73 (46,2%) | 1,25 | 95,6 | 4,4 | + | 0,24 | 0,9 | + | 1,093 |
| < 2 h | an der Person | 54 | 32 | 22 (40,7%) | 5,4 | 42,6 | 44,4 | + | 1,14 | 9,52 | 32,99 | |
| < 2 h | stationär | 33 | 10 | 6 (18,2%) | 1,62 | 30,3 | 66,7 | 1,755 | 5,49 | 6,77 | | |

Tabelle 11.3.4 a

| Probenahme-dauer | Erfassung | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|------------|-------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 376 | 210 | 116 (30,9%) | 0,76 | 88,6 | 11,4 | 1,26 | 10,9 | 23,56 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 161 | 117 | 33 (20,5%) | 0,72 | 84,5 | 15,5 | 1,875 | 18,36 | 29,57 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 340 | 198 | 161 (47,4%) | 1,25 | 87,6 | 12,4 | + 0,3 | 1,42 | 2,11 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 146 | 109 | 56 (38,4%) | 1,25 | 75,3 | 24,7 | + 0,44 | 2,88 | 4,057 |
| < 2 h | Erf = ja | 34 | 21 | 14 (41,2%) | 5,4 | 44,1 | 41,2 | + 1,135 | 10,96 | 32,99 |
| < 2 h | Erf = nein | 13 | 8 | 7 (53,8%) | 3,75 | 53,8 | 38,5 | ! NWG | 6,604 | 21,012 |

11.3.5 Nassschleifen

Beim Nassschleifen wird durch Verwendung eines (überwiegend wassergemischten) Kühlschmierstoffs die beim Schleifen entstehende Reibungswärme vermindert und das Werkstück gekühlt. Die beim Schleifen freigesetzten Partikel werden darüber hinaus in der Kühlflüssigkeit gebunden; das sorgt in der Regel für geringere Expositionen am Arbeitsplatz.

In der Tabelle sind Ergebnisse von Messungen an stationären Anlagen aufgeführt; die an der Person gemessenen 90-%-Werte liegen sowohl für den E- als auch für den A-Staub deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.3.5

| Probedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 125 | 83 | 57 (45,6%) | 0,72 | 99,2 | 0,8 | + 0,355 | 1,88 | 2,675 |
| ≥ 2 h | stationär | 125 | 84 | 63 (50,4%) | 0,72 | 99,2 | 0,8 | ! NWG | 1,51 | 2,408 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 97 | 62 | 58 (59,8%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,553 | 0,721 |
| ≥ 2 h | stationär | 104 | 69 | 63 (60,6%) | 0,25 | 99 | 1 | ! NWG | 0,54 | 0,854 |

11.3.6 Trockenschleifen

Vor allem trockenes Schleifen ist grundsätzlich eine staubintensive Tätigkeit. Expositionen oberhalb des Grenzwerts sowohl für A- als auch für E-Staub entstehen primär beim Einsatz von handgeführten Schleifwerkzeugen (elektrisch oder pneumatisch angetrieben), vor allem, wenn es sich dabei um die Bearbeitung von großformatigen Werkstücken handelt. Die vorhandene Absaugung (in

der Regel flexibles Erfassungselement) müsste hierbei optimalerweise konstant nahe an die Bearbeitungsstelle herangeführt werden. Dies ist aufgrund der Größe und Form der Werkstücke in der Praxis aber nicht immer möglich.

Die 90%-Werte der beiden Staubfraktionen liegen unabhängig von der Probenahmedauer bei den Messungen an der Person deutlich oberhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.3.6

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 1018 | 623 | 243 (23,9%) | 0,72 | 87 | 13 | 1,51 | 12,22 | 21,338 |
| ≥ 2 h | stationär | 271 | 197 | 92 (33,9%) | 0,71 | 95,9 | 4,1 | + 0,595 | 4,544 | 8 ,752 |
| < 2 h | an der Person | 95 | 60 | 26 (27,4%) | 2,86 | 72,6 | 27,4 | 3,495 | 27,6 | 43,05 |
| < 2 h | stationär | 39 | 18 | 5 (12,8%) | 1,65 | 84,6 | 15,4 | + 1,495 | 17,43 | 33,61 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 1031 | 635 | 418 (40,5%) | 1,25 | 84,3 | 15,7 | + 0,375 | 1,719 | 2,695 |
| ≥ 2 h | stationär | 271 | 207 | 152 (56,1%) | 1,25 | 92,6 | 7,4 | ! NWG | + 0,866 | 1,671 |
| < 2 h | an der Person | 119 | 75 | 39 (32,8%) | 5 | 46,2 | 48,7 | + 1,16 | 6,401 | 8,234 |
| < 2 h | stationär | 42 | 21 | 10 (23,8%) | 1,79 | 52,4 | 45,2 | + 1,03 | 5,376 | 7,02 |

Tabelle 11.3.6 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/ m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 696 | 440 | 214 (30,7%) | 0,72 | 89,2 | 10,8 | 1,06 | 11,08 | 21,86 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 287 | 217 | 23 (8%) | 0,71 | 84 | 16 | 3,225 | 13,11 | 19,795 |
| < 2 h | Erf = ja | 59 | 38 | 20 (33,9%) | 2,86 | 74,6 | 25,4 | + 1,775 | 29,85 | 34,03 |
| < 2 h | Erf = nein | 28 | 20 | 6 (21,4%) | 2 | 71,4 | 28,6 | 4,13 | 29,02 | 82,48 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 710 | 448 | 337 (47,5%) | 1,25 | 88,6 | 11,4 | + 0,28 | 1,49 | 2,12 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 289 | 224 | 69 (23,9%) | 1,25 | 75,1 | 24,9 | + 0,623 | 2,111 | 3,0165 |
| < 2 h | Erf = ja | 63 | 42 | 25 (39,7%) | 5 | 50,8 | 44,4 | + 1,005 | 5,932 | 7,279 |
| < 2 h | Erf = nein | 48 | 32 | 12 (25%) | 2 | 35,4 | 58,3 | + 1,78 | 8,048 | 12,2 |

11.3.7 Trennschleifen

Das Trennschleifen erfolgt mit einem schnell laufenden Winkelschleifer. Die freiwerdenden Partikel besitzen eine hohe kinetische Energie; eine Absaugung kann sie nur dann erfassen, wenn der Partikelstrahl weitestgehend in Richtung der Erfassungseinrichtung gerichtet ist.

Die 90-%-Werte der Messungen an der Person liegen sowohl für E- als auch für A-Staub, unabhängig von der Probenahmedauer, beim Trennschleifen mit Winkelschleifer erheblich über den Grenzwerten.

Tabelle 11.3.7

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 21 | 4 (14,3%) | 0,71 | 75 | 25 | 4,42 | 17,44 | 32,22 |
| ≥ 2 h | stationär | 11 | 8 | 2 (18,2%) | 0,04 | 90,9 | 9,1 | 1,19 | 7,696 | 10,806 |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 4 ** | 0 | k. A. | 62,5 | 37,5 | =-Werte: 2,52 bis 23,7 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 22 | 5 (17,9%) | 1,25 | 78,6 | 21,4 | + 0,72 | 1,896 | 2,23 |
| ≥ 2 h | stationär | 10 | 9 | 4 (40%) | 0,25 | 90 | 10 | + 0,19 | 1,01 | 2,205 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 3 ** | 0 | k. A. | 12,5 | 87,5 | =-Werte: 0,33 bis 8,95 | | |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 3 ** | 0 | k. A. | 0 | 100 | =-Werte: 1,4 bis 3,56 | | |

11.3.8 Sägen, Trennen

Tabelle 11.3.8

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 112 | 76 | 34 (30,4%) | 0,71 | 94,6 | 5,4 | 1,06 | 6,962 | 9,836 |
| ≥ 2 h | stationär | 111 | 71 | 25 (22,5%) | 0,71 | 100 | 0 | 0,815 | 2,534 | 3,623 |
| < 2 h | an der Person | 20 | 14 | 5 (25%) | 14,6 | 70 | 25 | + 3,75 | 23,9 | 30,9 |
| < 2 h | stationär | 14 | 8 | 3 (21,4%) | 2,86 | 78,6 | 21,4 | 4,09 | 12,24 | 16,57 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 112 | 78 | 51 (45,5%) | 1,25 | 82,1 | 17,9 | + 0,33 | 2,172 | 3,296 |
| ≥ 2 h | stationär | 107 | 65 | 41 (38,3%) | 0,63 | 92,5 | 7,5 | + 0,28 | 0,976 | 1,619 |
| < 2 h | an der Person | 22 | 16 | 11 (50%) | 14,2 | 50 | 36,4 | + 1 | + 7,776 | + 9,97 |
| < 2 h | stationär | 20 | 11 | 4 (20%) | 2 | 40 | 55 | + 1,48 | 4,98 | 5,94 |

Tabelle 11.3.8 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 63 | 46 | 31 (49,2%) | 1,25 | 90,5 | 9,5 | + 0,27 | + 1,179 | 2,251 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 34 | 28 | 18 (52,9%) | 1,25 | 76,5 | 23,5 | ! NWG | 2,298 | 3,595 |

11.3.9 Gießen, Schmelzen

Tabelle 11.3.9

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 42 | 21 | 16 (38,1%) | 0,71 | 100 | 0 | 0,9 | 3,666 | 4,089 |
| ≥ 2 h | stationär | 37 | 16 | 15 (40,5%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,347 | 1,423 | 1,45 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 36 | 19 | 17 (47,2%) | 1,25 | 94,4 | 5,6 | + 0,23 | + 1,076 | 1,356 |
| ≥ 2 h | stationär | 29 | 16 | 17 (58,6%) | 0,25 | 96,6 | 3,4 | ! NWG | 0,618 | 0,861 |

11.3.10 Zerkleinern: Mühle, Schredder, Grobarbeiten

Tabelle 11.3.10

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 20 | 12 | 5 (25%) | 0,71 | 85 | 15 | 1,11 | 14,1 | 15 |
| ≥ 2 h | stationär | 23 | 9 | 3 (13%) | 0,71 | 91,3 | 8,7 | 1,995 | 4,328 | 10,806 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 4 ** | 3 (42,9%) | 1,42 | 85,7 | 14,3 | =-Werte: 1,67 bis 10,5 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 13 | 6 (28,6%) | 0,25 | 81 | 19 | 0,71 | 1,474 | 1,661 |
| ≥ 2 h | stationär | 13 | 8 | 7 (53,8%) | 1,1 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,676 | + 0,768 |
| < 2 h | an der Person | 6 *** | 4 ** | 5 (83,3%) | 2 | 50 | 16,7 | =-Werte: 3,38 bis 3,38 | | |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 2 ** | 2 (22,2%) | 5,08 | 55,6 | 33,3 | =-Werte: 0,25 bis 9,9 | | |

11.3.11 Kunststoffteileherstellung und Kunststoffverarbeitung

Relevante Staubbelastungen können besonders beim Entgraten, Sägen und Schleifen von Kunststoffformteilen auftreten. Sowohl die an der Person als auch die stationär gemessenen 90%-Werte liegen für beide Staubfraktionen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.3.11

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 37 | 26 | 22 (59,5%) | 0,72 | 97,3 | 2,7 | ! NWG | 3,105 | 5,33 |
| ≥ 2 h | stationär | 37 | 24 | 24 (64,9%) | 0,72 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,652 | 1,0355 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 33 | 25 | 25 (75,8%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,595 | + 0,63 |
| ≥ 2 h | stationär | 43 | 25 | 39 (90,7%) | 0,91 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | + 0,418 |

11.3.12 Pressen, Schmieden, Umformen

Tabelle 11.3.12

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 176 | 104 | 70 (39,8%) | 0,71 | 97,2 | 2,8 | 0,72 | 5,162 | 7,918 |
| ≥ 2 h | stationär | 174 | 86 | 52 (29,9%) | 0,72 | 94,3 | 5,7 | + 0,4 | 6,118 | 10,29 |
| < 2 h | an der Person | 12 | 9 | 6 (50%) | 4,29 | 91,7 | 8,3 | + 2,145 | 5,29 | 10,146 |
| < 2 h | stationär | 11 | 7 | 2 (18,2%) | 1,43 | 100 | 0 | + 0,198 | + 0,714 | 4,263 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 169 | 100 | 84 (49,7%) | 1,25 | 89,3 | 10,7 | + 0,28 | 1,277 | 2,033 |
| ≥ 2 h | stationär | 175 | 87 | 104 (59,4%) | 1,25 | 84 | 16 | ! NWG | 1,8 | 2,393 |
| < 2 h | an der Person | 14 | 10 | 8 (57,1%) | 2,5 | 57,1 | 28,6 | ! NWG | 2,99 | 3,361 |

Tabelle 11.3.12 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 81 | 44 | 40 (49,4%) | 0,63 | 85,2 | 14,8 | + 0,23 | 1,51 | 2,317 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 70 | 52 | 35 (50%) | 1,25 | 94,3 | 5,7 | + 0,28 | + 0,84 | 1,325 |

11.3.13 Strahlen

Tabelle 11.3.13

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 179 | 143 | 47 (26,3%) | 0,72 | 92,2 | 7,8 | 1,42 | 7,364 | 16,545 |
| ≥ 2 h | stationär | 101 | 69 | 42 (41,6%) | 0,71 | 95 | 5 | + 0,375 | 2,858 | 9,973 |
| < 2 h | an der Person | 24 | 15 | 8 (33,3%) | 3,75 | 83,3 | 16,7 | + 2,25 | 81,68 | 128,8 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 176 | 144 | 84 (47,7%) | 1,17 | 88,6 | 11,4 | + 0,26 | 1,344 | 2,014 |
| ≥ 2 h | stationär | 95 | 70 | 50 (52,6%) | 1,25 | 90,5 | 9,5 | ! NWG | + 0,875 | 2,817 |
| < 2 h | an der Person | 25 | 18 | 13 (52%) | 3,75 | 64 | 24 | ! NWG | 20,75 | 28,525 |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 8 | 5 (55,6%) | 1,07 | 55,6 | 44,4 | =Werte: 1,29 bis 2,08 | | |

Tabelle 11.3.13 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 162 | 134 | 44 (27,2%) | 0,72 | 92,6 | 7,4 | 1,36 | 6,344 | 16,39 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 16 | 11 | 2 (12,5%) | 0,71 | 87,5 | 12,5 | 2,3 | 11,962 | 15,86 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 160 | 135 | 80 (50%) | 1,17 | 89,4 | 10,6 | + 0,24 | 1,27 | 1,89 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 15 | 11 | 4 (26,7%) | 0,25 | 80 | 20 | 0,53 | 4,385 | 7,02 |

11.3.14 Oberflächenbeschichtung, thermisches Spritzen

Es handelt sich hierbei um ein Oberflächenbeschichtungsverfahren, bei dem ein in einem Spritzbrenner geschmolzener Zusatzwerkstoff in einem Gasstrom in Form von Spritzpartikeln beschleunigt auf die Oberfläche des zu beschichtenden Bauteils geschleudert wird; dabei findet eine Schichtbildung statt.

Sowohl die an der Person als auch die stationär gemessenen 90%-Werte liegen bei einer Probenahmedauer ≥ 2 Stunden für beide Staubfraktionen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.3.14

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 49 | 34 | 23 (46,9%) | 0,71 | 98 | 2 | + 0,355 | 3,526 | 4,99 |
| ≥ 2 h | stationär | 24 | 18 | 12 (50%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,31 | 0,886 | 2,146 |
| < 2 h | an der Person | 15 | 9 | 6 (40%) | 5,71 | 80 | 20 | + 1,795 | 15,9 | 26,725 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 43 | 32 | 32 (74,4%) | 1,15 | 95,3 | 4,7 | ! NWG | + 0,621 | + 0,775 |
| ≥ 2 h | stationär | 22 | 17 | 16 (72,7%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,426 | + 0,607 |
| < 2 h | an der Person | 16 | 9 | 10 (62,5%) | 2 | 62,5 | 18,8 | ! NWG | 15,94 | 18,1 |

11.3.15 Oberflächenbeschichtung, Farbspritzen

Beim Farbspritzen wird das Oberflächenbeschichtungsmittel (in der Regel Lack) mit Druckluft beim Austritt aus einer Düse mit einer Spritzpistole zerstäubt. Bei den hier vorliegenden Staubpartikeln handelt es sich überwiegend um Bindemittelbestandteile und Farbpigmente.

Die an der Person gemessenen 90%-Werte liegen bei einer Probenahmedauer oberhalb von zwei Stunden für beide Staubfraktionen deutlich oberhalb der Grenzwerte.

11.3.16 Pulverbeschichten

Beim Pulverbeschichten wird ein elektrisch leitfähiger Werkstoff mit Pulverlack beschichtet. Das kann sowohl in einer Durchlaufanlage als auch von Hand erfolgen. Die Zerstäubung des Pulverlacks erfolgt mit einer Düse an der Lackierpistole. Pulverlacke basieren meist auf Epoxid- oder Polyesterharzen. Zusätzlich kommen Hybridsysteme zum Einsatz, die sowohl Epoxid- als auch Polyesterharze als Bindemittel enthalten.

Die an der Person gemessenen 90%-Werte liegen, unabhängig von der Probenahmedauer, für beide Staubfraktionen deutlich oberhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.3.15

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 33 | 18 | 6 (18,2%) | 0,71 | 81,8 | 18,2 | 2,32 | 14,23 | 18,805 |
| ≥ 2 h | stationär | 23 | 16 | 7 (30,4) | 0,71 | 95,7 | 4,3 | 0,78 | 2,601 | 2,814 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 30 | 19 | 9 (30%) | 0,25 | 63,3 | 36,7 | 0,83 | 4,12 | 4,69 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 12 | 11 (61,1%) | 1,25 | 94,4 | 5,6 | ! NWG | + 0,882 | + 1,092 |

Tabelle 11.3.16

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 241 | 161 | 53 (22%) | 0,71 | 82,6 | 17,4 | 2,14 | 20,37 | 35,695 |
| ≥ 2 h | stationär | 119 | 73 | 40 (33,6%) | 0,71 | 95,8 | 4,2 | + 0,355 | 4,019 | 9,206 |
| < 2 h | an der Person | 24 | 22 | 7 (29,2%) | 6,12 | 54,2 | 45,8 | + 5,97 | 30,62 | 35,94 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 246 | 170 | 116 (47,2%) | 1,25 | 85,8 | 14,2 | + 0,34 | 1,66 | 2,736 |
| ≥ 2 h | stationär | 117 | 78 | 68 (58,1%) | 1,25 | 96,6 | 3,4 | ! NWG | + 0,608 | + 0,814 |
| < 2 h | an der Person | 27 | 23 | 11 (40,7%) | 2,14 | 44,4 | 44,4 | + 0,995 | 3,117 | 7,625 |

Tabelle 11.3.16 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betrie- be | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 221 | 152 | 43 (19,5) | 0,71 | 81 | 19 | 2,405 | 21,13 | 47,48 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 15 | 11 | 9 (60%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,83 | 3,155 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 227 | 160 | 106 (46,7%) | 1,25 | 84,6 | 15,4 | + 0,352 | 1,709 | 2,767 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 14 | 11 | 8 (57,1%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,32 | 0,379 |

11.3.17 Oberflächenbeschichtung, sonstige

Tabelle 11.3.17

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 96 | 60 | 40 (41,7%) | 0,72 | 97,9 | 2,1 | 0,75 | 2,654 | 3,794 |
| ≥ 2 h | stationär | 92 | 48 | 39 (42,4%) | 0,72 | 100 | 0 | + 0,355 | 1,08 | 1,578 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 76 | 53 | 43 (56,6%) | 1,25 | 93,4 | 6,6 | ! NWG | + 1,088 | 1,344 |
| ≥ 2 h | stationär | 70 | 43 | 50 (71,4%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,43 | 0,645 |

Tabelle 11.3.17 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 55 | 36 | 32 (58,2%) | 0,63 | 92,7 | 7,3 | ! NWG | 1,095 | 1,347 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 16 | 13 | 8 (50%) | 1,25 | 93,8 | 6,3 | + 0,19 | + 0,916 | 1,278 |

11.3.18 Oberflächenbehandlung

Tabelle 11.3.18

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 81 | 62 | 44 (54,3%) | 0,71 | 96,3 | 3,7 | ! NWG | 3,951 | 7,0095 |
| ≥ 2 h | stationär | 79 | 55 | 46 (58,2%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,171 | 2,167 |
| < 2 h | stationär | 10 | 5 | 3 (30%) | 5,75 | 80 | 20 | + 2,875 | 40,21 | 73,235 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 74 | 56 | 43 (58,1%) | 1,25 | 90,5 | 9,5 | ! NWG | + 0,876 | 1,819 |
| ≥ 2 h | stationär | 76 | 51 | 52 (68,4%) | 0,25 | 97,4 | 2,6 | ! NWG | 0,458 | 0,626 |

Tabelle 11.3.18 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 57 | 43 | 33 (57,9%) | 1,25 | 91,2 | 8,8 | ! NWG | + 0,828 | 1,738 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 12 | 11 | 7 (58,3%) | 0,25 | 83,3 | 16,7 | ! NWG | 1,588 | 3,274 |

11.3.19 Härten, Sintern

Sowohl die an der Person als auch die stationär gemessenen 90%-Werte liegen bei einer Probenahmedauer ≥ 2 Stunden für beide Staubfraktionen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.3.19

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 80 | 60 | 44 (55%) | 0,72 | 98,8 | 1,3 | ! NWG | 2,02 | 3 |
| ≥ 2 h | stationär | 98 | 56 | 48 (49%) | 1,25 | 100 | 0 | + 0,355 | 1,444 | 2,876 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 6 | 3 (42,9%) | 5,7 | 85,7 | 14,3 | =Werte: 1,47 bis 10,4 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 86 | 68 | 58 (67,4%) | 1,25 | 98,8 | 1,2 | ! NWG | + 0,625 | + 0,864 |
| ≥ 2 h | stationär | 77 | 47 | 54 (70,1%) | 0,83 | 94,8 | 5,2 | ! NWG | + 0,59 | 0,951 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 8 | 8 (80%) | 2 | 70 | 0 | ! NWG | + 1 | + 1 |
| < 2 h | stationär | 5 *** | 3 ** | 3 (60%) | 0,5 | 60 | 40 | =Werte: 3,11 bis 3,17 | | |

11.3.20 Lagern, Verpacken

Sowohl die an der Person als auch die stationär gemessenen 90%-Werte liegen bei einer Probenahmedauer oberhalb von zwei Stunden für beide Staubfraktionen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.3.20

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 57 | 42 | 21 (36,8%) | 0,71 | 94,7 | 5,3 | 0,715 | 5,062 | 9,234 |
| ≥ 2 h | stationär | 84 | 57 | 46 (54,8%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,64 | 0,978 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 66 | 48 | 42 (63,6%) | 0,86 | 97 | 3 | ! NWG | + 0,518 | + 0,787 |
| ≥ 2 h | stationär | 184 | 102 | 122 (66,3%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,306 | + 0,492 |

11.3.21 Fördern, Füllen, Mischen, Wiegen von Feststoffen

Tabelle 11.3.21

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 79 | 48 | 8 (10,1%) | 0,71 | 88,6 | 11,4 | 1,875 | 10,23 | 13,115 |
| ≥ 2 h | stationär | 74 | 35 | 37 (50%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,355 | 1,56 | 2,072 |
| < 2 h | an der Person | 23 | 18 | 8 (34,8%) | 8,57 | 60,9 | 39,1 | + 4,428 | 38,76 | 43,98 |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 5 | 2 (25%) | 0,86 | 87,5 | 12,5 | =-Werte: 0,15 bis 11 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 74 | 43 | 30 (40,5%) | 0,25 | 91,9 | 8,1 | 0,32 | 1,208 | 1,538 |
| ≥ 2 h | stationär | 96 | 42 | 58 (60,4%) | 0,25 | 97,9 | 2,1 | ! NWG | 0,538 | 1,098 |
| < 2 h | an der Person | 22 | 18 | 12 (54,5%) | 3,19 | 36,4 | 40,9 | ! NWG | + 2,912 | 4,315 |

Tabelle 11.3.21 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 55 | 35 | 7 (12,7%) | 0,71 | 94,5 | 5,5 | 1,745 | 5,985 | 8,977 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 14 | 12 | 1 (7,1%) | 0,71 | 71,4 | 28,6 | 2,73 | 13,7 | 15,16 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 48 | 30 | 22 (45,8%) | 0,25 | 95,8 | 4,2 | 0,26 | 1,142 | 1,232 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 13 | 11 | 3 (23,1%) | 0,25 | 84,6 | 15,4 | 0,51 | 1,442 | 1,702 |

11.3.22 Montieren, Demontieren

Tabelle 11.3.22

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 160 | 98 | 70 (43,8%) | 0,71 | 94,4 | 5,6 | + 0,45 | 5,53 | 13,8 |
| ≥ 2 h | stationär | 140 | 106 | 68 (48,6%) | 7,58 | 98,6 | 1,4 | + 0,355 | + 1,75 | + 2,67 |
| < 2 h | an der Person | 13 | 11 | 7 (53,8%) | 3,57 | 92,3 | 7,7 | ! NWG | 8,421 | 10,027 |
| < 2 h | stationär | 22 | 8 | 1 (4,5%) | 1,9 | 100 | 0 | + 0,95 | 3,358 | 3,43 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 173 | 104 | 112 (64,7%) | 1,25 | 91,3 | 8,7 | ! NWG | + 0,861 | 1,665 |
| ≥ 2 h | stationär | 204 | 124 | 120 (58,8%) | 1,25 | 95,1 | 4,9 | ! NWG | + 0,674 | + 1,032 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 9 | 5 (50%) | 1,43 | 40 | 50 | + 0,715 | 5,22 | 5,815 |
| < 2 h | stationär | 33 | 11 | 6 (18,2%) | 0,67 | 48,5 | 51,5 | 1,265 | 2,357 | 2,689 |

Tabelle 11.3.22 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 52 | 41 | 20 (38,5%) | 0,71 | 98,1 | 1,9 | 0,74 | 5,322 | 7,288 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 95 | 61 | 44 (46,3%) | 0,71 | 91,6 | 8,4 | + 0,385 | 6,865 | 25,35 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 62 | 45 | 42 (67,7%) | 1,25 | 88,7 | 11,3 | ! NWG | 1,304 | 1,507 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 94 | 62 | 59 (62,8%) | 1,25 | 92,6 | 7,4 | ! NWG | + 0,816 | 2,906 |

11.3.23 Isolieren, Verkleiden

In den Bereichen Anlagen-, Gerätebau und Kältetechnik sowie bei der Herstellung von Fahrzeugaufbauten werden zu Isolierzwecken unter anderem Matten aus künstlichen Mineralfasern eingesetzt. Es handelt sich hierbei weitestgehend um „nicht eingestufte“ Fasern. Für die Bewertung des bei der Verarbeitung anfallenden Staubs wird der ASGW (E- und A- Fraktion) zugrunde gelegt.

Sowohl die an der Person als auch die stationär gemessenen 90%-Werte liegen bei einer Probenahmedauer ≥ 2 Stunden für beide Staubfraktionen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 11.3.23

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 25 | 13 | 15 (60%) | 0,72 | 100 | 0 | ! NWG | 3,525 | 5,155 |
| ≥ 2 h | stationär | 11 | 9 | 5 (45,5%) | 0,72 | 100 | 0 | + 0,22 | + 0,359 | + 0,481 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 29 | 16 | 18 (62,1%) | 0,25 | 96,6 | 3,4 | ! NWG | 0,448 | 0,558 |
| ≥ 2 h | stationär | 12 | 10 | 10 (83,3%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,125 | + 0,171 |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 3 ** | 2 (22,2%) | 0,37 | 33,3 | 66,7 | =-Werte: 0,69 bis 3,27 | | |

11.3.24 Kontrolle, Prüfstände

Tabelle 11.3.24

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 72 | 49 | 34 (47,2%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,355 | 2,226 | 3,38 |
| ≥ 2 h | stationär | 83 | 46 | 52 (62,7%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 0,957 | 1,494 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 84 | 58 | 51 (60,7%) | 1,22 | 91,7 | 8,3 | ! NWG | + 1,058 | 1,806 |
| ≥ 2 h | stationär | 130 | 73 | 79 (60,8%) | 1,25 | 97,7 | 2,3 | ! NWG | + 0,57 | + 0,94 |

Tabelle 11.3.24 a

| Probe- nahme- dauer | Erfassung | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 45 | 29 | 28 (62,2%) | 0,25 | 93,3 | 6,7 | ! NWG | 0,71 | 1,558 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 35 | 30 | 22 (62,9%) | 1,22 | 88,6 | 11,4 | ! NWG | 1,29 | 1,913 |

11.3.25 Reinigung von Räumen und Anlagen

Das Beseitigen von abgelagerten Stäuben ist grundsätzlich eine staubintensive Tätigkeit, vor allem wenn dabei Druckluft eingesetzt wird.

Die 90%-Werte der ausschließlich an der Person gemessenen Staubfraktionen liegen deutlich oberhalb der Grenzwerte. Es handelt sich hierbei allerdings nicht um Schichtmittelwerte, sondern um tätigkeitsbezogene Belastungen mit einer Probenahmedauer < 2 Stunden.

