



LEITFADEN ÜBER BEWÄHRTE PRAKTIKEN

Leitfaden über bewährte Praktiken für den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinem Siliziumdioxid und Produkten, die dieses enthalten

INHALT

Dieses Dokument wurde Herausgegeben von den Unterzeichnern des Übereinkommens über den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinem Siliziumdioxid und dieses enthaltender Produkte, im Rahmen von Artikel 139 des Vertrags über die Europäische Union und mit Unterstützung der Europäischen Kommission.

VORWORT	2	BENUTZERHINWEIS	3
TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB			4
1. EINLEITUNG			5
1.1 Was ist Siliziumdioxid?			6
1.2 Alveolengängiges Siliziumdioxid / Quarzfeinstaub			7
1.3 Berufsbedingte Exposition gegenüber Quarzfeinstaub			7
2. SILIZIUMDIOXID UND DIE SILIZIUMDIOXIDINDUSTRIE			8
2.1 Siliziumdioxidhaltige Materialien			8
2.2 Siliziumdioxid verarbeitende Industriezweige			9
3. QUARZFEINSTAUB UND SEINE GESUNDHEITLICHEN AUSWIRKUNGEN			17
3.1 Alveolengängiges Siliziumdioxid / Quarzfeinstaub			17
3.2 Gesundheitliche Auswirkungen von Quarzfeinstaub			21
4. RISIKOMANAGEMENT – WAS IST ZU TUN?			23
BIBLIOGRAPHIE			31
GLOSSAR			32
ANHANG 1: Übersicht über die Arbeitsplatzgrenzwerte			34
ANHANG 2: Tabellen der Verfahren, die Feinstaub erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können			35
TEIL 2: HANDBUCH FÜR PRAKTISCHE SCHUTZMASSNAHMEN			46
1. EINLEITUNG			47
1.1 Was ist Quarzfeinstaub?			48
1.2 Wie gelangt Quarzfeinstaub in den Körper?			48
1.3 Welche gesundheitlichen Auswirkungen von Quarzfeinstaub sind bekannt?			49
1.4 Wo ist Quarzfeinstaub anzutreffen?			49
2. ANLEITUNGSBLÄTTER			50

VORWORT

WARUM WURDE DIESER LEITFADEN ERSTELLT?

Dieser Leitfaden ist das Ergebnis einer Zusammenstellung von Wissen und Erfahrungen über den Umgang mit Quarzfeinstaub aus Industriezweigen, die Produkte herstellen und/oder verwenden, in denen kristallines Siliziumdioxid enthalten ist. Durch die Veröffentlichung dieses Leitfadens möchte die Industrie (Arbeitgeber und Arbeitnehmer) einen Beitrag leisten zum besseren Schutz der Arbeitnehmer vor einer möglichen Exposition gegenüber Quarzfeinstaub am Arbeitsplatz.

ZIEL DIESES LEITFADENS ÜBER BEWÄHRTE PRAKTIKEN

Das Ziel dieses Leitfadens besteht darin, Produzenten und Anwendern von Produkten und Materialien, die kristallines Siliziumdioxid enthalten, eine Anleitung zur Umsetzung eines Maßnahmenpakets für den sicheren Umgang mit Quarzfeinstaub am Arbeitsplatz zur Verfügung zu stellen.

Die Siliziumdioxid herstellenden und verwendenden Industriezweige betonen, dass die Beschäftigten vor möglichen gesundheitlichen Auswirkungen geschützt werden sollen, die durch eine berufsbedingte Exposition gegenüber Quarzfeinstaub am Arbeitsplatz verursacht werden können. Daher sollten sich die Anstrengungen darauf konzentrieren, eine mögliche Exposition von Arbeitnehmern gegenüber Quarzfeinstaub am Arbeitsplatz zu minimieren.

Dieser Leitfaden ist dynamisch angelegt und konzentriert sich auf die Aspekte, die als zentral angesehen werden. Trotz seines Umfangs war es nicht möglich, alle betroffenen Bereiche im Detail zu behandeln. Anwendern, Kunden, Arbeitnehmern und Lesern

wird daher empfohlen, sich von Arbeitsschutzexperten und anderen Fachleuten bezüglich des Umgangs mit Quarzfeinstaub an ihren spezifischen Arbeitsplätzen beraten zu lassen.

Der vorliegende Leitfaden über bewährte Praktiken ist Bestandteil des Übereinkommens über den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinem Siliziumdioxid und dieses enthaltender Produkte und basiert auf bestimmte Grundsätze: Die Parteien stimmen darin überein, dass kristallines Siliziumdioxid und Materialien, Produkte und Rohmaterialien, die kristallines Siliziumdioxid enthalten, (wie in Anhang 5 des vorliegenden Leitfadens weiter beschrieben), grundlegende, nützliche und oft unerlässliche Bestandteile bzw. Einsatzstoffe für viele industrielle und andere gewerbsmäßige Aktivitäten sind; diese tragen zum Erhalt von Arbeitsplätzen und zur Sicherung der wirtschaftlichen Zukunft der Industriezweige und Unternehmen bei, weshalb ihre Produktion und vielseitige Verwendung beibehalten werden sollten.

VORWORT

KOMPLEMENTARITÄT MIT DER RICHTLINIE ÜBER DEN SCHUTZ DER ARBEITNEHMER GEGEN GEFÄHRDUNG DURCH KARZINOGENE ODER MUTAGENE BEI DER ARBEIT (2017/2398 ÄNDERUNG DER RICHTLINIE 2004/37/EG)

In 2018 wurden Arbeiten, bei denen eine Exposition gegenüber durch Arbeitsprozesse erzeugten Quarzfeinstaub stattfindet, in die EU-Richtlinie über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit aufgenommen (Richtlinie 2017/2398). In Anhang III dieser Richtlinie wurde ein verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert von 0,1 mg/m³ festgelegt.

Die Richtlinie beschreibt unter Erwägungsgrund 19 die bewährten Praktiken von NEPSI als

„wertvolle und notwendige Instrumente zur Ergänzung regulatorischer Maßnahmen und insbesondere zur Unterstützung der wirksamen Umsetzung von Grenzwerten. Es ist die Qualität der Umsetzung der bewährten Praktiken, die darüber entscheidet, ob Leben gerettet werden.“

Kommissarin Marianne Thyssen beim 10. Jahrestag von NEPSI.

In einer Änderung der Richtlinie (2019/130/EU) werden die Sozialpartner zudem ermutigt, Übereinkommen im Rahmen des Sozialen Dialogs wie das NEPSI-Übereinkommen abzuschließen, um Regulierungsmaßnahmen zu ergänzen, und gefordert, dass die Liste solcher Übereinkommen auf der Website der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA) veröffentlicht werden soll (neuer Artikel 13a).

BENUTZERHINWEIS

Dieser, in Oktober 2020 aktualisierte Leitfaden stellt eine Zusammenfassung von Informationen aus verschiedenen Quellen dar, unter anderem aus vorhandenen Dokumenten, die Informationen über Quarzfeinstaub enthalten, aus Rechtsdokumenten sowie der Fachkenntnis von Personen, die in der Industrie tätig sind.

In dieser kurzen Dokumentation ist es weder möglich, alle erwähnten Themen abschließend zu behandeln, noch alle betroffenen Bereiche, für die Quarzfeinstaub am Arbeitsplatz relevant ist, im Detail zu erläutern. Anwendern, Kunden, Arbeitnehmern und Lesern wird daher empfohlen, sich von Arbeitsschutzexperten und anderen Fachleuten bezüglich des Umgangs mit Quarzfeinstaub an ihren spezifischen Arbeitsplätzen beraten zu lassen.



TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

1. EINLEITUNG

Kristallines Siliziumdioxid ist ein wesentlicher Rohstoff für Produkte, die in der Industrie vielfältig Verwendung finden und einen wichtigen Bestandteil von vielen Dingen des täglichen Gebrauchs bilden. Es ist unmöglich, sich Häuser ohne Ziegel, Mörtel oder Fenster vorzustellen, ebenso Autos ohne Motoren oder ohne Windschutzscheiben, oder das Leben ohne Straßen oder andere Transportinfrastrukturen, oder alltägliche Gegenstände, die aus Glas oder Keramik hergestellt sind.

Seit vielen Jahren ist bekannt, dass das Einatmen von Feinstaub mit einem Anteil an kristallinem Siliziumdioxid (Quarzfeinstaub) Lungenschäden hervorrufen kann (Silikose). Tatsächlich ist Silikose die am längsten bekannte berufsbedingte Krankheit der Welt. Die Gesundheitsrisiken, die mit der Exposition gegenüber Quarzfeinstaub einhergehen, können jedoch beherrscht und, bei Anwendung entsprechend geeigneter Maßnahmen, reduziert oder sogar vollständig vermieden werden. Es kommt nur darauf an, die Gefährdung richtig einzuschätzen und geeignete Maßnahmen zu treffen.

Der erste Teil dieses Leitfadens über bewährte Praktiken richtet sich in erster Linie an die Arbeitgeber.

Er soll ihnen helfen festzustellen, ob die Gesundheit ihrer Arbeitnehmer oder anderer Personen, die sich am Arbeitsplatz aufhalten, durch eine Exposition gegenüber Quarzfeinstaub gefährdet ist. Dieser Leitfaden soll sie durch den Prozess der Gefährdungsbeurteilung führen und ihnen eine allgemeine Anleitung zu Verfahren zur Reduzierung der Exposition gegenüber Quarzfeinstaub am Arbeitsplatz geben. Außerdem wird die Wichtigkeit eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses herausgestellt.

Am Ende von Teil 1 befindet sich ein Glossar, in dem einige der im Leitfaden verwendeten technischen Begriffe erläutert werden.

Der zweite Teil dieses Leitfadens richtet sich sowohl an die Arbeitgeber als auch an die Arbeitnehmer, die mit Materialien arbeiten, die kristallines Siliziumdioxid enthalten. Dieser Abschnitt enthält eine detaillierte Anleitung zu Verfahren, die eine sichere Produktion, Bearbeitung und Verwendung dieser Materialien gewährleisten.

1. EINLEITUNG

1.1 WAS IST SILIZIUMDIOXID?

Siliziumdioxid ist der Name für eine Gruppe von Mineralien, die sich aus Silizium und Sauerstoff zusammensetzen, den beiden am häufigsten vorkommenden Elementen in der Erdkruste. Trotz seiner einfachen chemischen Formel, SiO_2 , existiert Siliziumdioxid in vielen verschiedenen Formen. Siliziumdioxid kommt in der Regel im kristallinen Zustand vor, tritt aber auch in einem amorphen (nicht kristallinen) Zustand auf. Kristallines Siliziumdioxid ist hart, chemisch inert und hat einen hohen Schmelzpunkt.

Diese Eigenschaften machen es prädestiniert für verschiedene industrielle Verwendungen.

Dieser Leitfaden über bewährte Praktiken beschäftigt sich mit nur drei der verschiedenen Formen von kristallinem Siliziumdioxid, und zwar den Mineralien Quarz, Cristobalit und Tridymit. Er behandelt weder amorphe Kieselsäure, Quarzglas noch andere Silikatminerale. Quarz, Cristobalit und Tridymit werden oft als Modifikationen des „freien“ kristallinen Siliziumdioxids bezeichnet, da das Siliziumdioxid hierbei nicht in chemischen Verbindungen auftritt.

Quarz ist die bei weitem häufigste Form von kristallinem Siliziumdioxid. Es ist das zweithäufigste Mineral der Erdoberfläche und in nahezu jeder Gesteinsart zu finden, d. h. in vulkanischem und metamorphem Gestein sowie Sedimentgestein. Da Quarz so häufig vorhanden ist, ist er bei nahezu allen Bergbautätigkeiten anzutreffen. Unabhängig von industriellen Aktivitäten ist Quarzfeinstaub auch in der Umwelt vorhanden.

Cristobalit und Tridymit kommen hingegen nicht so häufig in der Natur vor. Sie sind aber in einigen Eruptivgesteinen anzutreffen. Unter industriellen Bedingungen entsteht Cristobalit, wenn Quarz auf Temperaturen von mehr als 1.400 °C erhitzt wird, zum Beispiel während der Produktion und Nutzung von feuerfesten Materialien. Cristobalit wird auch gebildet, wenn amorphe Kieselsäure oder Quarzglas auf hohe Temperaturen erhitzt wird.



1. EINLEITUNG

1.2 ALVEOLENGÄNGIGES SILIZIUMDIOXID / QUARZFEINSTAUB

Staub ist nicht gleich Staub! Bei Stäuben gibt es unterschiedliche Teilchengrößen, die auch als Staubfraktionen bezeichnet werden. Wenn Staub inhaliert wird, ist der Ort der Ablagerung innerhalb des menschlichen Atmungssystems sehr stark abhängig von der Größe der im Staub vorhandenen Partikel.

Drei Staubfraktionen sind von hauptsächlichem Interesse: die einatembare, die thorakale und die alveolengängige Staubfraktion, die jeweils in der EU-Norm EN 481 definiert werden. In Abschnitt 3.1 werden Informationen über diese Norm zusammengefasst. Bei kristallinem Siliziumdioxid ist die alveolengängige Staubfraktion für die gesundheitlichen Auswirkungen verantwortlich.

Alveolengängiger bzw. Feinstaub kann tief in die Lungen eindringen. Der natürliche Abwehrmechanismus des Körpers kann einen großen Teil des inhalierten Feinstaubs eliminieren. Falls diese Exposition jedoch andauert und ein übermäßiges Niveau erreicht, hat der Körper Schwierigkeiten, die Lungen vom alveolengängigen Staub zu befreien. Auf lange Sicht kann eine Anhäufung von Staub in der Lunge zu irreparablen gesundheitlichen Schäden führen. Aufgrund der Tatsache, dass die gesundheitlichen Auswirkungen von kristallinem Siliziumdioxid von der alveolengängigen Staubfraktion herrühren, konzentriert sich der vorliegende Leitfaden auf die Eindämmung von alveolengängigem kristallinem Siliziumdioxid, also von Quarzfeinstaub.

1.3 BERUFSBEDINGTE EXPOSITION GEGENÜBER QUARZFEINSTAUB

Eine berufsbedingte Exposition gegenüber Quarzfeinstaub kann in jeder Arbeitssituation auftreten, in der Staub mit einem Anteil an alveolengängigem kristallinen Siliziumdioxid erzeugt wird und sich in der Luft ausbreitet.

Die alveolengängigen Staubpartikel sind so klein, dass sie mit dem bloßen Auge nicht wahrgenommen werden können. Sobald sich alveolengängiger Staub in der Luft verbreitet hat, bedarf es einer sehr langen Zeit, bis er sich vollständig abgesetzt hat. Schon eine einzige Freisetzung von Staub in die Luft am Arbeitsplatz kann zu einer merklichen berufsbedingten Exposition führen. In Situationen, in denen die Luft konstant aufgewirbelt und keine Frischluft

zugeführt wird, kann der alveolengängige Staub mehrere Tage in der Luft am Arbeitsplatz verbleiben.

Eine berufsbedingte Exposition gegenüber Quarzfeinstaub kommt in vielen Industriezweigen vor, hierzu gehören Steinbrüche, Bergbau, Mineralverarbeitung (z. B. Trocknen, Mahlen, Verpacken und Verarbeiten), Schieferverarbeitung, Steinbrech- und Steinmetzarbeiten, die Arbeit in Gießereien, Ziegeleien und Fliesenherstellung, bestimmte Prozesse zur Herstellung feuerfester Materialien, Baugewerbe einschließlich Arbeiten mit Stein, Beton, Ziegel und bestimmten Dämmplatten, Tunnelbau, Gebäudesanierung sowie die Keramikindustrie.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

2. SILIZIUMDIOXID UND DIE SILIZIUMDIOXIDINDUSTRIE

2.1 SILIZIUMDIOXIDHALTIGE MATERIALIEN

Kristallines Siliziumdioxid ist in Form von Quarz in vielen verschiedenen Gesteinen anzutreffen – wobei Sandstein nahezu aus reinem Quarz besteht. Es kommen auch andere Formen von Siliziumdioxid vor, die jedoch für die Arbeitswelt nur von geringer Bedeutung sind. Die nachfolgende Tabelle gibt die typischen Anteile von „freiem“ kristallinem Siliziumdioxid in bestimmten Gesteinen wieder. Hierzu ist jedoch anzumerken, dass die angegebenen Gehalte variieren können.

GESTEINE	GEHALT (IN PROZENT) AN KRISTALLINEM SILIZIUMDIOXID
Gesteinskörnungen	0 bis 100 %
Töpfer-ton	5 bis 50 %
Basalt	Bis zu 5 %
Natürliche Diatomeenerde (Kieselgur)	5 bis 30 %
Dolerit	Bis zu 15 %
Silex	Mehr als 90 %
Granit	Bis zu 30 %
Grobkörniger Sandstein	Mehr als 80 %
Eisenerze	7 bis 15 %
Kalkstein	Gewöhnlich weniger als 1 %
Quarzit	Mehr als 95 %
Sand	Mehr als 90 %
Sandstein	Mehr als 90 %
Schieferton	40 bis 60 %
Schiefer	Bis zu 40 %

Quelle: HSE-Broschüre: Control of respirable crystalline silica in quarries [Schutz gegen alveolengängigem kristallinem Siliziumdioxid in Steinbrüchen].