Tabelle 11.3.25

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| < 2 h | an der Person | 16 | 11 | 6 (37,5%) | 10,6 | 75 | 18,8 | + 2,475 | 14,78 | 23,42 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| < 2 h | an der Person | 11 | 10 | 7 (63,6%) | 4,99 | 45,5 | 18,2 | ! NWG | + 2,345 | + 2,443 |

11.3.26 Reinigen von Teilen und Oberflächen

Tabelle 11.3.26

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 25 | 22 | 11 (44%) | 0,71 | 96 | 4 | + 0,62 | 5,825 | 9,0975 |
| ≥ 2 h | stationär | 30 | 23 | 14 (46,7%) | 0,74 | 96,7 | 3,3 | + 0,355 | 3,45 | 5,825 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 24 | 19 (67,9%) | 1,25 | 92,9 | 7,1 | ! NWG | + 1,21 | 1,334 |
| ≥ 2 h | stationär | 24 | 20 | 14 (58,3%) | 0,25 | 95,8 | 4,2 | ! NWG | 0,638 | 0,698 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 7 | 5 (71,4%) | 1,36 | 57,1 | 28,6 | =Werte: 1,36 bis 1,39 | | |

12 Reparatur, Wartung und Werkstattarbeiten

12.1 Reparatur, Wartung von Straßen- und Schienenfahrzeugen

| Branche |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reparaturwerkstatt, Kraftfahrzeuge |
| Transport, Spedition, Verkehrsbetriebe |
| Fahrzeugbau |
| Reparaturwerkstatt (Servicewerkstatt), allgemein |
| Metallbearbeitung und -verarbeitung, allgemein |
| Großhandel mit Fahrzeugen, Maschinen, maschinellen Einrichtungen und zugehörigem technischen Bedarf (außer Reifen und Gummiartikeln) |
| Reparaturwerkstatt, Eisenbahnen |
| Ausbildungsstätten |
| Maschinen- und Fahrzeugbau, allgemein |
| Reparaturwerkstatt, Straßenbahnen, Stadtbahnen |
| Fahrzeugaufbereitung |
| ausgeübter Beruf |
| Kraftfahrzeugmechaniker |
| Kraftfahrzeuginstandsetzer |
| Fahrzeugreiniger, -pfleger |
| Kraftfahrzeugschlosser (nicht Instandsetzung) |
| Auto-, Fahrzeuglackierer |
| Bahnbetriebsschlosser |
| Karosserie- und Fahrzeugbautechniker |
| Kraftfahrzeugmechatroniker |
| Lokomotivschlosser |
| Industrie-, Werkmeister (Metall, Fahrzeuge) |
| Landmaschinenmechaniker, allgemein |
| Zweiradmechaniker |
| Autowäscher, -pfleger |

| Arbeitsbereich |
|-----------------------------------------------------------|
| Allgemeine Arbeitsbereiche |
| Reparatur und Wartung, in Werkstatt |
| Fahrzeuge, Schiene (Straßen-, Eisen-, U-Bahn) |
| Durchlauf-Wartung (Betanken, Inspektion) |
| Montage, allgemein |
| Werkstattarbeiten, allgemein |
| Trockenschleifen |
| Bearbeiten, Verarbeiten, Raum |
| Abstellhallen |
| Reparatur und Wartung, allgemein |
| Fahrzeughalle |
| Formkörper laminieren |
| Fahrzeuge und Maschinen, geschlossenes Führerhaus |
| Oberflächenbehandlung, allgemein |
| Schüttgut, geschlossen (Silo) |
| Sägen |
| Schleifen |
| CNC-Bearbeitungsmaschinen |
| Oberflächenbehandlung, Raum |
| Befüllen |
| Qualitätskontrolle |
| Nachbehandlung |
| Verkehrs- und Servicestationen, allgemein |
| Parkhäuser |
| Reparaturwerkstatt, Reparatur und Wartung |
| Inspektion, allgemein |
| Prüfstände und Service, allgemein |
| Reparatur an Antrieb, Fahrgestell, allgemein |
| Sicht- und Funktionsprüfung auf bzw. unter Hebebühnen |
| Lackiererei, Lackvorbereitung (Spachteln, Schleifen) |
| Demontage und Montage von Karosserieteilen und Baugruppen |
| Karosseriearbeiten, allgemein |
| Ölwechsel, Prüfen und Nachfüllen von Betriebsstoffen |

Arbeitsbereich

Wasch- und Pflegestation

Karosseriearbeiten, Reparaturarbeiten an Fahrzeugaufbauten

Lackiererei, Airless

Reparatur an Motor, Getriebe, Kupplung

Abgastest, Abgasuntersuchung

Reparatur an Räder, Reifendienst (Radwechsel, Reifenreparatur, Auswuchten, De- und Montage)

Lackiererei, allgemein

Leistungsprüfstand

Elektrik, Ein- bzw. Ausbau von elektrischen und elektronischen Bauteilen

Sicht- und Funktionsprüfung in Arbeitsgruben bzw. Unterfluranlagen

Bremsprüfstand

Karosseriearbeiten, Reparatur an Kunststoffteilen

Karosseriearbeiten, Schleifen

Karosseriearbeiten, Polieren, Wachsen und Entwachsen

Verwaltung, Verkauf, Lager, Arbeiten im Ersatzteillager

Elektrik, allgemein

Neben den klassischen Autowerkstätten wurden im Bereich Reparatur/Wartung von Straßen- und Schienenfahrzeugen hauptsächlich Wartungsbetriebe für Schienenfahrzeuge im öffentlichen Bereich (S- und U-Bahnen) bemessen. Bei der Reparatur und Wartung von Straßen- und Schienenfahrzeugen werden unterschiedlichste Tätigkeiten durchgeführt. Staubbelastungen können hierbei vor allem bei Schleif- und Schweißarbeiten an Karosserien auftreten. Eine weitere Staubquelle bei der Wartung von Schienenfahrzeugen ist das Reinigen und erneute Befüllen der Bremssandkästen. Hierbei kann es kurzzeitig zu sehr hohen Staubkonzentrationen kommen.

Tabelle 12.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 42 | 33 | 7 (16,7%) | 0,71 | 88,1 | 11,9 | 1,64 | 10,726 | 33 |
| ≥ 2 h | stationär | 95 | 70 | 44 (46,3%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,14 | 1,28 | 2,212 |
| < 2 h | an der Person | 36 | 24 | 9 (25%) | 2,86 | 61,1 | 38,9 | 3,9 | 121,2 | 161,6 |
| < 2 h | stationär | 26 | 12 | 4 (15,4%) | 1,55 | 92,3 | 7,7 | + 1,38 | 5,61 | 14,236 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 71 | 53 | 31 (43,7%) | 1,25 | 88,7 | 11,3 | + 0,27 | 1,301 | 4,859 |
| ≥ 2 h | stationär | 388 | 157 | 266 (68,6%) | 1,25 | 99,2 | 0,8 | ! NWG | + 0,18 | + 0,396 |
| < 2 h | an der Person | 34 | 21 | 14 (41,2%) | 5 | 47 | 47,1 | + 0,85 | 12,76 | 25,09 |
| < 2 h | stationär | 67 | 27 | 26 (38,8%) | 1,25 | 79,1 | 20,9 | + 0,335 | 1,553 | 1,718 |

12.2 Reparatur, Wartung, Werkstattarbeiten in weiteren Branchen

Arbeitsbereiche

Allgemeine Arbeitsbereiche

Werkstattarbeiten, allgemein

Reparatur und Wartung, allgemein

Reparatur und Wartung, in Werkstatt

Reparatur und Wartung, in Betrieb

Holzwerkstatt (im Metallgewerbe)

Durchlauf-Wartung (Betanken, Inspektion)

Restaurierungswerkstatt

Keramik

Reinigung, Reparatur, Sonstiges, Reparieren von Tunnelofenwagen bzw. Herdofenwagen

Reparatur an den Öfen

Reparatur der Ofenwagen

Hochofen

Kokillenhalle, Reparatur der Kokillen

Putzerei, Formerei, Blockschleiferei, Reparatur, Wartung

Reparatur, Instandhaltung, allgemein

Gießereien

Installations-, Elektro-, Reparaturarbeiten an den Anlagen

Mechanische Werkstatt, Fertigschlosserei, Elektrowerkstatt, Raum

Hohlglas

Reinigung, Reparatur, Sonstiges, Mündungsreparatur

Aluminiumhütten

Gießerei-Ofenreparatur, Raum

Herstellung von Mörtel und Edelputz

Instandhaltung der Anbaugeräte, Baustellensilos

Fleischgewinnung und -verarbeitung

Werkstatt, allgemein

Reparaturwerkstatt, Reparatur und Wartung

Leistungsprüfstand

Reparatur an Motor, Getriebe, Kupplung

Karosseriearbeiten, Schleifen

Karosseriearbeiten, Drehen, Hobeln

Lackiererei, Lackvorbereitung (Spachteln, Schleifen)

Elektrik, Ein- bzw. Ausbau von elektrischen und elektronischen Bauteilen

Elektrik, Reinigung von elektrischen und elektronischen Bauteilen

Müllverbrennungsanlagen

Kranbahnhof im Müllbunker, Reparatur/Wartung Krananlage

Kessel, Reparaturarbeiten allgemein

Rauchgasreinigung, Reparaturarbeiten allgemein

Glas

Handwerkerarbeiten, allgemein

Reparaturschlosserei

Neben Straßen- und Schienenfahrzeugen werden auch in anderen Branchen unterschiedlichste Reparatur-, Wartungs- und Schlossereiarbeiten in verschiedenen Reparaturwerkstätten durchgeführt. Diese beinhalten die Instandhaltung von Maschinen, Reparatur und Reinigung von Arbeitsmitteln oder auch Schleif- und Schweißarbeiten an größeren Blechteilen wie Containern oder Silos. Zu hohen Staubbelastungen kommt es vor allem bei Schleif- und Schweißarbeiten sowie bei Instandsetzungsarbeiten, die mit einer Reinigung der Maschinen oder Geräte verbunden sind.

Tabelle 12.2

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 170 | 107 | 37 (21,8%) | 0,71 | 88,8 | 11,2 | 1,45 | 10,2 | 15,35 |
| ≥ 2 h | stationär | 243 | 140 | 80 (32,9%) | 0,72 | 95,5 | 4,5 | + 0,355 | 3,822 | 7,98 |
| < 2 h | an der Person | 57 | 36 | 30 (52,6%) | 3,43 | 78,9 | 21,1 | ! NWG | 30,05 | 42,375 |
| < 2 h | stationär | 64 | 26 | 10 (15,6%) | 4 | 85,9 | 14,1 | + 3,15 | 15,78 | 23,88 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 187 | 126 | 81 (43,3%) | 1,25 | 80,2 | 19,8 | + 0,313 | 1,965 | 3,159 |
| ≥ 2 h | stationär | 264 | 163 | 131 (49,6%) | 0,63 | 93,2 | 6,8 | + 0,125 | 0,88 | 1,684 |
| < 2 h | an der Person | 67 | 42 | 41 (61,2%) | 5 | 64,2 | 31,3 | ! NWG | 13,93 | 19,315 |
| < 2 h | stationär | 72 | 34 | 26 (36,1%) | 1,5 | 58,3 | 38,9 | + 0,82 | 4,822 | 6,41 |

13 Elektrotechnische und feinmechanische Industrie und Handwerke

13.1 Elektrotechnik

| Branche |
|-------------------------------------------------------------------|
| Elektrotechnik, allgemein |
| Nickel-Cadmium-Batterien, Herstellung |
| Herstellung von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten |
| Schaltanlagenbau |

In der elektrotechnischen Industrie werden in den unterschiedlichsten Teilbereichen, wie dem Herstellen von Form- und Pressteilen, dem Ansetzen von Gießharzen mit pulverförmigen Zuschlagsstoffen sowie der Herstellung von Kabel- und Aderisolierungen mit pulverförmigen Komponenten, Abfüll-, Abwiege- und Mischvorgänge durchgeführt. Bei den Tätigkeiten ist in den meisten Fällen mit Staubexpositionen zu rechnen.

13.1.1 Abfüllen, Wiegen

Tabelle 13.1.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 37 | 16 | 10 (27%) | 0,71 | 89,2 | 10,8 | 1,2 | 7,64 | 16,59 |
| ≥ 2 h | stationär | 22 | 13 | 17 (77,3%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,124 | 1,697 |
| < 2 h | an der Person | 15 | 10 | 9 (60%) | 3,55 | 86,7 | 13,3 | ! NWG | 7,61 | 12,6 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 31 | 13 | 16 (51,6%) | 0,25 | 96,8 | 3,2 | ! NWG | 0,965 | 1,089 |
| ≥ 2 h | stationär | 22 | 12 | 18 (81,8%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,278 | 0,343 |
| < 2 h | an der Person | 14 | 10 | 10 (71,4%) | 2,73 | 78,6 | 14,3 | ! NWG | + 1,506 | 2,878 |

13.1.2 Mischen

Tabelle 13.1.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 12 | 11 (52,4%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 5,413 | 6,24 |
| ≥ 2 h | stationär | 15 | 9 | 11 (73,3%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,15 | 2,212 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 12 | 13 (61,9%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,979 | 1,009 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 9 | 10 (62,5%) | 0,25 | 87,5 | 12,5 | ! NWG | 0,862 | 1,556 |

13.1.3 Oberflächenbehandlung

Zur Vorbereitung nachfolgender Produktionsprozesse ist es in manchen Fällen notwendig, Oberflächen unterschiedlichster Werkstoffe mittels oberflächenabtragenden Verfahren wie Lasern zu bearbeiten.

Tabelle 13.1.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 10 | 17 (81%) | 0,71 | 95,2 | 4,8 | ! NWG | 1,232 | 1,613 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 20 | 27 (96,4%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | ! NWG |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 10 | 14 (93,3%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | 0,291 |
| ≥ 2 h | stationär | 30 | 21 | 29 (96,7%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | ! NWG |

13.1.4 Oberflächenbeschichtung (ohne Pulverbeschichtung)

Zu den hier berücksichtigten Oberflächenbeschichtungsverfahren zählen insbesondere diverse Lackierverfahren, wobei die Lackierung mit Pulverlacken (Pulverbeschichtung) im separaten, folgendem Kapitel dargestellt wird.

13.1.5 Oberflächenbeschichtung, Pulverbeschichten

Das Pulverbeschichten oder -lackieren ist ein Beschichtungsverfahren, bei dem ein elektrisch leitfähiger Werkstoff mit elektrostatisch aufgeladenem Pulverlack beschichtet wird. Insbesondere bei der Applikation der pulverförmigen Lacke kann es zu Staubexpositionen kommen.

Tabelle 13.1.4

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 26 | 14 | 14 (53,8%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 2,148 | 3,639 |
| ≥ 2 h | stationär | 24 | 23 | 20 (83,3%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 0,978 | 1,314 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 25 | 14 | 18 (72%) | 0,25 | 96 | 4 | ! NWG | 0,425 | 0,51 |
| ≥ 2 h | stationär | 24 | 22 | 23 (95,8%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | ! NWG |

Tabelle 13.1.5

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 14 | 12 | 7 (50%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,46 | 2,31 | 3,987 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 9 | 14 (82,4%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,509 | 2,037 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 4 ** | 2 (40%) | 1,86 | 80 | 20 | =Werte: 3,79 bis 18,7 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 11 | 8 (66,7%) | 0,25 | 91,7 | 8,3 | ! NWG | 0,544 | 0,964 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 9 | 14 (77,8%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,461 | + 0,626 |

13.1.6 Spanende Bearbeitungsverfahren

In der elektrotechnischen Industrie werden die unterschiedlichsten Materialien mechanisch bearbeitet. Dazu gehören verschiedene Stähle, Metalllegierungen, ausgehärtete Harze sowie Kunststoffe. Dabei kommen unter anderem spanende Bearbeitungsverfahren wie Bohren, Sägen, Fräsen und Stanzen sowie oberflächenbearbeitende Verfahren wie Polieren, Schleifen und Strahlen zum Einsatz.

Tabelle 13.1.6

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 70 | 40 | 43 (61,4%) | 0,72 | 97,1 | 2,9 | ! NWG | 6,07 | 9,675 |
| ≥ 2 h | stationär | 35 | 28 | 27 (77,1%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,105 | 1,788 |
| < 2 h | an der Person | 22 | 15 | 10 (45,5%) | 1,43 | 90,9 | 9,1 | + 0,715 | 7,542 | 15,342 |
| < 2 h | stationär | 11 | 8 | 7 (63,6%) | 1,41 | 81,8 | 18,2 | ! NWG | 15,255 | 18,06 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 71 | 40 | 54 (76,1%) | 0,25 | 95,8 | 4,2 | ! NWG | 0,615 | 1,044 |
| ≥ 2 h | stationär | 35 | 28 | 32 (91,4%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | + 0,212 |
| < 2 h | an der Person | 18 | 14 | 11 (61,1%) | 1 | 77,8 | 22,2 | ! NWG | 1,44 | 2,432 |
| < 2 h | stationär | 14 | 9 | 12 (85,7%) | 1 | 92,9 | 7,1 | ! NWG | + 0,554 | 1,94 |

13.1.7 Polieren, Schleifen, Strahlen

Tabelle 13.1.7

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 108 | 44 | 40 (37%) | 0,71 | 90,7 | 9,3 | 1,02 | 8,292 | 13,84 |
| ≥ 2 h | stationär | 32 | 21 | 21 (65,6%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 3,904 | 8,94 |
| < 2 h | an der Person | 14 | 11 | 6 (42,9%) | 2,86 | 85,7 | 14,3 | + 1,26 | 8,728 | 19,32 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 97 | 42 | 51 (52,6%) | 0,25 | 92,8 | 7,2 | ! NWG | 1,103 | 1,559 |
| ≥ 2 h | stationär | 35 | 23 | 25 (71,4%) | 0,25 | 97,1 | 2,9 | ! NWG | 0,72 | 0,995 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 8 | 4 (50%) | 1,43 | 50 | 37,5 | =-Werte: 0,76 bis 2,22 | | |

13.1.8 Reinigen von Anlagen und Material

Um Staubanhaftungen von Anlagenteilen oder Produkten zu entfernen, werden diese häufig abgesaugt oder mit Hilfsmitteln wie Lappen und Bürsten gereinigt. Diese Tätigkeiten sind in der Regel mit Staubexpositionen verbunden. Grenzwertüberschreitungen treten besonders dann auf, wenn untersagte Techniken wie Kehren oder Abblasen mit Druckluft angewendet werden.

13.1.9 Bearbeitung: Montieren

Um elektrische Komponenten vor von außen einwirkender Hitze oder Öfen und Herde nach außen hin zu isolieren, werden faserförmige Materialien in Form von Matten verarbeitet. Bei der Montage solcher Baugruppen ist mit entsprechenden Staubexpositionen zu rechnen.

Tabelle 13.1.8

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 13 | 10 | 4 (30,8%) | 0,72 | 92,3 | 7,7 | 0,865 | 4,884 | 21,5 |
| < 2 h | an der Person | 28 | 17 | 16 (57,1%) | 3,72 | 92,9 | 7,1 | ! NWG | 7,908 | 9,848 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 10 | 9 (75%) | 0,25 | 91,7 | 8,3 | ! NWG | 0,94 | 2,856 |
| < 2 h | an der Person | 20 | 14 | 18 (90%) | 3 | 65 | 5 | ! NWG | + 1,155 | + 1,5 |

Tabelle 13.1.9

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 47 | 25 | 25 (53,2%) | 0,71 | 97,9 | 2,1 | ! NWG | 3,221 | 4,745 |
| ≥ 2 h | stationär | 86 | 38 | 73 (84,9%) | 0,71 | 98,8 | 1,2 | ! NWG | + 0,505 | 1,567 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 38 | 23 | 32 (84,2%) | 0,25 | 97,4 | 2,6 | ! NWG | 0,31 | 0,44 |
| ≥ 2 h | stationär | 86 | 35 | 79 (91,9%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | + 0,241 |

13.1.10 Kunststoffteileherstellung und Kunststoffverarbeitung

Kunststoffteile werden in der Elektrotechnik in vielfältiger Weise verwendet. Neben dem Spritzgussverfahren und dem Extrudieren erfolgt die Produktion durch Pressen von mit Reaktionsharzen vorimprägnierten Fasermatten, sogenannten Prepregs. Beim Spritzgussverfahren wird mit einer Spritzgießmaschine Kunststoffgranulat verflüssigt und in eine Form, das Spritzgießwerkzeug, unter Druck

eingespritzt. Im Werkzeug geht der Werkstoff durch Abkühlung wieder in den festen Zustand über und wird nach dem Öffnen des Werkzeugs als Fertigteil entnommen oder ausgeworfen. Beim Extrudieren wird der verflüssigte Kunststoff in einem Werkzeug kontinuierlich zu einem Endlosprodukt, z. B. Schlauch, geformt. Staubexpositionen treten bei allen Verfahren der mechanischen Nachbearbeitung von Werkstücken und dem Handling des Kunststoffgranulats auf.

Tabelle 13.1.10

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 13 | 11 (47,8%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,497 | 2,109 | 2,505 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 14 | 18 (64,3%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,954 | 2,268 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 20 | 11 | 15 (75%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,31 | 0,58 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 13 | 18 (64,3%) | 0,25 | 96,4 | 3,6 | ! NWG | 0,534 | 0,874 |

13.1.11 Pressen, Umformen

Tabelle 13.1.11

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 18 | 11 | 9 (50%) | 0,72 | 100 | 0 | + 0,47 | 1,394 | 2,036 |
| ≥ 2 h | stationär | 33 | 16 | 18 (54,5%) | 0,72 | 100 | 0 | ! NWG | 1,206 | 1,621 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 11 | 14 (93,3%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | + 0,174 |
| ≥ 2 h | stationär | 30 | 15 | 27 (90%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,17 | + 0,205 |

13.2 Schmuckwaren, Herstellung und Verarbeitung

| Branche |
|--------------------------------------------|
| Schmuckwaren, Herstellung und Verarbeitung |
| Edelsteinschleifereien |

Bei der Herstellung und Verarbeitung von Schmuckwaren werden – neben Metallen und Metalllegierungen – Schmucksteine sowie Edel- und Halbedelsteine mechanisch bearbeitet. Bei Tätigkeiten wie dem Schneiden,

Schleifen und Polieren, insbesondere bei der Bearbeitung ohne ausreichende Erfassung, ist mit hohen Staubexpositionen zu rechnen. Eine zusätzliche Staubquelle kann das Talkumieren bei der maschinellen Fertigung von Schmuckketten sein. Durch das Auftragen des pulverförmigen Talkums auf die Ketten wird das vorab aufgebraute Lotpulver wieder entfernt, das Lot bleibt nur in den Lücken der einzelnen Kettenglieder haften. So wird erreicht, dass beim anschließenden Lötvorgang im Ofen nur die Lücken verschmelzen und die Kettenglieder nicht steif miteinander verlötet werden.

Tabelle 13.2

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 18 | 10 | 10 (55,6%) | 0,71 | 83,3 | 16,7 | ! NWG | 10,4 | 10,8 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 18 | 10 | 11 (61,1%) | 0,25 | 88,9 | 11,1 | ! NWG | 1,338 | 2,005 |
| ≥ 2 h | stationär | 8 *** | 5 | 3 (37,5%) | 0,63 | 87,5 | 12,5 | =Werte: 0,27 bis 1,26 | | |

13.3 Solartechnik, Herstellung

Branche

Solartechnik, Herstellung

Im Herstellungsprozess von Solarmodulen werden unterschiedlichste Verfahren angewendet. Dazu gehören unter anderem Schneid- und Trennprozess, Strahlvorgänge, Laserstrahloberflächenbearbeitungen sowie diverse Verfahren zur Oberflächenreinigung.

Tabelle 13.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 12 | 18 (78,3%) | 0,72 | 95,7 | 4,3 | ! NWG | 0,82 | 1,399 |
| ≥ 2 h | stationär | 64 | 18 | 50 (78,1%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,355 | + 0,355 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 8 | 11 (100%) | 5,67 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | ! NWG |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 12 | 18 (85,7%) | 0,25 | 95,2 | 4,8 | ! NWG | 0,282 | 0,423 |
| ≥ 2 h | stationär | 46 | 16 | 45 (97,8%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | ! NWG |
| < 2 h | an der Person | 13 | 11 | 13 (100%) | 1,99 | 69,2 | 0 | ! NWG | ! NWG | ! NWG |

13.4 Schleifen bei den Musikinstrumenten, Blech- und Metallwarenherstellung

| Branche |
|---------------------------------------------------------|
| Eisen-, Blech- und Metallwaren (EBM-Waren), Herstellung |
| Musikinstrumente, Herstellung |

Im Herstellungsprozess von diversen Blech- und Metallwaren, aber auch der Herstellung von Musikinstrumenten kommen verschiedene Schleifverfahren zur Bearbeitung von Oberflächen zum Einsatz. Insbesondere bei der Bearbeitung großer Flächen ohne wirksame Erfassungseinrichtungen ist mit hohen Staubexpositionen zu rechnen.

Tabelle 13.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 84 | 36 | 9 (10,7%) | 0,75 | 77,4 | 22,6 | 2,87 | 15,54 | 23,02 |
| ≥ 2 h | stationär | 29 | 11 | 13 (44,8%) | 0,71 | 96,6 | 3,4 | + 0,35 | 1,423 | 2,478 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 92 | 36 | 36 (39,1%) | 1,25 | 80,4 | 19,6 | + 0,53 | 1,828 | 2,842 |
| ≥ 2 h | stationär | 33 | 12 | 18 (54,5%) | 1 | 93,9 | 6,1 | ! NWG | + 0,939 | 1,681 |

13.5 Feinmechanik

| Branche |
|---------------------------------------------------------------------------|
| Lampen, Leuchten, Herstellung |
| Quecksilberhaltige Leuchtmittel einschließlich Leuchtreklame, Herstellung |
| Hörgerätehersteller |
| Herstellung von Tonträgern |
| Feinmechanik, Optik, Herstellung |
| Medizintechnik, Herstellung |
| Herstellung von Waffen und Munition |
| Sportgeräte, Herstellung |
| Außenwerbung |

Unter dem Begriff Feinmechanik wird eine Vielzahl von Branchen zusammengefasst. Hier wurden Messwerte aus folgenden Branchen berücksichtigt:

- Lampen- und Leuchtenherstellung einschließlich Leuchtreklamen und Außenwerbung
- Hörgeräteherstellung
- Herstellung von Tonträgern
- Herstellung optischer Geräte
- Medizintechnik
- Herstellung von Waffen und Munition
- Herstellung von Sportgeräten

13.5.1 Schleifen, Strahlen, Entgraten

Tabelle 13.5.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 41 | 23 | 12 (29,3%) | 0,71 | 85,4 | 15,4 | 0,985 | 11,78 | 13,815 |
| ≥ 2 h | stationär | 22 | 13 | 19 (86,4%) | 0,71 | 95,5 | 4,5 | ! NWG | + 0,671 | 2,469 |
| < 2 h | an der Person | 6 *** | 6 | 4 (66,7%) | 1,43 | 83,3 | 16,7 | =Werte: 1,48 bis 190 | | |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 3 ** | 1 (16,7%) | 1,57 | 83,3 | 16,7 | =Werte: 5,49 bis 65,1 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 42 | 21 | 18 (42,9%) | 0,25 | 81 | 19 | 0,26 | 1,444 | 3,394 |
| ≥ 2 h | stationär | 22 | 13 | 19 (86,4%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,145 | + 0,177 |
| < 2 h | an der Person | 6 *** | 5 | 4 (66,7%) | 0,58 | 83,3 | 16,7 | =Werte: 0,35 bis 43,4 | | |

13.6 Dentallabor

Branche

Dentallabor

In Dentallaboren finden die unterschiedlichsten Materialien Verwendung. Neben quarzhaltigen Einbettmassen im Bereich des Modellgusses werden verschiedene Kunststoffe bei der Modellherstellung, aber auch Metalle bei der Erstellung von Kronen- und Brückengerüsten eingesetzt. Beim Handling der Rohstoffe der Einbettmassen sowie der mechanischen Bearbeitung, wie dem Schleifen von Modellen und Gerüsten, ist mit Staubexpositionen zu rechnen.

Abbildung 38: Ansetzen von Einbettmassen



Tabelle 13.6

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 59 | 26 | 31 (52,5%) | 0,72 | 100 | 0 | ! NWG | 1,88 | 2,502 |
| ≥ 2 h | stationär | 26 | 14 | 22 (84,6%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,016 | 1,154 |
| < 2 h | an der Person | 13 | 12 | 8 (61,5%) | 2,85 | 100 | 0 | ! NWG | 2,987 | 3,509 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 58 | 28 | 38 (65,5%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,424 | 0,689 |
| ≥ 2 h | stationär | 25 | 14 | 21 (84%) | 0,83 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,398 | + 0,464 |
| < 2 h | an der Person | 14 | 12 | 11 (78,6%) | 1 | 92,9 | 7,1 | ! NWG | + 0,712 | 1,364 |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 5 | 5 (83,3%) | 1 | 83,3 | 16,7 | --Werte: 1,5 bis 1,5 | | |

13.7 Elektroinstallationsarbeiten auf Baustellen

Branche

Installation, Elektroanlagen

Auf Baustellen im Elektroinstallationshandwerk werden Gesteinsstäube beim Stemmen, Schlitzern von Stegen für Elektroleitungen und beim Setzen von Löchern für Schalter- und Verteilerdosen freigesetzt. Je nach verwendeter Maschinenteknik und Erfassungseinrichtungen ist mit unterschiedlichen Staubexpositionen zu rechnen.

Die hier dargestellten Expositionsdaten wurden unter Verwendung abgestimmter Gerätetechnik ermittelt. Darunter versteht man die Kombination aus von Herstellern empfohlenen Elektrowerkzeugen, z. B. Mauernutfräse, und den zugehörigen Entstaubern. Solche Kombinationen sind als „staubarm“ geprüft und unter folgendem Link auf der GISBAU-Homepage abrufbar: www.bgbau.de/themen/sicherheit-und-gesundheit/staub/staubarmbearbeitungssysteme/

Bei Einsatz von nicht abgestimmten Systemen ist mit Staubexpositionen zwischen 1,5 bis 134 mg/m³ (Mittelwert 42,8 mg/m³) E-Staub und 0,02 mg/m³ bis 23,18 mg/m³ (Mittelwert 4,43 mg/m³) A-Staub zu rechnen [28].