2.2 SILIZIUMDIOXID VERARBEITENDE INDUSTRIEZWEIGE



GESTEINSKÖRNUNGEN

Als Gesteinskörnung werden granuliert Materialien bezeichnet, die in der Bauindustrie (z. B. als Zuschlagstoffe) verwendet werden. In Europa werden jährlich fast 3 Milliarden Tonnen Gesteinskörnung produziert und verbraucht. Dennoch handelt es sich bei der Mehrheit der Firmen in diesem Industriezweig um kleine und mittlere Unternehmen. Ein typischer Betrieb beschäftigt 7 bis 8 Personen. Die Gesteinskörnungs- und Zuschlagstoffindustrie in der EU besteht aus etwa 23.000 Betrieben mit mehr als 130.000 Arbeitnehmern.

Zu den gängigsten natürlichen Gesteinskörnungen gehören Sand, Kies und Schotter, aus Steinen von unterschiedlicher geologischer Herkunft, deren Gehalt an freiem Siliziumdioxid stark variiert (von 0 % bis 100 %).

Gemäß der individuellen, nach diesem Vertrag durchzuführenden Gefährdungsbeurteilung haben Betriebe, die mit Materialien arbeiten, die einen hohen Gehalt an Siliziumdioxid enthalten, eine höhere Relevanz. Aber auch in diesen Fällen ist in der Regel die Gefahr einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub für die Arbeitnehmer gering und treten Silikoseerkrankungen nur selten auf.

Der Gehalt an kristallinem Siliziumdioxid in recycelten und produzierten Gesteinskörnungen variiert abhängig von der Zusammensetzung des Materials, aus dem sie hergestellt werden.

KALKSANDSTEININDUSTRIE

Kalksandsteine werden hergestellt durch die Vermischung von Sand, Kalk und Wasser. Diese Mischung aus natürlichen Rohstoffen wird in mechanischen oder hydraulischen Pressen geformt. Nach dem Formprozess wird das „grüne“ Material in Autoklaven gehärtet. In den Autoklaven wird Dampf mit einem Druck von 8 bis 16 bar eingelassen, um die Temperatur auf etwa 200 °C zu erhöhen. Nachdem die Steine einige Stunden autoklaviert wurden, erhalten sie ihre endgültigen Eigenschaften, vor allem ihre große Festigkeit, und können verpackt und transportiert werden. Staub wird vor allem beim Umgang mit den Rohmaterialien und beim mechanischen Formprozess freigesetzt.

120 Betriebe in 7 europäischen Ländern produzieren Kalksandsteine.



Copyright Erich Spahn/Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

2. SILIZIUMDIOXID UND DIE SILIZIUMDIOXIDINDUSTRIE



Copyright diathèque CBR

ZEMENTINDUSTRIE

Zement ist eine pulvrige Substanz, die hauptsächlich als Bindemittel bei der Betonherstellung verwendet wird. Er wird in mehreren Stufen produziert, die grundsätzlich aus zwei wesentlichen Fasen bestehen:

- Herstellung eines Halbfertigprodukts, dem so genannten „Klinker“, der durch die Kalzinierung einer aus Ton, Kalkstein und mehreren anderen Zusätzen bestehenden „Rohmischung“ in einem Brennofen bei 1.450 °C hergestellt wird.
- Herstellung von Zement als Endprodukt aus einer homogenen Mischung aus gemahlenem Klinker und Kalziumsulfat (Gips), wobei abhängig vom Zementtyp eine oder mehrere zusätzliche Komponenten, wie Schlacke, Flugasche, Puzzolanerde, Kalkstein usw. hinzugefügt werden.

In 2017 erreichte die Zementproduktion der 28 EU-Mitgliedstaaten 175 Mio. Tonnen, dies sind etwa 4 % der Weltproduktion (4,1 Mrd. Tonnen).

In der EU gibt es etwa 226 Werke. In den Staaten der CEMBUREAU sind etwa 47.000 Personen direkt in der Zementindustrie beschäftigt.

KERAMIKINDUSTRIE

In der Keramikindustrie findet man Siliziumdioxid hauptsächlich als strukturgebenden Bestandteil für Tonmasse und als Hauptbestandteil keramischer Glasuren. Die wichtigsten keramischen Erzeugnisse, die Siliziumdioxid enthalten, sind Haushaltsgeschirr und Ziergegenstände, Sanitärkeramik, Wand- und Bodenfliesen, Ziegel und Dachziegel, feuerfeste Materialien usw.

An die 2.000 Unternehmen stellen in der EU Keramik her, wovon 80 % kleine oder mittlere Unternehmen sind. Die Beschäftigtenzahl in der Keramikindustrie der EU wird auf ca. 200.000 geschätzt. Die Keramikindustrie ist praktisch in allen EU-Mitgliedstaaten anzutreffen.



TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

2. SILIZIUMDIOXID UND DIE SILIZIUMDIOXIDINDUSTRIE

STEINWERKSTOFFE

Steinwerkstoffe werden nach der europäischen Norm EN 14618 als „Künstlich hergestellter Stein“ bezeichnet.

Steinwerkstoffe sind die Weiterentwicklung in der Tradition der alten „Terrazzo-Fliesen“.

Heute werden Steinwerkstoffe industriell durch Anwendung unterschiedlicher Formgebungsverfahren, durch Vibration und gleichzeitige Kompression unter Vakuumbedingungen hergestellt. Dieser Prozess wird unterstützt durch chemische Zusatzstoffe, Pigmente und ein Bindemittel, für gewöhnlich Polyesterharz, das in kleinen Mengen hinzugefügt wird, um die vollständige Bindung zwischen Füllstoff und Steinpartikel zu gewährleisten.

In der darauffolgenden Aushärtungsphase, die bei Zimmertemperaturen oder bei mittleren Temperaturen in Spezialöfen stattfindet, erhält die Mischung ihre endgültige Steinkonsistenz. Die Produkte werden in Form von Blöcken oder Platten gefertigt, die zu veredelten Arbeitsplatten, Wand- und Bodenfliesen sowie architektonische Gestaltungselemente verarbeitet werden.

Steinwerkstoff kann technisch als Verbundwerkstoff eingeordnet werden, da er aus unterschiedlichen Rohmaterialien zusammengesetzt ist. Bei den Bestandteilen dieses Werkstoffs können vereinfacht vier unterschiedliche Kategorien unterschieden werden: Rohmaterialien bestimmen die Struktur, Pulverstoffe füllen die Zwischenräume auf (Füllstoffe), Bindemittel binden das Produkt und Zusatzstoffe unterschiedlicher Art (z. B. Pigmente) fügen technische oder ästhetische Eigenschaften hinzu.

Die ursprünglichen Rohmaterialien für Steinwerkstoffe sind Marmor, Granit, Feldspat oder Quarz, die in großen Mengen in der Natur anzutreffen sind und die gebrochen werden können oder bereits durch Naturereignisse gebrochen wurden.

Dieser Industriezweig kann außerdem Abfälle aus dem Marmor- oder Granitabbau verwenden und dadurch einen Beitrag zur Beseitigung von Umweltfolgen der steinverarbeitenden Industrie leisten.



BLÄHTONINDUSTRIE

Blähton ist ein besonders leichtes Granulat auf Keramikbasis, das hergestellt wird, indem Ton in einem Drehofen auf etwa 1.200 °C erhitzt wird. Die dabei entstehenden Gase blähen den Ton während der Erhitzung auf, wobei eine Wabenstruktur entsteht. Blähtonkugeln haben eine runde oder ovale Form und sind in unterschiedlichen Größen und Dichtheitsgraden erhältlich.

Der Ton wird aus Lehmgruben gewonnen, die sich für gewöhnlich in unmittelbarer Nähe der Werke befinden. Der Ton wird zum Werk transportiert und dort nach einer Vorbehandlung in Drehöfen verarbeitet. Anschließend wird der nun aufgeblähte Ton abgekühlt. Bei der Abkühlung des heißen Tons wird kalte Luft erhitzt und diese erhitzte Luft wird für das Trocknen, Erhitzen und Aufblähen des Tons im Ofen verwendet. Blähton wird für unterschiedliche Anwendungen im Baugewerbe sowie im Garten- und Landschaftsbau verwendet.

In Europa gibt es etwa 13 Unternehmen in 11 Ländern, die in 17 europäischen Werken Blähton produzieren. Sie produzieren jährlich etwa 4.500.000 m³ Blähton und beschäftigen etwa 2.000 Mitarbeiter.



2. SILIZIUMDIOXID UND DIE SILIZIUMDIOXIDINDUSTRIE



GIESSEREIEN

Die Erzeugnisse der Gießerei-Industrie sind Gussteile aus Eisen, Stahl oder Buntmetallen, die durch das Gießen von geschmolzenem Metall in Formen, die typischerweise ganz oder teilweise aus gebundenem Quarzsand bestehen, hergestellt werden. Die Gießerei-Industrie ist ein bedeutender Zulieferer der Automobil- und Maschinenbauindustrie sowie anderer Branchen. Es ist ein Industriezweig von meist kleinen und mittleren Unternehmen: In den Mitgliedstaaten der EU gibt es rund 4.000 Gießereien mit rund 300.000 Beschäftigten.

GLASINDUSTRIE

Siliziumdioxid ist das wichtigste Oxid für die Glasherstellung, demzufolge ist Quarzsand der Basisrohstoff für so gut wie alle Glasarten. Die wichtigsten Glasprodukte sind Verpackungsglas (Flaschen, Konservenglas usw.), Flachglas (für Gebäude, Fenster, Autos usw.), Haushaltsglas (Geschirr, Trinkgläser, Schüsseln, Dekoration usw.), Glasfaserverstärkung, Glaswolle (zur Isolierung) und Spezialglas (für Fernseher, Labor, Optik usw.).

Aktuell beschäftigt die Glasindustrie in der EU etwa 190.000 Arbeitnehmer (einschl. Mitarbeiter, die kein Glas schmelzen und daher keinem Quarzfeinstaub ausgesetzt sind). Die Anzahl der Mitarbeiter, die bei Glasschmelzarbeiten involviert sind, wird auf 100.000 geschätzt.

Nach dem Schmelzen des Rohstoffs ist kein kristallines Siliziumdioxid mehr vorhanden. Glas ist ein amorphes Material.



GIPS

Bei Eurogypsum handelt es sich um einen europäischen Verband nationaler Verbände von Herstellern von Gipsprodukten (d. h. Putz und Gipsplatten). Er ist eine der wenigen vollständig integrierten Industrien (von der Wiege zur Wiege) im Bereich der Baustoffe. Die Unternehmen, die Gips abbauen, verarbeiten ihn auch und stellen die wertschöpfenden Produkte und Systeme her, die in großem Umfang in der Bauindustrie und anderen Branchen verwendet werden.

Die europäische Gips- und Anhydritindustrie betreibt 111 Fabriken und 132 Steinbrüche und beschäftigt direkt 16.000 und indirekt 300.000 Personen. In der Gipsindustrie sind 1.100.000 Stuckateure und Gipser beschäftigt. Europaweit werden jährlich rund 25.000 Personen ausgebildet.

In unserer Industrie sind in den verwendeten Rohstoffen, darunter Gips, Spuren von Siliziumdioxid enthalten oder können absichtlich zugesetzt werden (als Zusatzstoffe für bestimmte Produkte auf Gipsbasis).

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

2. SILIZIUMDIOXID UND DIE SILIZIUMDIOXIDINDUSTRIE

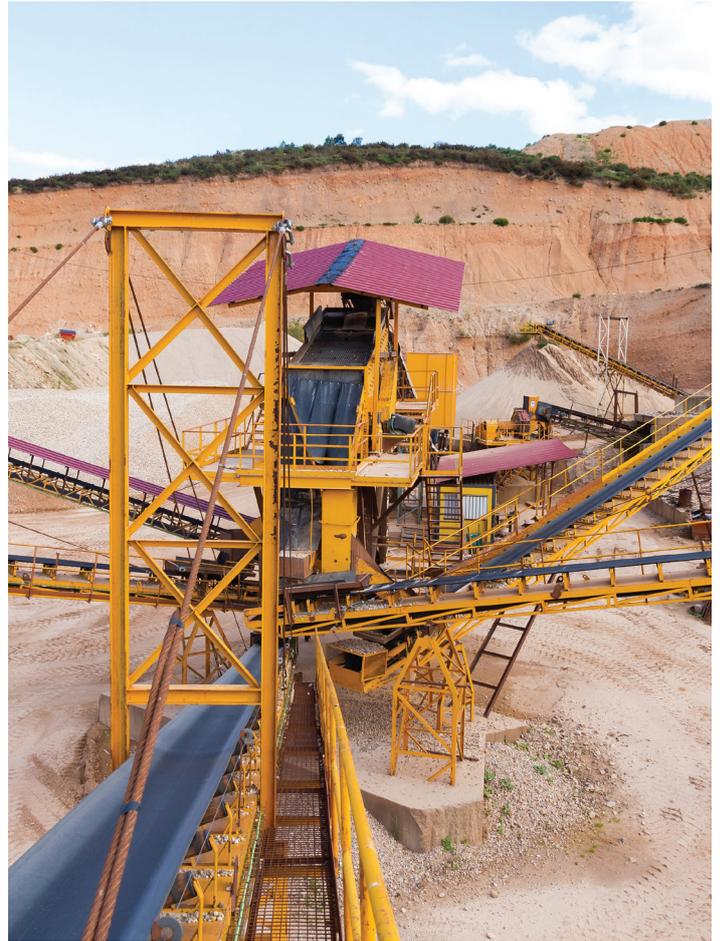
INDUSTRIEMINERALIEN

Industriemineralien sind kommerziell wertvolle Mineralien und Gesteine, die aufgrund ihrer physischen und/oder chemischen Eigenschaften in der Industrie Verwendung finden.

Europaweit werden jährlich 138 Millionen Tonnen an Industriemineralien – Bentonit, Borat, Calciumcarbonat, Diatomit, Feldspat, Kaolin, Kalk, Glimmer, Weichton, Sepiolith, Siliziumdioxid, Talk, Vermiculit – gewonnen. Jedes dieser Industriemineralien verfügt über besondere Eigenschaften, die es einzigartig und unerlässlich für bestimmte industrielle Anwendungen machen. Sie kommen in unterschiedlichen Industriezweigen zur Anwendung, z. B. zur Herstellung von Glas, Keramik, industriellen Flüssigkeiten, Baumaterialien, metallurgischen Produkten, Beschichtungen, Tierstreu, Kunststoff, Papier, Farben, Elektronik, Reinigungsmitteln sowie in der Landwirtschaft. Industriemineralien können sehr unterschiedliche Mengenanteile an kristallinem Siliziumdioxid enthalten.

Siliziumdioxid kommt in der Regel im kristallinen Zustand vor, tritt aber auch in einem amorphen (nicht kristallinen) Zustand auf. Kristallines Siliziumdioxid ist hart, chemisch inert und hat einen hohen Schmelzpunkt. Dies sind äußerst nützliche Eigenschaften für verschiedene industrielle Anwendungen insbesondere in den Industriezweigen Gießerei, Hoch- und Tiefbau, Keramik und Chemie.

Diese Industriemineralien werden von 300 Unternehmen oder Unternehmensgruppen produziert, die ungefähr 810 Bergwerke und Steinbrüche sowie 830 weitere Betriebe in 21 EU-Mitgliedstaaten sowie in der Schweiz, Norwegen und der Türkei betreiben. In der Industriemineralbranche sind etwa 100.000 Beschäftigte in der EU tätig.



METALLERZE

In der EU wird ein breites Spektrum an Metallerzen abgebaut. Für einige Metalle, wie zum Beispiel Antimon, Bauxit, Chrom, Kobalt, Kupfer, Gold, Eisen, Blei, Mangan, Nickel, Silber und Titan, ist die EU ein relativ bedeutender Produzent. In einigen Fällen rangieren die europäischen Hersteller-Länder unter den zehn weltweit größten Erzeugern.

Metallerze werden in 14 EU-Mitgliedstaaten sowie in Norwegen, der Türkei, dem Kosovo und Serbien produziert. In der EU sind mehr als 20.000 Beschäftigte direkt in dieser Sparte der Bergbau- und Mineralindustrie tätig. Innerhalb der EU sind etwa 90 Metallminen in Betrieb und einige Explorationsunternehmen aktiv.

Metallerze können in sehr unterschiedlichen Mengenanteilen kristallines Siliziumdioxid enthalten.



2. SILIZIUMDIOXID UND DIE SILIZIUMDIOXIDINDUSTRIE



MINERALWOLLE

Mineralwolle verfügt über ein einzigartiges Spektrum an Eigenschaften, weil sie einen hohen Wärmewiderstand mit einer dauerhaften Formfestigkeit verbindet. Sie wird aus geschmolzenem Glas, Stein oder Schlacke hergestellt, die zu einer faserähnlichen Struktur versponnen werden. Dies führt zu einer Kombination von thermischen und akustischen Eigenschaften sowie zu einer Feuerbeständigkeit, welche für die Wärme- und Schalldämmung sowie den Brandschutz von Wohnhäusern, Geschäftsgebäuden und Industrieanlagen außerordentlich wichtig ist.

Diese Eigenschaften leiten sich aus ihrer Struktur – einer Fasermatte, welche die Luftbewegung verhindert – und aus ihrer chemischen Zusammensetzung ab.

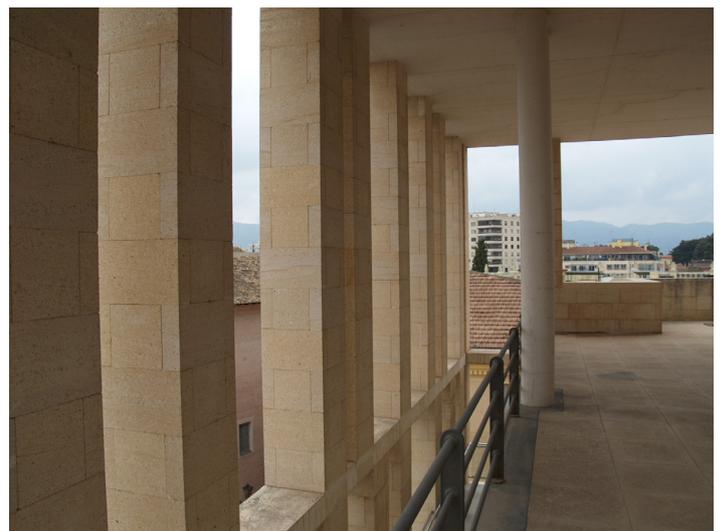
Die Dämmstoffindustrie entwickelt kontinuierlich neue Produkte, um dem zunehmenden gesellschaftlichen Interesse in Bezug auf den Klimaschutz sowie den höheren Anforderungen an und Vorschriften für den Einsatz von Dämmstoffen gerecht zu werden.

In Bezug auf kristallines Siliziumdioxid ist unter den Mineralwollen nur die Glaswolle betroffen, da sie anders als Steinwolle unter Verwendung von Quarzsand hergestellt wird. Nach dem Schmelzen des Rohstoffs für Glaswolle ist kein kristallines Siliziumdioxid mehr vorhanden, da es in ein amorphes (nicht kristallines) Material umgewandelt wird.

Die Mineralwollindustrie ist in allen europäischen Ländern vertreten und hat EU-weit mehr als 20.000 Beschäftigte.

KAMENOPRŮMYSL

Dieser Industriezweig besteht aus kleinen und mittleren Unternehmen mit 5 bis 100 Beschäftigten und ist ein wichtiger Zulieferer für die Bauindustrie. In der EU gibt es mehr als 40.000 Unternehmen, die etwa 420.000 Beschäftigte haben. Die Arbeit mit Natursteinen umfasst nicht nur die Gewinnung von Steinen in Steinbrüchen, sondern viel bedeutender ist die Bearbeitung und Montage der Steine. Von Restaurierungsarbeiten bis hin zu hochtechnisierten Anwendungen ist dazu eine qualifizierte Ausbildung und Berufspraxis vom Steinmetz bis zum Ingenieur notwendig.



TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

2. SILIZIUMDIOXID UND DIE SILIZIUMDIOXIDINDUSTRIE

MÖRTELINDUSTRIE

Mörtel ist der Oberbegriff für Mauer- und Reparaturmörtel, Putzmörtel, Haftmörtel, Estrichmörtel sowie Spezialmörtel, z. B. Verankerungsmörtel. Mörtel besteht aus einer Gesteinskörnung, einem oder mehreren Bindemitteln, gegebenenfalls Zusatzstoffen und/oder Beimischungen sowie, abhängig vom Bindemittel, Wasser. Mörtel ist aufgrund der Korngröße der Gesteinskörnung von Beton zu unterscheiden. Mörtel enthält im Allgemeinen Gesteinskörnungen mit einer Korngröße von < 4 mm. Bei dekorativen Spezialputzmörteln und Estrichmörteln sind auch Korngrößen von bis zu 8 mm möglich.

Die Mörtelindustrie bietet sowohl Trockenmischungen (hauptsächlich auf Basis von anorganischen Bindemitteln) als auch gebrauchsfertige Mörtelprodukte (auf Basis von anorganischen und/oder organischen Bindemitteln). Neben diesen fabrikmäßig hergestellten Mörtelprodukten entwickelt ein Großteil des Industriezweigs auch Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) für die Sanierung von Bestandsgebäuden und Dämmung von Neubauten.

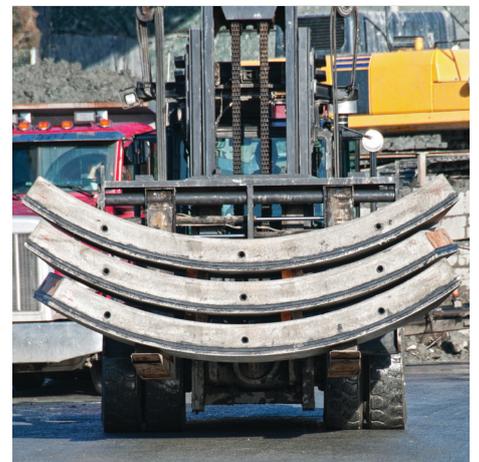
Laut einer internen, in 2019 durchgeführten Umfrage unter den Mitgliedern der European Mortar Industry Organisation (EMO) gibt es in der EU ungefähr 280 Mörtelhersteller (Rechtspersonen) mit bis zu 840 Produktionsstätten. Nach dieser Schätzung und den an NEPSI berichteten Zahlen beschäftigt der Industriezweig mehr als 35.000 Mitarbeiter, von denen etwa 11.600 Quarzfeinstaub ausgesetzt sind.



BETONFERTIGTEIL-INDUSTRIE

Bei Betonfertigteilen handelt es sich um werkseitig hergestellte Baumaterialien, die weltweit verwendet werden und in allen Größen und Formen verfügbar sind – von sehr kleinen Pflastersteinen bis hin zu mehr als 50 Meter langen Brückenelementen.

Der Produktionsprozess besteht aus dem Mischen von Zement, Zuschlagstoffen, Wasser, Zusätzen und Beimengungen in unterschiedlichen Anteilen, dem Gießen in Formen und dem Aushärten. Die Produkte kommen in einem staubfreien, ausgehärteten Zustand auf den Markt. Staub kann hauptsächlich bei der Handhabung der Rohstoffe und bei der mechanischen Nachbearbeitung entstehen. Der Industriezweig setzt sich aus kleinen und mittleren Unternehmen verteilt über ganz Europa zusammen. Die geschätzten Zahlen für die EU sind: 10.000 Produktionsstätten, 250.000 Beschäftigte und 300 bis 400 Millionen Tonnen an Produkten.



TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

2. SILIZIUMDIOXID UND DIE SILIZIUMDIOXIDINDUSTRIE

FERTIGBETON

Fertigbeton ist eine Mischung aus Zement, Wasser, Zuschlagstoffen (Sand, Kiesel oder Schotter), chemischen Beimengungen, gegebenenfalls Zusatzstoffen (z. B. Flugasche, Silikastaub, körnig gemahlene Ofenschlacke) mit Luftporenschlüssen bzw. Poren.

Staub kann hauptsächlich im Werk erzeugt werden, wo die Gesteinskörnungen vor der Mischung gelagert werden. Fertigbeton wird in Mischanlagen hergestellt und entweder in stationären oder auf Lkw montierten Betonmischern gemischt. Gesteinskörnungen, die kleine Mengen an Feinteilen oder Schmutz/Lehm enthalten, werden ausgewaschen. Fertigbeton wird in geschlossenen Transportmischern transportiert, in denen der Beton ständig in Bewegung gehalten wird, bis er zur Nutzung entladen wird. In diesem Zustand setzt Beton keinerlei Staub frei, weder beim Transport noch beim Abladen.

Aufgrund seiner zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten, der einfachen Handhabung, hohen Qualität, Zweckdienlichkeit und Wirtschaftlichkeit findet Fertigbeton heutzutage vielfältig Anwendung, von Gehwegen bis zu Hochhäusern und Brücken.

In Europa besteht der Industriezweig hauptsächlich aus KMU – kleine und mittlere Unternehmen. Es gibt (2018) mehr als 12.000 Werke in Europa, die zusammen 250 Mio. Kubikmeter Fertigbeton produzieren und mehr als 44.000 Mitarbeiter beschäftigen.



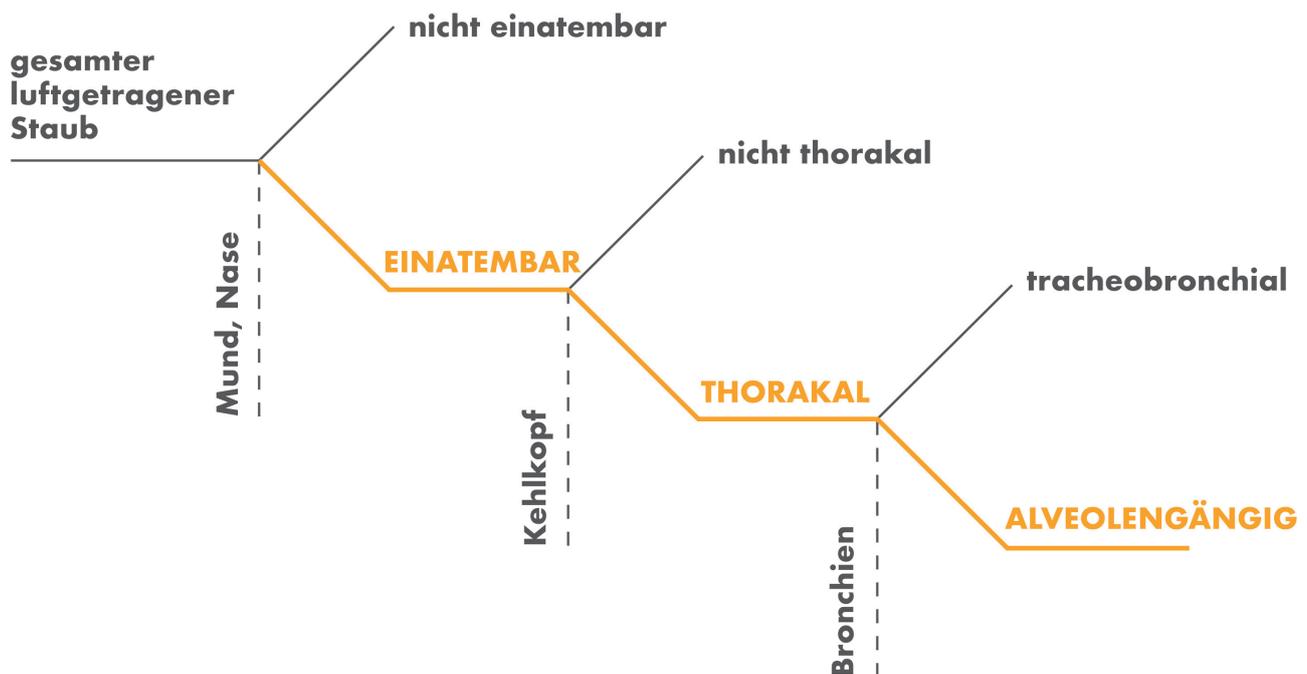
3.1 ALVEOLENGÄNGIGES SILIZIUMDIOXID / QUARZFEINSTAUB

Wenn es um Staub geht, sind drei Staubfraktionen von entscheidender Bedeutung: die einatembare, die thorakale und die alveolengängige Staubfraktion. Bei Siliziumdioxid in kristalliner Form ist jedoch die alveolengängige Staubfraktion wegen ihrer möglichen gesundheitlichen Auswirkungen beim Menschen die bedeutsamste.

Dabei gilt es auch darauf hinzuweisen, dass die nationalen Grenzwerte für eine berufsbedingte Exposition gegenüber kristallinem Siliziumdioxid sich auf die alveolengängige Staubfraktion beziehen.

Diese Staubfraktion entspricht dem Anteil eines luftgetragenen Gefahrstoffs, der bis zum pulmonalen Alveolarbereich (Gasaustausch) der Lunge vordringt. Diese Fraktion stellt in der Regel 10 bis 20 % der einatembaren Staubfraktion dar, der Anteil kann jedoch beträchtlich variieren.

Das folgende Diagramm erklärt den Unterschied zwischen den verschiedenen Staubfraktionen:

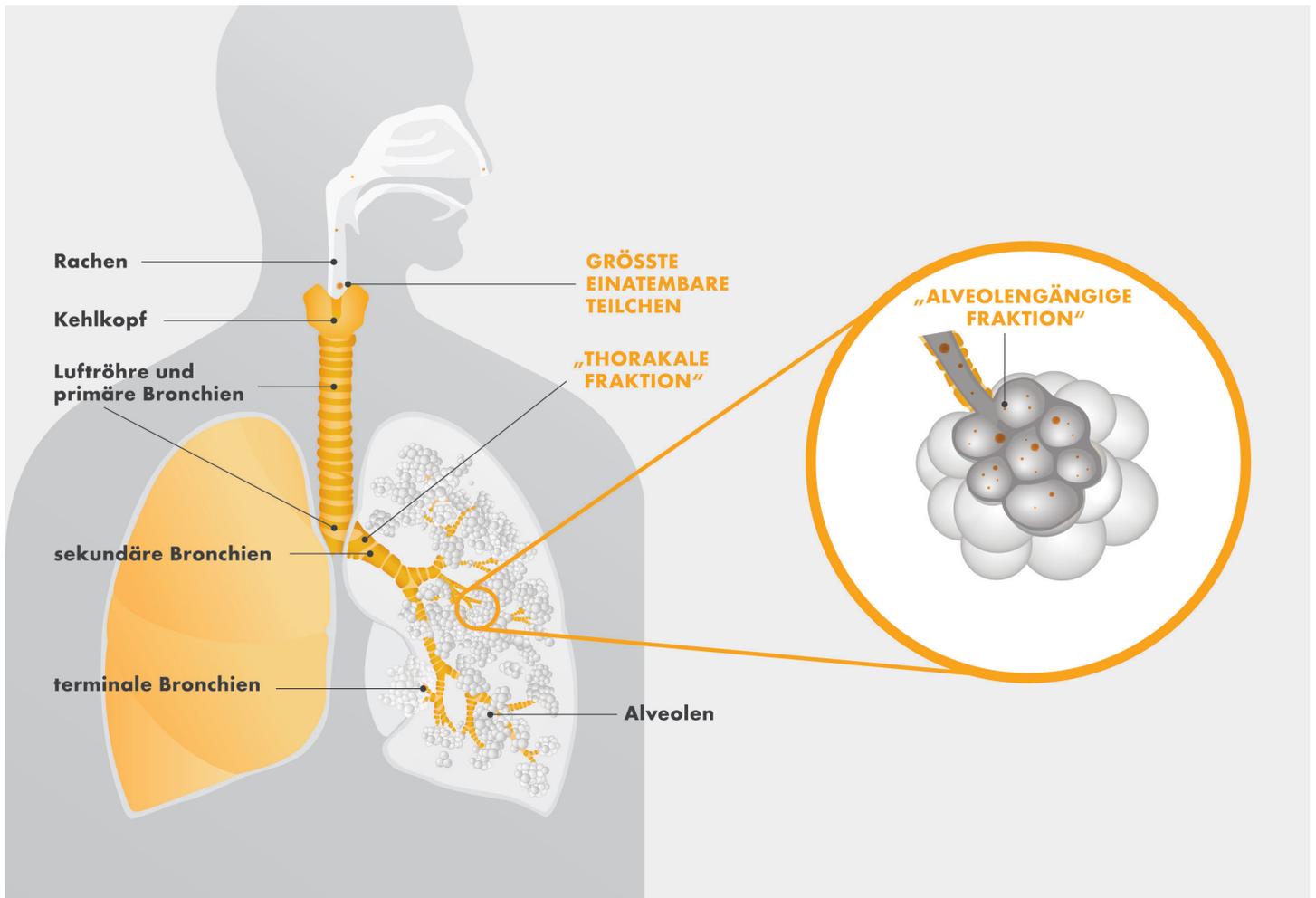


Quelle: Dichotomes Modell der Aerosolfraktionierung nach P. Görner und J.F. Fabriès

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

3. QUARZFEINSTAUB UND SEINE GESUNDHEITLICHEN AUSWIRKUNGEN

Diese Illustration stellt die verschiedenen Bereiche der Lunge dar. Der Larynx (Kehlkopf, der auch oben im Diagramm erwähnt wird) liegt zwischen dem Pharynx (Rachen) und der Trachea (Luftröhre). Der Alveolarbereich wird durch etwa 300 Millionen Alveolen, besser bekannt als Lungenbläschen, gebildet.



Die Grafik zeigt die verschiedenen Bereiche der Lunge.