Abbildung 39: Schlitzern von Stegen für Elektroleitungen



Tabelle 13.7

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 13 | 7 | 3 (23,1%) | 0,71 | 92,3 | 7,7 | 1,495 | 4,032 | 12,977 |
| ≥ 2 h | stationär | 7 *** | 3 ** | 0 | k. A. | 85,7 | 14,3 | =Werte: 0,35 bis 14,1 | | |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 4 ** | 0 | k. A. | 28,6 | 71,4 | =Werte: 1,41 bis 87,6 | | |
| < 2 h | stationär | 7 *** | 3 ** | 1 (14,3%) | 0,34 | 42,9 | 57,1 | =Werte: 1,89 bis 70 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 6 | 4 (33,3%) | 0,25 | 91,7 | 8,3 | 0,28 | 0,786 | 2,674 |
| ≥ 2 h | stationär | 7 *** | 3 ** | 2 (28,6%) | 0,25 | 85,7 | 14,3 | =Werte: 0,16 bis 3,03 | | |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 4 ** | 1 (12,5%) | 0,38 | 12,5 | 87,5 | =Werte: 1,47 bis 9,32 | | |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 3 ** | 2 (25%) | 1,07 | 50 | 50 | =Werte: 0,54 bis 6,58 | | |

13.8 Reibbeläge

Branche

Reibbeläge (Brems- und Kupplungsbeläge) Herstellung, Bearbeitung

Bei der Herstellung von Reibbelägen werden unterschiedliche pulverförmige Reibmittel mit einem Bindemittel, in der Regel auf Basis von Kunstharzen, gemischt und auf einer Trägerplatte aus Stahl oder Grauguss verpresst. In nachfolgenden Arbeitsschritten werden die so gefertigten Rohlinge mechanisch bearbeitet (Schleifen, Bohren).

13.8.1 Mischen

Tabelle 13.8.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 66 | 11 | 15 (22,7%) | 1,3 | 98,5 | 1,5 | 1,48 | 4,71 | 7,61 |
| ≥ 2 h | stationär | 23 | 8 | 6 (26,1%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,58 | 1,706 | 3,445 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 63 | 11 | 18 (28,6%) | 1,1 | 95,2 | 4,8 | + 0,35 | + 0,818 | 1,194 |
| ≥ 2 h | stationär | 24 | 8 | 5 (20,8%) | 0,25 | 100 | 0 | + 0,2 | 0,492 | 0,508 |

13.8.2 Pressen

Tabelle 13.8.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 40 | 8 | 8 (20%) | 0,71 | 92,5 | 7,5 | 1,29 | 8,12 | 10,2 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 5 | 9 (52,9%) | 0,71 | 94,1 | 5,9 | ! NWG | 2,227 | 11,861 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 38 | 7 | 14 (36,8%) | 1,25 | 86,8 | 13,2 | + 0,36 | 1,372 | 1,723 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 4 ** | 10 (62,5%) | 0,83 | 93,8 | 6,3 | ! NWG | + 0,616 | 5,624 |

13.8.3 Bohren, Schleifen

Tabelle 13.8.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 18 | 7 | 11 (61,1%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,094 | 2,297 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 6 | 15 (75%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 0,73 | 0,92 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 18 | 7 | 13 (72,2%) | 0,76 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,402 | + 0,527 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 6 | 16 (80%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,27 | 0,27 |

14 Galvanik, Feuerverzinken, Oberflächenbeschichtung

14.1 Galvanik

| Branche |
|---------------------------------------------------------------------|
| Galvanik |
| Galvanik/Eloxalanlage, Abwasserbehandlungsanlage |
| 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 |
| Galvanik, Tiefdruck, manuell bediente Anlage |
| Galvanik, Vernickeln, automatische Gestell-/Trommelanlage |
| Galvanik, Vernickeln, manuell bediente Anlage |
| Galvanik, Verzinken, automatische Gestell-/Trommelanlage |

In Bereich Galvanik treten hohe Staubexpositionen in der Regel nur bei Einsatz pulverförmiger Stoffe auf, z. B. beim Ansetzen von Elektrolyten oder dem Neutralisieren mit Kalk in der Abwasserbehandlung. Diese Tätigkeiten erfolgen meist nur kurzzeitig. Die Ergebnisse der tätigkeitsbezogenen Messungen (Probenahmedauer ist in der Regel wesentlich kürzer als zwei Stunden) deuten dabei für beide Staubfraktionen auf besonders hohe Expositionen hin.

Die 90%-Werte der an der Person sowie stationär ermittelten Messwerte mit Schichtbezug (Probenahmedauer ≥ 2 Stunden) liegen dagegen für beide Staubfraktionen deutlich unterhalb der Grenzwerte.

Tabelle 14.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 118 | 69 | 79 (66,9%) | 0,73 | 99,2 | 0,8 | ! NWG | 1,642 | 2,9 |
| ≥ 2 h | stationär | 187 | 101 | 130 (69,5%) | 0,72 | 100 | 0 | ! NWG | 0,846 | 1,631 |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 9 | 3 (33,3%) | 186 | 55,6 | 44,4 | =-Werte: 0,42 bis 186 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 65 | 38 | 46 (70,8%) | 0,25 | 98,5 | 1,5 | ! NWG | 0,44 | 0,78 |
| ≥ 2 h | stationär | 102 | 58 | 71 (69,6%) | 2,41 | 99 | 1 | ! NWG | + 0,478 | + 0,706 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 8 | 5 (50%) | 2 | 40 | 50 | + 1 | 39,3 | 50,8 |

14.2 Feuerverzinkerei

Branche

Verzinkerei

Feuerverzinkerei

Beim Feuerverzinken (Schmelztauchverzinken) werden Überzüge aus Zink oder Zink-Eisen-Legierungen durch Eintauchen der Werkstücke aus Stahl oder Guss in eine Zinkschmelze bei etwa 450 °C hergestellt. Verfahrenstechnisch wird dabei zwischen dem offenen (ebenerdig, mit Randabsaugung) und dem eingehausten (geschlossen, mit Absaugung) Verzinkungskessel unterschieden. Expositionen der Beschäftigten oberhalb des Grenzwerts für den A-Staub entstehen primär beim Arbeiten direkt am Verzinkungskessel, besonders beim regelmäßigen Abstreifen der Zinkasche an der Oberfläche der Zinkschmelze.

14.2.1 Verzinkungskessel

Bedingt durch die hohe Temperatur im Verzinkungskessel entsteht Rauch, der weitestgehend aus Partikeln der A-Fraktion besteht. Der 90%-Wert für den E-Staub liegt sowohl für die stationär als auch die an der Person durchgeführten Messungen deutlich unterhalb des Grenzwerts. Der 90%-Wert für den A-Staub liegt dagegen bei den Messungen an der Person deutlich oberhalb des Grenzwerts. Die Ergebnisse für A-Staub für die tätigkeitsbezogenen Messungen an der Person zeigen eine besonders hohe Exposition, z. B. beim manuellen Abziehen der Zinkasche; die Probenahmedauer ist dabei in der Regel wesentlich kürzer als zwei Stunden.

Tabelle 14.2.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 74 | 51 | 9 (12,2%) | 0,71 | 100 | 0 | 0,98 | 2,576 | 2,946 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 12 | 6 (30%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,42 | 1,74 | 3,42 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 76 | 53 | 16 (21,1%) | 1,24 | 81,6 | 18,4 | + 0,48 | 1,92 | 2,294 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 12 | 6 (37,5%) | 0,25 | 93,8 | 6,3 | 0,32 | 0,81 | 1,166 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 4 ** | 0 | k. A. | 40 | 60 | =Werte: 0,34 bis 12,7 | | |
| < 2 h | stationär | 11 | 2 ** | 0 | k. A. | 0 | 100 | 2,25 | 2,669 | 2,773 |

14.3 Oberflächenbeschichtung

| Branche |
|-----------------------------------------------------------------------------|
| Verarbeiten von flüssigen Beschichtungsstoffen (Flüssiglackbeschichtung) |
| Maler- und Lackiererei |
| Schilder- und Glasmalerei |
| Autolackiererei |

14.3.1 Pulverbeschichten

Beim Pulverbeschichten wird ein elektrisch leitfähiger Werkstoff mit Pulverlack beschichtet. Das kann sowohl in einer Durchlaufanlage als auch von Hand erfolgen. Die Zerstäubung des Pulverlacks erfolgt mit einer Düse an der Lackierpistole. Pulverlacke basieren meist auf Epoxid- oder Polyesterharzen, zusätzlich kommen Hybridsysteme zum Einsatz. Diese enthalten sowohl Epoxid- als auch Polyesterharze als Bindemittel.

Die an der Person gemessenen 90%-Werte liegen für beide Staubfraktionen deutlich oberhalb der Grenzwerte.

Tabelle 14.3.1

| Probenahme- dauer | Probenahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 11 | 6 | 4 (36,4%) | 0,71 | 81,8 | 18,2 | 1,045 | 14,899 | 19,345 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | 6 | 8 (66,7%) | 0,25 | 75 | 25 | ! NWG | 2,654 | 8,49 |

14.3.2 Flüssiglackbeschichtung durch manuelle Verfahren, Farbspritzen, Tauchen

Beim Farbspritzen wird das Oberflächenbeschichtungsmittel (in der Regel Lack) durch Druckluft mit einer Spritzpistole zerstäubt. Bei den hier vorliegenden Staubpartikeln handelt es sich überwiegend um Bindemittelbestandteile und Farbpigmente. Beim Tauchen gibt es grundsätzlich eine relevante Lösemittelbelastung; die Staub- oder Aerosolbildung kann dabei allerdings vernachlässigt werden.

Der an der Person gemessene 90%-Wert für E-Staub liegt, unabhängig von der Probenahmedauer, oberhalb des Grenzwerts. Der Wert für den A-Staub liegt allerdings deutlich unterhalb des Grenzwerts.

Tabelle 14.3.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 34 | 30 | 13 (38,2%) | 0,71 | 88,2 | 11,8 | 1,1 | 10,488 | 15 |
| ≥ 2 h | stationär | 40 | 30 | 26 (65%) | 0,72 | 95 | 5 | ! NWG | 1,62 | 6,7 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 6 | 3 (42,9%) | 1,42 | 71,4 | 28,6 | =Werte: 1,18 bis 59,8 | | |
| < 2 h | stationär | 10 | 6 | 8 (80%) | 1,43 | 90 | 10 | ! NWG | 2,15 | 30,325 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 26 | 23 | 14 (53,8%) | 1,25 | 96,2 | 3,8 | ! NWG | + 0,631 | + 0,752 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 21 | 23 (82,1%) | 0,25 | 96,4 | 3,6 | ! NWG | 0,418 | 0,744 |

14.3.3 Polieren, Schleifen, Fräsen, Strahlen

Es handelt sich hier insgesamt um staubintensive Tätigkeiten. Entscheidend für die Höhe der Exposition sind die Gestaltung des Arbeitsplatzes, die Größe und Form der Werkstücke sowie die Möglichkeit, die entstehenden Stäube effektiv zu erfassen.

Der an der Person gemessene 90%-Wert sowohl für E- als auch für A-Staub liegt bei einer Probenahmedauer ≥ 2 Stunden deutlich oberhalb des Grenzwerts.

Tabelle 14.3.3

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 72 | 47 | 11 (15,3%) | 0,71 | 81,9 | 18,1 | 1,54 | 15,42 | 25,12 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 12 | 3 (16,7%) | 0,71 | 100 | 0 | 1,06 | 2,71 | 3,591 |
| < 2 h | an der Person | 22 | 9 | 8 (36,4%) | 1,49 | 90,9 | 9,1 | + 0,6 | 7,002 | 19,719 |
| < 2 h | stationär | 11 | 4 ** | 7 (63,6%) | 6,1 | 100 | 0 | ! NWG | + 1,088 | + 1,988 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 66 | 50 | 36 (54,5%) | 1,25 | 83,3 | 16,7 | ! NWG | 1,784 | 2,367 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 11 | 6 (35,3%) | 0,83 | 94,1 | 5,9 | + 0,2 | + 0,428 | + 0,632 |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 5 | 3 (33,3%) | 1 | 55,6 | 44,4 | =-Werte: 0,35 bis 65,6 | | |

Tabelle 14.3.3 a

| Probenahme-dauer | Erfassung | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) <-Werte* | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|------------|-------------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 46 | 32 | 10 (21,7%) | 0,71 | 84,8 | 15,2 | 1,83 | 12,74 | 19,58 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 9 *** | 8 | 0 | k. A. | 66,7 | 33,3 | = -Werte: 0,62 bis 50,5 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Erf = ja | 49 | 35 | 31 (63,3%) | 1,25 | 91,8 | 8,2 | ! NWG | + 0,742 | 1,55 |
| ≥ 2 h | Erf = nein | 12 | 11 | 3 (25%) | 0,43 | 66,7 | 33,3 | + 0,41 | 1,788 | 2,53 |

15 Dienstleistung, Transport, Energiegewinnung, Bildungseinrichtungen

15.1 Dienstleistung

15.1.1 Post- und Paketdienste

| Branche |
|-------------------------------------|
| Postunternehmen |
| Paketdienste |
| Paketzentrum |
| Zustellstützpunkt Paketdienst |
| Briefdienste |
| Briefzentrum |
| Logistikzentren für Postunternehmen |

In Post- und Paketdiensten werden hauptsächlich stationäre Staubmessungen in den Bereichen Lagern und Verteilen von Postsendungen durchgeführt. Die statistischen Auswertungen der A- und E-Staub-Messungen in Postunternehmen, Paketdiensten sowie Paket- und Briefzentren ergaben, dass die Arbeitsplätze in dieser Branchengruppe als staubfrei angesehen werden können.

Tabelle 15.1.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 30 | 13 | 25 (83,3%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,28 | + 0,32 |
| ≥ 2 h | stationär | 98 | 35 | 66 (67,3%) | 0,18 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,162 | 0,211 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 17 | 8 | 7 (41,2%) | 0,25 | 100 | 0 | + 0,21 | 0,618 | 0,759 |
| ≥ 2 h | stationär | 69 | 27 | 22 (31,9%) | 0,36 | 100 | 0 | + 0,15 | + 0,331 | 0,465 |

15.1.2 Forschungs- und Untersuchungsinstitute, -labore, Konstruktionsbüros

| Branche |
|-------------------------------------------------|
| Konstruktionsbüro |
| Forschungs- und Untersuchungsinstitute, -labore |
| Lehr- und Versuchsgut (Forschungsstation) |
| Ingenieurbüro für technische Fachplanung |
| Geophysikalische Bodenuntersuchungen |
| Umweltservice, Beratung und Prüfung |

Expositionsmessungen in Forschungs- und Untersuchungsinstituten, Laboren und Konstruktionsbüros fanden in verschiedensten Bereichen statt. Besonders hohe Staubbelastungen konnten immer dann festgestellt werden, wenn im Rahmen der Untersuchungstätigkeiten mechanische Zerkleinerungs- oder Sortier-/Siebvorgänge stattfanden. Dies ist z. B. in Baustoffprüflabore oder geologischen Forschungseinrichtungen der Fall. Eine weitere Quelle höherer Staubexpositionen ist die spanende Bearbeitung von Untersuchungsgegenständen durch Trockenschleifen, Sägen oder ähnliches.

Tabelle 15.1.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 53 | 29 | 23 (43,4%) | 0,83 | 92,5 | 7,5 | + 0,76 | 9,462 | 10,93 |
| ≥ 2 h | stationär | 82 | 35 | 46 (56,1%) | 0,71 | 98,8 | 1,2 | ! NWG | 1,254 | 2,578 |
| < 2 h | an der Person | 19 | 11 | 10 (52,6%) | 1,43 | 89,5 | 10,5 | ! NWG | 7,68 | 17,48 |
| < 2 h | stationär | 27 | 13 | 17 (63%) | 1,43 | 92,6 | 7,4 | ! NWG | 3,667 | 11,618 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 49 | 29 | 23 (46,9%) | 0,25 | 83,7 | 16,3 | + 0,215 | 1,703 | 2,249 |
| ≥ 2 h | stationär | 64 | 31 | 42 (65,6%) | 0,25 | 98,4 | 1,6 | ! NWG | 0,682 | 0,856 |
| < 2 h | an der Person | 23 | 14 | 11 (47,8%) | 1,43 | 56,6 | 39,1 | + 0,45 | 2,15 | 6,669 |
| < 2 h | stationär | 21 | 12 | 19 (90,5%) | 2,08 | 81 | 9,5 | ! NWG | ! NWG | + 1,734 |

15.1.3 Dienstleistungen – weitere Branchen

| Branche |
|--------------------------------------------------------------------|
| Kühlhäuser |
| Gaststätten, Hotels, Diskotheken, Küchen |
| Fahrzeugwaschanlagen |
| Rundfunk- und Fernsehanstalten |
| Filmherstellung |
| Theater, Opernhäuser, Bühne, Orchester, Kapellen |
| Museen |
| Kranken- und Lehrkrankenhäuser, Fach- und Unikliniken |
| Krankenhaus |
| Tierbehandelnde Unternehmen (Tierheilpraxen, Hufpflieger u. ä.) |
| Werbung |
| Bewachungsunternehmen |
| Arbeitnehmerüberlassung |
| Dienstleistungen, allgemein |
| Haustechnik |
| Polizei |
| Feuerwehren |
| Feuerwache, Feuerwehrhaus |
| Zivile Verteidigung, Katastrophenschutz |
| Justizvollzugsanstalten |
| Stadtwerke |
| Friedhof |
| Bau- und Betriebshof |
| Fuhrpark |

Dieser Abschnitt fasst die Staubbmessungen in weiteren Branchen des Dienstleistungssektors/öffentlichen Bereichs zusammen. Wie schon bei den Forschungseinrichtungen ist auch hier besonders bei der mechanischen oder spanenden Bearbeitung der verwendeten oder hergestellten Produkte mit Staubbbelastungen zu rechnen.

Die hohe Anzahl an A-Staubbmessungen mit einer Probenahmedauer von < 2 Stunden, bei denen der Grenzwert nicht beurteilbar war (fast 40 % der Messwerte), kommt von einer Messkampagne, die die Staubbbelastung an Schießständen der Polizei untersuchen sollte.

Tabelle 15.1.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 29 | 20 | 11 (37,9%) | 0,71 | 93,1 | 6,9 | 0,765 | 7,644 | 13,92 |
| ≥ 2 h | stationär | 44 | 26 | 18 (40,9%) | 0,73 | 100 | 0 | + 0,355 | 1,14 | 3,244 |
| < 2 h | an der Person | 15 | 11 | 5 (33,3%) | 1,88 | 86,7 | 13,3 | + 1,905 | 10,475 | 13,85 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 32 | 21 | 23 (71,9%) | 1,25 | 90,6 | 9,4 | ! NWG | + 0,866 | 1,91 |
| ≥ 2 h | stationär | 79 | 34 | 60 (75,9%) | 1,25 | 100,0 | 0,0 | ! NWG | + 0,4651 | + 0,5425 |
| < 2 h | an der Person | 17 | 9 | 14 (82,4%) | 2,5 | 52,9 | 5,9 | ! NWG | + 1,25 | + 1,26 |
| < 2 h | stationär | 18 | 9 | 10 (55,6%) | 2 | 83,3 | 5,6 | ! NWG | + 0,952 | + 1,209 |

15.2 Werkstätten für Menschen mit Behinderungen

Branche

Werkstatt für Menschen mit Behinderungen (WfbM), allgemein

Werkstatt für Menschen mit Behinderungen, Metallverarbeitung

Werkstätten für Menschen mit Behinderungen (WfbM) bieten vielfältige Dienstleistungen und Auftragstätigkeiten in der Produktion, die mit gewerblichen Betrieben vergleichbar sind. Stäube entstehen bei trockenen spanenden Tätigkeiten wie dem Schleifen und Sägen in der Metall-, Kunststoff- und Steinbearbeitung. Holzbearbeitung spielt ebenfalls eine Rolle, wird aber bei der vorliegenden Betrachtung nicht berücksichtigt. Viele dieser Tätigkeiten werden manuell durchgeführt und häufig in größeren Gruppen, wodurch sich die Staubbelastung erhöhen kann. Ebenso entsteht Staub beim Papier- und Kunststoffrecycling, besonders beim Schreddern und Elektroschrottreycling. Die in der Auswertung genannten Staubkonzentrationen sind als Querschnitt über diverse

Tätigkeiten in WfbM zu verstehen, die nicht anderen Branchen zugeordnet werden können. Es handelt sich um eine kleine Auswahl von Messdaten aus Einzelfallbetrachtungen, die keinen Anspruch auf Repräsentativität erfüllt. Einige Grundaussagen können aber dennoch abgeleitet werden: Die meisten Messwerte lagen unterhalb der Grenzwerte der E- und A-Staub-Konzentrationen an der Person. Grenzwertüberschreitungen bzw. grenzwertnahe Konzentrationen wurden für die A-Staub-Konzentrationen beim Papierrecycling ermittelt, insbesondere beim Schreddern von Papier und Akten (Aktenvernichtung). Auch bei der Sandsteinbearbeitung wurde die zulässige A-Staub-Konzentration überschritten. Die genannten Beurteilungen beziehen sich auf die Schichtmittelwerte einer achtstündigen Arbeitsschicht. Kürzere Expositionsdauern führen zu geringeren Schichtmittelwerten. Für WfbM kann von Expositionsdauern zwischen vier und sechs Stunden ausgegangen werden.

Da es sich bei den dargestellten Daten um den oben genannten Querschnitt einiger typischer Tätigkeiten in WfbM handelt, bietet es sich an, die Daten zu den spezifischen Tätigkeiten in den anderen Kapiteln dieses Reports zu recherchieren.

Tabelle 15.2

| Probedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 11 | 10 | 0 | k. A. | 90,9 | 9,1 | 1,595 | 2,528 | 7,517 |
| ≥ 2 h | stationär | 35 | 19 | 6 (17,1%) | 0,32 | 100 | 0 | 0,855 | 4,35 | 7,487 |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 5 | 2 (25%) | 0,95 | 100 | 0 | =-Werte: 1,1 bis 7,58 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 19 | 11 | 7 (36,8%) | 0,25 | 84,2 | 15,8 | 0,36 | 1,602 | 2,649 |
| ≥ 2 h | stationär | 33 | 19 | 15 (45,5%) | 0,62 | 90,9 | 9,1 | + 0,25 | 1,097 | 1,559 |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 4 ** | 4 (50%) | 0,38 | 100 | 0 | =-Werte: 0,42 bis 1,18 | | |

15.3 Berufsschulen und Ausbildungsstätten für das Bauhandwerk

| Branche |
|----------------------------------------------|
| Schulen der beruflichen Aus- und Fortbildung |
| Ausbildungsstätten |

Bei der praktischen Ausbildung zu Berufen aus dem Bauhandwerk (Maurer etc.) führen die Auszubildenden typische Tätigkeiten wie Mauer- und Betonierarbeiten durch. Die erstellten Übungsbauwerke werden anschließend wieder abgebrochen und die Unterrichtsräume gereinigt. Diese Tätigkeiten finden in größeren geschlossenen Unterrichtsräumen oder Hallen statt und werden normalerweise von mehreren Auszubildenden gleichzeitig durchgeführt.

Generell wurden relativ hohe Staubkonzentrationen vor allem bei den personengetragenen Messungen an den Auszubildenden oder Lehrenden ermittelt. Die hohen Werte für die A- und E-Staub-Exposition bei kurzen Probenahmedauern treten hauptsächlich beim Reinigen der Unterrichtsräume durch Kehren und dem Abbrechen der Übungsbauwerke auf.

Tabelle 15.3

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 19 | 9 | 0 | k. A. | 73,7 | 26,3 | 3,665 | 18,74 | 22,05 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 9 | 0 | k. A. | 93,7 | 6,3 | 3,01 | 8,236 | 10,508 |
| < 2 h | an der Person | 11 | 4 ** | 0 | k. A. | 45,5 | 54,5 | 9,715 | 32,84 | 38,485 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 24 | 10 | 2 (8,3%) | 0,25 | 70,8 | 29,2 | 0,91 | 3,038 | 3,706 |
| ≥ 2 h | stationär | 14 | 9 | 1 (7,1%) | 0,18 | 92,9 | 7,1 | 0,5 | 1,174 | 1,326 |
| < 2 h | an der Person | 12 | 4 ** | 1 (8,3%) | 0,46 | 41,7 | 58,3 | 1,89 | 7,292 | 8,978 |
| < 2 h | stationär | 14 | 6 | 1 (7,1%) | 0,7 | 35,7 | 64,3 | 1,42 | 3,598 | 5,485 |

15.4 Energiegewinnung

| Branche |
|---------------------------------------------------------------|
| Elektrizitäts-, Gas-, Wasserversorgung (außer Kohlekraftwerk) |
| Kohlekraftwerk |
| Biogasanlage |
| Heizkraftwerk |
| Heizwerk |
| Erdöl und Erdgas, Gewinnung und Aufbereitung |

15.4.1 Dampferzeugung

Zur Dampferzeugung werden je nach Kraftwerkstyp unterschiedliche Brennstoffe der Verbrennung zugeführt. Neben Kohle werden unter anderem auch Erdöl und Erdgas als Brennstoff eingesetzt. In der Regel erfolgen Verbrennungsprozess und Dampferzeugung in Arbeitsbereichen des Kesselhauses. Bedingt durch den Verbrennungsprozess, aber auch durch Förder- und Transportvorgänge kann es zu Staubexpositionen im Bereich des Kesselhauses kommen.

Tabelle 15.4.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 13 | 8 | 9 (69,2%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 2,939 | 4,173 |
| ≥ 2 h | stationär | 37 | 19 | 26 (70,3%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 1,11 | 1,386 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 15 | 8 | 13 (86,7%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,268 | 0,443 |
| ≥ 2 h | stationär | 35 | 20 | 26 (74,3%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,3 | + 0,464 |

15.4.2 Kontrolle

Im Rahmen von Kontrollgängen erfolgt in Kraftwerken die Überprüfung unterschiedlichster Anlagenteile. Dazu werden die verschiedenen Anlagenbereiche von Mitarbeitern inspiziert. Nicht selten werden dazu Klappen oder Schächte geöffnet. Dabei kann es kurzzeitig zu hohen Staubexpositionen kommen.

15.4.3 Fördern, Füllen

In Kraftwerken existieren eine Reihe von Förder- und Befüllvorgängen. Dazu zählen unter anderem das Fördern von Brennstoff wie Kohle auf Förderbändern oder Rutschen sowie das Befüllen von Kesselwagen. Darüber hinaus erfolgt die Lagerung von Brennstoffen und Aschen in sogenannten Bunkern oder Silos. Bei Tätigkeiten in diesen Arbeitsbereichen ist mit Staubexpositionen zu rechnen. In den meisten Fällen handelt es sich dabei jedoch nicht um ständige Arbeitsplätze.

Tabelle 15.4.2

| Probenehmedauer | Probenehmerart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
|-----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 53 | 19 | 5 (9,4%) | 0,71 | 94,3 | 5,7 | 0,895 | 5,424 | 14,643 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 53 | 19 | 30 (56,6%) | 0,25 | 92,5 | 7,5 | ! NWG | 0,782 | 1,5 |

Tabelle 15.4.3

| Probenehmedauer | Probenehmerart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 54 | 15 | 8 (14,8%) | 0,39 | 96,3 | 3,7 | 0,96 | 5,156 | 6,74 |
| ≥ 2 h | stationär | 129 | 27 | 25 (19,4%) | 0,71 | 94,6 | 5,4 | 1,03 | 7,065 | 9,908 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 57 | 17 | 17 (29,8%) | 0,2 | 93 | 7 | 0,205 | 0,969 | 1,615 |
| ≥ 2 h | stationär | 115 | 25 | 39 (33,9%) | 1,25 | 80,9 | 19,1 | + 0,31 | 1,91 | 2,578 |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 2 ** | 1 (11,1%) | 0,33 | 22,2 | 77,8 | =Werte: 1,09 bis 2,73 | | |

15.4.4 Lagern

Tabelle 15.4.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|-------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * | |
| E-Staub | | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 9 *** | 4 ** | 2 (22,2%) | 0,71 | 77,8 | 22,2 | =-Werte: 0,99 bis 14,9 | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 7 | 16 (57,1%) | 0,71 | 96,4 | 3,6 | ! NWG | 1,396 | 1,69 | |
| A-Staub | | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 5 | 4 (40%) | 0,25 | 90 | 10 | + | 0,14 | 0,91 | 1,43 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 9 | 8 (47,1%) | 0,25 | 100 | 0 | + | 0,147 | 0,829 | 0,855 |

15.4.5 Reinigung von Räumen, Material und Anlagen

Um Staubanhaftungen von Anlagenteilen zu entfernen, werden diese regelmäßig abgesaugt oder mit Hilfsmitteln wie Besen gereinigt. Diese Tätigkeiten sind in der Regel mit Staubexpositionen verbunden. Grenzwertüberschreitungen treten insbesondere dann auf, wenn untersagte Techniken wie Kehren oder Abblasen mit Druckluft angewendet werden.

Tabelle 15.4.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 5 | 1 (10%) | 0,25 | 50 | 50 | 6,82 | 55,5 | 95,25 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 5 | 4 (40%) | 0,25 | 90 | 10 | 0,47 | 1,09 | 1,18 |

15.5 Transport

| Branche |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Transport, Spedition und Verkehrsbetriebe |
| Frischbeton und Frischmörtel, Transport |
| Schüttgüter aus der Steine- und Erden-Industrie, Transport |
| Containerdienst |
| Eisenbahnen |
| Straßenbahnverkehr |
| Straßenverkehr, Parkplätze und -häuser |
| Binnenschifffahrt |
| Seeschifffahrt, Fahrgastschifffahrt |
| Seeschifffahrt, Güter- und Tankschifffahrt (Reedereien) |
| Seeschifffahrt, Spezialschiffe wie Schlepper, Versorgungsschiffe, Bergungsfahrzeuge |
| Seeschifffahrt, Fähren, Barkassenbetriebe (Personen und Güter) |
| Binnenschifffahrt, Fähren, Barkassenbetriebe (Personen und Güter) |
| Hafenumschlag, Stauerei |
| Luftfahrt |
| Hubschrauber |
| Flughafen, Flugplatz |
| Technischer Stützpunkt |

Arbeitsbereiche der Gruppe „Transport“ umfassen Bereiche im Umfeld verschiedener Verkehrsmittel zu Wasser, zu Land und in der Luft. Das weite Spektrum enthält See-, Binnenschiffe und Hafenbetriebe, Flugzeuge, Hubschrauber und Flughäfen, Eisenbahnen und Straßenbahnen, Betrieb von Pkw, Lkw und Sonderfahrzeugen in verschiedenen Verkehrsbereichen.

Das weite Spektrum wurde für die weitere Auswertung unterteilt in die beiden Varianten „Fördern, Umschlagarbeiten, Lagern, Verpacken“ und „Fahrzeuge, Flurförderzeuge, Transport“, wobei nach Verkehrsträger nicht unterschieden wird. Die beiden Tabellen enthalten somit ein weit gefächertes Potpourri unterschiedlicher Arbeitsplätze. Enthalten sind sowohl Arbeitsplätze im bzw. auf dem Verkehrsträger (wie Fahrer, Matrose) als auch im Umfeld der Fahrzeuge (wie Flughafenvorfeld, Parkhaus, Entladestelle).

Wie kommen Emissionen im Bereich „Transport“ zustande?

1) Schüttgüter und Prozesse

Gerade innerbetrieblicher Verkehr findet auch dort statt, wo Güter verladen, entladen oder gefördert werden. Je nach Korngröße, Windrichtung, Ent- oder Beladungstechnik sowie weiteren Einflussgrößen werden Teile des Gutes in die Umgebung freigesetzt und verbleiben für eine gewisse Zeit in der Atemluft, ehe sie sich wieder absetzen. Hier sind beim Zusammentreffen verschiedener Randbedingungen Spitzenwerte möglich. Da diese Prozesse dem Transport zugerechnet werden können, ist hierauf ein besonderes Augenmerk zu richten. In vielen Fällen hat das Transportunternehmen jedoch nur bedingt Einfluss auf die Randbedingungen, die die Freisetzung begünstigen.

2) Emissionen durch aufgewirbelte Ablagerungen

In vielen Betrieben sammeln sich auf den Verkehrsflächen laufend staubförmige Ablagerungen an. Quellen sind z. B. Umweltstaub, verlorene Transportgüter bei mangelnden Abdeckungen (besonders Abfälle, Schüttgüter) sowie betriebliche staubfreisetzende Prozesse wie Sieben, Trennverfahren, Oberflächenbearbeitungen. Die Ablagerungen werden durch Verkehrsvorgänge (= darüberfahren) aufgewirbelt und sind so teilweise als einatembare oder alveolengängige Fraktion messbar. Ein guter Reinigungszustand der Verkehrsflächen ist daher ein direkter Beitrag zur Staubreduktion in der Luft.

3) Emissionen von Fahrzeugmotoren

Vortrieb und Arbeitskraft von Fahrzeugen und Maschinen wird überwiegend durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe erzeugt, häufig durch Diesel. Die entstehenden Emissionen enthalten gasförmige und partikuläre Bestandteile. Letztere bewegen sich durch Agglomerationsprozesse in der Größenordnung von ultrafeinen Partikeln, etwa im Bereich 50 bis 100 nm. Sie zählen damit nominell zur A-Staub-Fraktion. Allerdings können sich die emittierten Partikel kaum zu Massen summieren, die in der Größenordnung (bezüglich der Masse) anderer Emissionsquellen liegt. Dieser Anteil ist daher vernachlässigbar.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass hohe Staubmesswerte und Grenzwertüberschreitungen dort vorkommen können, wo betriebliche Prozesse und Warenumsatz im Vordergrund stehen. Das reine Steuern eines Fahrzeugs im öffentlichen Verkehr stellt bei einer Exposition in der Größenordnung des ASGW keine Gefährdung dar.

Präventionsmaßnahmen ergeben sich aus den oben genannten Gefährdungen, je nachdem wie sie gemäß Gefährdungsbeurteilung in den verschiedenen Bereichen einzuschätzen sind. Möglich sind z. B. Kapselungen von Transportprozessen, regelmäßige Reinigungen von Verkehrsflächen mit staubarmen Methoden, Schutz von Fahrerarbeitsplätzen durch Staubschutzanlagen bzw. Schutzbelüftungsanlagen von Fahrerkabinen.

15.5.1 Fördern, Umschlagarbeiten, Lagern, Verpacken

Beim E- und A-Staub zeigen sich bei den Messungen der Schichtmittelwerte in 18,5 % (bzw. 17,2 %) Grenzwertüberschreitungen bei den personengetragenen Messungen. Dies deutet auf einen hohen Handlungsbedarf in den betreffenden Bereichen hin.

Tabelle 15.5.1

| Probe-nahme-dauer | Probe-nahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 27 | 16 | 9 (33,3 %) | 0,62 | 81,5 | 18,5 | + 0,435 | 17,5 | 28,65 |
| ≥ 2 h | stationär | 93 | 30 | 45 (48,4 %) | 0,25 | 98,9 | 1,1 | + 0,125 | 0,987 | 2,427 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 5 | 2 (28,6 %) | 10 | 57,1 | 42,9 | =-Werte: 0,25 bis 95 | | |
| < 2 h | stationär | 14 | 7 | 6 (42,9 %) | 2,94 | 100 | 0 | + 0,9 | + 1,844 | + 2,257 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 29 | 15 | 9 (31 %) | 0,25 | 82,8 | 17,2 | + 0,15 | 2,689 | 5,576 |
| ≥ 2 h | stationär | 197 | 69 | 133 (67,5 %) | 0,25 | 98 | 2 | ! NWG | + 0,153 | 0,332 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 3 ** | 2 (40 %) | 10 | 40 | 40 | =-Werte: 0,7 bis 32,7 | | |
| < 2 h | stationär | 18 | 10 | 11 (61,1 %) | 0,53 | 94,4 | 5,6 | ! NWG | + 0,392 | 6,294 |

15.5.2 Fahrzeuge, Flurförderzeuge, Transport

Tabelle 15.5.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 23 | 13 | 4 (17,4%) | 0,25 | 78,3 | 21,7 | 1,6 | 15,51 | 30,265 |
| ≥ 2 h | stationär | 32 | 18 | 24 (75%) | 0,29 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,248 | 0,714 |
| < 2 h | an der Person | 27 | 13 | 3 (11,1%) | 1,11 | 55,6 | 44,4 | 6,77 | 107,8 | 134,75 |
| < 2 h | stationär | 14 | 6 | 3 (21,4) | 0,27 | 92,9 | 7,1 | 0,67 | 1,92 | 6,234 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 34 | 19 | 15 (44,1%) | 0,25 | 88,2 | 11,8 | 0,32 | 1,29 | 1,747 |
| ≥ 2 h | stationär | 88 | 33 | 60 (68,2%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,202 | 0,342 |
| < 2 h | an der Person | 30 | 15 | 14 (46,7%) | 1,5 | 50 | 46,7 | + 0,75 | 13,2 | 26,35 |
| < 2 h | stationär | 34 | 11 | 18 (52,9%) | 0,85 | 97,1 | 2,9 | ! NWG | + 0,682 | 0,89 |

Auffällig sind die hohen Messwerte bei den stichpunktartigen Messungen (Messdauer < 2 Stunden) an der Person. Bei beiden Fraktionen lag fast die Hälfte der Messwerte über dem ASGW, mit Spitzenwerten von 134 mg/m³ E-Staub bzw. 26,4 mg/m³ A-Staub. Zwar erübrigt sich aufgrund der unter sehr verschiedenen Bedingungen gewonnenen Messwerte eine vertiefte Diskussion der Zahlen. Aber dass auf die Arbeitsplätze rund um Fahrzeuge, Flurförderzeuge und Transport in der Abfallwirtschaft ein besonderes Augenmerk gelegt werden muss, wird deutlich.

16 Landwirtschaft, Futtermittelherstellung

Das Kapitel enthält Hinweis zur Beurteilung der Exposition gegenüber der E- und der A-Staub-Fraktion in der Tierhaltung. Gemäß GefStoffV sind Stäube Gefahrstoffe. Luftgetragene Stäube können aber auch Biostoffe enthalten, nach Biostoffverordnung (BioStoffV) z. B. Schimmelpilze, Bakterien oder Viren. Biostoffe können den Menschen durch Infektionen, übertragbare Krankheiten, Toxinbildung, sensibilisierende oder sonstige die Gesundheit schädigende Wirkungen gefährden (BioStoffV). Auf die Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe TRBA 230 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in der Land- und Forstwirtschaft und vergleichbaren Tätigkeiten“ wird verwiesen.

Der in den hier dargestellten statistischen Auswertungen als Beurteilungsmaßstab herangezogene ASGW gemäß TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ gilt nicht für allergisierende Stäube oder für Stäube, von denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind. Nach TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen“ und TRBA/TRGS 406 „Sensibilisierende Stoffe für die Atemwege“ ist z. B. bei tierischen Stoffen (Haaren, Borsten, Federn, Horn, Kot, Urin) von einer atemwegssensibilisierenden Wirkung auszugehen.

Nach TRGS 900 gilt der ASGW bei allergisierenden Stäuben und bei Stäuben, bei denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind, als allgemeine Obergrenze. Für Biostoffe sind derzeit keine Grenzwerte aufgestellt (TRBA/TRGS 406).

Mit Blick auf die Messergebnisse ist der ASGW in der Geflügel-, Rinder- und Schweinehaltung zum Teil überschritten. Die durchgeführten und hier statistisch ausgewerteten Staubmessungen sind somit orientierend und weisen darauf hin, unverzüglich die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen zu überprüfen und zu optimieren. Gegebenenfalls sind zusätzliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Diese sind jedoch je nach Arbeitsbereich und Tätigkeit im Unternehmen spezifisch und je nach Beurteilung der Gefährdung zu treffen.

16.1 Futtermittelherstellung

| Branche |
|------------------------------------------------------|
| Futtermittel (nicht tierisch), Herstellung |
| Futtermittel tierisch, Herstellung |
| Futtermittel, sonstige (nicht tierisch), Herstellung |

Zur Herstellung von Futtermitteln für Haus- und Nutztiere werden zum Teil pulverförmige Hauptkomponenten wie verschiedene Stärkesorten, Weizen, Reis, Mais und Hefen verarbeitet, aber auch eine unüberschaubare Vielzahl von Zusatzstoffen wie Mineralmischungen, Vitamine, Beta-Carotin, Kupfer, Zink, Selen und Kobalt. Die Rohstoffe werden mit Silofahrzeugen, verpackt in BigBags oder Säcken, angeliefert, im Betrieb umgefüllt, transportiert, abgewogen, dosiert, gemischt, pelletiert und wieder in verschiedene Gebinde für die Kunden abgefüllt. Die Verarbeitung wird in geschlossenen aspirierten Anlagen, teilweise aber auch offen mit Handschaufeln vorgenommen. Die freigesetzten Stäube unterschiedlichster Art können auch toxische oder sensibilisierende Wirkungen aufweisen.

Die Messungen erfolgten im Rahmen der Prävention nach SGB VII. Grundsätzlich können aufgrund des Messumfanges nur orientierende Aussagen über die Expositionshöhe getroffen werden.

Oft beobachtete Staubentwicklungen und -belastungen hängen nicht unbedingt mit dem technologischen Prozess zusammen, sondern waren auf Folgendes zurückzuführen:

- Übergabestellen, Staubablagerungen auf Maschinen, Leuchten und Absätzen,
- große freie Fallhöhen bei Belade- und anderen Transportvorgängen,
- Maschinen- und Raumreinigung mit Besen von Hand ohne Staubbindemittel,
- Sekundärstaubentwicklung durch Staubablagerungen, z. B. vom Fahrzeugverkehr in Produktionsräumen,
- ungeeignete Arbeitsmittel (Lader ohne geeignete Fahrerkabine).

Allerdings fehlte oft auch eine geeignete Entstaubungstechnik.

Grenzwertüberschreitungen[#] bei A- und E-Staub an der Person können beispielsweise bei manuellen Tätigkeiten im Arbeitsbereich auftreten. Auch höhere Expositionen von E-Staub bei der stationären Messung untermauern das Vorkommen von Stäuben in diesem Arbeitsbereich. In einem Trockenwerk werden z. B. Mischfuttermittel für Betriebe mit Tierhaltung hergestellt. Die Beschäftigten üben während einer Arbeitsschicht diverse Tätigkeiten aus. Im Trockenwerk überwachen Mitarbeiter auch die Technik und die Qualität des jeweiligen Prozesses wie das Abkühlen, Trocknen und Sortieren des Pressguts. An verschiedenen Fallstellen fällt das pelletierte Futter offen auf Bänder und Rüttler. An der offenen Bandanlage ist die Person gegenüber Stäuben während des Kontrollgangs exponiert.

In einigen Betrieben ist die Absackung der Pellets in Säcke auch eine manuelle Tätigkeit. Eine Person befindet sich direkt an der Befüllung der Stelle, an der die Säcke befüllt werden. Durch das Einfüllen des Futters in die Säcke entstehen Abrieb und Staub.

Schutzmaßnahmen umfassen soweit wie möglich die Verarbeitung in geschlossenen Anlagen und den Einsatz

geeigneter Entstaubungsanlagen wie mobile Absaughauben beim Umgang mit offenen Produkten. Zudem sind Staubentwicklungen und -belastungen wie folgt zu minimieren:

- Regelmäßige Wartung der Entstaubungsanlagen,
- Fördersysteme einschließlich Übergabestellen auf Dichtheit prüfen,
- Maschinen, Leuchten und Absätze staubfrei halten,
- große freie Fallhöhen bei Belade- und anderen Transportvorgängen vermeiden,
- Sekundärstaubentwicklung durch Staubablagerungen, z. B. vom Fahrzeugverkehr in Produktionsräumen vermeiden,
- Fahrzeuge mit Fahrerkabine, die gegen Stäube schützt, verwenden,
- Staubablagerungen durch Absaugen entfernen.

Sind die technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen nicht ausreichend, ist persönliche Schutzausrüstung notwendig.



Abbildung 40: Beschickung eines Mischers: Der Beschäftigte beschickt den Mischer mit verschiedenen Inhaltsstoffen der Futtermittel in Form von Sackware. Hinter dem Einfülltrichter befindet sich ein Absaugelement

Tabelle 16.1

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW# % \$ | > GW# % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|------------|------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 39 | k. A. | 4 (10,3 %) | k. A. | 84,6 | 15,4 | 4,55 | 12,22 | 16,235 |
| ≥ 2 h | stationär | 47 | k. A. | 6 (12,8) | k. A. | 100 | 0 | 1,45 | 4,271 | 6,68 |
| < 2 h | an der Person | 36 | k. A. | 0 | k. A. | 61,1 | 38,9 | 7,64 | 23 | 25,56 |
| < 2 h | stationär | 43 | k. A. | 3 (7,0%) | k. A. | 74,4 | 25,6 | 2,885 | 25,61 | 32,607 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 13 | k. A. | 3 (23,1%) | k. A. | 92,3 | 7,7 | 0,5 | 1,051 | 1,3075 |
| ≥ 2 h | stationär | 13 | k. A. | 2 (15,4%) | k. A. | 100 | 0 | + 0,265 | 0,82 | 0,883 |

Für die vorliegende Staubart ist kein AGW festgelegt. Begründung: Der ASGW gilt nicht für allergisierende Stäube oder für Stäube, von denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind. Der ASGW bei allergisierenden Stäuben und bei Stäuben, bei denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind, gilt als allgemeine Obergrenze.

16.2 Geflügelhaltung: Mastgeflügel und Legehennen

Branche

Geflügelhaltung, Legehennen

Mastgeflügelhaltung

Die Messungen erfolgten im Rahmen der Prävention nach SGB VII. Grundsätzlich können aufgrund des Messumfangs nur orientierende Aussagen über die Expositionshöhe getroffen werden. Einstreu, Futtermittel, gelagerte Pflanzenteile und Tiere können eine bedeutende Quelle für luftgetragene Stäube sein. Grenzwertüberschreitungen bei A- und E-Staub an der Person können beispielsweise bei manuellen Tätigkeiten in den Arbeitsbereichen Mastgeflügel und Legehennen auftreten, wie beim Auflesen verlegter Eier von Legehennen oder die Kontrolle der Tränken in der Hähnchenmast.

In Ställen zur Geflügelhaltung können die freigesetzten Stäube unterschiedlichster Art neben Biostoffen mit infektiösen Wirkungen auch toxische oder sensibilisierende Wirkungen aufweisen.

In der Geflügelhaltung ist eine optimierte Lüftung sehr wichtig. Anhand von Kontroll- und Wartungsplänen ist eine regelmäßige Wartung und Pflege der lüftungstechnischen Anlage durchzuführen und zu dokumentieren. Die lüftungstechnischen Anlagen sind nach Bedarf, mindestens jährlich, durch eine befähigte Person zu prüfen. Über das Ergebnis der Prüfungen ist ein Nachweis zu führen.

Organisatorische Schutzmaßnahmen, darunter auch hygienische Maßnahmen, wie die regelmäßige und konsequente Umsetzung des Reinigungsplans, unterstützen die technischen Schutzmaßnahmen und bewirken eine deutliche Reduktion von Stäuben in der Atemluft an Arbeitsplätzen in der Geflügelhaltung. Die Ausführung der Maßnahmen ist fortlaufend zu dokumentieren. Der Umgang mit den Tieren sollte ruhig sein.

Reinigungsarbeiten sind so vorzunehmen, dass hierbei die Exposition gegenüber Stäuben minimiert wird, z. B. durch Saugen mit einem Staubsauger der Staubklasse H.

Tabelle 16.2

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW# % \$ | > GW# % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|------------|------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 11 | 3 ** | 0 | k. A. | 36,4 | 63,6 | 13,92 | 25,46 | 25,79 |
| ≥ 2 h | stationär | 38 | 5 | 2 (5,3 %) | 0,71 | 92,1 | 7,9 | 3,93 | 8,22 | 10,429 |
| < 2 h | an der Person | 25 | 8 | 0 | k. A. | 32 | 68 | 14,375 | 62,6 | 69,675 |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 5 | 0 | k. A. | 83,3 | 16,7 | =Werte: 0,47 bis 16,1 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 8 *** | 1 ** | 0 | k. A. | 25 | 75 | =Werte: 0,54 bis 2,62 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 10 | 2 ** | 0 | k. A. | 100 | 0 | 0,62 | 0,69 | 0,75 |

Für die vorliegende Staubart ist kein AGW festgelegt. Begründung: Der ASGW gilt nicht für allergisierende Stäube oder für Stäube, von denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind. Der ASGW bei allergisierenden Stäuben und bei Stäuben, bei denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind, gilt als allgemeine Obergrenze.

Es ist für grundlegende Hygienemaßnahmen zu sorgen. Dazu gehören das Waschen und ggf. Desinfizieren der Hände vor Eintritt in die Pausen und bei Beendigung der Tätigkeit; weiterhin die regelmäßige und bedarfsweise Reinigung des Arbeitsplatzes und das Reinigen/Wechseln von Arbeitskleidung und persönlicher Schutzausrüstung. Die Maßnahmen sind in einem Reinigungs-, Hautschutz- und Hygieneplan festzuhalten. Während der Arbeit im Geflügelstall ist der Hand-Gesicht-Kontakt zu vermeiden.

Die Arbeitsbereiche sind regelmäßig gemäß der Gefährdungsbeurteilung und Festlegungen im Reinigungs- und Hygieneplan sowie bei Bedarf zu reinigen und ggf. zu desinfizieren. Schutzmaßnahmen zur Reinigung und Desinfektion von Arbeitsbereichen, Einrichtung und Geräten sind schriftlich gemäß der Gefährdungsbeurteilung festzulegen und zu überwachen.

Zum staubarmen Kehren wird eine manuell bewegte Kehmaschine mit Akkubetrieb, Staubfilter und umlaufender Dichtlippe um die Feinstaubkehrwalze empfohlen. Die Staubfilter können ausgewaschen werden.

Die Tätigkeit in der Geflügelhaltung mit Bodenhaltung und Arbeiten mit Geflügel bei direktem Tierkontakt sind nach bisherigem Kenntnisstand Tätigkeiten mit hoher Staub- bzw. Bioaerosolbelastung verbunden. Demzufolge ist ein Atemschutz zu tragen.

16.3 Schweinehaltung: Mastschweine

Branche

Schweinemast

Die folgenden Betrachtungen spiegeln durchschnittliche Belastungswerte wieder. Gleichwohl stellen die gemessenen Werte immer nur eine kurzzeitige Aufnahme der Exposition dar. Sie sind durch klimatische, räumliche, jahreszeitliche und andere Verhältnisse (z. B. Lüftungsanlage, Vor- oder Endmast) stetigen Schwankungen unterworfen. So schlägt sich eine ungünstige Luftführung im Maststall in den Messwerten nieder. Wird z. B. im Stall die Luft oben abgesaugt und die Frischluftzufuhr erfolgt auch von oben, so ist der Raum stärker mit Staub und Gasen belastet als Stallungen mit Unterflurabsaugung. Hier werden die Gefahrstoffe abgesaugt, bevor sie in die Raumluft gelangen. Die meist kurzzeitige tägliche Aufenthaltsdauer bei der Mast wie bei Kontrollgänge ist zu berücksichtigen.

Die Betrachtung der Messergebnisse beruht auf Gefahrstoffmessungen innerhalb der letzten 15 Jahre, in zu dieser Zeit üblichen Mastställen unterschiedlicher Größe,

Lüftung und Aufstellungsform. Die Messungen wurden zu den üblichen Stallzeiten und während der Durchführung der normalerweise anfallenden Tätigkeiten gemacht. Zu den E-Staub-Werten können folgende Aussagen getroffen werden: Auffällig ist eine Grenzwertüberschreitung bei einem Drittel der personengetragenen Messungen, die bei stationären Messungen nicht vorhanden ist. Dieses Phänomen lässt sich dadurch erklären, dass die Person z. B. Stroh von Hand verteilt, Kraftfutter/Trockenfutter vorbereitet, mischt und in die Futtertröge verteilt. Höhere Messwerte resultieren auch aus der Haltung von Mastschweinen in Außenklimaställen, wo die Tiere stärker behaart sind. Damit ist die Stallluft stärker mit Tierhaarepithel belastet. Außerdem werden in diesen Stallungen oftmals im Liegebereich der Tiere Stroh oder anderen Produkte wie Dinkelspelz eingestreut.

Zu den A-Staub-Werten: In Stallungen, in denen die Mastschweine auf Spalten gehalten werden (Flüssigmist), und bei guter Stallhygiene sind die Messwerte niedriger. Sobald eingestreut oder Trockenfutter eingesetzt wird, fallen die Messwerte höher aus. Ähnlich wie bei den Messwerten für E-Staub sind im Außenklimastall die Werte auch für A-Staub höher.

Tabelle 16.3

| Probedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW# % \$ | > GW# % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|------------|------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 6 *** | 6 | 0 | k. A. | 66,7 | 33,3 | =-Werte: 2,43 bis 22 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 110 | 56 | 0 | k. A. | 97,3 | 2,7 | 3,34 | 6,08 | 8,64 |
| < 2 h | an der Person | 58 | 51 | 3 (5,2%) | 3,33 | 77,6 | 22,4 | 5,74 | 16,14 | 17,15 |
| < 2 h | stationär | 6 *** | 5 | 0 | k. A. | 66,7 | 33,3 | =-Werte: 0,7 bis 43,2 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 114 | 56 | 45 (39,5%) | 0,25 | 98,2 | 1,8 | 0,29 | 0,598 | 0,686 |
| < 2 h | an der Person | 57 | 50 | 46 (80,7%) | 3,33 | 75,4 | 3,5 | ! NWG | + 0,979 | + 1,665 |

Für die vorliegende Staubart ist kein AGW festgelegt. Begründung: Der ASGW gilt nicht für allergisierende Stäube oder für Stäube, von denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind. Der ASGW bei allergisierenden Stäuben und bei Stäuben, bei denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind, gilt als allgemeine Obergrenze.

16.4 Schweinehaltung: Zuchtsauen

Branche

Schweinehaltung, Zuchtsauen

16.4.1 Abferkelstall

Tabelle 16.4.1

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW# % \$ | > GW# % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|------------|------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 2 ** | 2 (10%) | 0,71 | 100 | 0 | 1,51 | 2,62 | 2,69 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 1 ** | 0 | k. A. | 100 | 0 | 2,87 | 3,52 | 3,555 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | 2 ** | 12 (60%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,44 | + 0,625 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 1 ** | 6 (60%) | 0,5 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,38 | + 0,39 |

Für die vorliegende Staubart ist kein AGW festgelegt. Begründung: Der ASGW gilt nicht für allergisierende Stäube oder für Stäube, von denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind. Der ASGW bei allergisierenden Stäuben und bei Stäuben, bei denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind, gilt als allgemeine Obergrenze.

16.4.2 Warm- und Außenklimastall

Tabelle 16.4.2

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW# % \$ | > GW# % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|------------|------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 6 *** | 5 | 0 | k. A. | 83,3 | 16,7 | =-Werte: 2,83 bis 25,2 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 54 | 28 | 4 (7,4%) | 0,71 | 96,3 | 3,7 | 2,34 | 5,034 | 6,963 |
| < 2 h | an der Person | 26 | 21 | 1 (3,8%) | 1,71 | 84,6 | 15,4 | 4,77 | 10,88 | 13,784 |
| < 2 h | stationär | 22 | 4 ** | 13 (59,1%) | 5,04 | 100 | 0 | ! NWG | + 2,445 | + 4,059 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 50 | 28 | 29 (58%) | 1,25 | 96 | 4 | ! NWG | + 0,76 | + 0,975 |
| < 2 h | an der Person | 23 | 20 | 17 (73,9%) | 1 | 91,3 | 8,7 | ! NWG | 1,101 | 1,314 |

Für die vorliegende Staubart ist kein AGW festgelegt. Begründung: Der ASGW gilt nicht für allergisierende Stäube oder für Stäube, von denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind. Der ASGW bei allergisierenden Stäuben und bei Stäuben, bei denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind, gilt als allgemeine Obergrenze.

16.5 Rinderhaltung: Mastrinder und Milchvieh

Branche

Milchviehhaltung, Rinder

Rindermast

Besamungsstation, Rinder

Die Messungen erfolgten im Rahmen der Prävention nach SGB VII. Grundsätzlich können aufgrund des Messumfangs nur orientierende Aussagen über die Expositionshöhe getroffen werden. Einstreu, Futtermittel, gelagerte Pflanzenteile und Tiere können eine bedeutende Quelle für luftgetragene Stäube sein. Grenzwertüberschreitungen bei A- und E-Staub an der Person können beispielsweise bei manuellen Tätigkeiten in den Arbeitsbereichen Rindermast und Milchvieh auftreten, wie beim Anreichen des Futters mit der Gabel in der Mast oder das Reinigen der Liegeboxen des Milchviehs.

In Rinderställen können die freigesetzten Stäube unterschiedlichster Art neben Biostoffen mit infektiösen Wirkungen auch toxische oder sensibilisierende Wirkungen aufweisen. In Rinderställen ohne freie Lüftung ist eine optimierte Lüftung sehr wichtig. Die freie Lüftung ist für Rind und Mensch grundsätzlich zu bevorzugen. Die meisten Rinderställe haben eine natürliche Lüftung (Laufställe). In vielen Ställen sind zusätzlich Ventilatoren vorhanden, die im Sommer die natürliche Lüftung unterstützen. Im Sommer stehen meistens alle Tore offen.

Organisatorische Schutzmaßnahmen, darunter auch hygienische Maßnahmen wie die regelmäßige und konsequente Umsetzung des Reinigungsplans, unterstützen die technischen Schutzmaßnahmen und bewirken eine deutliche Reduktion des Vorkommens von Stäuben in der Atemluft an Arbeitsplätzen in der Rinderhaltung. Die Ausführung der Maßnahmen ist fortlaufend zu dokumentieren. Der Umgang mit den Tieren sollte ruhig sein. Reinigungsarbeiten sind so vorzunehmen, dass hierbei die Exposition gegenüber Stäuben minimiert wird. Staubablagerungen sollten regelmäßig durch Absaugung entfernt werden. Auf die Futterqualität ist zu achten.

Es ist für grundlegende Hygienemaßnahmen zu sorgen. Dazu gehört das Waschen und ggf. Desinfizieren der Hände vor Eintritt in die Pausen und bei Beendigung der Tätigkeit; weiterhin die regelmäßige und bedarfsweise Reinigung des Arbeitsplatzes und das Reinigen/Wechseln von Arbeitskleidung und persönlicher Schutzausrüstung.

Die Arbeitsbereiche sind regelmäßig gemäß der Gefährdungsbeurteilung und Festlegungen im Reinigungs- und Hygieneplan sowie bei Bedarf zu reinigen und ggf. zu desinfizieren. Schutzmaßnahmen zur Reinigung und ggf. Desinfektion von Arbeitsbereichen, Einrichtung und Geräten sind schriftlich gemäß der Gefährdungsbeurteilung festzulegen und zu überwachen.

Tabelle 16.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW [#] % \$ | > GW [#] % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 7 *** | 4 ** | 0 | k. A. | 42,9 | 57,1 | =-Werte: 0,64 bis 11,5 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 56 | 27 | 24 (42,9%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,6 | 1,854 | 3,004 |
| < 2 h | an der Person | 26 | 17 | 2 (7,7%) | 1,43 | 69,2 | 30,8 | 4,62 | 23,54 | 38,16 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 48 | 25 | 45 (93,8%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | ! NWG | + 0,625 |
| < 2 h | an der Person | 16 | 13 | 12 (75%) | 1 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,656 | + 0,772 |

[#] Für die vorliegende Staubart ist kein AGW festgelegt. Begründung: Der ASGW gilt nicht für allergisierende Stäube oder für Stäube, von denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind. Der ASGW bei allergisierenden Stäuben und bei Stäuben, bei denen sonstige toxische Wirkungen zu erwarten sind, gilt als allgemeine Obergrenze.

17 Nahrungsmittelindustrie

Das Kapitel enthält Hinweise zur Beurteilung der Exposition gegenüber der E- und A-Staub-Fraktion im Nahrungsmittelgewerbe. In der folgenden Zusammenstellung werden nur diejenigen Stäube aufgeführt, die nicht eingestuft sind. Ausgenommen sind die Getreidemehlstäube in Mühlen und Backbetrieben. Ferner sind die Branchen Kaffeerösterei sowie Senf- und Gewürzherstellung ausgenommen, da deren Stäube in den Geltungsbereich der TRGS 406 fallen.