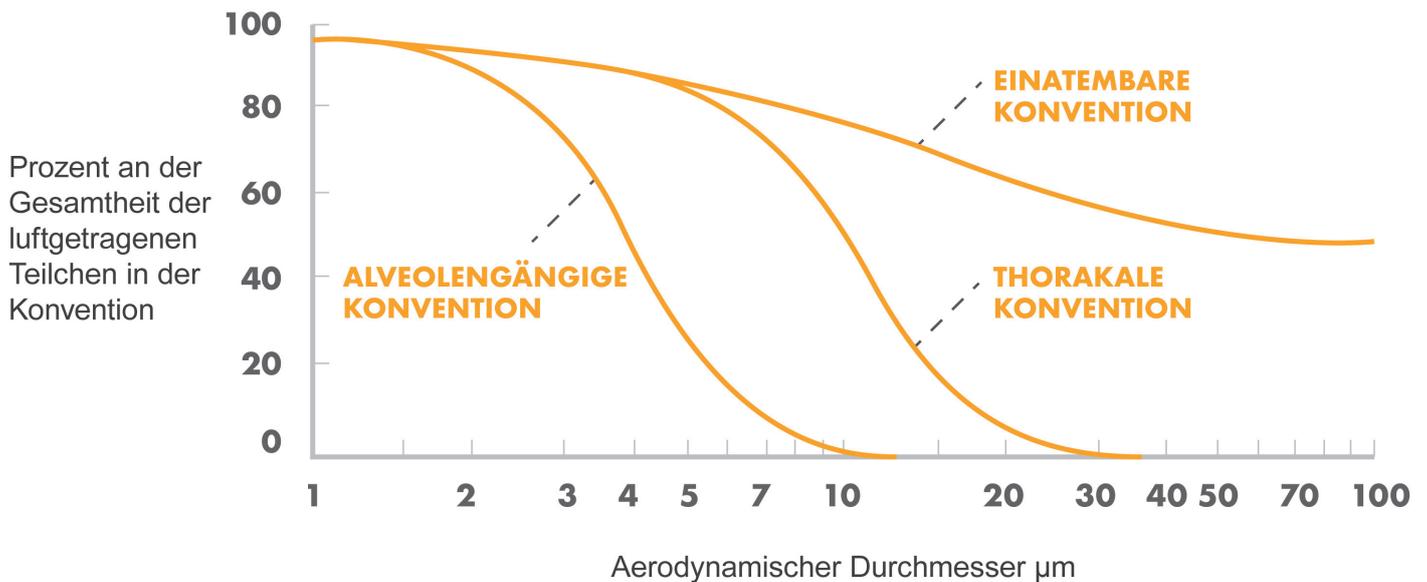
TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

3. QUARZFEINSTAUB UND SEINE GESUNDHEITLICHEN AUSWIRKUNGEN

Das Europäische Komitee für Normung (CEN) und die Internationale Organisation für Normung (ISO) haben sich auf genormte Konventionen zur gesundheitsbezogenen Schwebstaubprobenahme am Arbeitsplatz (EN 481, ISO 7708) geeinigt.

Diese Konventionen stellen Zielspezifikationen für Staubmessgeräte dar, die eingesetzt werden, um mögliche gesundheitliche Auswirkungen aufgrund der Einatmung von Aerosolen einschätzen zu können.

Die folgende Grafik illustriert die vereinbarten Konventionen:



Prozentualer Anteil der einatembaren, thorakalen und alveolengängigen Partikel der Gesamtzahl der luftgetragenen Partikel gemäß EN 481.

Das Diagramm zeigt die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Partikel mit einem spezifischen aerodynamischen Durchmesser in die verschiedenen Teile des menschlichen Atmungssystems eindringt.

Zum Beispiel besteht gemäß der Norm eine Möglichkeit von 50 % (oder eine Wahrscheinlichkeit von 0,5), dass ein Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 4 µm in den Alveolarbereich der Lunge eindringt. Analog hierzu besteht eine Möglichkeit von 30 % (also eine Wahrscheinlichkeit von 0,3), dass ein Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 5 µm bis in diesen Bereich der Lunge eindringt.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

3. QUARZFEINSTAUB UND SEINE GESUNDHEITLICHEN AUSWIRKUNGEN

Die folgende Tabelle gibt die numerischen Werte der einzelnen Konventionen an, ausgedrückt in Prozent der gesamten luftgetragenen Teilchen.

PROZENT AN DER GESAMTHEIT DER LUFTGETRAGENEN TEILCHEN			
AERODYNAMISCHER DURCHMESSER μm	EINATEMBARE KONVENTION %	THORAKALE KONVENTION %	ALVEOLENGÄNGIGE KONVENTION %
0	100	100	100
1	97,1	97,1	97,1
2	94,3	94,3	91,4
3	91,7	91,7	73,9
4	89,3	89,0	50,0
5	87,0	85,4	30,0
6	84,9	80,5	16,8
7	82,9	74,2	9,0
8	80,9	66,6	4,8
9	79,1	58,3	2,5
10	77,4	50,0	1,3
11	75,8	42,1	0,7
12	74,3	34,9	0,4
13	72,9	28,6	0,2
14	71,6	23,2	0,2
15	70,3	18,7	0,1
16	69,1	15,0	0
18	67,0	9,5	
20	65,1	5,9	
25	61,2	1,8	
30	58,3	0,6	
35	56,1	0,2	
40	54,5	0,1	
50	52,5	0	
60	51,4		
80	50,4		
100	50,1		

Quelle: EN 481. Numerische Werte der einzelnen Konventionen in Prozent der gesamten luftgetragenen Teilchen.

3. QUARZFEINSTAUB UND SEINE GESUNDHEITLICHEN AUSWIRKUNGEN

3.2 GESUNDHEITLICHE AUSWIRKUNGEN VON QUARZFEINSTAUB

Nur selten sind Menschen am Arbeitsplatz reinem Siliziumdioxid in kristalliner Form ausgesetzt. Der Staub, den sie am Arbeitsplatz einatmen, setzt sich gewöhnlich aus einer Mischung von kristallinem Siliziumdioxid und sonstigen Materialien zusammen.

Die Reaktion des Einzelnen ist dabei von folgenden Faktoren abhängig:

- Art des Staubes (z. B. Partikelgröße und Oberflächenchemie) und Gehalt an kristallinem Siliziumdioxid im Staub
 - Staubfraktion
 - Umfang und Art der Exposition (Dauer, Häufigkeit und Intensität, die durch die Arbeitsverfahren beeinflusst werden können)
 - persönliche physiologische Merkmale
 - Rauchgewohnheiten
-

SILIKOSE

Silikose stellt eine allgemein bekannte Gesundheitsgefahr dar und gehört zu den am längsten bekannten berufsbedingten Krankheiten der Welt (siehe NIOSH 2002, OSHA 2013, ANSES 2019). Silikose wurde seit jeher mit dem Einatmen von Staub, der kristallines Siliziumdioxid enthält, in Verbindung gebracht und der Kausalzusammenhang zwischen Silikose und der Exposition gegenüber kristallinem Siliziumdioxid ist gut belegt (Morfeld 2013). Ein Schwellenwert für die Quarzfeinstaubkonzentration und Silikoseinzidenz (1/1, ILO 1980/2000) wurde aufgrund eines statistischen Modells anhand einer Kohorte deutscher Arbeitnehmer in der Porzellanindustrie geschätzt (Morfeld 2013). Bei Silikose handelt es sich um eine der häufigsten Formen von Pneumokoniose (Staublunge). Sie ist eine knotige fortschreitende Fibrose, die durch die Ablagerung von feinen alveolengängigen Partikeln von kristallinem Siliziumdioxid in der Lunge verursacht wird. Die resultierende Vernarbung der innersten Teile der Lunge kann zu Atmungsschwierigkeiten und, in einigen Fällen, zum Tod führen. Größere (nicht-alveolengängige) Partikel setzen sich mit größerer Wahrscheinlichkeit in den oberen Luftwegen des Atmungssystems ab und können über den Schleim und/oder eine Ziliartätigkeit ausgetragen werden.

Gemeinhin wird Silikose durch eine langfristige chronische Einatmung von durch Arbeitsprozesse erzeugten Quarzfeinstaub verursacht. Die Schwere der Silikose kann stark variieren, sie reicht von „einfacher Silikose“ bis zu „fortschreitender schwerer Fibrose“.

Im Allgemeinen werden in der Literatur drei Arten von Silikose beschrieben (EUR 14768; INRS 1997):

- **Akute Silikose tritt als Ergebnis einer extrem hohen Exposition gegenüber Quarzfeinstaub über einen relativ kurzen Zeitraum in Erscheinung (innerhalb von 5 Jahren). Der Zustand verursacht eine rasch fortschreitende Atemlosigkeit und den Tod, der gewöhnlich innerhalb von einigen Monaten nach dem Ausbruch der Krankheit eintritt.**
- **Eine beschleunigte Silikose kann sich innerhalb von 5 bis 10 Jahren bei einer hochgradigen Exposition gegenüber Quarzfeinstaub entwickeln.**
- **Chronische Silikose wird oft als Ergebnis einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub auf niedrigerem Niveau beschrieben, die erst nach einem längeren Zeitraum in Erscheinung tritt (Expositionsdauer mehr als 10 Jahre).**

Die Anzahl künftiger Fälle von Silikose lässt sich durch die Umsetzung geeigneter Maßnahmen verringern, indem die Exposition gegenüber siliziumdioxidhaltigem Staub reduziert wird. Die entsprechenden Maßnahmen beinhalten verbesserte Arbeitsverfahren, technische Schutzmaßnahmen, Atemschutzausrüstungen und Schulungsprogramme.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

3. QUARZFEINSTAUB UND SEINE GESUNDHEITLICHEN AUSWIRKUNGEN

SILIZIUMDIOXID UND KREBSRISIKO

Einige epidemiologische Studien unter Populationen von Menschen, die berufsmäßig Quarzfeinstaub ausgesetzt sind, haben ergeben, dass unter bestimmten Umständen ein Zusammenhang zwischen Lungenkrebs und einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub hergestellt werden kann.

Im Jahr 1997 kam eine Arbeitsgruppe der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) aufgrund von Literaturanalysen zu dem Schluss, dass eingeatmeter Quarzfeinstaub aus berufsbedingten Quellen eine karzinogene Wirkung beim Menschen hat (IARC, 1997).

Im Rahmen dieser Einschätzung gab die Arbeitsgruppe der IARC zugleich zu bedenken, dass die krebserzeugende Wirkung (Karzinogenität) nicht unter allen untersuchten industriellen Begleitumständen festgestellt wurde und dass sie von den inhärenten Eigenschaften des kristallinen Siliziumdioxids oder von externen Faktoren abhängen kann, die seine biologische Aktivität beeinflussen.

In 2011 hat die IARC seine Monographien überarbeitet und bestätigt, dass der Staub von kristallinem Siliziumdioxid in Form von Quarz oder Cristobalit für Menschen (Gruppe 1) karzinogen ist und dass die variable Gefährdung unterschiedlicher Arten von Siliziumdioxid von seinen Oberflächeneigenschaften abhängt (IARC, 2011).

Laut der französischen Agentur für Lebensmittelsicherheit, Umweltschutz und Arbeitsschutz kann außer Lungenkrebs keine andere Krebsart mit der Exposition gegenüber Quarzfeinstaub in Zusammenhang gebracht werden (ANSES 2019).

Im Juni 2003 verabschiedete der europäische Wissenschaftliche Ausschuss für die Grenzwerte berufsbedingter Exposition gegenüber chemischen Arbeitsstoffen (SCOEL) eine Empfehlung (SUM DOC 94 final). Die wesentlichen Schlussfolgerungen lauten wie folgt:

Die Hauptwirkung der Einatmung von Quarzfeinstaub beim Menschen besteht in der Erkrankung an Silikose. Es gibt hinreichende Informationen, aus denen geschlossen werden kann, dass das relative Lungenkrebsrisiko bei Personen zunimmt, die an Silikose erkrankt sind (anscheinend aber nicht bei Beschäftigten ohne Silikose, die gleichwohl in Steinbrüchen und in der keramischen Industrie Quarzstaub ausgesetzt sind). Daher wird durch die Verhütung des Ausbruchs von Silikose auch das Krebsrisiko gesenkt. Weil ein klarer Schwellenwert für die Silikoseentwicklung nicht festgemacht werden kann, senkt jede Reduzierung der Exposition das Silikoserisiko.

Seit 2011 wurden die unterschiedlichen Wirkungsweisen von durch Quarzfeinstaub induzierte Genotoxizität in einer Reihe von toxikologischen Studien bewertet. Laut einer überarbeiteten Analyse über die Genotoxizität von Quarzfeinstaub wird die Rolle von Entzündungen, die durch die Oberfläche von Quarz nach der Einatmung ausgelöst werden, bestätigt und die Ergebnisse unterstützen einen praktischen Schwellenwert (Sekundäreffekt) (Borm et al. 2019).

Die Rolle von frisch gebrochenen Quarzfeinstaubpartikeln wurde in neuen Studien beschrieben und in behördlichen Gutachten anerkannt (Turci et al. 2016; ANSES 2019). Es gilt noch zu klären, wie die chemischen Eigenschaften und die Konfiguration der Siliziumdioxidoberfläche variable toxische Reaktion auslösen. Es läuft eine vielversprechende interdisziplinäre Studie, die den rätselhaften Mechanismus der Pathogenität von kristallinem Siliziumdioxid aufdecken und möglichst Lösungen für die Abschwächung oder Reduzierung der Oberflächenreaktivität finden will (Pavan et al. 2019).

SONSTIGE GESUNDHEITLICHE AUSWIRKUNGEN

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich Artikel über einen möglichen Zusammenhang zwischen der Siliziumdioxid-Exposition und Störungen des Autoimmunsystems (z. B. Sklerodermie, Lupus, rheumatische Arthritis). In 2019 hat die ANSES bestätigt, dass einige Studien über systemische Sklerodermie, systemischen Lupus und rheumatische Arthritis zwar einen Zusammenhang nahelegen, jedoch kein direkter (kausaler) Zusammenhang bzw. keine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Exposition gegenüber kristallinem Siliziumdioxid und dem Auftreten dieser Krankheiten festgestellt werden kann.

In Bezug auf andere Pathologien, z. B. Nieren- und Herz-Kreislaufkrankungen, kann nicht festgestellt werden, dass Partikel von kristallinem Siliziumdioxid beim Auftreten dieser Krankheiten eine Rolle spielen (ANSES 2019).

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

4. RISIKOMANAGEMENT – WAS IST ZU TUN?

4. RISIKOMANAGEMENT – WAS IST ZU TUN?

Seit 2018 sind Arbeiten, bei denen eine Exposition gegenüber durch Arbeitsprozesse erzeugten Quarzfeinstaub stattfindet, in die EU-Richtlinie über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit aufgenommen (Richtlinie 2017/2398). In Anhang III dieser Richtlinie ist ein verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert von 0,1 mg/m³ festgelegt.

Die Richtlinie beschreibt unter Erwägungsgrund 19 die bewährten Praktiken von NEPSI als „wertvolle und notwendige Instrumente zur Ergänzung regulatorischer Maßnahmen und insbesondere zur Unterstützung der wirksamen Umsetzung von Grenzwerten.“

Das Ziel dieses Abschnitts besteht darin, dem Leser eine Hilfestellung zu geben, wann und wie er die Maßnahmen, die in diesem Leitfaden über bewährte Praktiken beschrieben werden, im Einzelfall anwenden soll.

Dieser Abschnitt ist nach einem einfachen Frage-Antwort-Muster angelegt und bietet eine Einführung in die grundsätzlichen Techniken des Risikomanagements, die in Arbeitssituationen angewendet werden sollten, in denen Personen Quarzfeinstaub ausgesetzt sein könnten.

VORWORT: VERPFLICHTUNGEN DER RICHTLINIE ÜBER DEN SCHUTZ DER ARBEITNEHMER GEGEN GEFÄHRDUNG DURCH KARZINOGENE ODER MUTAGENE BEI DER ARBEIT

Die Richtlinie 2004/37/EG (und ihre Änderungen) hat den Schutz der Arbeitnehmer vor den Gesundheits- und Sicherheitsrisiken, die mit der Exposition gegenüber Karzinogenen oder Mutagenen am Arbeitsplatz einher gehen, zum Ziel, siehe Artikel 4 und 5.

Zu den Verpflichtungen gehören:

- Reduzieren und Ersetzen: Der Arbeitgeber hat den Einsatz von Karzinogenen oder Mutagenen am Arbeitsplatz zu reduzieren, insbesondere indem er sie, soweit dies technisch möglich ist, durch Substanzen, Präparate oder Prozesse ersetzt, die nicht gefährlich oder weniger gefährlich sind.
- Der Einsatz geschlossener Systeme: Wo ein Ersatz technisch nicht möglich ist, sollte der Arbeitgeber sicherstellen, dass das Karzinogen oder Mutagen, soweit dies technisch möglich ist, in einem geschlossenen System hergestellt und angewendet wird.
- Wo ein geschlossenes System technisch nicht möglich ist, sollte der Arbeitgeber sicherstellen, dass der Expositionsgrad der Arbeitnehmer auf das geringste Niveau, das technisch erreicht werden kann, reduziert wird. Die Exposition darf den in Anlage III festgelegten Grenzwert für Karzinogene nicht überschreiten.
- Der Arbeitgeber hat außerdem die folgenden Maßnahmen einzuführen:
 - Begrenzung der Quarzfeinstaubmengen am Arbeitsplatz
 - Reduzierung der Anzahl der Arbeitnehmer, die Quarzfeinstaub ausgesetzt sind oder werden
 - Auslegung von Arbeitsprozessen und die Entwicklung von Eindämmungsmaßnahmen, welche die Freisetzung von Quarzfeinstaub vermeiden oder minimieren
 - Einrichtung einer Absaugung an der Quarzfeinstaubquelle, eines lokalen Entstaubungssystems oder allgemeiner Be- und Entlüftungssysteme
 - Einsatz verfügbarer, geeigneter Verfahren für die Quarzfeinstaubmessung
 - Einführung geeigneter Arbeitsprozesse und Verfahren
 - Kollektive Schutzmaßnahmen und/oder persönliche Schutzmaßnahmen
 - Hygienemaßnahmen, insbesondere regelmäßige Reinigung von Fußböden, Wänden und anderen Oberflächen
 - Mitarbeiterinformationen
 - Kennzeichnung von Gefährdungsbereichen und Einsatz geeigneter Warn- und Sicherheitshinweise (z. B. „Rauchen verboten“)
 - Erstellung von Notfallplänen für Situationen mit einer hohen Exposition
 - Einrichtungen für die sichere Lagerung sowie den sicheren Umgang und Transport, insbesondere durch Einsatz von versiegelten und klar gekennzeichneten Behältern
 - Einrichtungen für die sichere Sammlung, Lagerung und Entsorgung von Abfällen durch die Mitarbeiter, einschließlich des Einsatzes von versiegelten und klar gekennzeichneten Behältern

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

4. RISIKOMANAGEMENT – WAS IST ZU TUN?

Die auf den folgenden Seiten gegebenen Hinweise sollen dem Leser helfen festzustellen, inwieweit dieser Leitfaden auf seine/ihre Situation zutrifft.

Die Hinweise beziehen sich auf folgende Themen:

BEURTEILUNG	Wie kann man beurteilen, ob die Exposition gegenüber Quarzfeinstaub eine Gefährdung darstellt?
SCHUTZMASSNAHMEN	Welche Art von Schutz- und Präventionsmaßnahmen sind anzuwenden, um mit den identifizierten Gefährdungen umzugehen – d. h. sie zu eliminieren oder auf ein akzeptables Niveau abzusenken?
ÜBERWACHUNG	Wie kann die Wirksamkeit der angewendeten Schutzmaßnahmen überwacht werden? Wie kann die Gesundheit der Arbeitnehmer überwacht werden?
UNTERWEISUNG	Welche Informationen, Anleitungen und Schulungen sollten die Arbeitnehmer erhalten, um sie über die Gefährdungen zu unterweisen, denen sie ausgesetzt sein können?

Beurteilung, Schutzmaßnahmen, Überwachung und Unterweisung bilden als Prozesse des Risikomanagements die Grundlage aller EU-Gesundheitsschutz- und Arbeitssicherheitsgesetze.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

4. RISIKOMANAGEMENT – WAS IST ZU TUN?

FRAGE 1:

Wie stelle ich fest, ob Mitarbeiter in meinem Unternehmen Quarzfeinstaub ausgesetzt sind?

ANTWORT:

Quarzfeinstaub gelangt in den Körper, sobald Staub eingeatmet wird, der einen Anteil an kristallinem Siliziumdioxid enthält. Wenn der Staub besonders kleine Partikel enthält (sodass die Partikel in die alveolengängige Fraktion fallen), gelangt der Staub bis tief in die Lungen. An dieser Stelle kann Quarzfeinstaub Auswirkungen auf die Gesundheit haben. Eine berufsbedingte Exposition gegenüber Quarzfeinstaub kann in jeder Arbeitssituation auftreten, in der Staub mit einem Anteil an alveolengängigem kristallinem Siliziumdioxid erzeugt wird und sich in der Luft ausbreitet. Eine berufsbedingte Exposition gegenüber Quarzfeinstaub kommt in vielen Industriezweigen vor.

Verwenden Sie das unten abgebildete Flussdiagramm für eine erste Beurteilung, ob eine nennenswerte Gefahr einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub besteht. Die mögliche Anwesenheit feiner Partikel aus kristallinem Siliziumdioxid bedeutet, dass auch eine Gefährdung vorhanden ist. Wenn es keine vorhersehbare Gefährdung gibt, dann brauchen Sie keine speziellen Maßnahmen zu ergreifen. Sie sollten jedoch stets die allgemeinen Grundsätze der Gefahrenbehütung einhalten.

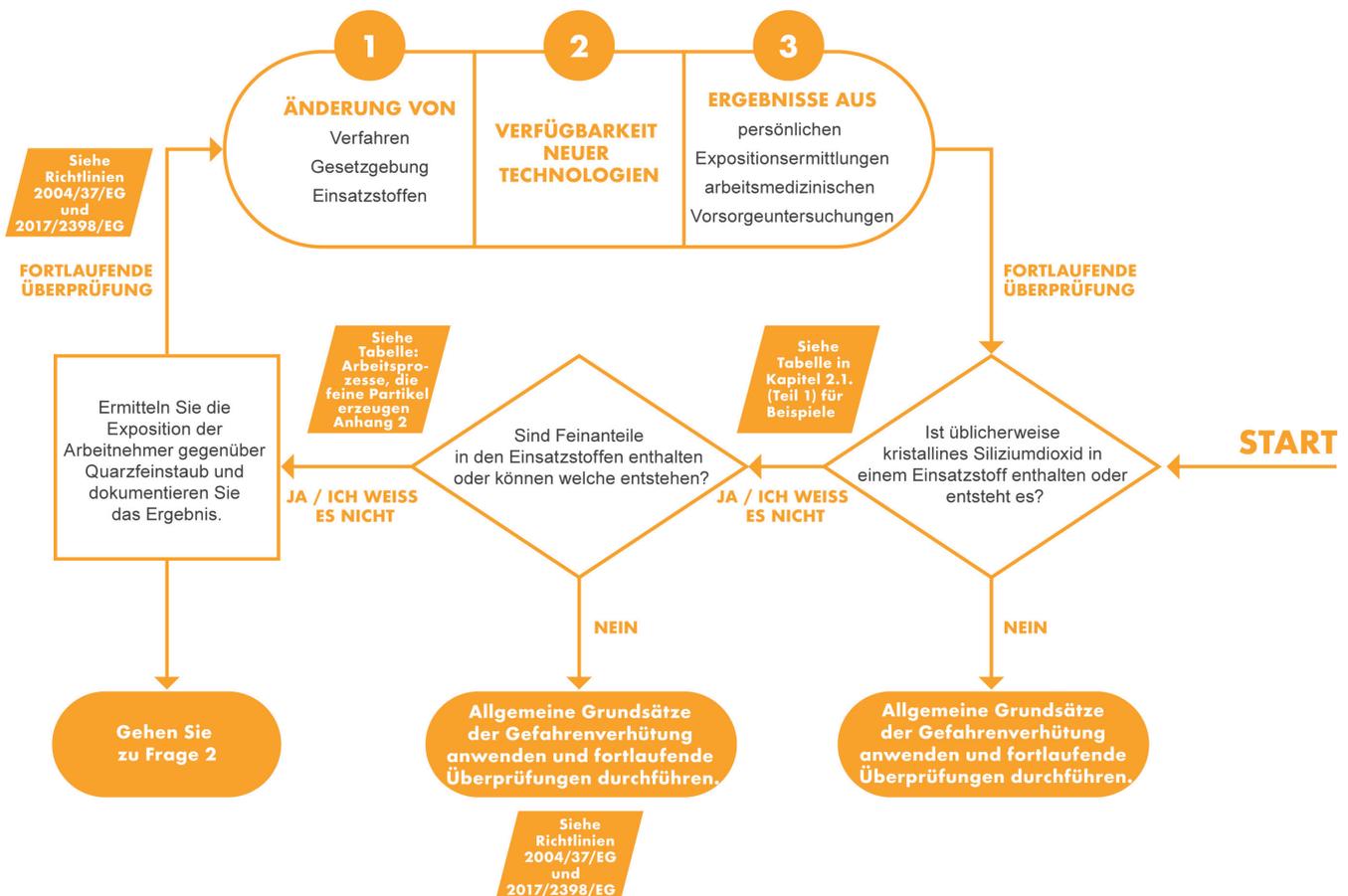


Abbildung: Erster Beurteilungsschritt

FRAGE 2:

Wie kann ich eine Beurteilung der persönlichen Exposition gegenüber Quarzfeinstaub durchführen?

ANTWORT:

Verwenden Sie das nebenstehende Flussdiagramm, um das persönliche Expositionslevel Ihrer Mitarbeiter zu beurteilen. An dieser Stelle empfiehlt es sich, eine detaillierte Beschreibung der in Ihrem Betrieb bereits eingeführten Schutzmaßnahmen zu erstellen. Sie werden diese Informationen später benötigen, um einschätzen zu können, ob Sie die allgemeinen Grundsätze der Gefahrenverhütung einhalten.

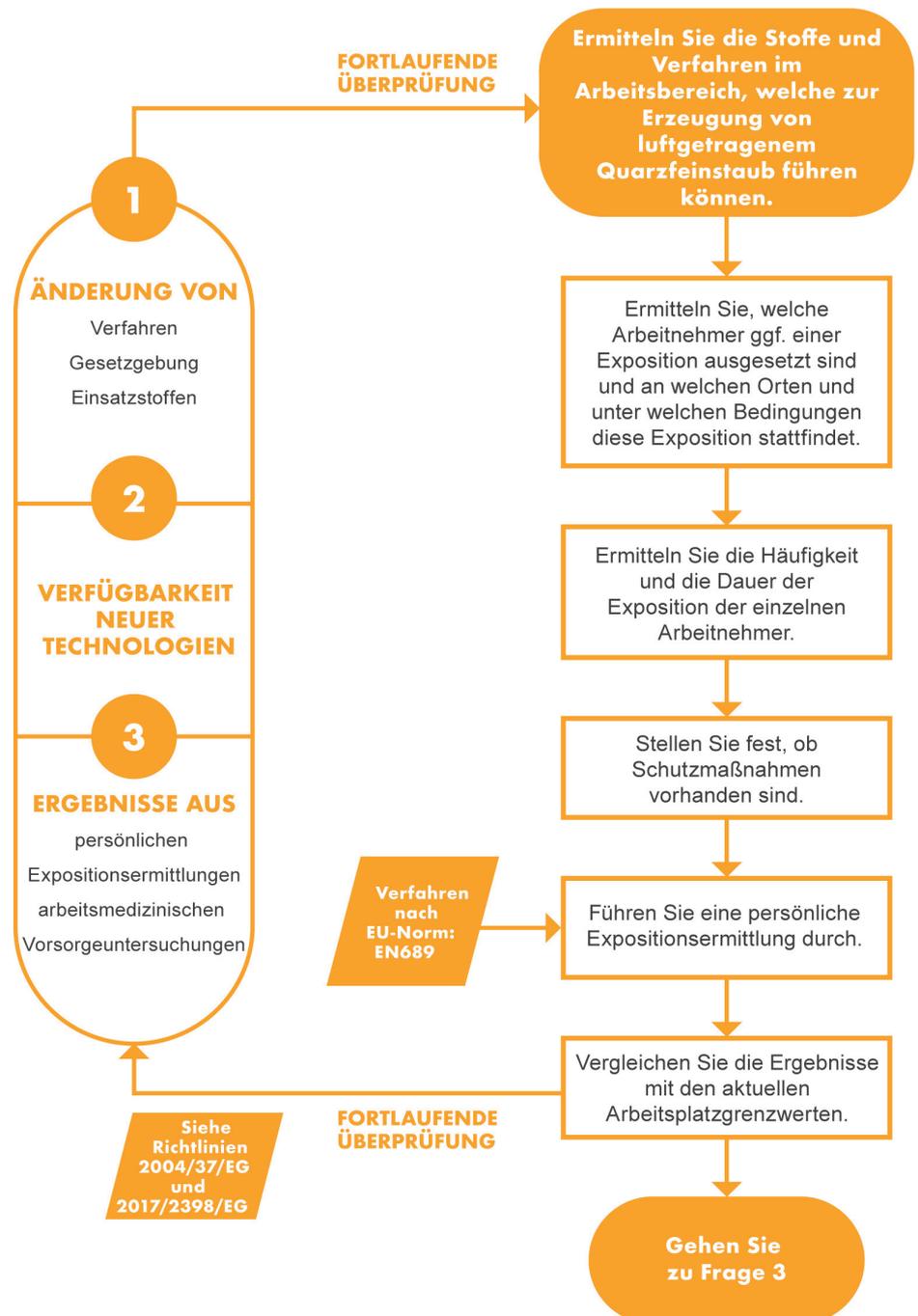


Abbildung: Beurteilung der persönlichen Exposition gegenüber Quarzfeinstaub

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

4. RISIKOMANAGEMENT – WAS IST ZU TUN?



ÜBERWACHUNG DER PERSÖNLICHEN EXPOSITION

Der einzige Weg, um die Konzentration von Quarzfeinstaub in der Luft am Arbeitsplatz zu ermitteln, besteht darin, Luftproben zu nehmen und eine Analyse des gesammelten Staubs durchzuführen. Bei der Beurteilung der berufsbedingten Exposition werden die Intensität, Häufigkeit und Dauer, mit der ein Mitarbeiter mit einem Gefahrstoff in Berührung gerät, ermittelt bzw. gemessen.

In der Regel werden zwei Messstrategien verwendet:

- personenbezogene Messung
- stationäre Messung.

Beide Messstrategien können gleichzeitig eingesetzt werden, da sie sich gegenseitig ergänzen. Es obliegt den von den Arbeitgebern und Arbeitnehmervertretern beauftragten Sachverständigen, die am besten geeigneten Lösungen unter Einhaltung der jeweiligen nationalen und europäischen Vorschriften zu wählen.

Allgemeine Anforderungen an die Staubüberwachung (den EU-Normen EN 689 und EN 1232 entnommen) enthält das „Staubüberwachungsprotokoll“ in **Anhang 2** des Übereinkommens über den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinem Siliziumdioxid und dieses enthaltender Produkte. Sowohl den Herstellern wie den Endverbrauchern von Rohstoffen und Produkten, die kristallines Siliziumdioxid enthalten, wird dringend empfohlen, dieses Protokoll zu befolgen. Empfehlungen für die Einrichtung eines Programms zur Staubüberwachung erteilen Fachleute auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes.

ARBEITSPLATZGRENZWERTE

Ein Arbeitsplatzgrenzwert stellt die maximale, nach der Zeit gewichtete, durchschnittliche Konzentration eines luftgetragenen Gefahrstoffs dar, der ein Arbeitnehmer ausgesetzt sein darf, bezogen auf einen festgelegten Zeitraum, der normalerweise acht Stunden beträgt.

Gegenwärtig gibt es viele verschiedene Arten von Grenzwerten für berufsbedingte Exposition, die durch die einzelnen Mitgliedstaaten der Europäischen Union definiert sind. Diese Grenzwerte sind verschieden und können darüber hinaus auch nicht direkt miteinander verglichen werden.

In 2018 wurden Arbeiten, bei denen eine Exposition gegenüber durch Arbeitsprozesse erzeugten Quarzfeinstaub stattfindet, in die Anlage I der EU-Richtlinie über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit aufgenommen (Richtlinie 2017/2398). In Anhang III dieser Richtlinie ist ein verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert von **0,1 mg/m³** festgelegt.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

4. RISIKOMANAGEMENT – WAS IST ZU TUN?

FRAGE 3:

Ich habe die Beurteilung der Exposition in meinem Unternehmen zwar durchgeführt, weiß aber nicht, wie ich die Ergebnisse interpretieren soll. Was muss ich nun tun?

ANTWORT:

Sie müssen die Ergebnisse Ihrer Beurteilung mit den in Ihrem Land geltenden Grenzwerten für berufsbedingte Exposition gegenüber Quarzfeinstaub vergleichen und überprüfen, ob Sie die allgemeinen Grundsätze der Gefahrenverhütung einhalten.

Es kann für Sie erforderlich sein, zusätzliche Schutzmaßnahmen in Übereinstimmung mit den allgemeinen Grundsätzen der Gefahrenverhütung und – falls karzinogene Prozesse identifiziert wurden – gemäß den Verpflichtungen der Richtlinie für Karzinogene und Mutagene einzuführen, um die Exposition gegenüber Quarzfeinstaub zu vermeiden oder zu verringern und den Arbeitsplatzgrenzwert für berufsbedingte Exposition einzuhalten.

Auf jeden Fall müssen Sie Ihrer Belegschaft Schulungen über gesundheitliche Gefährdungen, die aus der Exposition gegenüber Quarzfeinstaub hervorgehen können, und die Nutzung der zur Verfügung gestellten Schutzmaßnahmen anbieten.

Das folgende Flussdiagramm wird Sie durch das Verfahren führen.