Spezifische Stäube treten in der Nahrungsmittelbranche durch den Abrieb von den eingesetzten Produkten auf und mehr noch durch den Einsatz mit einer Vielzahl von pulverförmigen Zutaten. Klassischerweise sind das Getreidemehle mit ihrer sensibilisierenden Potenz oder auch gemahlene Gewürze mit reizenden Eigenschaften, die aber nicht unter den Geltungsbereich des ASGW fallen. Darüber hinaus werden mit speziellen Verfahrenstechniken eine Vielzahl weiterer pulverförmiger Lebensmittel oder Lebensmittelinhaltsstoffe verarbeitet. Aufgrund der Anforderungen an Convenience-Food gibt es mittlerweile vielerlei Lebensmittel auch in Granulat- oder Pulverform wie Butterpulver und Weinpulver.

Bei der Verarbeitung dieser Pulver können bei Umfüllprozessen, beim z. T. manuellen Abwiegen, beim Mahlen, Mischen und Verpacken Stäube in die Arbeitsbereiche freigesetzt werden. In der Regel haben die Pulver einen Korngrößenbereich, bei dem die alveolengängige Fraktion von untergeordneter Bedeutung ist. Es werden aber auch Siliziumdioxid als Fließhilfsmittel und Trennmittel und Titandioxid als Farbstoff eingesetzt, deren Größenspektrum sich auch bis in den nanoskaligen Bereich < 100 nm erstreckt.

Staubmessungen werden üblicherweise anlassbezogen durchgeführt – in der Regel im Auftrag der Aufsichtspersonen. Messorte sind Arbeitsbereiche mit hoher Staubbelastung der Beschäftigten. Teilweise werden auch Messungen nach der Durchführung von Maßnahmen durchgeführt, um deren Erfolg zu bewerten.

Insofern sind die im Folgenden dargestellten Werte nicht als repräsentative Exposition der Beschäftigten des Nahrungsmittelgewerbes zu verstehen. Spitzenwerte können bei manuellen Umfüllvorgängen pulveriger Einsatzstoffe oder auch bei der Reinigung von Anlagen auftreten. Bei den dargestellten Messwerten handelt es sich häufig nicht um Schichtmittelwerte, sondern um Messwerte von Expositionen, die nur über einen begrenzten Teil der Arbeitsschicht auftreten.

17.1 Nahrungsmittel- und Teigwarenherstellung

| Branche |
|-----------------------------|
| Teigwaren, Herstellung |
| Backgewerbe |
| Nahrungsmittel, Herstellung |

Nahrungsmittelherstellung ist ein Überbegriff für eine Reihe verschiedener Formen der Verarbeitung häufig pulverförmiger Lebensmittel und Lebensmittelzutaten wie Backmittel oder Kaffeeersatzprodukte, aber auch pulverförmiger Grundstoffe für die Nahrungs- und Pharmaindustrie wie Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente oder weitere funktionelle Bestandteile. Die Prozesse und Arbeitsbereiche entsprechen in etwa denen der Futtermittelindustrie – mit dem Unterschied, dass hier deutlich höhere Anforderungen an die Produkte gestellt werden. Das geht hin bis zu annähernd pharmazeutischen Randbedingungen bei der Produktion. Teilweise werden hierbei auch eingestufte Gefahrstoffe verarbeitet wie Vitamin A, Vitamin D3, Eisen, Kupfer und Selen.

In der Teigwarenherstellung werden ebenso staubförmige Rohstoffe eingesetzt. Neben der Hauptkomponente werden gemahlenem Getreide (z. B. Hartweizengrieß) noch weitere pulverförmige Zutaten verwendet. Dies können Eipulver oder Eiweißpulver sein, bei exotischeren Sorten aber auch Rote-Beete-Pulver, Tomatenpulver oder Rotweinpulver.

Tabelle 17.1

| Probenahme-dauer | Probenahmeart | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | 50-%-Wert * | 90-%-Wert * | 95-%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 31 | k. A. | 1 (3,2%) | k. A. | 71,0 | 29,0 | 4,1 | 22,12 | 26,52 |
| ≥ 2 h | stationär | 22 | k. A. | 1 (4,5%) | k. A. | 100,0 | 0 | 1,4 | 3,126 | 4,91 |
| < 2 h | an der Person | 10 | k. A. | 0 | k. A. | 60,0 | 40,0 | 6,32 | 15,8 | 17 |
| < 2 h | stationär | 12 | k. A. | 1 (8,3%) | k. A. | 83,3 | 16,7 | 1,9 | 11,782 | 15,52 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Keine Differenzierung | 19 | k. A. | 12 (63,2%) | k. A. | 100,0 | 0 | ! NWG | + 0,625 | + 0,6258 |
| < 2 h | Keine Differenzierung | 8*** | k. A. | 5 (62,5%) | k. A. | 50,0 | 25,0 | =-Werte: 1,2 bis 10,9 | | |

17.2 Essenzenherstellung

Branche

Nahrungs- und Genussmittel, Herstellung

Senf und Gewürze, Herstellung

Unter Essenzenherstellung ist die Produktion von Aromen für die Lebensmittelindustrie, aber auch für handwerk-

liche Lebensmittelproduzenten wie Bäcker, Konditoren und Speiseeisproduzenten zu verstehen. Sowohl die Rohstoffe als auch die Produkte können dabei in pulverförmiger Form vorliegen. Bei den Prozessen Umfüllen, Wiegen, Mischen, Portionieren und Verpacken kann Staub in den Arbeitsbereich freigesetzt werden. Die eingesetzten Pulver können auch in geringen Mengen Auswirkungen auf den Organismus haben, wie die anregenden Mittel Coffeinpulver und Taurin.

Tabelle 17.2

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|-----------------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 18 | k. A. | 0 | k. A. | 55,6 | 44,4 | 8,6 | 32,844 | 35,61 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | k. A. | 0 | k. A. | 65,0 | 35,0 | 2,15 | 19,8 | 19,8 |
| < 2 h | Keine Differenzierung | 12 | k. A. | 1 (8,3%) | k. A. | 58,3 | 41,7 | 4,48 | 35,44 | 47,32 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 12 | k. A. | 2 (16,7%) | k. A. | 100,0 | 0 | 0,32 | 0,688 | 0,844 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | k. A. | 2 (11,1%) | k. A. | 77,8 | 22,2 | 0,41 | 2,212 | 2,38 |
| < 2 h | Keine Differenzierung | 11 | k. A. | 6 (54,5%) | k. A. | 63,6 | 36,4 | NWG | 4,429 | 5,9915 |



Abbildung 41: Abwiegen pulverförmiger Rohstoffe: Verschiedene pulverförmige Rohstoffe werden auf einer Waage mit Absaugung (nicht im Bild) eingewogen und anschließend manuell in den Mischer aufgegeben. Ein Absaugschlauch befindet sich rechts neben dem Mischer; zudem ist dessen Deckel abgesaugt. Eine weitere Absaugung ist am Auslauf (links unten).

17.3 Fischindustrie und Feinkostherstellung

Branche

Fischindustrie

In der Fischindustrie und Feinkostherstellung stammen die Stäube überwiegend von Paniermehl, das maschinell aufgebracht wird. Das überschüssige, nicht am Produkt anhaftende Mehl wird in einem letzten Schritt mit

Druckluft wieder abgeblasen. Damit soll eine Verschleppung in die weiteren Bearbeitungsschritte, wie in eine Panierstraße, vermieden werden. Hierbei wird trotz Einhausung und Absaugung Paniermehlstaub in den Arbeitsbereich dispergiert. Ferner kommen weitere pulverförmige Zutaten wie Gewürze zum Einsatz, deren Handhabung bei Umfüll-, Wäge- und Dosierprozessen zu Staubemissionen in den Arbeitsbereich führen. Die alveolengängigen Staubanteile sind dabei aber gering.

Tabelle 17.3

| Probedauer | Probearart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m³ | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Keine Differenzierung | 34 | k. A. | 0 | k. A. | 41,2 | 58,8 | 11 | 25,9 | 31,44 |
| < 2 h | Keine Differenzierung | 8*** | k. A. | 0 | k. A. | 12,5 | 87,5 | --Werte: 0,6 bis 112,7 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| Keine Differenzierung | Keine Differenzierung | 11 | k. A. | 2 (18,2%) | k. A. | 92,3 | 7,7 | 0,5 | 1,051 | 1,3075 |



Abbildung 42: Panieren von Gemüseburgern: Das Produkt wird zunächst in Scheiben gepresst und durchläuft danach die Nass- und Trockenpanade. Nicht am Produkt anhaftende Trockenpanade wird abgeblasen. Hierbei gelangt trotz Absaugung und Teileinhausung Trockenpanade aus der Maschine in die umliegenden Arbeitsbereiche. Der gleiche Prozess erfolgt auch beim Panieren von Fisch, wie Fischfrikadellen oder -stäbchen, und bei der Fleischverarbeitung, z. B. beim Panieren von Schnitzeln für den Convenience-Bereich.

17.4 Schrotmühlen

Branche

Ölmühlen

In Schrotmühlen spielt die alveolengängige Fraktion eine untergeordnete Rolle. Die hier anfallenden Stäube fallen weitgehend nur in die einatembare Fraktion. Deren Messwerte können besonders hoch an Schüttgossen sein, in die auf verschiedene Weise große Produktmengen umgeschlagen werden. Dies können Gossen zur Entladung von Lkw oder Aufgabegossen zur manuellen Sackentleerung sein. Es werden zudem Mischungen mit Zusatzstoffen hergestellt, die teilweise mit „reizend“ oder „sensibilisierend“ gekennzeichnet sind. Bei deren Verarbeitung ist dann persönliche Schutzausrüstung zu benutzen.

Hohe Werte wurden auch bei der Entladung von Schiffen gemessen, wenn Beschäftigte hierzu in den Laderaum einsteigen müssen, um Produktreste für die Entladung zusammenzuschieben. Bei der Verarbeitung des Produkts in den Mühlen selbst ist die Staubexposition geringer, da hier an aspirierten Anlagen gearbeitet wird.

Tabelle 17.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahmeart | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | Keine Diffe- renzierung | 19 | k. A. | 1 (5,3%) | k. A. | 78,9 | 21,1 | 3,82 | 11,22 | 13,33 |
| < 2 h | Keine Diffe- renzierung | 9*** | k. A. | 2 (22,2%) | k. A. | 66,7 | 33,3 | =-Werte: 0,91 bis 49,84 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| Keine Diffe- renzierung | Keine Diffe- renzierung | 9*** | k. A. | 6 (66,7%) | k. A. | 77,8 | 0 | =-Werte: 0,04 bis 0,71 | | |

17.5 Zigarren- und Zigarettenherstellung

Branche

Tabakverarbeitung

In der Zigarren- und Zigarettenherstellung dominieren die Tabakstäube. Hierbei handelt es sich um Abrieb von den getrockneten Tabakblättern, der beim gesamten Verarbeitungsprozess freigesetzt wird. Dieser beginnt mit dem Auspacken der gepressten Tabakblätter aus den Lieferkartons (Entkleidung). Auch beim Schneiden der Tabakblätter auf Größen, die für die Zigarettenproduktion benötigt werden, wird Staub frei. Ferner wird bei den Transport- und Übergabeprozessen auf Förderbändern Staub durch mechanischen Abrieb frei. Der Staub wird

soweit möglich aufgefangen, zurückgewonnen und mit Flüssigkeitszusatz wiederum zu künstlichen Tabakblättern (Folie) verarbeitet. Diese am Stück gewonnene Folie muss geschnitten werden, wodurch wieder Staub frei wird.

Staubfreisetzungen in die Arbeitsbereiche wird – soweit möglich – durch geschlossene aspirierte Anlagen vorgebeugt, ebenso durch Benetzung des Produkts, soweit dies in den Produktionsablauf passt. Die Benetzung dient allerdings primär dem Zweck, Geschmacksstoffe aufzubringen (Flavour). Der Abrieb wird schon aus Gründen des hohen Rohstoffpreises soweit wie möglich erfasst und zurückgewonnen, nötigenfalls gemahlen und zu „Folie“ verarbeitet, die dann wieder in der Produktion verwendet werden kann.

Tabelle 17.5

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahmeart | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 13 | k. A. | 4 (30,8%) | k. A. | 76,9 | 23,1 | + 1,2 | 28,07 | 41,98 |
| ≥ 2 h | stationär | 20 | k. A. | 1 (5,0%) | k. A. | 100,0 | 0 | 0,7 | 5 | 6,6 |
| < 2 h | an der Person | 18 | k. A. | 4 (22,2%) | k. A. | 83,3 | 16,7 | 5,2 | 15,48 | 29,3 |
| < 2 h | stationär | 31 | k. A. | 1 (3,2%) | k. A. | 93,5 | 6,5 | + 1,5 | 6,29 | 10,26 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| Keine Diffe- renzierung | Keine Diffe- renzierung | 15 | k. A. | 12 (80,0%) | k. A. | 100 | 0 | ! NWG | + 0,365 | 0,4725 |

Abbildung 43: Entkleidung (Auspacken) von Tabak der Sorte „Orient“ aus Juteumhüllungen bei der Staubmessung im Jahr 2008: Damals wurden die Tabakballen von einem Industrieroboter aufgeschnitten und entleert. Ein Beschäftigter nahm zusätzlich noch eine manuelle Resteentleerung der Juteumhüllung vor. Den Arbeitsplatz gibt es in dieser Form nicht mehr (siehe Abbildung 44).



Abbildung 44: Entkleiden des Orienttabaks im Jahr 2018: Der Tabak wird nun im Karton geliefert. Der Beschäftigte löst nur noch am noch verschlossenen Karton die Kunststoffumreifung. In 5 m Entfernung vom Beschäftigten öffnet der Roboter den Karton und lässt den Inhalt mit geringer Fallhöhe sanft auf das Transportband gleiten. Der Beschäftigte ist kaum noch staubexponiert.



17.6 Schokoladen- und Zuckerwarenherstellung

Branche

Zucker, Roh- und Verbrauchszucker, Herstellung

In der Schokoladen- und Zuckerwarenherstellung ist ein großer Teil der eingesetzten Pulver, die als Staub in die Atembereiche der Beschäftigten gelangen können, wasserlöslich und ohne Einstufung, z. B. verschiedene Zuckerarten oder Milchpulver. In kleineren Mengen kommen aber auch Backmittel mit vielfältigen Inhaltsstoffen oder Gewürze vor, die ein Gefährdungspotential aufweisen können. Zudem werden in größeren Mengen

Stärke- und Kakaopulver verwendet. Hierbei handelt es sich fast durchgängig um die einatembare Staubfraktion. Alveolengängige Stäube kommen nur bei Gewürzen vor. Die Hauptkomponenten werden in der Regel in geschlossenen Anlagen gefördert und verarbeitet. Lediglich die Kleinkomponenten werden von Hand in Kleinkomponentensilos gegeben und teilweise auch manuell verwogen, verarbeitet und in den Produktionsprozess zugegeben. Die Produktionsanlagen werden zunehmend automatisiert. Staubexpositionen fallen dann nur noch bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten an den Anlagen an.

Tabelle 17.6

| Probe- nahme- dauer | Probe- ahmeart | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | | | 50-%- Wert * | 90-%- Wert * | 95-%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 34 | k. A. | 5 (14,7%) | k. A. | 76,5 | 23,5 | 3,5 | 14,3 | 16,58 |
| ≥ 2 h | stationär | 33 | k. A. | 3 (9,1%) | k. A. | 84,8 | 15,2 | + 1,3 | 15,9 | 28,135 |
| < 2 h | an der Person | 7*** | k. A. | 0 | k. A. | 71,4 | 28,6 | =-Werte: 1,7 bis 88,2 | | |
| < 2 h | stationär | 18 | k. A. | 1 (5,6%) | k. A. | 33,3 | 66,7 | 14,9 | 41,862 | 50,479 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| Keine Diffe- renzierung | Keine Diffe- renzierung | 9 | k. A. | 3 (33,3%) | k. A. | 77,8 | 22,2 | =-Werte: 0,1 bis 1,6 | | |

17.7 Suppen-, Pudding- und Stärkeherstellung

Die Suppen-, Pudding- und Stärkeherstellung sind Gewerbebezüge, in denen weitgehend mit pulverförmigen Zutaten und Produkten umgegangen wird. Dabei werden Mengen von wenigen Gramm, z. B. bei Gewürze, bis zu Mengen im Tonnenbereich, z. B. bei Stärke, verarbeitet. Staub wird bei der Anlieferung der Rohstoffe frei, z. B. von Kartoffeln für die Stärkeherstellung, in Schüttgossen, bei Transport-, Umfüll- und Mischprozessen, bei der manuellen Kleinkomponentenverwiegung, an Absackung- oder Kleingebindeverpackungsmaschinen. Alveolengängige Stäube spielen eine untergeordnete Rolle.

Präventionsmaßnahmen gegen die Freisetzung von Stäuben in Arbeitsbereiche sind die dichte Ausführung der Maschinen, soweit es technisch möglich ist, geschlossene Silo- und Dosieranlagen auch für Kleinkomponenten, Absaugeinrichtungen und Luftreiniger in der Halle. Besonders staubintensive Tätigkeiten oder auch Tätigkeiten mit eingestufteten Produkten wie reizenden Gewürzen werden mit persönlicher Schutzausrüstung vorgenommen.

Abbildung 45: Manuelle Aufgabe bei der Suppenherstellung, z. B. von Knoblauch- und Zwiebelgranulat als Sackware in ein Dosierschiff. Zur Vermeidung des Eintrags von Fremdkörpern sind die Dosierschiffe mit Gittern abgedeckt. Das hat zur Folge, dass die Fallhöhen beim Einfüllen recht groß sind und es hierdurch zu deutlichen Staubemissionen kommt.



Tabelle 17.7

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m³ | | |
|---------------------------------------------------|-----------------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 30 | k. A. | 5 (16,7%) | k. A. | 56,7 | 43,3 | 6 | 26,9 | 52,3 |
| ≥ 2 h | stationär | 35 | k. A. | 3 (8,6%) | k. A. | 80,0 | 20,0 | + 2,25 | 13,7 | 16,625 |
| < 2 h | an der Person | 6*** | k. A. | 1 (16,7%) | k. A. | 66,7 | 33,3 | =-Werte: 3,48 bis 27 | | |
| < 2 h | stationär | 22 | k. A. | 3 (13,6%) | k. A. | 86,4 | 13,6 | + 1,23 | 13,876 | 23,507 |
| A-Staub (nur stationäre A-Staub Messungen) | | | | | | | | | | |
| Keine Differenzierung | Keine Differenzierung | 15 | k. A. | 11 (73,3%) | k. A. | 100 | 0 | ! NWG | + 0,2225 | + 0,2425 |

17.8 Konservenherstellung

Staubemissionen treten in der Konservenherstellung überwiegend im Zusammenhang mit der Bereitstellung und Zugabe von Gewürzen auf. Darüber hinaus findet auch die gesamte weitere Palette pulverförmiger Lebensmittel und Lebensmittelzutaten, von Getreidemehlen über Stärke bis hin zu Konservierungsstoffen, Anwendung. Weitere Staubquellen sind der Abrieb von Produkten wie gefriergetrockneten Früchten und Gemüsegranulaten. Emissionsorte sind üblicherweise die Produktaufgabe sowie die zum Teil noch manuelle Verpackung fertiger Produkte.

Alveolengängige Stäube spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Abbildung 46: Halbautomatische Abfüllung von Trockenprodukten wie Suppen, Saucen, Bouillons oder Würzmittel für Großverbraucher in einer Eimerlinie. Staubaufwirbelungen werden teilweise über einen Absaugtrichter (rechts über dem Eimer) abgesaugt. Die Beschäftigte stellt die Eimer auf, kontrolliert die korrekte Befüllung und verschließt die Eimer manuell mit einem Deckel.



Tabelle 17.8

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | k. A. | 0 | k. A. | 76,2 | 23,8 | 5 | 17,92 | 22,09 |
| ≥ 2 h | stationär | 25 | k. A. | 1 (4,0%) | k. A. | 92,0 | 8,0 | 0,95 | 4,765 | 14,733 |
| < 2 h | an der Person | 11 | k. A. | 3 (27,3%) | k. A. | 36,4 | 63,6 | 19,7 | 53,193 | 59,659 |
| < 2 h | stationär | 20 | k. A. | 2 (10,0%) | k. A. | 65,0 | 35,0 | 6,7 | 12,17 | 23,53 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| Keine Differenzierung | Keine Differenzierung | 23 | k. A. | 11 (47,8%) | k. A. | 100 | 0 | + 0,2 | + 0,57 | 0,94 |

17.9 Molkereien und Käsereien

In Molkereien und Käsereien sind nur einatembare Stäube bestimmt worden. Dies sind Milchpulver, aber auch Zutaten wie Maisstärke als Trennmittel von Reibekäse, Zucker, Kakao-, Stärke- und Gelatinepulver für Milcherzeugnisse und andere pulverförmige Zutaten wie Aromen.

Grenzwertüberschreitungen können überwiegend bei den personenbezogenen Probenahmen beim direkten Umgang mit den pulverförmigen Produkten nachgewiesen werden. Es handelt sich hierbei häufig um manuelle Ein- und Umfüllvorgänge und um Störungsbeseitigungen an automatischen Abfüllanlagen, die mit Reinigungsvorgängen verbunden sind.

Tabelle 17.9

| Probenaum-dauer | Probenaum-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 9*** | k. A. | 0 | k. A. | 44,4 | 55,6 | =-Werte: 0,7 bis 31,6 | | |
| ≥ 2 h | stationär | 21 | k. A. | 6 (28,6%) | k. A. | 95,2 | 4,8 | + 0,9 | 4,05 | 7,045 |

17.10 Getränkeindustrie (Mineralbrunnen, Erfrischungsgetränkeherstellung, Obstmostereien, Mälzereien, Brauereien)

Die Messungen der einatembaren Fraktion rühren weitgehend von den Mälzereien her. Grenzwertüberschreitungen von Stäuben des Braugetreides können hierbei zeitweise bei Reinigungsarbeiten auftreten.

In der Getränkeindustrie fallen Messwerte der alveolengängigen Fraktion häufig als Nebenergebnis von Messungen der Dieselmotoremissionen an. Diese A-Staubwerte aus den Bereichen mit Fahrzeugverkehr sind aber in der Regel sehr gering, weit unterhalb des Grenzwerts. Höhere Werte für alveolengängigen Staub können in der Filtration bei der Dosage der Filterhilfsmittel auftreten. Hierbei werden auch quarzhaltige Substanzen eingesetzt. Die Messwerte von Quarz und Cristobalit finden sich im Quarzreport.

Abbildung 47: Befüllung eines 20-Fuß Containers, der mit einem Container-Inliner ausgeschlagen ist, mit Braumalz im teileingehausten Freibereich. Der bis zu einige Meter tiefe Fallvorgang des Produkts setzt viel Staub frei. Bei der Befüllung wird der gesamte Lkw mit dem aufgesetzten Container auf einer Bühne um ca. 40° gekippt. Ein Beschäftigter hält sich hier zeitweise zur Kontrolle der korrekten Befüllung und zum Ziehen von Produktproben für die Qualitätssicherung auf.



17.10.1 Filtration in Brauereien und bei der Getränkeherstellung

Tabelle 17.10.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Werte < NWG * In Anzahl und % | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 32 | 30 | 6 (19,0%) | 0,40 | 97,0 | 3,0 | 0,36 | 0,90 | 1,06 |
| ≥ 2 h | stationär | 34 | 30 | 1 (3,0%) | 0,05 | 94,0 | 6,0 | 0,24 | 1,10 | 1,26 |

18 Groß-, Einzelhandel, Lagerwirtschaft

In Kapitel 18 wurde keine Differenzierung nach Vorhandensein einer Erfassungseinrichtung vorgenommen.

18.1 Lagerwirtschaft, Abfüll- und Verpackungsgewerbe

Branche

Lagerwirtschaft

Abfüll- und Verpackungsgewerbe

Messungen wurden hier im Wesentlichen in Lagerbereichen ohne direkte staubemittlernde Tätigkeiten durchgeführt. Es wurden sowohl manuell betriebene Lager als auch automatisierte Lager bemessen. Zum Ein- und Auslagern sowie zum Kommissionieren kommen in der Regel auch Flurförderzeuge zum Einsatz. Die Arbeitsplätze und Verpackungsanlagen können sich aber auch in der Nähe oder innerhalb von staubemittlernden Bereichen befinden, wodurch es zu Staubübertragungen kommen kann. Erhöhte Expositionen gegenüber E- und A-Staub sind bei regelmäßiger Reinigung von Lager- bzw. Umschlagplätzen vermeidbar.

Abbildung 48: Lagerhalle im Großhandel



Tabelle 18.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 18 | 16 (57,1%) | 0,71 | 100 | 0 | ! NWG | 5,408 | 6,268 |
| ≥ 2 h | stationär | 57 | 35 | 24 (42,1%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,193 | 1,027 | 1,627 |
| < 2 h | stationär | 21 | 9 | 5 (23,8%) | 0,95 | 100 | 0 | + 0,273 | 3,003 | 3,39 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 34 | 25 | 26 (76,5%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,212 | 0,472 |
| ≥ 2 h | stationär | 87 | 55 | 53 (60,9%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,252 | 0,317 |
| < 2 h | stationär | 13 | 9 | 10 (76,9%) | 0,5 | 92,3 | 7,7 | ! NWG | 0,921 | 1,488 |

18.2 Großhandel mit Eisen, Stahl, NE-Metallen, Stahl- und NE-Metallhalbzeug

Branche

Großhandel mit Eisen, Stahl, NE-Metallen, Stahl- und NE-Metallhalbzeug

Im Stahlhandel werden eine Vielzahl verschiedener Produkten wie Profilstahl, Rohre, Stäbe, Bleche oder Coils umgeschlagen. Zudem werden an den Produkten auch Anarbeitungen vorgenommen. Das können zum Beispiel Sägevorgänge sein, um das Material auf Kundenwunsch abzulängen. Aber auch andere Arbeitsverfahren wie die Oberflächenbehandlung durch Strahlen oder

Zuschneiden und Brennen mit Acetylen-Sauerstoff-Flamme, Plasmagas oder Laserstrahl werden angewendet. Hierbei kann es ebenfalls zur Entstehung von Stäuben kommen. Eine wirkungsvolle Erfassung der entstehenden Stäube ist in den Betrieben in der Regel gegeben.

Für den innerbetrieblichen Transport sowie das Be- und Entladen von Lkw oder Eisenbahnwaggons werden im Stahlhandel in der Regel Krane und Flurförderzeuge eingesetzt.

Erhöhte Expositionen gegenüber E- und A-Staub sind bei regelmäßiger Reinigung von Lager- bzw. Umschlagplätzen vermeidbar.

Tabelle 18.2

| Probedauer | Probearart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 47 | 31 | 17 (36,2%) | 0,71 | 93,6 | 6,4 | + 0,585 | 6,807 | 9,241 |
| ≥ 2 h | stationär | 17 | 13 | 5 (29,4%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,328 | 1,479 | 1,806 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 41 | 30 | 23 (56,1%) | 1,25 | 95,1 | 4,9 | ! NWG | + 0,792 | + 1,243 |
| ≥ 2 h | stationär | 38 | 25 | 24 (63,2%) | 1,25 | 100 | 0 | ! NWG | + 0,3 | + 0,407 |
| < 2 h | an der Person | 5 *** | 4 ** | 1 (20%) | 0,29 | 60 | 40 | =Werte: 0,64 bis 2,63 | | |

18.3 Groß- und Einzelhandel, Nahrungsmittel, Agrarerzeugnisse

| Branche |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Großhandel mit Getreide, Saatgut, Futter-, Düngemitteln, Mühlenerzeugnissen, Kartoffeln, Hopfen |
| Großhandel mit Obst, Gemüse, Blumen und Pflanzen |
| Großhandel mit Kaffee, Tee, Kakao, Tabak, Drogen, Gewürzen, Aromen, Essenzen |
| Großhandel mit Nahrungsmitteln, sonstige |
| Großhandel mit Wein, Bier, Spirituosen, alkoholfreien Getränken |
| Einzelhandel mit zoologischem Bedarf, lebenden Tieren, Sämereien, Dünger |

18.3.1 Füllen, Mischen, Mahlen, Wiegen, Verpacken

Im Großhandel für Nahrungsmittel und Agrarerzeugnisse werden so vielfältige Waren wie Salat, Mohrrüben, Äpfel oder Zitrusfrüchte umgeschlagen, aber auch abgepackte Waren wie Nudeln oder Konserven. Eine Staubexposition tritt aber in der Regel nur dort auf, wo trockene Agrarprodukte im Großhandelsmaßstab gehandelt werden. Dazu zählen beispielsweise Kartoffeln, Getreide und Zwiebeln. Umfangreiche Messungen mit Bezug zur diesem Abschnitt wurden im Bereich der Getreidelager durchgeführt. Eine erhöhte Staubexposition kann beim Absacken erfolgen, was jedoch nur noch selten der Fall ist. Durch den Einsatz moderner Technik ist die Exposition deutlich zurückgegangen.

Eine erhöhte Staubbelastung tritt auch bei der Sortierung und Verpackung von Zwiebeln und ungewaschenen Kartoffeln auf. Durch den zunehmenden Einsatz automatischer Sortiersysteme und den zurückgehenden Anteil ungewaschener Kartoffeln gehen auch hier die Expositionen zurück.