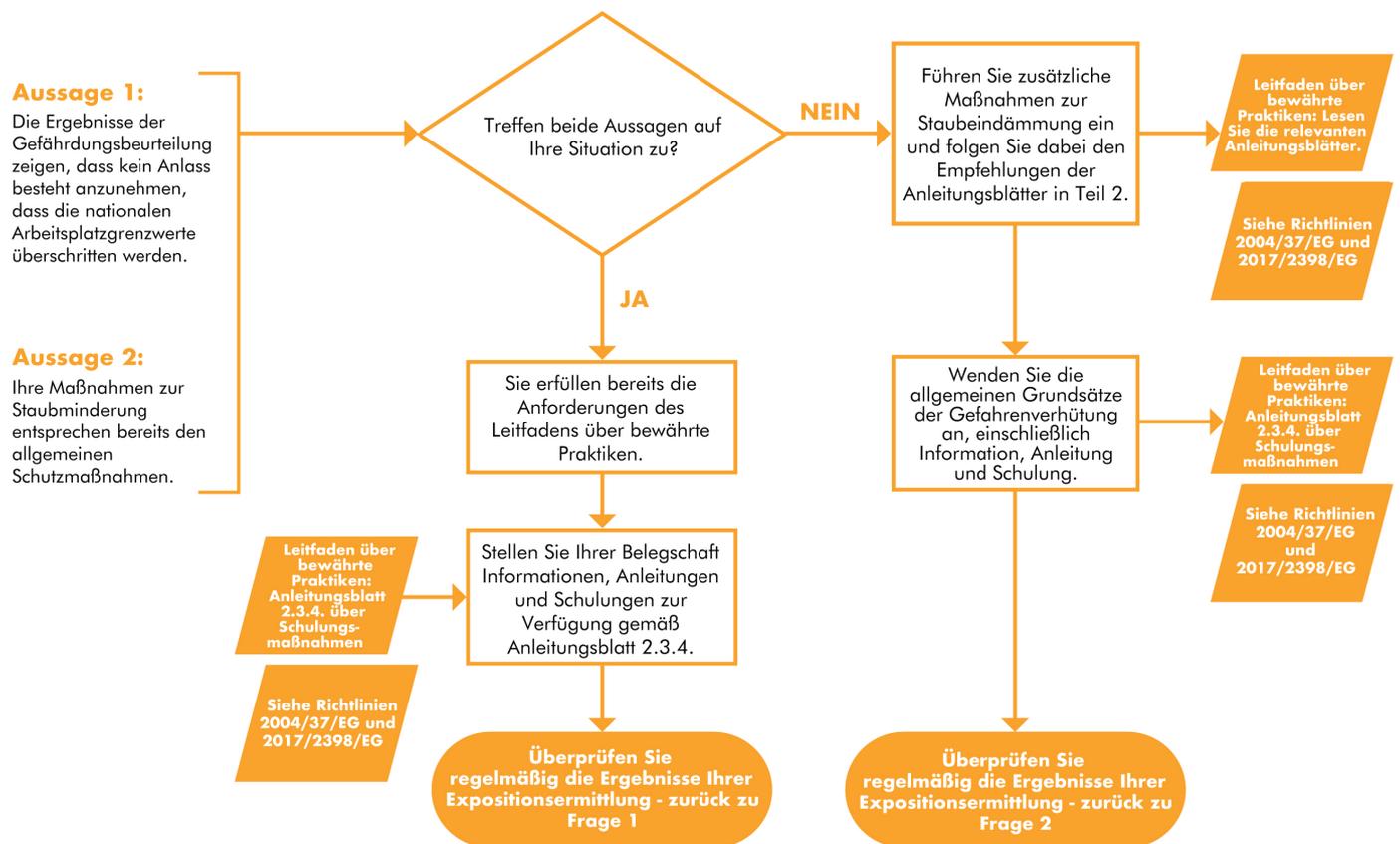


Abbildung: Einfaches Entscheidungsdiagramm für die Reduzierung der Exposition gegenüber Quarzfeinstaub

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

4. RISIKOMANAGEMENT – WAS IST ZU TUN?

ALLGEMEINE GRUNDSÄTZE DER GEFAHRENVERHÜTUNG

Bei der Entwicklung dieses Leitfadens über bewährte Praktiken haben die Verfasser die in der Arbeitsschutz-Rahmenrichtlinie 89/391/EWG und deren Umsetzungen in nationales Recht sowie die Maßnahmen der Richtlinie 2017/2398 für Fälle, in denen karzinogene Prozesse identifiziert wurden, berücksichtigt.

Es werden neun Grundsätze der Gefahrenverhütung beschrieben, wobei die folgende Rangfolge der Präventionsmaßnahmen zu beachten ist:

- Vermeidung von Risiken
- Abschätzung nicht vermeidbarer Risiken
- Gefahrenbekämpfung an der Quelle
- Berücksichtigung des Faktors „Mensch“ bei der Arbeit
- Berücksichtigung des Stands der Technik
- Ausschaltung oder Verringerung von Gefahrenmomenten
- Planung einer umfassenden Präventionsstrategie (einschließlich der Gesundheitsüberwachung von Arbeitnehmern)
- Vorrang des kollektiven Gefahrenschutzes vor individuellem Gefahrenschutz
- Erteilung geeigneter Anweisungen an die Arbeitnehmer

Im Kontext des Umgangs mit kristallinem Siliziumdioxid am Arbeitsplatz sind die folgenden Beispiele praktischer Anwendungen der jeweiligen Grundsätze zu nennen:

- **Ersatz:** Ersetzen Sie unter der Berücksichtigung von wirtschaftlichen, technischen und wissenschaftlichen Kriterien einen stauberzeugenden Be-/Verarbeitungsprozess durch einen weniger stauberzeugenden Be-/Verarbeitungsprozess (z. B. Anwendung eines Nass- anstatt eines Trockenverfahrens oder eines automatisierten anstatt eines manuellen Be-/Verarbeitungsprozesses).
- **Anwendung technischer Schutzmaßnahmen:** Entstaubungssysteme (Staubunterdrückung¹, Stauberfassung² und Eindämmung³) sowie räumliche Trennung⁴.
- **Ordnung und Sauberkeit**
- **Arbeitsabläufe:** Richten Sie sichere Arbeitsverfahren ein, z. B. Jobrotation.
- **Persönliche Schutzausrüstung:** Stellen Sie Schutzkleidung und Atemschutzgeräte zur Verfügung.
- **Schulung:** Bieten Sie Ihren Mitarbeitern Schulungen über Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit an sowie Informationen und Anleitungen, die spezifisch sind für ihren Arbeitsplatz oder die von ihnen durchgeführten Arbeiten.

Die Einhaltung der Grenzwerte der Mitgliedsstaaten ist nur ein Teil des Risikomanagements. Zusätzlich sollten Sie stets sicherstellen, dass Sie die allgemeinen Grundsätze der Gefahrenverhütung gemäß der Arbeitsschutz-Rahmenrichtlinie 89/391/EWG und die Maßnahmen der Richtlinie 2017/2398 für Fälle, in denen die Freisetzung von Karzinogenen durch einen Arbeitsprozess am Arbeitsplatz festgestellt wurde, einhalten.

¹ z. B. Wasser, Dampf, Sprühnebel oder Dunstschleier

² z. B. Zyklon-Staubabscheider, Nasswäscher, Trockenfilter, elektrostatische Staubabscheider und Staubsauger

³ z. B. Einkapselung

⁴ z. B. Kontrollraum mit Frischluftzufuhr

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

4. RISIKOMANAGEMENT – WAS IST ZU TUN?

SCHULUNGSMASSNAHMEN FÜR DIE ARBEITNEHMER

Eines der Anleitungsblätter in Teil 2 dieses Leitfadens gibt Empfehlungen über Form und Inhalt der Schulungen, die den Arbeitnehmern zur Verfügung gestellt werden sollten, um sie zu informieren über die Gesundheitsgefährdungen, die bei der Verarbeitung und Verwendung von Materialien, die kristallines Siliziumdioxid enthalten, entstehen.

RISIKOMANAGEMENT – ZUSAMMENFASSUNG

Das folgende Diagramm fasst den Prozess des Risikomanagements zum Schutz vor Quarzfeinstaub aus der Sicht sowohl des Arbeitgebers als auch des Arbeitnehmers zusammen.

Die in den Unternehmen eingeführten Arbeits- und Gesundheitssysteme sollten sowohl vom Arbeitgeber als auch vom Arbeitnehmer umgesetzt werden.



Denken Sie an alle Arten von Arbeitnehmern, auch Subunternehmer, befristet Beschäftigte, Leiharbeiter, Praktikanten, Lehrlinge und neue Arbeitnehmer.

BIBLIOGRAPHIE

RICHTLINIE DES RATES 89/391/EWG vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit.

VERORDNUNG (EU) 2016/425 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates.

RICHTLINIE DES RATES 98/24/EG vom 7. April 1998 zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (Vierzehnte Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG).

RICHTLINIE 2004/37/EG über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit.

RICHTLINIE (EU) 2017/2398 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES 12. Dezember 2017 zur Änderung der Richtlinie 2004/37/EG über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit.

RICHTLINIE (EU) 2019/130 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Januar 2019 zur Änderung der Richtlinie 2004/37/EG über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit.

RICHTLINIE DES RATES 92/104/EWG über Mindestvorschriften zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer in übermäßigen oder untermäßigen mineralgewinnenden Betrieben.

CEN (Europäisches Komitee für Normung), EN 481: Arbeitsplatzatmosphäre – Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel. 1993, CEN.

CEN (Europäisches Komitee für Normung), EN 689: Arbeitsplatzatmosphäre – Anleitung zur Ermittlung der inhalativen Exposition gegenüber chemischen Stoffen zum Vergleich mit Grenzwerten und Messstrategie. 1995, CEN.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2002. NIOSH Hazard Review. Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica. [NIOSH Gefährdungsbericht. Gesundheitliche Auswirkungen einer berufsbedingten Exposition gegenüber Quarzfeinstaub.] Cincinnati, Ohio, Publikationsnummer 2002 – 2129. www.cdc.gov/niosh/docs/2002-129/ letztmalig abgerufen im Juli 2017.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica - Review of Health Effects Literature and Preliminary Quantitative Risk Assessment [Berufsbedingte Exposition gegenüber Quarzfeinstaub - Literaturanalyse über gesundheitliche Auswirkungen und vorläufige quantitative Gefährdungsbeurteilung] (2013).

Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES), Dangers, expositions et risques relatifs à la silice cristalline, Avis de l'ANSES, Rapports d'expertise collective [Gefahren, Expositionen und Risiken in Zusammenhang mit kristallinem Siliziumdioxid, Empfehlungen der

ANSES, gemeinsames Gutachten] (2019).

Morfeld P, Mundt KA, Taeger D, Guldner K, Steinig O und Miller BG, Threshold Value Estimation for Respirable Quartz Dust Exposure and Silicosis Incidence Among Workers in the German Porcelain Industry [Schwellenwertbestimmung für die Exposition gegenüber Quarzfeinstaub und die Silikoseinzidenz unter Beschäftigten der deutschen Porzellanindustrie], JOEM 55, 1027 (2013).

Health & Safety at work, Information notices on diagnosis of occupational diseases [Gesundheit & Sicherheit am Arbeitsplatz – Hinweise zur Diagnose von Berufskrankheiten], Europäische Kommission, GD Beschäftigung und Soziales, Bericht EUR 14768.

HSE (Health and Safety Executive), Health surveillance for those exposed to respirable crystalline silica (RCS), 2016 [Gesundheitsüberwachung bei Personen, die Quarzfeinstaub ausgesetzt sind] www.hse.gov.uk/pubns/priced/healthsurveillance.pdf

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), Fiche toxicologique 232 – Silice cristalline. 1997, INRS. [(Nationales Institut für Forschung und Sicherheit), Toxikologische Daten 232 – kristallines Siliziumdioxid].

Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC), WHO Lyon Frankreich: Monographien 68 (1997).

Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC), WHO Lyon Frankreich: Monographien 100C (2011).

Wissenschaftlicher Ausschuss für Grenzwerte berufsbedingter Exposition (SCOEL) Empfehlung SUM Doc 94 (2003).

Borm PJ A, Fowler P und Kirkland D, An updated review of the genotoxicity of respirable crystalline silica [Ein überarbeiteter Bericht über die Genotoxizität von Quarzfeinstaub], Particle and Fibre Toxicology 15:23 (2018) doi.org/10.1186/s12989-018-0259-z.

Turci F, Pavan C, Leinardi R, Tomatis M, Pastero L, Garry D, Anguissola S, Lison D und Fubini B, Revisiting the paradigm of silica pathogenicity with synthetic quartz crystals: the role of crystallinity and surface disorder [Neubewertung des Paradigmas der Pathogenität von Siliziumdioxid mit synthetischen Quarzkristallen: die Rolle von Kristallinität und Oberflächenstörungen.], Particle and Fibre Toxicology 13(1):32 (2016). doi.org/10.1186/s12989-016-0136-6.

Pavan C, Delle Piane M, Gullo M, Filippi F, Fubini B, Hoet P, Horwell CJ, Huaux F, Lison D, Lo Giudice C, Martra G, Montfort E, Schins R, Sulpizi M, Wegner K, Wyart-Remy M, Ziemann C und Turci F, The puzzling issue of silica toxicity: are silanols bridging the gaps between surface states and pathogenicity [Das Rätsel der Toxizität von Siliziumdioxid: Sind Silanole das fehlende Bindeglied zwischen Oberflächenbeschaffenheit und Pathogenität], Particles and Fibre Toxicology (2019) 16:32 doi.org/10.1186/s12989-019-0315-3.

ISO (Internationale Organisation für Standardisierung), DIN ISO 7708: Luftbeschaffenheit – Festlegung der Partikelgrößenverteilung für die gesundheitsbezogene Schwebstaubprobenahme, 1995, ISO.

ISO/IEC Guide 73: Risikomanagement – Terminologie-Leitfaden für die Anwendung in Normen

GLOSSAR

Absacken: Ein Verfahren, bei dem Produkte (automatisch oder manuell) in Säcke (Big-Bags) abgefüllt werden.

Aerodynamischer Durchmesser: Der Durchmesser einer Kugel mit einer Dichte von 1 g/cm^3 mit derselben Fallgeschwindigkeit in Luft wie das fragliche Partikel, unter denselben Bedingungen von Temperatur, Druck und relativer Luftfeuchtigkeit.

Alveolarbereich: Der für den Gasaustausch zuständige Bereich der Lunge, der aus annähernd 300 Millionen Alveolen oder Lungenbläschen besteht.

Alveolengängige Staubfraktion: Die Fraktion eines luftgetragenen Materials, die in den Gasaustauschbereich der Lunge eindringt.

Arbeitsmedizinische Vorsorge: Die Untersuchung eines Arbeitnehmers, um seinen Gesundheitszustand festzustellen.

Arbeitsplatzgrenzwert: Die maximal erlaubte Exposition eines Arbeitnehmers gegenüber einem luftgetragenen Gefahrstoff, der in der Luft am Arbeitsplatz vorhanden ist. Er stellt die maximale, nach der Zeit gewichtete, durchschnittliche Konzentration eines luftgetragenen Gefahrstoffs dar, der ein Arbeitnehmer ausgesetzt sein darf, bezogen auf einen festgelegten Zeitraum, der normalerweise acht Stunden beträgt.

Arbeitsplatz: Der gesamte Produktionsbereich auf dem Gelände des Unternehmens und/oder des Betriebs sowie alle anderen Räume auf dem Gelände des Unternehmens und/oder des Betriebs, zu denen ein Arbeitnehmer im Rahmen seiner Beschäftigung Zugang hat (Richtlinie 89/654/EWG).

Brechen: Ein Prozess, in dem grobkörniges Material in kleinere Bestandteile zerbrochen (zerkleinert) wird.

Einatembarer Staub (früher auch bezeichnet als Gesamtstaub): Der Anteil eines luftgetragenen Materials, der während des Atmungsvorgangs durch Nase und Mund eindringt und für eine Ablagerung an irgendeinem Ort des Atmungstraktes infrage kommt (MDHS 14/2). Die Norm EN 481 gibt den Prozentsatz der Gesamtmenge an Schwebstoffen an, die aufgrund ihrer Partikelgröße inhaliert werden können.

Epidemiologie: Die Wissenschaft der Verteilung und der Ursachen für gesundheitsrelevante Bedingungen und Vorkommnisse in der Bevölkerung sowie die Anwendung dieser Untersuchungen für den Schutz gegenüber Gesundheitsproblemen.

Exposition: Eine auf Inhalation beruhende Exposition, die aus dem Vorhandensein eines luftgetragenen Gefahrstoffs im Atembereich des Arbeitnehmers resultiert.

Sie wird anhand der Konzentration des Gefahrstoffs ausgedrückt, abgeleitet von Messungen der Exposition und bezogen auf denselben Referenzzeitraum, der für den Arbeitsplatzgrenzwert verwendet wird.

Expositionsermittlung: Der Prozess der Messung oder Abschätzung der Intensität, Häufigkeit und Dauer des menschlichen Kontaktes mit einem luftgetragenen Gefahrstoff, der am Arbeitsplatz vorhanden sein kann.

Gefährliche Stoffeigenschaft (hazard): Die spezifische Eigenschaft eines Materials, die potenziell einen Schaden verursachen kann.

HSE: The United Kingdom Health and Safety Executive (britische Behörde für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin).

IARC: International Agency for Research on Cancer (Internationale Agentur für Krebsforschung).

INRS: Institut National de Recherche et de Sécurité (Nationales Institut für Forschung und Sicherheit).

ISO: International Standardisation Organisation (Internationale Organisation für Normung).

Mahlen: Die Behandlung von Mineralien, bei der Gesteinskörner bis zu einer erforderlichen Partikelgröße zerrieben werden, in der Regel

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

GLOSSAR

zu einem feinen Mehl. Dieser Prozess findet statt in einer Schleifmühle.

Messung: Ein Prozess, der durchgeführt wird, um die Konzentration eines Materials am Arbeitsplatz zu ermitteln.

Messverfahren: Ein Verfahren für die Probenahme und Analyse von einem oder mehreren Gefahrstoffen in der Luft am Arbeitsplatz.

Norm: Ein Dokument, das im Konsens ausgearbeitet und von einem anerkannten Normungsinstitut vereinbart wird. Dieses Dokument enthält für allgemeine und wiederholte Verfahren Regeln und Anleitungen über die Art und Weise der Durchführung einer Tätigkeit.

Personenbezogene Probenahme (oder Gerät zur personenbezogenen Probenahme): Ein von einer Person getragenes Gerät, das dem Atembereich dieser Person Proben entnimmt, um die Exposition gegenüber luftgetragener Gefahrstoffe ermitteln zu können.

Persönliche Schutzausrüstung: Eine Ausrüstung, die speziell entwickelt wurde, um vom Arbeitnehmer getragen oder auf andere Weise gehalten zu werden, um ihn vor einer oder mehreren Gefahren zu schützen, die seine Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz bedrohen können, einschließlich jeglicher Zusatzausrüstungen und Accessoires, die diesem Zweck dienen.

Prävention: Der Prozess der Vermeidung oder Verminderung von berufsbedingten Sicherheits- und Gesundheitsgefährdungen.

Risiko: Die Wahrscheinlichkeit, dass eine potenzielle Schädigung bei einer Verwendung und/oder einer Exposition eintreten wird.

Schutzmaßnahmen: Die Maßnahmen, die durchgeführt werden, um die Exposition gegenüber einem Gefahrstoff am Arbeitsplatz zu minimieren.

Stationäres Probenentnahmeggerät: Ein Gerät zur Probenahme, das an einem festgelegten Ort des Arbeitsplatzes für die Dauer einer Messung aufgestellt wird.

Staub: Eine disperse Verteilung von Festkörpern in der Luft, hervorgerufen durch mechanische Prozesse oder durch Aufwirbelung.

Thorakale Staubfraktion: Der Anteil eines luftgetragenen Materials, der bis in den Bereich jenseits des Larynx (Kehlkopfes) eindringt.

ANHANG 1:

ÜBERSICHT ÜBER DIE ARBEITSPLATZGRENZWERTE (IN MG/M³)

In der Richtlinie 2017/2398 ist ein verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert von 0,1 mg/m³ für Quarzfeinstaub festgelegt. Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, einen entsprechenden nationalen verbindlichen Arbeitsplatzgrenzwert festzulegen. Dieser kann strenger als der europäische Wert sein, darf diesen aber nicht überschreiten.

Siehe www.nepsi.eu/workplace-exposure-crystalline-silica

ANHANG 2:

TABELLEN DER VERFAHREN, DIE FEINSTAUB ERZEUGEN UND ZU EINER EXPOSITION GEGENÜBER QUARZFEINSTAUB FÜHREN KÖNNEN

Die folgenden Tabellen können helfen, zu beurteilen, ob die Arbeitsprozesse in Ihrem Betrieb die Freisetzung von feinen Partikeln verursachen können, die aufgewirbelt zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können.

Arbeitsprozesse, die in Minen und Steinbrüchen feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

ARBEITSPROZESSE IM BERGBAU/STEINBRUCH	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
FÖRDERUNG (Bergbau und Steinbruch)	<ul style="list-style-type: none"> • Windverfrachtung • Sprengen • Aufreißen/Bulldozerarbeiten • Fahrzeugbewegungen • Transport über Förderband • Be- und Entladen • Bohrarbeiten
BRECHEN UND MAHLEN	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Trockenverfahren • Geringe Gefährdung bei Nassmahlverfahren
WASCHEN/CHEMISCHE BEHANDLUNG/TRENNUNG	Geringe Gefährdung durch aufgewirbelten Staub
TROCKNEN UND KALZINIEREN	Alle Verarbeitungsprozesse zum Trocknen und Kalzinieren
TROCKENSIEBEN TROCKENMAHLEN	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Verarbeitungsprozesse zum Trockensieben • Alle Verarbeitungsprozesse zum Trockenmahlen
VERPACKEN	<ul style="list-style-type: none"> • in Säcke • auf Paletten • Fahrzeugbewegungen
LAGERUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Windverfrachtung von gelagertem Material • Fahrzeugbewegungen in der Nähe von gelagertem Material
VERLADUNG UND TRANSPORT	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugbeladung (herabfallendes Material) • Fahrzeugbewegung • Transport über Förderband
INSTANDHALTUNG	Arbeiten, welche die Demontage oder Öffnung von bzw. den Zugang zu technischen Einrichtungen erfordern oder das Betreten der oben aufgelisteten, staubhaltigen Verarbeitungsbereiche.
REINIGUNG	Reinigungsarbeiten, die das Betreten der oben aufgelisteten, staubhaltigen Verarbeitungsbereiche und/oder den Einsatz trockener Bürsten oder Druckluft erfordern.

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

ANHANG 2

Arbeitsprozesse, die in der Gesteinskörnungs- und Zuschlagstoffindustrie feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

Zu den gängigsten natürlichen Gesteinskörnungen gehören Sand, Kies und Schotter, aus Steinen von unterschiedlicher geologischer Herkunft, deren Gehalt an freiem Siliziumdioxid stark variiert (von 0 % bis 100 %). Der Gehalt an kristallinem Siliziumdioxid in recycelten und produzierten Gesteinskörnungen variiert abhängig von der Zusammensetzung des Materials, aus dem sie hergestellt werden. Die Quarzfeinstaubkonzentration hängt ab von der Art des verarbeiteten Materials und der Intensität der physischen Prozesse zur Zerkleinerung und Sortierung usw.

Wenn die Produktionsprozesse im Nassverfahren durchgeführt werden, ist die Stauberzeugung für gewöhnlich geringer.

GESTEINSKÖRNUNGS- UND ZUSCHLAGSTOFFINDUSTRIE	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
FÖRDERUNG/STEINBRUCH	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Geländes (Entfernung von Abraum) • Bohr- und Sprengarbeiten • Aufreißen und Bulldozerarbeiten • Mechanische Förderung • Wiederherstellungsarbeiten
ROHSTOFFTRANSPORT	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugbewegungen • Transport über Förderband (Anschlussstellen) • Be- und Entladen
VERARBEITUNG VON GESTEINSKÖRNUNGEN	<ul style="list-style-type: none"> • Zufuhr • Brechen/Schleifen/Mahlen • Sieben • Trocknen • Mischen • Umgang mit ungeeignetem Material
LAGERUNG VON ROHSTOFFEN/ GESTEINSKÖRNUNGEN	<ul style="list-style-type: none"> • Be- und Entladen
VERPACKEN	<ul style="list-style-type: none"> • in Säcke • auf Paletten
TRANSPORT VON GESTEINSKÖRNUNGEN	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugbeladung • Fahrzeugbewegung
INSTANDHALTUNG	<p>Arbeiten, welche die Demontage oder Öffnung von bzw. den Zugang zu technischen Einrichtungen, einschl. Filtersystemen, erfordern oder das Betreten der oben aufgelisteten, staubhaltigen Verarbeitungsbereiche.</p> <p>Die Gefährdung ist stark abhängig von der Art des Materials (bzw. dem Produktionsschritt)</p>
REINIGUNG	<p>Reinigungsarbeiten, die das Betreten der oben aufgelisteten, staubhaltigen Verarbeitungsbereiche erfordern.</p> <p>Höhere Gefährdung durch aufgewirbelten Staub:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trockenreinigung/-wischen <p>Geringe Gefährdung durch aufgewirbelten Staub:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nassreinigung und Staubsaugen

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

ANHANG 2

Arbeitsprozesse, die in der Kalksandsteinproduktion feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

KALKSANDSTEININDUSTRIE	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
ROHSTOFFE (LIEFERUNG, ENTLADUNG, TRANSPORT, LAGERUNG)	<ul style="list-style-type: none"> • Entladung von Fahrzeugen/Schüttgut • Entladung von Schüttgut bei Tanklastzügen (Ausblasen) • Entleerung von Säcken
ROHSTOFFE (VORBEREITUNG)	<ul style="list-style-type: none"> • Abwiegen • Brechen von Mineralien • Trocknung von Mineralien • Mischen von Materialien • Verarbeitungsanlagen im Steinbruch – Abbau und Förderung • Sieben
FORMGEBUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Formen • Nassschneiden • Oberflächenbehandlung
REINIGUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Reinigung von internen Transportfahrzeugen

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

ANHANG 2

Arbeitsprozesse, die in der Zementproduktion feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

Die Quarzfeinstaubkonzentration hängt ab von der Art des verarbeiteten Materials.

Es besteht nur ein geringes Risiko, dass Quarzfeinstaub vorhanden ist, und dieses beschränkt sich auf die ersten Phasen der Zementherstellung (Förderung/Steinbruch, Transport des Rohstoffs, Mahlen/Brechen). Während das Produkt sich im Ofen befindet und danach, ist die Gefährdung vernachlässigbar.

ZEMENTPRODUKTION	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
FÖRDERUNG/STEINBRUCH	<ul style="list-style-type: none"> • Windverfrachtung • Sprengen • Aufreißen/Bulldozerarbeiten
ROHSTOFFTRANSPORT	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugbewegungen (vorwiegend geschlossene Systeme) • Transport über Förderband (vorwiegend geschlossene Systeme) • Be- und Entladen (vorwiegend geschlossene Systeme)
MAHLEN/BRECHEN	Rohstoffverarbeitung: Ton, Sand, Kalkstein, Diatomeenerde
ROHMEHL	<ul style="list-style-type: none"> • Windverfrachtung (vorwiegend geschlossene Systeme) • Wartung (vorwiegend geschlossene Systeme)
MISCHEN, LAGERUNG UND TRANSPORT VON ROHMEHL	-
OFEN	-
TRANSPORT UND LAGERUNG	-
ZEMENTMÜHLE	-
VERPACKEN	<ul style="list-style-type: none"> • in Säcke • auf Paletten
TRANSPORT	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugbeladung • Fahrzeugbewegung
INSTANDHALTUNG	<p>Arbeiten, welche die Demontage oder Öffnung von bzw. den Zugang zu technischen Einrichtungen, einschl. Filtersystemen, erfordern oder das Betreten der oben aufgelisteten, staubhaltigen Verarbeitungsbereiche.</p> <p>Die Gefährdung ist stark abhängig von der Art des Materials (bzw. dem Produktionsschritt).</p>
REINIGUNG	Reinigungsarbeiten, die das Betreten der oben aufgelisteten, staubhaltigen Verarbeitungsbereiche erfordern.

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

ANHANG 2

Arbeitsprozesse, die in der Glas- und Mineralwollindustrie feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

GLASPRODUKTION	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
LAGERUNG VON ROHSTOFFEN	Wenn nicht im Silo gelagert: <ul style="list-style-type: none"> • Windverfrachtung • Ent-/Beladung • Transport (Förderband)
ZUBEREITUNG DES GLASGEMENGES	<ul style="list-style-type: none"> • Mischen • Transportieren • Reinigung
VERLADEN UND TRANSPORT	<ul style="list-style-type: none"> • Inhaltsstoffe des Gemenges
GEMENGEINLAGE	<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle Gemengeeinlage • Automatische Gemengeeinlage
FILTERANLAGE	<ul style="list-style-type: none"> • Betrieb • Reinigung • Wartung • Reparatur
ANLAGENREINIGUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Gemengeförderband • Schmelzofenteile
REPARATUR- UND DEMONTAGEARBEITEN	<ul style="list-style-type: none"> • Gemengeförderband • Schmelzofenteile

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

ANHANG 2

Prozesse, in denen feine Partikel entstehen, die zu einer Belastung mit alveolengängigem kristallinem Siliziumdioxid in der Gipsherstellung führen können:

Spuren von Siliziumdioxid können in den Rohstoffen, einschließlich Gips, gefunden werden.

Das Risiko, dass alveolengängiges kristallines Siliziumdioxid (RCS) vorhanden ist, ist gering und beschränkt sich auf die ersten Phasen der Gipsverarbeitung (Gewinnung/Abbau, Transport der Rohstoffe, Mahlen/Zerkleinern) sowie auf die Verarbeitung von Zusatzstoffen, die bestimmten Produkten auf Gipsbasis absichtlich zugesetzt werden. Nach diesen Verarbeitungsschritten wird das Risiko als vernachlässigbar eingeschätzt.

GIPSPRODUKTION	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
FÖRDERUNG/STEINBRUCH	<ul style="list-style-type: none"> • Windverfrachtung • Sprengen • Aufreißen/Bulldozerarbeiten
ROHSTOFFTRANSPORT	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugbewegungen (vorwiegend geschlossene Systeme) • Transport über Förderband (vorwiegend geschlossene Systeme) • Be- und Entladen (vorwiegend geschlossene Systeme)
MAHLEN/BRECHEN	Rohstoffverarbeitung
VERPACKEN	<ul style="list-style-type: none"> • in Säcke • auf Paletten
TRANSPORT	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugbeladung • Fahrzeugbewegung
INSTANDHALTUNG	<p>Arbeiten, welche die Demontage oder Öffnung von bzw. den Zugang zu technischen Einrichtungen, einschl. Filtersystemen, erfordern oder das Betreten der oben aufgelisteten, staubhaltigen Verarbeitungsbereiche.</p> <p>Die Gefährdung ist stark abhängig von der Art des Materials (bzw. dem Produktionsschritt).</p>
REINIGUNG	Reinigungsarbeiten, die das Betreten der oben aufgelisteten, staubhaltigen Verarbeitungsbereiche erfordern.

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

ANHANG 2

Arbeitsprozesse, die in der Keramikindustrie feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

KERAMIKHERSTELLUNG UND -BEARBEITUNG	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
LIEFERUNG, ENTLADUNG, TRANSPORT, LAGERUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugbewegung • Entladung von Fahrzeugen/Schüttgut • Entladung von Schüttgut bei Tanklastzügen (Ausblasen) • Entleerung von Säcken • Transport über Förderband • Andere Transportsysteme
VORBEREITUNG VON ROHSTOFFEN FÜR KÖRPER UND GLASUR	<ul style="list-style-type: none"> • Mischverhältnis herstellen • Mischen von Materialien • Schleifen/Mahlen • Sieben • Feststoff-Wasser-Trennung (Sprühtrocknung) <p>Geringe Gefährdung bei Nassverfahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nassmahlen • Plastifizierung • Auflösung
FORMGEBUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Trockenpressen • Isostatisches Pressen • Extrusion • Maschinelle Grünbearbeitung • Endbearbeitung von Gussteilen • Schneiden und Abgraten von gepressten Teilen • Garnierung <p>Geringe Gefährdung bei Nassverfahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formenfertigung • Schlickergießen • Plastische Formgebung
TROCKNEN	<ul style="list-style-type: none"> • Periodische und Durchlauftrocknung
GLASIEREN	<ul style="list-style-type: none"> • Be-/Entschickung des Ofens <p>Geringe Gefährdung durch aufgewirbelten Staub während des Brennvorgangs (Biskuit-, Glanz-, Dekorbrennen usw.)</p>

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

ANHANG 2

KERAMIKHERSTELLUNG UND -BEARBEITUNG	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
BRENNEN	<ul style="list-style-type: none"> • Be-/Entschickung des Ofens <p>Geringe Gefährdung durch aufgewirbelten Staub während des Brennvorgangs (Biskuit-, Glanz-, Dekorbrennen usw.)</p>
WEITERVERARBEITUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Fräsen (Quadrieren, Abkanten usw.) • Polieren • Läppen, Schleifen (trocken und nass) • Begradigen • Schneiden/Sägen • Bohren <p>Geringe Gefährdung durch aufgewirbelten Staub:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sortieren • Verpacken
WARTUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Zuschneiden feuerfester Materialien (für Öfen) • Entfernung von Staub oder Schlamm aus einer Entstaubungsanlage
REINIGUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Trockenreinigung <p>Geringe Gefährdung durch aufgewirbelten Staub:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nassreinigung

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

ANHANG 2

Arbeitsprozesse, die in der Blähtonindustrie feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

Lagerung und Transport, Vorbereitung, Mischen, Formen, Trocknen und Brennen können zu Staubemissionen führen.