Tabelle 18.3.1

| Probedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 43 | 23 | 3 (7%) | 0,71 | 62,8 | 37,2 | 6,365 | 42,04 | 51,985 |
| ≥ 2 h | stationär | 48 | 28 | 6 (12,5%) | 0,71 | 85,4 | 14,6 | 1,93 | 13,52 | 19,32 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 44 | 25 | 10 (22,7%) | 0,42 | 70,5 | 29,5 | + 0,36 | 2,582 | 3,69 |
| ≥ 2 h | stationär | 33 | 20 | 11 (33,3%) | 0,25 | 87,9 | 12,1 | + 0,19 | 1,283 | 2,316 |
| < 2 h | stationär | 9 *** | 5 | 4 (44,4%) | 0,79 | 88,9 | 11,1 | =-Werte: 0,23 bis 4,48 | | |

18.3.2 Lagern und Lager-/Umschlagarbeiten

Mit Blick auf Lager- und Umschlagarbeiten findet eine Staubexposition überall dort statt, wo trockene Produkte wie Getreide oder Kartoffeln offen umgeschlagen bzw. innerbetrieblich transportiert werden. Dazu zählen vor allem das Abkippen von Getreide, Kartoffeln oder Zwiebeln in die Schüttgasse, die Einlagerung von Getreide mittels Getreideschleuder oder in nach oben offenen Boxen in Flachbodenlagern. Durch den Einsatz moderner Technik

ist der Aufenthalt der beschäftigten in staubexponierten Bereichen zurückgegangen. So kann der Abkippvorgang aus der geschlossenen Leitwarte heraus verfolgt werden.

Auch bei Umschlagarbeiten auf Schiffen kann es zu hohen Staubbelastungen kommen. Hier ist auf technische Schutzmaßnahmen zu setzen wie Bobcats mit geschlossener und belüfteter Kabine.

Tabelle 18.3.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % | > GW % | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 44 | 24 | 5 (11,4%) | 0,71 | 84,1 | 15,9 | 3,62 | 12,82 | 17,76 |
| ≥ 2 h | stationär | 25 | 17 | 7 (28%) | 0,71 | 88 | 12 | + 0,305 | 7,615 | 14,55 |
| < 2 h | an der Person | 12 | 8 | 0 | k. A. | 50 | 50 | 9,78 | 109,46 | 438,2 |
| < 2 h | stationär | 17 | 6 | 0 | k. A. | 88,2 | 11,8 | 1,765 | 6,555 | 17,13 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 43 | 23 | 16 (37,2%) | 1,25 | 90,7 | 9,3 | + 0,355 | + 0,957 | 1,482 |
| ≥ 2 h | stationär | 27 | 21 | 8 (29,6%) | 0,25 | 85,2 | 14,8 | + 0,145 | 1,475 | 3,699 |
| < 2 h | an der Person | 12 | 8 | 4 (33,3%) | 1,9 | 75 | 16,7 | + 0,57 | + 1,284 | 108,38 |
| < 2 h | stationär | 12 | 7 | 3 (25%) | 0,51 | 83,3 | 16,7 | + 0,27 | 2,984 | 3,892 |

18.3.3 Sortierung, manuell

Sortiertätigkeiten mit Staubexposition betreffen wiederum primär ungewaschene Kartoffeln und Zwiebeln. Festzustellen sind große Schwankungen der Staubbelaugung, die unter anderem auf die Witterungsbedingungen während der Ernte zurückzuführen sind. Bei Ernten unter feuchten bis nassen Klimabedingungen weisen sowohl Kartoffeln als auch Zwiebeln Erdanhaftungen auf, die im getrockneten Zustand bei der Sortierung zu hohen Staubbelaugungen führen können. Die Lüftung der Arbeitsplätze muss auch auf solche Bedingungen ausgelegt sein.

Tabelle 18.3.3

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 8 | 2 (11,1%) | 0,1 | 61,1 | 38,9 | 9,49 | 24,1 | 45,21 |
| < 2 h | stationär | 24 | 4 ** | 3 (12,5%) | 0,5 | 95,8 | 4,2 | 3,85 | 8,172 | 8,476 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 13 | 7 | 5 (38,5%) | 0,17 | 61,5 | 38,5 | 0,77 | 3,196 | 6,399 |

18.4 Groß- und Einzelhandel, mit verschiedenen Baustoffen

| Branche |
|----------------------------------------------------------------------|
| Großhandel mit Baustoffen |
| Großhandel mit Holz, Bauelementen aus Holz, Holzhalbwaren, Flachglas |
| Einzelhandel mit Bau- und Heimwerkerbedarf |

Baumärkte sind in der Regel sehr großflächige Handelsbetriebe. Sie lassen sich grob in zwei Bereiche unterteilen: den Verkauf (Kundenbereich), gelegentlich mit einem angegliederten Drive-In, und das Lager mit Wareneingang. Die Märkte weisen verschiedene Fachabteilungen auf, z. B. Bauelemente, Baustoffe, Holz, Farben, Tapeten und Teppiche, Sanitär und Heizung, Werkzeug und Maschinen, Eisenwaren, Garten sowie Elektroinstallation und Lampen. Infolge der Produktvielfalt sind die Beschäftigten hier im Gegensatz zu vielen anderen Handelsunternehmen mit direktem Kundenkontakt mehr Gefährdungen ausgesetzt.

Im Baustoffhandel werden die angelieferten Baustoffe palettenweise, stückweise oder auch als Schüttgut zwischengelagert und an Bauunternehmen oder Privatkunden ausgeliefert bzw. von diesen abgeholt. Von den Beschäftigten im Baustoffhandel werden unterschiedlichste Baustoffe für die Auslieferung oder Abholung zusammengestellt. Neben dem Transport ganzer Paletten mit Gabelstaplern werden diese Waren auch von Hand kommissioniert und dabei gehoben, getragen oder umgesetzt.

Stäube können in Bau- und Heimwerkermärkten z. B. in Form von Holzstaub beim Holzzuschnitt, beim Abfüllen von Produkten wie etwa Sand oder durch undichte Säcke und Gebinde entstehen.

Beim Zuschnitt bzw. Abfüllen von Produkten ist auf eine wirkungsvolle Erfassung zu achten. Ansonsten kann es zu teils erheblichen Expositionen durch E- bzw. A-Staub kommen. Insgesamt lassen sich Expositionen gegenüber E- und A-Staub durch regelmäßige Reinigung entsprechender Arbeitsbereiche wirkungsvoll vermeiden. Zur Reinigung sind bevorzugt Industriestaubsauger (Staubklasse H) oder Nassverfahren einzusetzen. Ein Abblasen des Fußbodens ist nicht zulässig.

Tabelle 18.4

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 25 | 19 | 3 (12%) | 0,71 | 88 | 12 | 1,63 | 11,155 | 45,1 |
| < 2 h | stationär | 24 | 15 | 6 (25%) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,355 | 4,124 | 5,256 |
| < 2 h | an der Person | 9 *** | 5 | 0 | k. A. | 77,8 | 22,2 | =-Werte: 1,48 bis 94,9 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 36 | 27 | 8 (22,2%) | 0,63 | 77,8 | 22,2 | + 0,49 | 1,836 | 2,754 |
| < 2 h | stationär | 40 | 30 | 15 (37,5%) | 1,25 | 100 | 0 | + 0,18 | + 0,625 | + 0,71 |
| < 2 h | an der Person | 10 | 6 | 0 | k. A. | 50 | 50 | 0,96 | 4,63 | 15,865 |
| < 2 h | stationär | 13 | 5 | 3 (23,1%) | 0,36 | 61,5 | 38,5 | 1,02 | 2,774 | 3,948 |

18.5 Großhandel mit Altmaterialien, Reststoffen und Schrott

Branche

Schrottgroßhandel, Schredderanlagen

Großhandel mit Altmaterialien und Reststoffen (außer Schrott)

Im Schrotthandel finden sich eine Reihe verschiedener Arbeitsplätze, Arbeitsmittel und Tätigkeiten. Umfangreiche Informationen zur Branche Schrotthandel finden sich in der Branchenregel „Schrotthandel“ [29].

Die Anlieferung von Schrott erfolgt unsortiert oder bereits sortenrein. Bei Kleinstmengen ist mitunter eine (manuelle) Sortierung bereits bei der Annahme möglich. In allen anderen Fällen erfolgt die Sortierung in einem oder mehreren nachgelagerten Prozessen. Eine manuelle Sortierung findet im Freien, in Hallen oder an Förderanlagen statt. Hier wird von Hand sortenrein sortiert oder es werden aus einer Fraktion nur die Störstoffe entfernt.

Die Lagerung von Schrott erfolgt auf Freiflächen oder in Gebäuden. In Abhängigkeit von Material und Verarbeitungszustand finden unterschiedliche Lagerungsarten Anwendung, z. B. Schüttgutlagerung in verschiedenen Boxensystemen oder Blocklagerung paketerter Materialien mit und ohne Stapelhilfsmittel.

Im Rahmen der Schrott-Aufbereitung kommen verschiedenste Verfahren und Arbeitsmittel zum Einsatz. In Schrotthandelsunternehmen werden beispielsweise Fallwerke zum Zertrümmern von Schrottteilen aus Metallguss verwendet. Hierzu wird eine schwere Stahlkugel – der sogenannte „Fallbär“ – genutzt. Großteilige Schrotte, die nicht aus Gussmaterial bestehen, können effektiv nur in einem Sprengbunker aufbereitet werden. Dies ist ein in der Erde liegender Stahlbetonmonolith, der durch einen Kran mit zu zerkleinernden Materialien (Walzen, Roheisenbären) beschickt wird. Die Sprenglöcher, die zuvor unter der Brennhäube in das zu zerkleinernde Teil gestochen wurden, werden mit Zünder und Sprengstoff besetzt und der Sprengbunker mit einem fahrbaren Deckel verschlossen. Zudem werden einfache und robuste Gussbrecher als Primärbrecher eingesetzt. Die Zerkleinerung des Materials erfolgt durch Druckbeanspruchung zwischen zwei Brechbacken, wovon eine fest und die andere beweglich angeordnet ist.

Brennschneiden ist ein zeitintensives Verfahren und kommt hauptsächlich in den Fällen in Betracht, in denen andere Methoden zur Zerkleinerung größerer Schrottteile nicht einsetzbar sind. Es werden größere Konstruktionsteile zerkleinert, die entweder auf dem Schrottplatz angeliefert oder im Zuge von Abbrucharbeiten vor Ort bearbeitet werden. Die Bereitstellung von Sauerstoff und Brenngasen wie Acetylen oder Propan für das Brennschneiden kann mit mobilen Flaschenanlagen oder – weniger häufig – durch eine stationäre Gasversorgung erfolgen. Die Gase werden nach der Druckminderung über Schläuche zum Schneidbrenner geleitet.

Hydraulische Pressen dienen bei der Schrottaufbereitung dazu, durch Verdichten von üblicherweise sortenreinen Schrotten eine Volumenreduzierung zu erzielen. Durch das Verpressen entstehen kompakte Pakete, die wenig Raum einnehmen und sich leicht stapeln und transportieren lassen. Außer stationären Paketpressen für große Schrottmengen, die mit dem Bagger befüllt werden, kommen auch mobile Deckelpressen mit Handbeschickung und spezielle Pressen zur Verschrottung von Autokarosserien zum Einsatz.

Hammermühlen und -brecher können verschiedene Materialien unterschiedlich grob mahlen. Hammerbrecher bilden z. B. das Herzstück eines Schredders. Beim Einsatz in der Recyclingindustrie liegt der Schwerpunkt hier in erster Linie auf einer Zerschlagung von Materialgemischen und zusätzlich auf einer Zerkleinerung. Es entstehen Materialgemische als Vorstufe zu einer anschließenden weiteren Zerkleinerung oder Sortentrennung. Schneidmühlen wiederum werden zur Vor- bzw. Feinzerkleinerung und Homogenisierung von mittelharten bis weichen und elastischen Materialien verwendet. Schredderanlagen dienen im Rahmen der Schrottaufbereitung zur Zerkleinerung von vorwiegend leichtem bis mittelschwerem Misch- und Sammelschrott sowie der Aufbereitung von Materialverbunden.

Um chargierfähige Maße zu erhalten, kommen bei leichtem bis mittelschwerem sowie sperrigem und langem Schrott Guillotinescheren mit hydraulischem Antrieb zum Einsatz. Das Befüllen des Scherenbetts erfolgt mit einem Umschlaggerät, z. B. Bagger. Anschließend wird das Material vom Pressendeckel und der Seitenpresse verdichtet. Den so entstandenen Schrottstrang transportiert ein Zuführschieber zur Schneideinrichtung. Hier wird mit einem Stampfer (Niederhalter) der Strang erneut verdichtet, bevor das ebenfalls im Joch geführte Messer den Strang schneidet. Zum Vorbereiten von Eisen- und Nichteisenschrotten für die weitere Aufbereitung kommen auch

von Hand beschnittene Scheren zum Einsatz. Wegen ihrer Bauform und Wirkungsweise werden sie als Alligatorscheren bezeichnet.

Separationsprozesse können in die Gruppen Klassieren (Trennen nach Korngröße) und Sortieren (Trennen nach Stoffart) unterteilt werden. Als Separationsverfahren werden Trocken- und Nassprozesse, Zerkleinerungs-, Schüttel- und Sieb-Einrichtungen, aber auch Magnetverfahren bis hin zur Sensortechnologie eingesetzt. Dementsprechend vielfältig sind die verwendeten Separationsanlagen.

Stäube können im Schrotthandel bei nahezu allen Prozessen entstehen. So ist beispielsweise beim Entleeren von Behältnissen oder bei den verschiedenen Zerkleinerungs- und Separationsprozessen mit einer zum Teil erheblichen Staubentstehung zu rechnen. Eine Staubbindung kann je nach Prozess ggf. mit Wassernebel oder einem anderen Mittel möglich sein. Besonderes Augenmerk sollten auf die Beseitigung von Staubablagerungen gelegt werden. Ein Abkehren ist wegen der Aufwirbelung des Staubes nicht zulässig. Diese Staubablagerungen sind mit einem geeigneten Stausauger abzusaugen, auch um eine mögliche Staubexplosion zu vermeiden.

Beim Brennschneiden kommt es – neben der Entstehung von Rauchen und Gasen – ebenfalls zur Staubentwicklung. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass die Rauchzusammensetzung abhängig vom Grundwerkstoff und einer gegebenenfalls vorhandenen Beschichtung oder Verunreinigung ist. Daher sind neben der Staubbelastung beim Brennschneiden immer auch die weiteren Gefahrstoffe zu berücksichtigen. Beim Schneiden von legierten Stählen mit einem Gewichtsanteil von mehr als 5 % Nickel oder Chrom sowie bei Stählen mit hohem Cobaltanteil treten beispielsweise Stäube auf, die Krebs auslösen können. Gesundheitliche Gefährdungen bestehen auch beim Brennschneiden verzinkter oder verbleiteter Schrottteile sowie mit Mennige (bleioxidhaltiger Anstrich) beschichteter Teile. Aber auch bereits beim Schrottbrennen von unlegiertem Material kann es zu einer Überschreitung des ASGW kommen. Die im Rauch enthaltenen Partikel sind dabei vorwiegend alveolengängig. Bei Brennschneidarbeiten ist daher in der Regel die Benutzung geeigneter persönlicher Schutzausrüstung erforderlich. Beim Atemschutz sollten gebläseunterstützte Filtergeräte (Air-Stream-Helme) bevorzugt werden.

Tabelle 18.5

| Probedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 43 | 26 | 2 (4,7%) | 0,71 | 93 | 7 | 1,975 | 7,43 | 11,05 |
| ≥ 2 h | stationär | 52 | 29 | 9 (17,3%) | 0,71 | 100 | 0 | 1,06 | 5,102 | 6,502 |
| < 2 h | an der Person | 8 *** | 3 ** | 1 (12,5%) | 0,82 | 75 | 25 | ==Werte: 2,96 bis 16,1 | | |
| < 2 h | stationär | 15 | 5 | 1 (6,7%) | 0,13 | 93,3 | 6,7 | 1,65 | 5,19 | 7,197 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 35 | 23 | 16 (45,7%) | 1,25 | 88,6 | 11,4 | + 0,33 | 1,445 | 3,188 |
| ≥ 2 h | stationär | 33 | 28 | 12 (36,4%) | 0,25 | 93,9 | 6,1 | + 0,155 | 0,733 | 1,107 |
| < 2 h | stationär | 12 | 6 | 8 (66,7%) | 0,36 | 83,3 | 16,7 | ! NWG | 1,76 | 11,922 |

18.6 Großhandel mit chemischen Produkten

| Branche |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Großhandel mit Chemikalien |
| Großhandel mit Anstrich-, Kleb- und Beschichtungsstoffen |
| Großhandel mit Kunststoff-Granulaten und -Halbzeugen |
| Großhandel mit pharmazeutischen und kosmetischen Erzeugnissen sowie medizinischen Bedarfsartikeln |
| Großhandel mit Wasch-, Pflege- und Reinigungsmitteln |

18.6.1 Herstellung und Abfüllung von Mischungen

Chemikalien oder gefährliche Stoffe (Gefahrstoffe) sind in allen Wirtschafts- und Lebensbereichen präsent. Damit diese Stoffe überall dort verfügbar sind, wo sie eingesetzt, verarbeitet oder verbraucht werden sollen, obliegt es im Wesentlichen dem Handel – hier speziell dem Chemikalienhandel – dies zu gewährleisten. Chemikalien werden

dabei als Feststoffe (Granulate, Pellets, Pulver, etc.), Pasten, Flüssigkeiten oder auch Gase abgefüllt, verpackt, gelagert und transportiert.

Neben allgemeinen Gefährdungen sind die Beschäftigten bei Tätigkeiten mit den Chemikalien zusätzlichen, besonderen Belastungen und Gefährdungen aufgrund der toxischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Stoffe ausgesetzt. Insofern sind beim Auftreten von Stäuben in entsprechenden Arbeitsbereichen immer auch deren spezifische Eigenschaften zu berücksichtigen.

Stäube können besonders bei der Herstellung und Abfüllung von Feststoffen in Form von Pulvern, Granulaten oder Pellets auftreten. Bei diesen Tätigkeiten, die sowohl manuell als auch (halb)automatisch ausgeführt werden, ist auf eine wirkungsvolle Erfassung eventuell entstehender Stäube sowie eine regelmäßige Reinigung entsprechender Arbeitsbereiche zu achten.

Tabelle 18.6.1

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 41 | 16 | 9 (22 %) | 0,71 | 80,5 | 19,5 | 2,01 | 18,47 | 26,78 |
| ≥ 2 h | stationär | 14 | 11 | 4 (28,6 %) | 0,71 | 100 | 0 | + 0,355 | 1,946 | 2,124 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 7 | 2 (28,6 %) | 0,95 | 57,1 | 42,9 | =Werte: 1,41 bis 71,1 | | |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 37 | 15 | 12 (32,4 %) | 0,25 | 75,7 | 24,3 | 0,63 | 1,63 | 2,292 |
| ≥ 2 h | stationär | 19 | 11 | 7 (36,8 %) | 1,25 | 84,2 | 15,8 | + 0,155 | 1,457 | 2,247 |
| < 2 h | an der Person | 7 *** | 6 | 5 (71,4 %) | 0,5 | 85,7 | 14,3 | =Werte: 0,59 bis 6,84 | | |
| < 2 h | stationär | 8 *** | 4 ** | 5 (62,5 %) | 0,36 | 87,5 | 12,5 | =Werte: 0,36 bis 1,79 | | |

19 Entsorgung, Recycling

19.1 Abfallsammlung, -entsorgung, -verbrennung und -recycling (ohne Glasrecycling); Abwasserentsorgung

| Branche |
|----------------------------------------------------------------------------|
| Abfall- und Abwasserentsorgung |
| Abfallentsorgung |
| Abfallverbrennung |
| Sonderabfall, Sammelstellen für |
| Deponie |
| Abfallsammlung |
| Abfallsortieranlage |
| Kompostierungsanlagen |
| Klärschlammrecycling |
| Abwasserentsorgung |
| Abwasseraufbereitungsanlagen |
| Verpackungsmaterialrecycling (z. B. DSD-Wertstoffe) |
| Thermische Recyclinganlagen (Trennverfahren für Kunststoff-Metallprodukte) |
| Kunststoffrecycling |
| Papierrecycling |
| Altreifenrecycling |

Zahlreiche Vorgänge im Bereich der Entsorgungswirtschaft sind mit der Freisetzung von Staub verbunden. So sind beispielsweise beim Schütten von Haushaltsabfällen aus den Sammelbehältern (Mülltonnen) in die Schüttung der Sammelfahrzeuge, bei Entladevorgängen in weiterverarbeitenden Betrieben bzw. Verbrennungsanlagen und bei Trenn-, Sortier- oder Zerkleinerungsschritten Staubemissionen zu erwarten.

Neben der Entsorgung auf Deponien oder der Abfallverbrennung ist auch das Recycling verschiedenster Rohstoffe wie Papier, Kunststoff und Verpackungsmaterial üblich.

Papierrecycling

Altpapier wird sowohl bei gewerblichen Anfallstellen als auch bei privaten Haushalten erfasst. Bei den Erfassungssystemen werden Hol- und Bringsysteme unterschieden. Grundsätzlich stellt die Aufbereitung des Altpapiers eine qualitative Bearbeitung dar, die manuell, teil- oder vollautomatisch erfolgt. Dabei werden unerwünschte Begleitstoffe wie Metalle, Kordeln, Glas, Textilien oder Kunst-

stoffe möglichst vollständig entfernt und das Altpapier nach definierten Altpapiersorten klassifiziert.

Die Verfahrensschritte sind unabhängig von der Herkunft des gesammelten Altpapiers.

- **Materialaufgabe:**

Nach dem Wiegen wird das lose Papier im häufig überdachten Anlieferungsbereich, z. B. Sortierhalle oder Anlieferboxen, abgekippt. Vor und während des Abkippvorgangs kann durch dort tätige Beschäftigte eine Sichtkontrolle des Materials erfolgen, um größere papierfremde Bestandteile zu entfernen.

- **Sortieren:**

Das Papier wird mit einem Radlader oder Stapler auf das Aufgabeband gegeben. Es folgt eine Abtrennung von papierfremden Bestandteilen und unerwünschten Papieren und Pappen. Je nach Anlage ist ein automatisches Sortiermodul eingefügt, das abgedeckt und abgesaugt ist. Bei der optischen Sortierung werden mittels Farberkennung und Druckluftausstoß vorher festgelegte Materialien (braune, graue und mehrfarbige Pappen, durchgefärbte Papiere etc.) ausgeschleust. Das PPK-Material wie Papier, Pappe oder Kartonagen kann bei Bedarf anschließend in einer Sortierkabine händisch nachsortiert werden. Dabei werden verbliebene papierfremde Bestandteile und unerwünschte Papiere und Pappen separiert.

- **Verpressen:**

Die sortierten Papierfraktionen werden häufig mit einer Presse zu Ballen verpresst und mit Spanndraht umbunden. Anschließend werden diese z. B. mit einem Stapler mit Ballenklammer abtransportiert und im Lagerbereich zwischengelagert.

Bei der Aufbereitung von Papier, Pappe und Kartonagen können einatembare und alveolengängige Stäube freigesetzt werden. Papierstaub kann – je nach Herkunft des Papiers – unter anderem kleine Mengen an Füllstoffen, Farbstoffen, Oberflächenveredelungs- und Beschichtungsstoffen sowie Klebstoffe aus Kleberücken enthalten. Des Weiteren sind als Staubbestandteile Verschmutzungen aus Verwendung, Transport und Lagerung von Papier, Pappe und Kartonagen möglich. Es handelt sich also in der Regel um Mischstäube, die Papierstaub und weitere Bestandteile wie Reifenabrieb der Fahrzeuge, Verunreinigungen wie Sand oder anhaftende Verschmutzungen enthalten können. Dies trifft insbesondere für die Anlieferung und Materialaufgabe sowie die verschiedenen Tätigkeiten in der Halle zu, da hier stets von größeren Verunreinigungen im Staub auszugehen ist.

Bei den Tätigkeiten in der Sortierkabine und an der Ballenpresse kann dagegen eher von „reinem“ Papierstaub ausgegangen werden, da hier bereits eine Vorsortierung bzw. Endsortierung erfolgte.

Bei den oben beschriebenen Arbeitsverfahren und Tätigkeiten werden Stäube unterschiedlicher Partikelgrößen freigesetzt. Darüber hinaus kann es infolge offener Fördersysteme oder durch nicht abgedeckte Transportvorrichtungen zu Staubexpositionen kommen. Reinigungsarbeiten führen zu einer überdurchschnittlichen Staubexposition – besonders wenn diese durch unzulässiges Abblasen erfolgen.

Die Staubfreisetzung an stationären Maschinen, Übergabestellen und Aufgabestellen kann durch technische Maßnahmen wie Absaugung, Kapselung oder die Bedüsung mit Wasserdampf wirksam minimiert werden. Die Minimierung von Fallhöhen führt zur Verringerung der Staubemissionen an den Übergabestellen.

Reinigungsarbeiten zur Entfernung von Staubablagerungen sind regelmäßig durchzuführen. Dies betrifft vor

allem den Fußboden im Anlieferungsbereich, wo es durch den Anlieferverkehr zu Staubaufwirbelungen kommen kann. Zur Reinigung sind bevorzugt Industriestaubsauger (Staubklasse H) oder Nassverfahren einzusetzen. Ein Abblasen des Fußbodens ist nicht zulässig. Die Verwendung von Druckluft zum Abblasen ist nur ausnahmsweise zulässig, wenn die zu reinigenden Stellen für einen Industriestaubsauger nicht zugänglich sind, z. B. wegen verbauter Anlagenteile. In diesen Fällen hat vorher immer eine Grundreinigung mittels Industriestaubsauger zu erfolgen. Wenn der Einsatz von Druckluft unumgänglich ist, haben die Beschäftigten partikelfiltrierenden Atemschutz mindestens der Klasse 2 zu tragen.

Die untenstehenden Tabellen enthalten Expositionswerte für verschiedene Recyclingbereiche. Expositionsdaten, die ausschließlich den Bereich Papierrecycling betreffen, finden sich in der „Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis: Papierrecycling – Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen bei der Aufbereitung von Papierabfällen“ (Mai 2014; www.baua.de/dok/2731428).

Abbildung 49: Anlieferungsbereich beim Papierrecycling



19.1.1 Anlieferung, Fördern, Materialaufgabe, Umschlagarbeiten, Wiegen

In Anlieferbereichen von Abfallbehandlungsanlagen oder bei der Materialaufgabe in Recyclingbetrieben sind hohe Staubkonzentrationen zu erwarten. Eine typische Entlade-Situation ist das Abkippen im „Flachbunker“, also das Abladen auf einem flachen Hallenboden. Dabei werden Bodenablagerungen aufgewirbelt und im Abfall enthaltene Stäube freigesetzt.

Bei Förder-Vorgängen (Stetigförderer) sind vor allem dann Emissionen zu erwarten, wenn Übergabestellen nicht gekapselt bzw. abgesaugt sind oder am Bandende große Fallhöhen vorliegen. Umschlagarbeiten finden vielerorts mittels Schaufelradlader statt. Neben der Materialbeschaffenheit kann hier auch die Arbeitsweise eine Rolle bei der Staubfreisetzung spielen.

Obwohl man aus Anlieferbereichen in der Abfallwirtschaft schwerlich „saubere“ Bereiche im Sinne anderer Arbeitsbereiche machen kann, gibt es ein großes Spektrum möglicher Maßnahmen, die Staubfreisetzung zu minimieren und Beschäftigten zu schützen. Viele Hinweise sind der TRBA 214 „Anlagen zur Behandlung und Verwertung von

Abfällen“ zu entnehmen. Zu den bewährten Maßnahmen zählen:

- Räumliche Trennung von Arbeitsbereichen,
- Befeuchtung der Abfälle vor Bewegung („Nebellkanonen“, Ultraschallvernebler),
- Abdeckung von Förderbändern,
- Kapselung und Absaugung von Band-Übergabestellen,
- Reinhaltung der Verkehrsflächen,
- Querlüftung der Halle,
- Keine Fußwege durch diese Bereiche, Aufenthaltsbeschränkungen,
- Schutzbelüftung der Fahrerkabinen.

In den Bereichen Anlieferung, Fördern, Materialaufgabe, Umschlagarbeiten, Wiegen sind die häufigsten Grenzwertüberschreitungen der hier zusammengestellten „Abfallwirtschaft“ (19.1.1 bis 19.1.5) festzustellen: Zumindest bei den stationären Messpunkten fanden sich 9 % der Schichtmittelwerte von E-Staub über dem Grenzwert, beim A-Staub sogar 18 % der personengetragenen bzw. 10 % der stationären Messungen mit Schichtbezug. Dies sind deutliche Hinweise auf verbreitete Defizite bei den Schutzmaßnahmen in diesen Bereichen.

Tabelle 19.1.1

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 53 | 32 | 20 (37,7%) | 0,72 | 92,5 | 7,5 | 0,915 | 7,232 | 10,71 |
| ≥ 2 h | stationär | 140 | 72 | 35 (25%) | 0,71 | 91,4 | 8,6 | 0,74 | 7,78 | 11,9 |
| < 2 h | stationär | 44 | 16 | 12 (27,3%) | 2,86 | 75 | 25 | 3,39 | 12,02 | 33,06 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 56 | 32 | 22 (39,3%) | 0,25 | 82,1 | 17,9 | + 0,21 | 1,934 | 2,63 |
| ≥ 2 h | stationär | 144 | 79 | 49 (34%) | 0,48 | 90,3 | 9,7 | + 0,14 | 1,04 | 1,594 |
| < 2 h | stationär | 30 | 20 | 4 (13,3%) | 0,45 | 46,7 | 53,3 | 1,42 | 3,99 | 5,13 |

9.1.2 Fahrzeuge, Flurförderzeuge, Transport

Bei diesen Arbeitsplätzen ist überwiegend davon auszugehen, dass in Fahrerkabine gefilterte Atemluft zur Verfügung steht, so dass kein Staub aus dem umgebenden Arbeitsbereich eindringt. Die Erfahrung zeigt, dass bei geeigneten Staubschutzanlagen oder Kabinenschutzbelüftungen sehr niedrige Staubkonzentrationen erreichbar sind. Auch bei Schimmelpilzkonzentrationen in Kabinen unterstreichen zahlreiche Untersuchungen die gute Wirksamkeit der Anlagen. Voraussetzung ist eine gut abgedichtete Kabine, die hilft, den Überdruck der Schutz-

belüftung aufrechtzuerhalten, und eine Arbeitstaktung, die das häufige Öffnen der Fahrertüren nicht erforderlich macht. Fenster müssen natürlich ebenfalls geschlossen bleiben. Dies wird dann erreicht, wenn die Kabinen klimatisiert sind – ansonsten sind die Fahrer oft versucht, die Kabine zur Abkühlung zu lüften, womit sie jedoch staubbelastete Umgebungsluft hereinlassen.

Die hier gefundenen Messwerte unterstreichen die weitgehend vorhandene Schutzfunktion von Fahrerkabine.

Tabelle 19.1.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 10 | 7 | 6 (60%) | 0,72 | 100 | 0 | ! NWG | 0,92 | 1,27 |
| ≥ 2 h | stationär | 16 | 12 | 3 (18,8%) | 0,71 | 100 | 0 | + | 0,355 | 0,936 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 14 | 10 | 12 (85,7%) | 0,26 | 100 | 0 | ! NWG | + | 0,232 |
| ≥ 2 h | stationär | 50 | 26 | 33 (66%) | 0,25 | 90 | 10 | ! NWG | 1,12 | 1,725 |

19.1.3 Klassieren, Sieben, Sortieren

In dieser Gruppe sind sowohl maschinelle Prozesse als auch manuelle Tätigkeiten mit Abfällen vereinigt. Klassieren, Sieben und Sortieren sind typische automatisierte Prozesse in der Abfallwirtschaft, deren Automatisierungsgrad und Ergebnisqualität im Lauf der Jahre stets zugenommen haben und dies immer noch tun. Sie spielen z. B. beim Wertstoff-Recycling eine große Rolle. Typische eingesetzte Geräte zum Auftrennen verschiedener Fraktionen sind Trommel- und Sternsiebe. In Papiersortieranlagen sind teilweise Windsichter vorhanden. An die Trennung von groben und feinen Bestandteilen schließt sich beispielsweise eine automatische Sortierung per Nahinfrarot-Erkennung und anschließendem Luftdruckstoß an, mit dem das erkannte Material aus dem Stoffstrom herausgeschossen wird. Magnetabscheider sind in praktisch allen Anlagen vorhanden, um eisenhaltige Metalle auszusortieren.

Allen genannten Vorgängen ist gemeinsam, dass enthaltene partikuläre Bestandteile nahezu vollständig als Staub in die Umgebung freigesetzt werden, sofern es keine Schutzmaßnahmen gibt. Besonders frei in Hallen aufgestellte Siebtrommeln (für Wertstoffe, aber auch für Kompost nach der Verrottung) können eine erhebliche

Staubfreisetzung erzeugen. Einhausungen, möglichst abgesaugt, sind für diese und alle sonstigen staubfrei-setzenden Trenn- und Zerkleinerungsprozesse die unausweichliche Methode der Wahl. In der Realität sind jedoch auch noch nicht-gekapselte Aggregate anzutreffen.

Neben der automatischen Sortierung spielt auch die manuelle Sortierung (noch) eine Rolle – entweder anschließend an eine automatisierte Sortierung oder anstelle dieser. Kabinen zur Abfallsortierung am Band können effizient belüftet werden, so dass Staub und Schimmelpilzsporen nur in niedrigen Konzentrationen auftreten. Jedoch sind bei Konstruktion und Betrieb Fehler möglich, so dass an den Arbeitsplätzen keine zuträgliche Luft vorhanden ist. Im Extremfall ist die Luft in der Sortierkabine noch staubiger als in der umgebenden Maschinen- und Anlieferhalle.

Die Tabelle zeigt beim A-Staub mit Grenzwertüberschreitungen von 25 % (personengetragen) bzw. 9,1% (stationär), dass Verbesserungspotenziale vorhanden sind und diese Bereiche in der Gefährdungsbeurteilung sorgfältig beleuchtet werden müssen.

Tabelle 19.1.3

| Probedauer | Probenart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 21 | 12 | 7 (33,3%) | 0,72 | 95,2 | 4,8 | 1,425 | 8,281 | 9,0425 |
| ≥ 2 h | stationär | 80 | 44 | 15 (18,8%) | 0,71 | 98,7 | 1,3 | + 0,6 | 2,55 | 3,62 |
| < 2 h | stationär | 29 | 12 | 5 (17,2%) | 1,43 | 82,8 | 17,2 | 2,165 | 11,75 | 14,55 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 24 | 14 | 8 (33,3%) | 1,25 | 75 | 25 | + 0,28 | 1,894 | 2,134 |
| ≥ 2 h | stationär | 88 | 49 | 24 (27,3%) | 0,63 | 90,9 | 9,1 | + 0,22 | 1,086 | 2,374 |
| < 2 h | stationär | 13 | 9 | 5 (38,5%) | 0,56 | 92,3 | 7,7 | + 0,285 | 0,695 | 1,65 |

19.1.4 Pressen, Schreddern, Verdichten, Zerkleinern

Beim Pressen, Schreddern, Verdichten und Zerkleinern werden anhaftende und in Hohlräumen enthaltene Stäube an die Umgebung abgegeben. Hier steht die weitgehende Kapselung der Vorgänge im Vordergrund; auch Befuchtung der Materialien kann die Staubung verringern. In der Umgebung entsprechender Aggregate sollen sich keine weiteren Arbeitsplätze befinden.

Von 84 schichtbezogenen E-Staub-Messwerten (personengetragen und stationär) lagen sieben über dem Grenzwert, beim A-Staub drei von 110. Bei dieser Messwertesammlung ist daher festzuhalten, dass die Auswirkungen der Emissionen auf die Arbeitsplätze beim A-Staub beherrschbar erscheinen und nur in einigen Bereichen des Recyclings beim E-Staub problematisch sein können.

Tabelle 19.1.4

| Probendauer | Probearart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 35 | 23 | 7 (20%) | 0,71 | 91,4 | 8,6 | 1,275 | 6,225 | 23,225 |
| ≥ 2 h | stationär | 49 | 36 | 16 (32,7%) | 0,72 | 91,8 | 8,2 | + 0,475 | 2,534 | 13,34 |
| < 2 h | stationär | 24 | 9 | 15 (62,5%) | 2,86 | 100 | 0 | ! NWG | + 2,438 | 3,318 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 42 | 28 | 29 (69%) | 0,26 | 97,6 | 2,4 | ! NWG | 0,602 | 0,668 |
| ≥ 2 h | stationär | 68 | 50 | 29 (42,6%) | 0,25 | 98,5 | 1,5 | + 0,125 | 0,422 | 0,698 |
| < 2 h | stationär | 11 | 8 | 2 (18,2%) | 0,33 | 100 | 0 | + 0,195 | 0,677 | 0,69 |

9.1.5 Lagern, Deponie

Tabelle 19.1.5

| Probendauer | Probearart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|----------------|------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 49 | 18 | 7 (14,3%) | 0,71 | 89,8 | 10,2 | 1,285 | 8,275 | 13,235 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | stationär | 52 | 20 | 11 (21,2%) | 0,66 | 94,2 | 5,8 | + 0,245 | 1,12 | 1,298 |
| < 2 h | stationär | 12 | 9 | 4 (33,3%) | 0,45 | 66,7 | 33,3 | 0,81 | 1,9 | 5,758 |

19.2 Glasrecycling

Branche

Glasrecycling

Beim Glasrecycling wird bis zu 90% gebrauchtes Glas für die stoffliche Wiederverwertung bereitgestellt, um neue Glasverpackungen zu produzieren. In den Aufbereitungsanlagen wird das meist in öffentlichen Glascontainern gesammelte Altglas zunächst manuell vorsortiert. Fremdstoffe werden dabei von Hand erfasst. Im Anschluss

erfolgt die Zerkleinerung im Brecher auf eine Größe von ca. 15 mm. Über Siebung und Windsichtung werden leichte Fremdstoffe – und mit Metallabscheidern Metalle – abgetrennt. Um Fehler und unerwünschte Farbänderungen in den fertigen Glas-Produkten zu vermeiden werden farbliche Einmischungen und lichtundurchlässige Materialien wie Steine und Keramik in den Scherben durch elektrooptische Sortierung getrennt. Das recycelte Glas wird in Boxen für den Einsatz als Rohstoff vorgehalten. Da es sich bei allen Verarbeitungsschritten um mechanische Verfahren handelt, ist dabei mit der Entstehung von Staub zu rechnen.

Tabelle 19.2

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 27 | 16 | 2 (7,4%) | 0,25 | 88,9 | 11,1 | 2,77 | 9,267 | 16,015 |
| ≥ 2 h | stationär | 40 | 16 | 0 | k. A. | 82,5 | 17,5 | 1,89 | 11,2 | 12,1 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 31 | 17 | 7 (22,6%) | 0,25 | 90,3 | 9,7 | 0,43 | 1,104 | 1,541 |
| ≥ 2 h | stationär | 38 | 15 | 7 (18,4%) | 0,18 | 92,1 | 7,9 | 0,33 | 0,998 | 1,388 |

19.3 Metallrecycling

| Branche |
|----------------------------|
| Metallrecycling (Schrott) |
| Recycling von Strahlmittel |
| Kupferrecycling |
| Edelmetallrecycling |

Das Recycling von Metall wird sowohl bei der Schrottverwertung als auch in Betrieben zum Recycling von Kupfer und anderen Edelmetallen (z. B. aus Fahrzeugkatalysatoren) betrieben. Staubbelastungen treten vor allem in den Bereichen Sortieren und mechanische Zerkleinerung wie durch Schredder oder Prallmühlen/Rotorscheren auf.

Tabelle 19.3

| Probenahmedauer | Probenahmeart | Anzahl Messwerte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|-----------------|---------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 28 | 19 | 2 (7,1 %) | 0,71 | 85,7 | 14,3 | 1,88 | 13 | 18,6 |
| ≥ 2 h | stationär | 25 | 15 | 8 (32 %) | 0,71 | 96 | 4 | 0,74 | 6,325 | 7,763 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 30 | 18 | 8 (26,7 %) | 0,81 | 76,7 | 23,3 | + 0,42 | 3,6 | 6,02 |
| ≥ 2 h | stationär | 23 | 15 | 10 (43,5 %) | 1,25 | 82,6 | 17,4 | + 0,28 | 2,067 | 5,687 |

19.4 Baustoffrecycling- und Sortieranlagen

Branche

Schlackenräberei

Schlackenaufbereitung

Sortieranlage

Baustoffrecycling

Recycling mineralischer Baustoffe

Kontaminierte Anlagen und Bauteile

Die Aufbereitung mineralischer Altbaustoffe (Hoch- und Tiefbauschutt, Straßenaufbruch, Baustellenabfälle) zur Wiederverwendung erfolgt sowohl in stationären als auch in mobilen und semimobilen Recycling- und Sortieranlagen. In ihrer Grundkonzeption entsprechen diese weitgehend den in der konventionellen Rohstoffgewinnung und -verarbeitung in der Natursteinindustrie eingesetzten Anlagenarten. Sie umfassen Einzelkomponenten zur Aussonderung von Störstoffen wie Bauholz, Kunststofffolien, Bewehrungsstahl oder Papier, Zerkleinerung und Klassierung. Das aufgehaldete und ggf. vorsortierte Material wird per Radlader oder Bagger in den Aufgabetrichter befördert und gelangt über eine Vorabsiebung zum Brecher. Als Brecher werden vorwiegend Prall- oder Backenbrecher eingesetzt. Das zerkleinerte Material wird schließlich in einer nachgeschalteten Siebanlage klassiert und nach Körnungen getrennt aufgehaldet. Arbeitsplätze mit einer möglichen Staubexposition befinden sich:

- in der Materialbeschickung (Vorsortierung an manuellen Lesebändern, Radlader- bzw. Baggerfahrer),
- im gesamten Umfeld der Anlage während der Anlagenbedienung und Überwachung (Kontrollgänge),
- insbesondere am Brechereinlauf bei mobilen Anlagen während der Überwachung der Materialzuführung und der manuellen Aussortierung von Störstoffen; (in der Regel befindet sich hier allerdings kein ständiger Arbeitsplatz).
- bei der Aus- und Umlagerung des Recyclingmaterials sowie Verladung von Halde auf Lkw mittels Radlader.

Ortsfeste Anlagen verfügen in der Regel über eine Kabine, von der aus die Anlage bedient und überwacht werden kann.

Die Messwerte lassen erkennen, dass bei der Aufbereitung des Materials beim Brechen die höchsten Staubbelastungen auftreten. Die Staubentwicklung bei Prallbrechern ist erheblich höher als bei Backenbrechern. Deutlich geringere Werte wurden in den Arbeitsbereichen Klassieren, Sortieren, Transport und Verladung ermittelt. Die eingesetzten Bagger und Radlader sind mit geschlossenen Fahrerkabine ausgestattet, die vor einer Staubexposition schützen.

Während umfangreiche Entstaubungseinrichtungen bei stationären Recycling- und Sortieranlagen Stand der Technik sind, trifft dies für mobile Anlagen nicht zu, da hier die Entstaubungsmöglichkeiten wegen der kompakten Bauweise begrenzt sind. Als staubmindernde Maßnahmen sind im Einsatz:

- Wasserberieselung zur Vermeidung der Staubabwehrung an Materialhalden,
- Wasserbedüsung zum Staubbiederschlag am Brecher und an Übergaben von Fördereinrichtungen,
- Anpassung der Fallhöhe an den Schüttkegel von Halden,
- regelmäßige Befeuchtung und Reinigung der Verkehrsflächen.

19.4.1 Fördern, Lagern, Transportieren, Verladen

Tabelle 19.4.1

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 40 | 26 | 19 (47,5%) | 0,71 | 97,5 | 2,5 | + 0,355 | 3,58 | 5,38 |
| ≥ 2 h | stationär | 22 | 15 | 8 (36,4%) | 0,61 | 81,8 | 18,2 | + 0,35 | 12,78 | 19,03 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 44 | 28 | 23 (52,3%) | 0,5 | 90,9 | 9,1 | ! NWG | 1,186 | 1,934 |
| ≥ 2 h | stationär | 28 | 18 | 12 (42,9%) | 0,29 | 92,9 | 7,1 | + 0,14 | 0,608 | 1,572 |

19.4.2 Brecher, Mühle

Abbildung 50: Brecherbeschickung beim Baustoffrecycling



Tabelle 19.4.2

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 40 | 25 | 9 (22,5%) | 0,71 | 77,5 | 22,5 | 2,57 | 16,6 | 23,4 |
| ≥ 2 h | stationär | 23 | 16 | 5 (21,7%) | 0,71 | 82,6 | 17,4 | 0,985 | 16,355 | 31,688 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 46 | 28 | 13 (28,3%) | 1,15 | 78,3 | 21,7 | + 0,57 | 2,006 | 4,572 |
| ≥ 2 h | stationär | 31 | 19 | 3 (9,7%) | 0,25 | 74,2 | 25,8 | 0,51 | 2,824 | 6,625 |

19.4.3 Klassieren, Mischen, Sieben, Sortieren

Abbildung 51: Manuelle Aussortierung beim Baustoffrecycling



Tabelle 19.4.3

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 31 | 24 | 4 (12,9%) | 0,71 | 96,8 | 3,2 | 2,055 | 5,129 | 7,246 |
| ≥ 2 h | stationär | 30 | 26 | 1 (3,3%) | 0,71 | 100 | 0 | 1,26 | 6,38 | 7,595 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 33 | 24 | 10 (30,3%) | 0,71 | 90,9 | 9,1 | + 0,357 | 1,207 | 1,454 |
| ≥ 2 h | stationär | 31 | 25 | 5 (16,1%) | 0,24 | 93,5 | 6,5 | 0,32 | 0,663 | 1,19 |
| < 2 h | stationär | 10 | 3 ** | 1 (10%) | 0,29 | 40 | 60 | 1,49 | 3,59 | 3,795 |

19.4.4 Kontrolle, Steuerkabinen, Prüfstände

Tabelle 19.4.4

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 13 | 10 | 3 (23,1%) | 0,71 | 100 | 0 | 1,235 | 4,377 | 5,69 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 13 | 9 | 5 (38,5%) | 0,25 | 84,6 | 15,4 | + 0,203 | 1,401 | 1,633 |

19.5 Elektronikschrott-Recycling

| Branche |
|--------------------------------------------------------------|
| Sammelstelle für quecksilberhaltige Leuchtmittel (Altlampen) |
| Elektronikschrott-Recycling |
| Recycling quecksilberhaltiger Leuchtmittel |
| Recycling quecksilberhaltiger LCD-Geräte |

Für die Rückgewinnung wertvoller Rohstoffe werden Elektrogeräte gesammelt, sortiert und anschließend mittels Werkzeug in einzelne Baugruppen zerlegt. Je nach Baugruppentyp erfolgt dann die weitere Zerlegung oder das Schreddern sortiert nach Baugruppen.

19.5.1 Bildröhrenentsorgung

Tabelle 19.5.1

| Probenahme-dauer | Probenahme-art | Anzahl Mess-werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|
| | | | | | | | | 50%-Wert * | 90%-Wert * | 95%-Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 79 | 18 | 8 (10,1%) | 0,71 | 100 | 0 | 2,4 | 5,838 | 7,192 |
| ≥ 2 h | stationär | 18 | 10 | 2 (11,1%) | 0,71 | 100 | 0 | 0,83 | 2,11 | 2,237 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 58 | 12 | 13 (22,4%) | 0,25 | 100 | 0 | 0,36 | 0,882 | 0,967 |
| ≥ 2 h | stationär | 24 | 12 | 11 (45,8%) | 0,86 | 100 | 0 | + 0,16 | + 0,426 | + 0,494 |

19.5.2 Zerkleinern, Zerlegen, Schreddern

Tabelle 19.5.2

| Probe- nahme- dauer | Probe- nahme- art | Anzahl Mess- werte | Anzahl Betriebe | Anzahl und (%) Werte < NWG * | Höchste NWG * in mg/m ³ | ≤ GW % \$ | > GW % \$ | Konzentrationen in mg/m ³ | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 50%- Wert * | 90%- Wert * | 95%- Wert * |
| E-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 79 | 32 | 16 (20,3%) | 0,71 | 94,9 | 5,1 | 1,515 | 6,08 | 9,607 |
| ≥ 2 h | stationär | 49 | 22 | 16 (32,7%) | 0,71 | 98 | 2 | + 0,485 | 1,786 | 2,788 |
| A-Staub | | | | | | | | | | |
| ≥ 2 h | an der Person | 46 | 23 | 25 (54,3%) | 1,25 | 93,5 | 6,5 | ! NWG | + 0,814 | 1,344 |
| ≥ 2 h | stationär | 48 | 20 | 28 (58,3%) | 0,25 | 100 | 0 | ! NWG | 0,37 | 0,386 |

20 Bauwirtschaft

Viele Tätigkeiten in der Bauwirtschaft sind verfahrensbedingt mit der Ver- oder Bearbeitung unterschiedlicher Baustoffe insbesondere mineralischer Materialien verbunden. Hierbei entsteht oftmals Staub oder es wird Staub freigesetzt.

Bei den üblicherweise anfallenden Stäuben handelt es sich in der Regel um Mischstäube, deren Zusammensetzung ganz wesentlich von der Art der bearbeiteten Baustoffe abhängt. Je nach eingesetzten Technologien (Maschinen und Geräte) und verwendeten Baustoffen, wie Naturstein, Beton, Kalksandstein-Formelemente oder Gipskartonplatten, schwankt zwangsläufig das Verhältnis der Staubfraktionen bzw. die Zusammensetzung des Staubs. So entsteht beim Bohren im Beton Staub von einer anderen Zusammensetzung als beim Schleifen von Gipskartonplatten im Trockenbau.

Aufgrund der Verbreitung von Quarz in mineralischen Baustoffen muss davon ausgegangen werden, dass nahezu alle Baustellenmischstäube immer auch unterschiedlich hohe Anteile an alveolengängigem Quarzstaub enthalten. Dies ist von besonderer Bedeutung für die Beurteilung der Exposition der Beschäftigten an Arbeitsplätzen der Bauwirtschaft, da neben dem ASGW auch der Beurteilungswert für Quarzstaub in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen ist.

Bei dem breiten Spektrum an Tätigkeiten in der Bauwirtschaft und den mobilen bzw. häufig wechselnden Arbeitsbedingungen stellt eine Beurteilung der Arbeitsplatzexposition eine große Herausforderung dar. Daher ist für den Bereich Bauwirtschaft eine Fokussierung allein auf A- und E-Staub zur Einschätzung und Bewertung der gesundheitlichen Belastungen von Beschäftigten wenig zielführend. Es muss immer auch die Konzentration an Quarzstaub und teilweise anderer Stäube berücksichtigt werden. Besonders unkalkulierbar wird die Zusammensetzung des anfallenden Staubs beim Bauen im Bestand. Gerade bei Eingriffen in die Bausubstanz von Bestandsgebäuden muss in Abhängigkeit vom Gebäudealter möglicherweise noch mit weiteren Stäuben wie Faserstäuben aus asbesthaltigen Materialien oder „alten“ Mineralwolle-Dämmstoffen gerechnet werden.

Bei vielen Tätigkeiten in der Bauwirtschaft, bei denen Staub freigesetzt oder aufgewirbelt wird, können Konzentrationen in der Atemluft entstehen, die teilweise deutlich über dem ASGW der TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ liegen. Doch selbst dann, wenn die hier aufgeführten Grenzwerte für den A- und E-Staub unterschritten sind, kann der Beurteilungsmaßstab für Quarzstaub überschrit-

ten sein. Tätigkeiten, bei denen solche Situationen häufig auftreten, sind alle Arbeiten mit stark quarzhaltigen Materialien wie in der Natursteinbearbeitung.

Daher hat die Bauwirtschaft unter der Federführung der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) seit einiger Zeit ihre Aktivitäten zur Verbesserung der Situation verstärkt. Mit der Absenkung des ASGW für die A-Fraktion im Jahr 2014 und Etablierung eines neuen Beurteilungsmaßstabs für Quarzstaub im Jahr 2016 entstand zusätzlicher Handlungsbedarf, diese Aktivitäten der Branche noch zu steigern.

20.1 Staubemissionsverhalten von Maschinen und Geräten

Gerade bei der Bearbeitung von mineralischen Werkstoffen durch Bearbeitungsmaschinen werden hohe Konzentrationen an Staub erzeugt. Maschinen und Geräte müssen daher nach der GefStoffV, Anhang I, Nr. 2.3 Absatz (3) mit einer wirksamen Einrichtung zur Erfassung der Stäube versehen sein.

Doch solche Geräte und Einrichtungen waren bis 2008 nur begrenzt am Markt verfügbar und in vielen Bereichen noch keine branchenüblichen Verfahrensweisen. In der Baubranche besteht leider oft die Auffassung, dass Staub unabdingbar zum Bauen dazu gehöre und dieser daher zwangsläufig mit vielen Tätigkeiten verbunden sei. So kommt es, dass vermeidbare Belastungen für die Gesundheit nicht als solche wahrgenommen werden. Technologien zur Minimierung der Staubbelastung beim Bauen standen lange Zeit nicht im Fokus der Bau-Akteure.

Auch über die Wirksamkeit und Möglichkeiten der Staubminimierung von Erfassungseinrichtungen beim Einsatz von Bearbeitungsmaschinen lagen nur wenig Erkenntnisse vor. Erste systematische Ansätze zur Überprüfung der Wirksamkeit und des Verbesserungspotentials sind mit dem Projekt „Mauernutfräsen“ der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM, vormals Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik) gesetzt worden. Die Ergebnisse dieses Kooperationsprojekts wurden 2005 im BG/BIA Report 2005 „Mauernutfräsen – Handlungshilfen zum staubarmen Einsatz bei der Elektroinstallation“ dokumentiert.

Aus den dabei gewonnenen Erfahrungen der Prüfstanduntersuchungen des IFA (vormals BIA) wurde das Projekt „Bewertung des Staubemissionsverhaltens handgeführter Maschinen und Geräte für die Bearbeitung mineralischer

Werkstoffe“ der BG BAU und anderer Partner weiterentwickelt. In diesem Projekt wurden erstmals rund 120 Maschinen und Geräte auf ihr Emissionsverhalten unter praxisnahen Bedingungen untersucht und bewertet. Neben den Untersuchungen im Prüfraum konnten die Ergebnisse durch Expositionsmessungen auf Baustellen mit einigen ausgewählten Maschinen bestätigt werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in dem Forschungsbericht anschaulich dokumentiert. Durch Einbindung der Maschinen- und Gerätehersteller in das Forschungsvorhaben gelang es in vielen Fällen, noch in der Projektlaufzeit eine kontinuierliche Verbesserung der Maschinen und Kombinationen umzusetzen. Zwischenzeitlich sind die Projektergebnisse in die Normung zu Elektrowerkzeugen eingeflossen.

Die Untersuchungen im Prüfraum der Bayerischen Bau-Akademie in Feuchtwangen zeigten zunächst ein sehr differenziertes Emissionsverhalten in den verschiedenen untersuchten Maschinenkategorien wie Mauernutfräsen, Betonschleifer oder Diamanttrennschleifer. Je nach Maschinenkategorie und den freigesetzten Mengen an mineralischem Material waren die Staubbelastungen in der Atemluft eher niedrig, z. B. bei den Betonschleifern, Exenterschleifern, oder sehr hoch wie beim Mauernut- und Putzfräsen.

Aber obgleich in einigen Fällen extrem viel Material abgetragen wurde, konnte der damalige A- und E-Staubgrenzwert meist unterschritten werden. Als maßgebliche Ursache für diese wirksame Staubminimierung wurde der Einsatz der Bearbeitungsmaschinen in Kombination mit einem wirksamen Entstauber der Staubklasse M identifiziert. Nicht alle zu dieser Zeit am Markt angebotenen Entstauber waren gleichermaßen geeignet, die anfallenden Staubmengen über einen längeren Zeitraum wirksam am Gerät zu erfassen. Versagt der Entstauber, werden innerhalb kurzer Zeit hohe Mengen Staub freigesetzt. Eine mehrfache Überschreitung der Grenzwerte ist die Folge. Die Erfahrungen des Projekts zeigten der Branche überzeugend auf: Nur durch die Kombination aufeinander abgestimmter Bearbeitungssysteme lässt sich die Staubbelastung minimieren.

Im Rahmen des Projekts wurde über diesen Sachverhalt der Begriff „abgestimmte Bearbeitungssysteme“ kreiert. Dieser Begriff beschreibt eine Kombination von Bearbeitungsgerät und Entstauber, die in der Lage ist, den ASGW in beiden Fraktionen zu unterschreiten. Viele der seinerzeit untersuchten Gerätekombinationen bzw. deren Nachfolgemodelle sind in der Lage, auch den seit 2014 gültigen Grenzwert für den A-Staub von $1,25 \text{ mg/m}^3$ einzuhalten. Die Untersuchungen der Maschinen und Geräte werden im

Übrigen fortlaufend fortgesetzt und die Ergebnisse in Positivlisten auf den Internetseiten der BG BAU veröffentlicht.

Ein großer Teil der untersuchten Maschinen und Geräte wird seit einigen Jahren zudem von der BG BAU im Rahmen von Arbeitsschutzprämien gefördert. Mitgliedsunternehmen der BG BAU, die Technologie zur Staubminimierung beim Bauen beschaffen, werden hierbei finanziell unterstützt. In dieser Form wurde z. B. von 2015 bis 2019 die Beschaffung von rund 50.000 Bau-Entstaubern durch Arbeitsschutzprämien gefördert.

20.2 Staub-Expositionen bei Arbeiten in der Bauwirtschaft

Die Erfahrungen der letzten Jahre konnten zeigen, dass sich die Staubbelastungen beim Bauen durch den konsequenten Einsatz staubarer Technologien und Produkte erheblich reduzieren lassen. Oftmals ist aber eine Kombination mehrerer Komponenten – abgestimmte Bearbeitungssysteme, Bau-Entstauber, Luftreiniger und Abschottung – notwendig, um die Belastung am Arbeitsplatz zu minimieren. Eine Basisausrüstung an Techniken zur Staubminderung besteht aus den folgenden vier Komponenten:

- Bearbeitungsgeräte mit wirksamer Stauberfassung,
- Bau-Entstauber,
- Luftreiniger,
- Abschottungen bzw. Staubschutztüren.

Abbildung 52: Abgesaugte Maschine (hier Abbruchhammer), Bau-Entstauber und Luftreiniger sind zusammen mit einer Abschottung (im Bild nicht sichtbar) die Basisausrüstung staubarer Techniken für jeden Betrieb.



Ohne eine derartige Basisausrüstung lässt sich keine wirksame Minderung der Belastung durch Staub beim Bauen erreichen. Eine solche Basisausrüstung für staubarmes Arbeiten ist bereits mit Investitionskosten in Höhe von ca. 3.000 € zu beschaffen. Durch die derzeitige Förderung der BG BAU im Rahmen der Arbeitsschutzprämien reduzieren sich die Kosten zudem deutlich.

20.3 Expositionsmatrix der BG BAU

Als Ergebnis vieler praxisgerechter Expositionsmessungen an den Arbeitsplätzen der Bauwirtschaft, bei denen standardmäßig neben den Staubfraktionen auch die Exposition gegenüber Quarz ermittelt und beurteilt wird, wurde als Hilfsmittel für die Unternehmen zur Einschätzung der Tätigkeit und einer einfachen Ableitung der notwendigen Maßnahmen die Expositionsmatrix der BG BAU entwickelt (www.staub-war-gestern.de).

In den Spalten der Matrix „Staub-Expositionen bei Arbeiten in der Bauwirtschaft“ werden zahlreiche typische Tätigkeiten der Gewerke in der Bauwirtschaft aufgeführt. In der ersten Spalte der Matrix ist zunächst die jeweilige Tätigkeit angegeben. In den folgenden vier Spalten erfolgt eine Abstufung entsprechend der Hierarchie der Schutzmaßnahmen. Nach dem STOP-Prinzip (Substitution, Technische Maßnahmen, Organisatorische Maßnahmen und Persönliche Schutzausrüstung) ist die Rangfolge der Maßnahmen verbindlich einzuhalten. Atemschutz darf nur als letztes Mittel, nach Ausschöpfung aller anderen Maßnahmen, zum Einsatz kommen.

Jeweils links in der Matrix sind die weniger staubbelasteten Arbeitsweisen einer Tätigkeit aufgeführt (d. h. gute Praxis). Dagegen wird weiter rechts in der Matrix die schlechte Praxis (hohe Belastung) dargestellt.

- Grau unterlegt sind Arbeitsweisen, bei denen die Expositionen unterhalb der AGW für A-Staub ($1,25 \text{ mg/m}^3$) und E-Staub (10 mg/m^3) sowie des Beurteilungsmaßstabs für Quarzstaub ($0,05 \text{ mg/m}^3$) liegen.
- Schwarz unterlegt sind Arbeitsweisen, bei denen die Exposition mindestens einer Staubfraktion oberhalb der AGW bzw. des Beurteilungsmaßstabes liegt. Die Staubfraktion, die für die Überschreitung verantwortlich ist, wird durch einen Buchstaben (A, E, Q) angegeben.

- Weiß unterlegt sind Arbeitsweisen, zu denen keine bzw. unzureichende Expositionsdaten vorliegen. Kann die Exposition einer Arbeitsweise abgeschätzt werden, ist die Schrift kursiv (bei vermutter Überschreitung) bzw. hellgrau (bei vermutter Unterschreitung).
- In der Spalte „Bemerkungen“ stehen Hinweise zu Schutzmaßnahmen und zur Datenlage. Es wird bemerkt, wenn die Datenlage noch nicht ausreichend ist, wenn die vorliegenden Expositionsdaten den Erfahrungen widersprechen, eine Abklärung notwendig ist usw.
- Die Expositionsmatrix wird fortlaufend weiterentwickelt und aktualisiert. Von vielen Gewerken der Bauwirtschaft wurde die Matrix genutzt, um auf deren Basis gemeinsam mit den Sozialpartnern und der BG BAU praxisgerechte Handlungsanleitungen für staubarmes Arbeiten in dem Gewerk zu entwickeln. Bei den Handlungsanleitungen stand von Anfang an – neben dem abgesenktem A-Staub Grenzwert – das Thema Quarzstaub aus oben erwähnten Gründen mit im Focus.

Die Handlungshilfen sind in der Regel einheitlich aufgebaut. So gelingt es den Unternehmen, die in mehreren Gewerken aktiv sind, eine rasche Orientierung für ihr Handeln zu geben. Basis und Kernstück jeder Handlungshilfe ist dabei ein Auszug der „Staubmatrix“ der BG BAU mit den für das jeweilige Gewerk betrachteten Tätigkeiten. In Nr. 5 „Branchenübliche Verfahren und Betriebsweisen mit Expositionsdaten“ werden diese aufgeführt. Die Nr. 6 der Handlungsanleitungen „Hinweise und Optimierungsmöglichkeiten zu technischen Schutzmaßnahmen“ beschreibt technische Möglichkeiten der Staubminimierung wie mobile Entstauber oder Luftreiniger im Gewerk. Nach den Grundsätzen der geltenden Vorschriften (Rangfolge der Schutzmaßnahmen) sind immer zuerst die technischen, dann die organisatorischen Lösungen zur Staubvermeidung auszuschöpfen. Diese werden in Nr. 7 „Arbeitsorganisation und persönliche Schutzausrüstung“ aufgeführt. Muster zur Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung und eine Musterbetriebsanweisung runden die praktische Hilfestellung ab. In der jeweiligen Anlage 3 werden die Aktivitäten der Branche zur Umsetzung der vereinbarten Maßnahmen aufgeführt.

Abbildung 53: Expositionsmatrix für die Staubexpositionen bei Abbrucharbeiten
(Auszug aus der Handlungsanleitung „Staub bei Abbruch- und Rückbauarbeiten“; Stand 2017).

| Tätigkeit | Abstufung entsprechend der Hierarchie der Schutzmaßnahmen (dem STOP-Prinzip) | | | | Bemerkungen |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Gute Praxis | | Schlechte Praxis | | |
| Putz entfernen ebene Flächen | Abgesaugte Putzfräsen (Liste BG BAU, g) A < 1,25 mg/m ³ | Abgesaugter Stemmeißel, mit Luftreiniger (Liste BG BAU, i) | Putz abschlagen, Luftreiniger | Putz abschlagen ohne Absaugung Im Freien: A: 4,03 (13; d) Q: 0,43 (13; d) Im Raum: A: 12,54 (13; d) Q: 0,79 (13; d) | Luftreiniger verringern Belastung durch Sekundäremission (Aufwirbelung herabgefallenes Material) und verhindern eine Aufkonzentrierung nicht erfasster Stäube im Raum |
| Putz entfernen unebene Flächen, morscher Putz | Abgesaugte Putzfräsen (Liste BG BAU, g) Mit Luftreiniger (Liste BG BAU, i) | Abgesaugte Putzfräsen (Liste BG BAU, g) | | Bei „Putz entfernen ebene Flächen“ inbegriffen | Luftreiniger verringern Belastung durch Sekundäremission und verhindern eine Aufkonzentrierung nicht erfasster Stäube im Raum |
| Reinigen bei Bautätigkeiten | Bau-Entstauber Kehrmaschine (Liste Bau-Entstauber, h) | | Grobschmutzaufnahme (z. B. mit Hallenser Schaufel) bei laufendem Luftreiniger (Messung notwendig) | Trocken Kehren A8,38 (33; d) Q: 041 (33; d) | Beim Aufsaugen stark verschmutzter Flächen und größerer Staubmengen kann es zu Überschreitungen z.B. durch Sekundäremissionen (Aufwirbelungen, z. B durch Saugschlauch) kommen |
| Stemmen, Meißeln, Bodenflächen aus, Beton | abgesaugte Handmaschinen (Liste BG BAU, g) und Luftreiniger (Liste BG BAU, i) | | | Stemmen, Meißeln, Abbruch ohne Absaugung A: 9,28 (56; a) Q: 0,82 (56; a) | |
| Stemmen, Meißeln Wände, Wand | abgesaugte Handmaschinen (Liste BG BAU, g) und Luftreiniger (Liste BG BAU, i) | abgesaugte Handmaschinen (Liste BG BAU, g) | | Stemmen, Meißeln, Abbruch ohne Absaugung A: 9,28 (56; a) Q: 0,82 (56; a) | |
| Massive Mauersteine schneiden | abgesaugte Handmaschinen (Liste BG BAU) (Liste BG BAU, g) | Nass schneiden; mind. täglicher Wasserwechsel | Nass schneiden ohne tägl. Wasserwechsel A: 3,17 (15; d) | Trocken schneiden ohne Absaugung A: 19,77 (29, d) | |
| Hochlochsteine schneiden | abgesaugte Handmaschinen (Positivliste BG BAU) | Nass schneiden; mind. täglicher Wasserwechsel | Nass schneiden ohne tägl. Wasserwechsel | Trocken schneiden ohne Absaugung | |
| Schneiden in Beton | abgesaugte Trennschleifer (Liste BG BAU, g) | | Beton nass Schneiden, Sägen | Beton ohne Absaugung trocken Schneiden, Sägen Vergl. Massive Mauersteine schneiden | Trockenschneiden/-fräsen von Beton ohne Absaugung führt zu extremen Belastungen; beim Nassschneiden deutlich geringere Belastung |

Abbildung 54: Beispiele für Handlungshilfen zur Staubminimierung in verschiedenen Gewerken der Bauwirtschaft (www.staub-war-gestern.de).

Handlungsanleitung
„Staub bei Abbruch- und Rückbauarbeiten“
 Stand 28.06.2017

Handlungsanleitung
„Staub bei Steinmetz- und Naturwerksteinbearbeitung“
 2. Auflage 06.07.2017

Diese Handlungsanleitung wurde erarbeitet vom Bundesverband Deutscher Steinmetze, vom Deutschen Naturwerkstein-Verband, der Industriegewerkschaft Bau-Agrar-Umwelt, der BG BAU und der BG RCI.

20.4 Gemeinsame Erklärung „Staubminimierung beim Bauen“

Alle Anstrengungen einzelner Unternehmen werden aber zunichtegemacht, wenn das Gewerk nebenan weiterarbeitet wie bisher und die gesamte Baustelle verstaubt. Daher müssen alle Akteure am Bau zusammenwirken. Vor diesem Hintergrund ist auch das Aktionsprogramm „Staubminimierung beim Bauen“ vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) zu sehen. Es hat die generelle Staubminimierung zum Ziel, vor allem die Minimierung des Quarzstaubes am Arbeitsplatz.

Die Betriebe sollen möglichst viele Informationen und Handlungshilfen erhalten, so dass diese auch bei staubigen Tätigkeiten sicher arbeiten, die staubarmen Techniken kennen und fachkundig einsetzen können.

Am 25. Oktober 2016 haben Vertreter der Sozialpartner der Bauwirtschaft, des BMAS, der Verbände und Institutionen der Baubranche die Erklärung zum Aktionsprogramm unterzeichnet. Im Rahmen der gemeinsamen

Erklärung wurde vereinbart, neben der Information und Beratung betroffener Betriebe auch eine Kontrolle zur Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften vorzunehmen. Nur so wird wirksam vermieden, dass vorgeschriebene Schutzmaßnahmen zu Lasten der engagierten und zuverlässigen Unternehmen unterlaufen werden. Dies verdeutlicht umso mehr den Willen der BG BAU, durch ein konsequentes Handeln der Aufsichtspersonen bei der Revisionstätigkeit auf Baustellen zum Erfolg des Aktionsprogramms beizutragen.

Zwischenzeitlich ist es gelungen auch im Rahmen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) die Leitlinie „Staubminimierung beim Bauen“ zu erarbeiten. Die Aufsichtspersonen der Länder und der Unfallversicherungsträger gehen seit 2018 in gleicher Weise gegen Bauunternehmen vor, die keine wirksamen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor Staub umsetzen.

Anhang 1: Übersicht über verschiedene Staubarten

| Staubart | anorganisch | organisch | natürlich | vom Menschen gemacht/industriell | explosionsfähig | Dichte in g/cm ³ |
|---------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Aktivkohle | x | | | x | x | 0,2 bis 0,6 |
| Alaun | x | | x | x | | 1,7 bis 1,8 |
| Aluminium | x | | | x | x | 2,7 |
| Aluminiumbromid | x | | | x | x | 3,2 |
| Aluminiumbronze | x | | | x | | 7,4 bis 8,2 |
| Aluminiumfluorid (Kryolith) | x | | | x | | 3 |
| Aluminiumhydroxid | x | | x | x | | 2,4 |
| Aluminiumnitrid | x | | | x | | 3,3 |
| Aluminiumoxid (faserfrei), Korund | x | | x | x | | 3,9 bis 4,0 |
| Aluminiumoxidfaser, z. T. mit Zirkoniumoxid | x | | | x | | 2,7 bis 4,1 |
| Aluminiumsilikat (faserfrei), Kaolin | x | | x | | | 2,6 |
| Aluminiumsilikatfaser | x | | | x | | 2,6 |
| Aluminiumtitanat | x | | | x | | 3,7 |
| Anatas | x | | x | | | 3,9 |
| Anhydrit | x | | x | x | | 2,9 bis 3,0 |
| Antimon | x | | x | x | x | 6,7 |
| Antimondisulfid (Antimonschwarz, Antimonit) | x | | x | | | 4,6 |
| Antimontrioxid (Antimonweiß) | x | | | x | | 5,2 bis 5,7 |
| Aramidfaser | | x | | x | | 1,5 |
| Arsen | x | | x | x | | 5,6 bis 5,8 |
| Arsentrioxid (Arsenik) | x | | x | x | | 3,7 |
| Asbest | x | | x | | | 2,5 bis 3,3 |
| Asche | x | | x | x | | ca. 0,3 |
| Attapulgit (Palygorskit) | x | | x | | | 2,4 |
| Bariumcarbonat (Witherit) | x | | x | | | 4,3 |
| Bariumoxid | x | | | x | | 5,7 |
| Bariumsulfat (Schwerspat, Baryt) | x | | x | x | | 4,5 |
| Bariumtitanat | x | | | x | | 5,9 |
| Bärlappsporen | | x | x | | x | ca. 0,4 |
| Bentonit | x | | x | | | ca. 2,6 |
| Beryllium | x | | | x | | 1,8 |

| Staubart | anorganisch | organisch | natürlich | vom Menschen gemacht/industriell | explosionsfähig | Dichte in g/cm ³ |
|-------------------------------------|-------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Berylliumoxid | x | | x | x | | 3 |
| Beton | x | | | x | | 2,0 bis >2,8 |
| Bims | x | | x | | | 2,3 |
| Blei | x | | | x | | 11,3 |
| Bleioxide, Mennige | x | | | x | | ca. 9,4 |
| Borax | x | | x | x | | 1,7 bis 1,8 |
| Borcarbid | x | | | x | | 2,5 |
| Bornitrid | x | | | x | | 2,3 bis 3,5 |
| Boroxide | x | | | x | | 1,8 bis 2,6 |
| Cadmium | x | | | x | | 8,7 |
| Cadmiumchlorid | x | | | x | | 3,3 bis 4,0 |
| Cadmiumoxid | x | | | x | | 7,0 bis 8,2 |
| Calciumcarbid | x | | | x | | 2,2 |
| Calciumcarbonat (Kalkstein, Calcit) | x | | x | x | | 2,6 bis 2,8 |
| Calciumfluorit (Flußspat, Fluorit) | x | | x | x | | 3,2 |
| Calciumhydroxid | x | | x | x | | 2,2 |
| Calciumoxid (Branntkalk) | x | | | x | | 3,4 |
| Calciumphosphat | x | | x | x | | 3,1 |
| Cer („Mischmetall“) | x | | | x | | 6,8 |
| Chemiefaser | | x | | x | | 0,9 bis 1,8 |
| Chitin u. a. Insektenreste | | x | x | | | 1,3 |
| Chrom und Chromverbindungen | x | | | x | | 7 bis 8 |
| Cobalt und Cobaltverbindungen | x | | | x | | 7 bis 8,9 |
| Cristobalit | x | | x | | | 2,3 |
| Diatomeenerde (Kieselgur) | x | | x | x | | 2,2 |
| Diamant | x | | x | x | | 3,5 |
| DME | x | | | x | | ca. 2 |
| Dolomit | x | | x | | | 2,6 bis 2,9 |
| Edelmetall | x | | x | | | 10 bis 21 |
| Edelsteinschleifpartikel | x | | x | | | 2,7 bis 4 |
| Eisen | x | | | x | | 7,9 |

Anhang 1: Übersicht über verschiedene Staubarten

| Staubart | anorganisch | organisch | natürlich | vom Menschen gemacht/industriell | explosionsfähig | Dichte in g/cm ³ |
|----------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Eisenoxide | x | | x | x | | 5,1 bis 5,3 |
| Erz | x | | x | | | 4 bis 10 |
| Farbpigmente | x | x | x | x | x | 2,5 bis 19 |
| Feldspat | x | | x | | | 2,5 bis 2,6 |
| Ferromangan | x | | | x | | 7,8 |
| Gestein | x | | x | x | | 2,3 bis 3,2 |
| Getreide | | x | x | x | x | <1 |
| Gießerei | x | | | x | | 2,5–8 |
| Gips und Alabaster | x | | x | x | | 2,3 |
| Glas | x | | x | x | | 2,2 bis 2,7 |
| Glasfaser | x | | | x | | 2,2 bis 2,8 |
| Glasuren | x | | | x | | 2,2 bis 2,8 |
| Glimmer | x | | x | | | 2,8 bis 3,1 |
| Graphit | x | | x | x | | 2,3 |
| Gummi | | x | | x | | ca. 0,9 |
| Hartholz | | x | x | | x | 0,7 bis >1 |
| Hartmetall | x | | | x | | 6 bis 15 |
| Haut/Hornhaut | | x | x | x | | <1 |
| Holz, z. T. mit Bindemitteln | | x | x | x | x | 0,5 bis 0,8 |
| Kaliumcarbonat (Pottasche) | x | | | x | | 2,4 |
| Keramik | x | | | x | | ca. 2,5 |
| Kieselglas (Quarzglas), Kieselgut (Quarzgut) | x | | | x | | 2,7 |
| Kieselsäure/Kieselgel, synthetisch erzeugt | x | | | x | | 2,7 |
| Kohle | | x | x | x | x | 1,4 |
| Kohlenstofffaser | x | | | x | | 1,8 |
| Koks | x | | | x | x | <1 |
| Kolophonium | | x | x | x | x | 1,1 |
| Kork | | x | x | | x | 0,5 |
| Kreide | x | | x | | | 2,7 |
| Kristalline Kieselsäure (Quarz) | x | | x | x | | 2,7 |
| Künstliche Mineralfasern | x | | | x | | 2,5 |
| Kunststoff | | x | | x | x | 0,9 bis 1,2 |

| Staubart | anorganisch | organisch | natürlich | vom Menschen gemacht/industriell | explosionsfähig | Dichte in g/cm ³ |
|------------------------------------|-------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Kupfer | x | | | x | x | 8,9 |
| Kupferoxide | x | | x | x | | 6 bis 6,5 |
| Kupfersulfat | x | | x | x | | 2,3 bis 3,6 |
| Lack (ausgehärtet) | | x | | x | x | 1 bis 1,3 |
| Lebensmittel | | x | x | x | x | ca. 1 |
| Leder | | x | x | x | x | 0,5 bis 0,9 |
| Lehm, Löß | x | | x | | | ca. 2,5 |
| Magnesium | x | | | x | x | 1,7 |
| Magnesiumcarbonat | x | | x | x | | 3 |
| Magnesiumhydroxid | x | | | x | | 2,4 |
| Magnesiumoxid | x | | | x | | 3,6 |
| Mangan | x | | | x | | 7,4 |
| Manganoxid (Braunstein, Pyrolusit) | x | | x | x | | 4,5 bis 5,0 |
| Metalle und Metalllegierungen | x | | | x | | 4,5 bis 9 |
| Milbenkot | | x | x | x | | ca. 1 |
| Molybdän | x | | | x | | 10,3 |
| Molybdänoxide | x | | | x | | 4,7 bis 6,5 |
| Mullit | x | | x | x | | 3,1 bis 3,3 |
| Natriumcarbonat (Soda) | x | | x | x | | 2,5 |
| Natriumnitrat (Natronsalpeter) | x | | | x | | 2,3 |
| Natriumoxid | x | | | x | | 2,3 |
| Natriumsulfat | x | | | x | | 2,7 |
| Natriumsulfid | x | | | x | | 1,4 bis 1,9 |
| Naturfasern | | x | x | | x | 1,3 bis 1,5 |
| Nickel | x | | | x | | 8,9 |
| Nickeloxide | x | | x | x | | 4,8 bis 6,7 |
| Papier und Cellulose | | x | | x | x | 0,7 |
| Pflanzenfasern | | x | x | | | ca. 1 |
| Pilzsporen | | x | x | | | <1 |
| Pollen | | x | x | x | | <1 |
| Porzellan | x | | | x | | 2,4 |
| Quarz | x | | x | | | 2,7 |
| Ruß | x | | x | x | x | ca. 2 |

Anhang 1: Übersicht über verschiedene Staubarten

| Staubart | anorganisch | organisch | natürlich | vom Menschen gemacht/industriell | explosionsfähig | Dichte in g/cm ³ |
|--------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Schlacke (faserfrei) | x | | | x | | 2,1 bis 4,0 |
| Schmirgelpulver, Schleifmittel | x | | x | x | | 3,9 bis 4,1 |
| Schwefel | x | | x | x | | 2,0 bis 2,1 |
| Schweiß- und Lötrauch | x | | | x | | 5,1 bis 7,3 |
| Seltene Erden | x | | x | x | x | 3,0 bis 9,8 |
| Siliciumcarbidfaser | x | | | x | | 2,5 bis 3,1 |
| Siliciumcarbidge (faserfrei) | x | | | x | | 3,2 |
| Siliciumnitridwhisker | x | | | x | | 3,4 |
| Sprengstoff (zum Beispiel Treibladung) | x | | | x | x | ca. 1 |
| Stahl | x | | | x | | 7,7 bis 8,0 |
| Stärke | | x | x | x | x | 1,5 |
| Strahlsand (Glas, Metall, Silikatminerale) | x | | | x | (x) | 2,7 bis 8 |
| Talkum | x | | x | | | 2,6 bis 2,8 |
| Tantal | x | | | x | | 16,7 |
| Textilfaser | | x | x | x | | 1,5 |
| Thallium | x | | | x | | 11,9 |
| Titan | x | | | x | | 4,5 |
| Titandioxid | x | | x | x | | 4,2 |
| Tonminerale | x | | x | | | ca. 3 |
| Toner | x | | | x | | 1,3 bis 1,6 |
| Urea (Harnstoff) | | x | | x | | 1,3 |
| Vanadium | x | | | x | x | 6,1 |
| Vanadiumoxide | x | | | x | | 3,4 bis 5,8 |
| Vogelkot | | x | x | | | ca. 1,5 |
| Wismut | x | | x | x | | 9,8 |
| Wismutoxid (Wismutgelb, Bismut) | x | | x | x | | 8,3 |
| Wolfram | x | | | x | | 19,3 |
| Wolframcarbidge | x | | | x | | 15,6 |
| Wolframoxide | x | | | x | | 7,2 bis 12,1 |
| Wollastonit | x | | x | x | | 2,8 bis 2,9 |
| Wolle, tierische und pflanzliche | | x | x | | | 1,3 |
| Yttrium | x | | | x | x | 4,5 |

| Staubart | anorganisch | organisch | natürlich | vom Menschen gemacht/industriell | explosionsfähig | Dichte in g/cm ³ |
|-----------------|-------------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Zement | x | | | x | | 2,9 bis 3,1 |
| Zeolithe | x | | x | x | | 2,2 bis 2,5 |
| Ziegel | x | | | x | | ca. 2,5 |
| Zink | x | | | x | x | 7,1 |
| Zinkoxid | x | | x | x | | 5,6 |
| Zinksulfat | x | | x | | | 2 |
| Zinn | x | | | x | | 7,3 |
| Zinnoxid | x | | x | x | | 6,8 bis 7,1 |
| Zirkoniumdioxid | x | | x | x | | 5,7 bis 6,1 |
| Zucker | | x | x | x | x | 1,5 bis 1,6 |

Autorinnen und Autoren

Allgemeine Informationen:

Dr. rer. nat. Markus Mattenkloft, IFA, Sankt Augustin
Dr. rer. nat. Wolfgang Pflaumbaum, IFA, Sankt Augustin
Dr. rer. nat. Thomas Smola, IFA, Sankt Augustin
Dr. rer. nat. Roger Stamm, IFA, Sankt Augustin
Dr. rer. nat. Marco Steinhausen, IFA, Sankt Augustin
Dr. rer. nat. Gisela Binde, BGHM, Düsseldorf

Expositionsdaten:

Dr. rer. nat. Mario Arnone, IFA, Sankt Augustin
Dr. phil. nat. Stefan Auras, BGHW, Mannheim
Dr. rer. nat. Christoph Emmel, BG BAU, München
Dipl. Ing. Dirk Fendler, BGETEM, Köln
Dr. rer. nat. Hans-Peter Fröhlich, BGHW, Mannheim
Stefan Gabriel, IFA, Sankt Augustin
Dipl.-Ing. Arno Goebel, IFA, Sankt Augustin
Dr. rer. nat. Karlheinz Guldner, VBG, Hamburg
Dipl. Ing. Walter Gunreben, BG Bau, Berlin
AdB Michael Koob, BGRCI, Bochum
Dr. rer. nat. Heike Niemann, UK Nord, Hamburg
Dipl. Ing. Marnix Poppe, BGHM, Köln
Dr. rer. nat. Rainer Radtke, UK RLP, Andernach
Dr. rer. nat. Alexandra Riethmüller, SVLFG, Kassel
Dr.-Ing. Peter Rietschel, BGN, Mannheim
Dipl. Chem. Rainer Van Gelder, IFA, Sankt Augustin
Dipl. Ing. Wolfgang Wegscheider, BGW, Köln
Dipl.-Ing. (FH) Eckart Willer, BG Verkehr, Hamburg

Literatur

- [1] DIN ISO 4225: Luftbeschaffenheit – Allgemeine Gesichtspunkte – Begriffe (8/1996). Beuth, Berlin 1996.
- [2] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). Ausg. 1/2006. GMBI. (2019) Nr. 17, S. 117-119.
- [3] Begründung zum Allgemeinen Staubgrenzwert in der TRGS 900. Hrsg.: Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS), 2014.
- [4] Allgemeiner Staubgrenzwert (A-Fraktion) (Granuläre biobeständige Stäube (GBS)) [MAK Value Documentation in German language, 2012]. In: The MAK-Collection for Occupational Health and Safety. Wiley-VCH, Weinheim 2012.
- [5] Allgemeiner Staubgrenzwert [MAK Value Documentation in German language, 1997]. In: The MAK-Collection for Occupational Health and Safety. Wiley-VCH, Weinheim 2002.
- [6] Bagschik, U.; Böckler, M.; Chromy, W.; Dahmann, D.; Gabriel, S.; Gese, H.: Quarzexposition am Arbeitsplatz (BGIA-Report 8/2006). Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2006.
- [7] MAK-Werte 1968. Arbeitsschutz (1968) Nr. 112, S. 341
- [8] Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen 1973. Arbeitsschutz (1973) Nr. 19, S. 366
- [9] Technische Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe: MAK-Werte 1983 (TRgA 900). BArbBl. (1983) Nr. 10, S. 45.
- [10] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). Ausg. 1/2006. BArbBl. (2006) Nr. 11, S. 41-53; zul. Geänd. GMBI. (2020) Nr. 112-13, S. 276.
- [11] Technische Regel für Gefahrstoffe: Risikobezogenes Maßnahmekonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen (TRGS 910). GMBI. (2014) Nr. 112, S. 258-270; zul. geänd. GMBI. (2018) Nr. 128, S. 545.
- [12] Bekanntmachung zu Gefahrstoffen: Hergestellte Nanomaterialien (BekGS 527). Ausg. 5/2013. HGMBI. (2013) Nr. 125, S. 498-511.
- [13] Technische Regel für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402). GMBI. (2010) Nr. 112, S. 231-253; zul. geänd. GMBI. (2016) Nr. 143, S. 843-846.
- [14] Pflaumbaum, W.: Der Allgemeine Staubgrenzwert – Definitionen, Grundlagen, Anwendung (Kennzahl 0412). In: IFA Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen Lfg. 1/2015. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV); Berlin, Erich Schmidt.

- [15] DIN ISO 7708: Luftbeschaffenheit – Festlegung von Partikelgrößenverteilungen für die gesundheitsbezogene Schwebstaubprobenahme (1/1996). Beuth, Berlin 1996.
- [16] Hebisch, R.; Fricke, H.; Hahn, J.; Lahaniatis, M.; Maschmeier, C.; Mattenklott, M.: Probenahme und Bestimmung von Aerosolen und deren Inhaltsstoffen. Analytische Methoden zur Prüfung gesundheits-schädlicher Arbeitsstoffe 1 (2005), S. 1-40.
- [17] DGUV-Information: Verfahren zur Bestimmung von Holzstaub. Von den Unfallversicherungsträgern anerkannte Analysenverfahren zur Feststellung der Konzentration krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Luft am Arbeitsplatz. Information 213–541 (früher: BGI 505–41). Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Berlin 2006.
- [18] Mattenklott, M.: Konventionsverfahren zur Bestimmung des löslichen Anteils von Stäuben aus Arbeitsbereichen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 65 (2005) Nr. 16, S. 251-255.
- [19] Mattenklott, M.; Fricke, H.-H.: Die Bedeutung der Löslichkeit von Partikeln. Festlegungen und Konventionen (Kennzahl: 0412/7). In: IFA Arbeitsmappe „Messung von Gefahrstoffen“ Lfg. 32/2004. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV). Erich Schmidt.
- [20] DIN ISO 15767: Arbeitsplatzatmosphäre – Kontrolle und Charakterisierung der Unsicherheit beim Wägen von gesammelten Aerosolen (10/2010). Beuth, Berlin 2010.
- [21] Gabriel, S.; Koppisch, D.; Range, D.: Das MGU – ein Monitoringsystem zur Ermittlung und Dokumentation valider Daten zur Exposition am Arbeitsplatz. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 70 (2010) Nr. 11, S. 43-51.
- [22] Gabriel, S.: The BG measurement system for hazardous substances (BGMG) and the exposure database of hazardous substances (MEGA). Int. J. Occup. Saf. Ergon. 12 (2006) Nr. 11, S. 101-104
- [23] Gabriel, S.; Van Gelder, R.; Stamm, R.; Koppisch, D.; Arnone, M.; Koch, U.: Drei Millionen Datensätze in der Expositionsdatenbank MEGA. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 76 (2016), S. 422-424.
- [24] Gabriel, S.; Koch, U.; Koppisch, D.; Stamm, R.; Steinhäuser, M.: Neue Herausforderungen an die Ermittlung, Dokumentation und Auswertung von Expositionsdaten zu Gefahrstoffen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 72 (2012) Nr. 11/2, S. 12-20.
- [25] Das Messsystem Gefährdungsermittlung der UV-Träger (MGU). 8. Aufl. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Berlin 2013.
- [26] Systematik der Wirtschaftszweige mit Betriebs- und, ähnlichen Benennungen Hrsg.: Statistisches Bundesamt. Kohlhammer, Stuttgart 1997.
- [27] Bock, W.; Brock, T. H.; Stamm, R.; Wittneben, V.: Altstoffe – Expositionen am Arbeitsplatz (BGAA-Report 1/1999). Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 1999.
- [28] Projektbericht „Exposition am Arbeitsplatz: Staub bei Elektroinstallationsarbeiten“. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Energie, Textil, Elektro, Medienerzeugnisse, Köln 2010.
- [29] DGUV Regel 108-602: Schrotthandel. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin 2019.

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 288763800
Fax: 030 288763808
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de