BLÄHTONINDUSTRIE	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
LIEFERUNG, ENTLADUNG, TRANSPORT, LAGERUNG	<ul style="list-style-type: none">• Fahrzeugbewegung• Entladung von Fahrzeugen/Schüttgut• Säcke befüllen und leeren• Lkw-Transport• Andere Transportsysteme• Lagerungsbereiche
VORBEREITUNG VON ROHSTOFFEN	<ul style="list-style-type: none">• Mischen von Materialien• Mahlen
FORMGEBUNG	-
REINIGUNG VON GICHTSTAUB	-
TROCKNEN	<ul style="list-style-type: none">• Periodische und Durchlauftrocknung• Sprühtrocknung
BRENNEN	<ul style="list-style-type: none">• Brennverfahren im Ofen
WARTUNG	-

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

ANHANG 2

Arbeitsprozesse, die in der Steinwerkstoffindustrie feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

HERSTELLUNG UND VERARBEITUNG VON STEINWERKSTOFFEN	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
LIEFERUNG, ENTLADUNG, TRANSPORT, LAGERUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugbewegung • Entladung von Fahrzeugen/Schüttgut • Entladung von Schüttgut bei Tanklastzügen (Ausblasen) • Entleerung von Säcken • Transport über Förderband • Andere Transportsysteme
VORBEREITUNG VON ROHSTOFFEN	<ul style="list-style-type: none"> • Mischverhältnis herstellen • Mischen von Materialien • Schleifen/Mahlen • Sieben
FORMUNG VON PLATTEN	<ul style="list-style-type: none"> • Vakuumpressverfahren • Aushärtungsöfen • Nasspressverfahren • Formen
WEITERVERARBEITUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Schleifen/Anpassen • Polieren • Schneiden/Sägen • Bohren <p>Geringe Gefährdung durch aufgewirbelten Staub:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sortieren • Verpacken
WARTUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Entfernung von Staub oder Schlamm aus einer Entstaubungsanlage
REINIGUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Trockenreinigung <p>Geringe Gefährdung durch aufgewirbelten Staub:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nassreinigung

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

ANHANG 2

Arbeitsprozesse, die in der Gießerei-Industrie feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

GIESSEREIVERFAHREN	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
TRANSPORT UND LAGERUNG VON SAND	<ul style="list-style-type: none"> • Pneumatisches Fördersystem
SANDVORBEREITUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Mischen • Transport
KERN- UND FORMHERSTELLUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Mischen • Transport
GIESSEREI	Zustellen und Ausbrechen aus feuerfesten Materialien (Gießpfannen, Schmelzöfen)
AUSLEEREN	Gussstücke vom Sand trennen
ENTGRATEN/PUTZEN	<ul style="list-style-type: none"> • Strahlputzen • Schleifen von Gussstücken

Arbeitsprozesse, die in der Mörtelindustrie feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

MÖRTELHERSTELLUNG	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
VORBEREITUNG VON ROHSTOFFEN	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung von Gesteinskörnungen • Sieben • Trocknung von Gesteinskörnungen
LAGERUNG VON ROHSTOFFEN	<ul style="list-style-type: none"> • Windverfrachtung (bei Lagerung im Außenbereich) • Entladung (Lkw, Säcke)/Beladung (Silos) • Transport (Förderband)
MISCHEN VON MATERIALIEN	<ul style="list-style-type: none"> • Transportieren • Befüllung (manuell/automatisch) • Mischverfahren
ABFÜLLEN VON TROCKENMISCHUNGEN	<ul style="list-style-type: none"> • Lkw • Mörtelsilos • Säcke
REINIGUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Anlagen
REPARATUR UND WARTUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Anlagen

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.

TEIL 1: WESENTLICHE EIGENSCHAFTEN VON QUARZFEINSTAUB

ANHANG 2

Arbeitsprozesse, die in der Betonfertigteil-Industrie feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

BETONFERTIGTEILPRODUKTION	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
ROHSTOFFE (LIEFERUNG, ENTLADUNG, TRANSPORT, LAGERUNG)	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Lagerung (im Innen- und Außenbereich) • Umschlag- und Transportsysteme • Entleerung von Säcken • Be-/Entladen von Schüttgut • Brechen/Mahlen von Mineralien
BETONHERSTELLUNG IM ALLGEMEINEN NASSVERFAHREN	<ul style="list-style-type: none"> • Mischen von Materialien • Mischungsverhältnis von Schüttgut herstellen • Trocknen • Plastische Formgebung
NACHBEARBEITUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Endbearbeitung (trocken) • Allgemeine Lagerung (im Innen- und Außenbereich) • Förder- und Transportsysteme
REINIGUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Reinigung der Formen • Förder- und Transportsysteme

Arbeitsprozesse, die in der Fertigbeton-Industrie feine Partikel erzeugen und zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen können:

FERTIGBETONHERSTELLUNG	WO KANN SICH QUARZFEINSTAUB BILDEN? (nicht erschöpfende Liste)
UMSCHLAG VON ROHSTOFFEN (ZEMENT, GESTEINSKÖRNERUNGEN, FLUGASCHE, SILIKASTAUB)	<ul style="list-style-type: none"> • Entladen • Lagerung (im Innen- und Außenbereich) • Umschlag und Transport • Be-/Entladen von Schüttgut • Brechen von Betonresten
BETONHERSTELLUNG	<ul style="list-style-type: none"> • Mischen von Materialien • Mischungsverhältnis von Schüttgut herstellen

Nicht jeder Prozessschritt ist für jedes Produkt bzw. jeden Betrieb erforderlich oder zutreffend.



**TEIL 2:
HANDBUCH FÜR
PRAKTISCHE
SCHUTZMASSNAHMEN**

1. EINLEITUNG

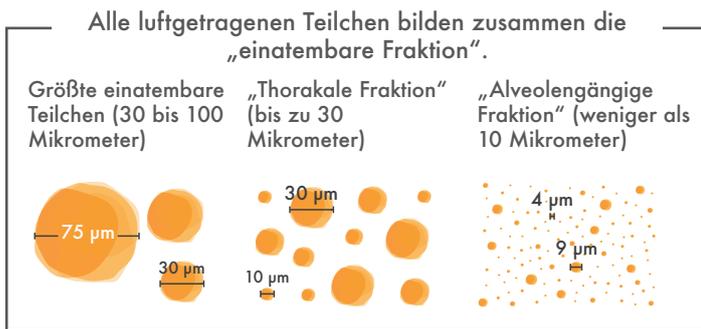
Dieser Teil des Leitfadens über bewährte Praktiken hat zum Ziel, die Gefährdungen, denen Arbeitnehmer durch Quarzfeinstaub ausgesetzt sein können, zu reduzieren.

Der erste Teil ist eine Einführung zum Thema Quarzfeinstaub.

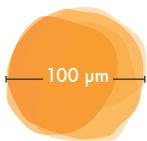
Der zweite Teil enthält eine Reihe von Anleitungsblättern, in denen bewährte Praktiken und Techniken für verschiedene allgemeine und spezifische Arbeiten beschrieben werden. Die allgemeinen Anleitungsblätter (Abschnitt 2.1.) beziehen sich auf alle Industriezweige, die Unterzeichner des Übereinkommens über den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinem Siliziumdioxid und dieses enthaltender Produkte sind. Die spezifischen Anleitungsblätter (Abschnitt 2.2) beziehen sich auf Schutzmaßnahmen, die nur eine begrenzte Anzahl von Industriezweigen betreffen. Die Anleitungsblätter für das Management beziehen sich auf allgemeine Managementaufgaben und gelten für alle Industriezweige.

TEIL 2: HANDBUCH FÜR PRAKTISCHE SCHUTZMASSNAHMEN

1. EINLEITUNG



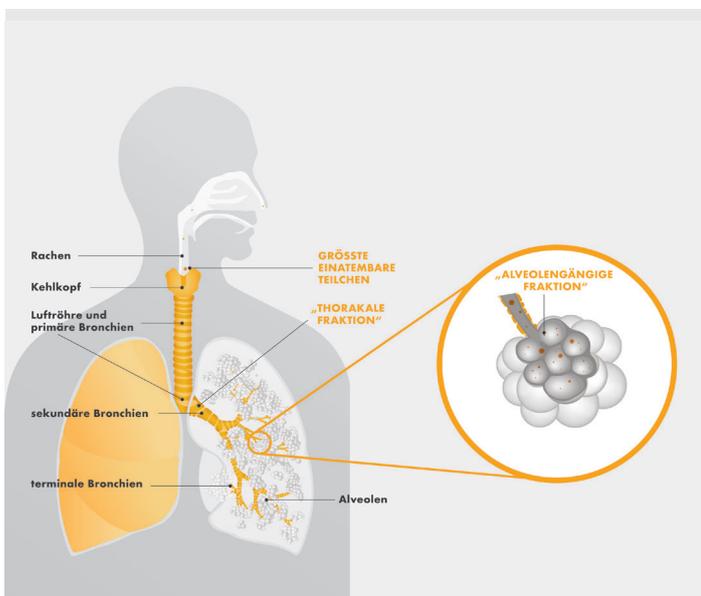
Kochsalz
(100 Mikrometer)



1.1 WAS IST QUARZFEINSTAUB?

Gemäß Definition ist Quarzfeinstaub die Fraktion des kristallinen luftgetragenen Siliziumdioxids, die in die Alveolen (d. h. den Bereich, in dem der Gasaustausch stattfindet) der Lungen eindringen kann.

Bei kristallinem Siliziumdioxid ist die alveolengängige Staubfraktion für die gesundheitlichen Auswirkungen verantwortlich. Die alveolengängigen Staubpartikel sind so klein, dass sie mit dem bloßen Auge nicht wahrgenommen werden können. Sobald sich alveolengängiger Staub in der Luft verbreitet hat, bedarf es einer sehr langen Zeit, bis er sich vollständig abgesetzt hat. Schon eine einzige Freisetzung von Staub in die Luft am Arbeitsplatz kann zu einer merklichen Exposition führen. In Situationen, in denen die Luft konstant aufgewirbelt und keine Frischluft zugeführt wird, kann der alveolengängige Staub mehrere Tage in der Luft am Arbeitsplatz verbleiben.



1.2 WIE GELANGT QUARZFEINSTAUB IN DEN KÖRPER?

Quarzfeinstaub gelangt in den Körper, sobald Staub eingeatmet wird, der einen Anteil an kristallinem Siliziumdioxid enthält. Wenn der Staub besonders kleine Partikel enthält (sodass die Partikel in die alveolengängige Fraktion fallen), gelangt der Staub bis tief in die Lungen. An dieser Stelle kann Quarzfeinstaub Auswirkungen auf die Gesundheit haben.

1.3 WELCHE GESUNDHEITLICHEN AUSWIRKUNGEN VON QUARZFEINSTAUB SIND BEKANNT?

Die wichtigste gesundheitliche Auswirkung, die mit dem Einatmen von Quarzfeinstaub in Verbindung gebracht wird, ist Silikose.

Bei Silikose handelt es sich um eine der häufigsten Formen von Pneumokoniose (Staublung). Silikose ist eine knotige fortschreitende Fibrose, die durch die Ablagerung von feinen alveolengängigen Partikeln aus kristallinem Siliziumdioxid in den Lungen verursacht wird. Bei einer längeren Überexposition kann das natürliche Abwehrsystem des Körpers Schwierigkeiten haben, den Quarzfeinstaub aus der Lunge zu entfernen. Eine Ansammlung von Staub kann langfristig irreversible gesundheitliche Auswirkungen haben. Dazu gehören eine Vernarbung der innersten Teile der Lungen, die zu Atmungsschwierigkeiten und, in einigen Fällen, sogar zum Tod führen kann. Größere (nicht-alveolengängige) Partikel setzen sich mit größerer Wahrscheinlichkeit in den oberen Luftwegen des Atmungssystems ab und können über den Schleim ausgetragen werden.

Nur selten sind Arbeitnehmer reinem Siliziumdioxid in kristalliner Form ausgesetzt. Der Staub, den sie am Arbeitsplatz einatmen, setzt sich gewöhnlich aus einer Mischung von kristallinem Siliziumdioxid und sonstigen Materialien zusammen.

Die Reaktion des Einzelnen ist dabei von folgenden Faktoren abhängig:

- Art des Staubs und Gehalt an kristallinem Siliziumdioxid im Staub
- Staubfraktion
- Umfang und Art der persönlichen Exposition (Dauer, Häufigkeit und Intensität, die von den Arbeitsverfahren abhängen)
- persönliche physiologische Merkmale
- Rauchgewohnheiten

1.4 WO IST QUARZFEINSTAUB ANZUTREFFEN?

Eine berufsbedingte Exposition gegenüber Quarzfeinstaub kann in jeder Arbeitssituation auftreten, in der Staub mit einem Anteil an alveolengängigem kristallinem Siliziumdioxid erzeugt wird und sich in der Luft ausbreitet.

Eine berufsbedingte Exposition gegenüber Quarzfeinstaub kommt in vielen Industriezweigen vor, hierzu gehören Steinbrüche,

Bergbau, Mineralverarbeitung (z. B. Trocknen, Mahlen, Verpacken und Verarbeiten), Schieferverarbeitung, Steinbruch- und Steinmetzarbeiten, die Arbeit in Gießereien, Ziegeleien und Fliesenherstellung, bestimmte Prozesse zur Herstellung feuerfester Materialien, Baugewerbe einschließlich Arbeiten mit Stein, Beton, Ziegel und bestimmten Dämmplatten, Tunnelbau, Gebäudesanierung (Malerarbeiten) sowie die Keramikindustrie.

WIE SIND DIE ANLEITUNGSBLÄTTER ANZUWENDEN?

Bevor in einem Betrieb eine Arbeit aufgenommen wird, die zu einer berufsbedingten Exposition gegenüber Quarzfeinstaub führen kann, muss der Arbeitgeber eine Gefährdungsbeurteilung durchführen, um die Quelle, die Art und das Ausmaß dieser Exposition zu ermitteln.

Falls die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass die Arbeitnehmer einer Exposition durch Quarzfeinstaub ausgesetzt sein können, sollten geeignete, den gesetzlichen Vorschriften entsprechende Schutzmaßnahmen eingeleitet werden, um die Exposition zu minimieren.

In den folgenden Anleitungsblättern sind geeignete Schutzmaßnahmen beschrieben, die den Arbeitgebern dabei helfen, die Exposition bei vielen häufig vorkommenden Arbeiten und Aktivitäten zu reduzieren. Bei der Entscheidung, welches der Anleitungsblätter anzuwenden ist, sollte den Hauptquellen der Exposition durch Quarzfeinstaub am Arbeitsplatz Priorität eingeräumt werden.

Abhängig von den spezifischen Umständen ist es nicht in jedem Fall erforderlich, alle auf diesem Blatt beschriebenen Schutzmaßnahmen anzuwenden, um die Exposition gegenüber Quarzfeinstaub zu minimieren bzw. die Anforderungen der Richtlinie 2017/2398 zu erfüllen.

SO FINDEN SIE DAS RICHTIGE ANLEITUNGSBLATT

Zur besseren Orientierung wurden die Anleitungsblätter in Kategorien eingeteilt. Die unterschiedlichen Themen- und Maßnahmenbereiche der Anleitungsblätter sowie die Industriezweige, für die sie relevant sind, sind visuell gekennzeichnet.

FARBEN DER THEMENBEREICHE

ALLGEMEINE Anleitungsblätter Teil 2.1	SPEZIFISCHE Anleitungsblätter Teil 2.2	Anleitungsblätter für das MANAGEMENT Teil 2.3
--	---	--

PIKTOGRAMME FÜR MASSNAHMENBEREICHE

Zugang	Auslegung & Ausrüstung	Wartung	Prüfen & Testen	Reinigung
Schulung	Überwachung	Persönliche Schutzausrüstung	Durchführung der Arbeiten	Allgemein
Gesundheit & Sicherheit	Organisation	Kommunikation	Schriftliche Vereinbarung	CNC-Maschinen
Halbmaske	PAPR	Manuelle Werkzeuge	Manuelle Sägen	

INDUSTRIEZWEIGE

- AGG** Gesteinskörnungen
- AST** Steinwerkstoffe
- CEM** Zement
- CER** Keramik
- CSMU** Kalksandstein
- EXCA** Blähton
- FND** Gießereien
- GLA** Glas
- GYP** GIPS
- IMA** Industriemineralien
- INS** Mineralwolle
- MIN** Bergbau
- MOR** Mörtel
- NST** Naturstein
- PC** Betonfertigteile
- RMC** Fertigbeton

ALL

TEIL 2: HANDBUCH FÜR PRAKTISCHE SCHUTZMASSNAHMEN

2. ANLEITUNGSBLÄTTER

ALLGEMEINE ANLEITUNGSBLÄTTER

2.1.	ALLGEMEINE ANLEITUNGSBLÄTTER	ALLE INDUSTRIEZWEIGE
2.1.1	Reinigen von Oberflächen und Anlagen	X
2.1.2	Auslegung von Gebäuden	X
2.1.3	Gestaltung von Kontrollräumen	X
2.1.4	Auslegung von Rohrleitungen	X
2.1.5	Auslegung von Entstaubungsanlagen	X
2.1.6	Planung von Maßnahmen für Situationen mit unvorhersehbar hoher Exposition	X
2.1.7	Lagerung in Gebäuden	X
2.1.8	Lagerung im Freien	X
2.1.9	Allgemeine Be- und Entlüftung	X
2.1.10	Erforderliche Hygiene	X
2.1.11	Förder- und Transportsysteme	X
2.1.12	Arbeiten im Labor	X
2.1.13	Lokale Absaugungsvorrichtungen	X
2.1.14	Wartungs- und Reparaturarbeiten	X
2.1.14a	Trockenfräsen und Schleifarbeiten mit Winkel-/Trennschleifern oder elektrischen Mauernutfräsen	X
2.1.14b	Trockenschleifen von Beton und anderen Materialien mit elektrischen Betonschleifern	X
2.1.14c	Trockenschleifarbeiten mit handgeführten Elektrowerkzeugen	X
2.1.14d	Nassbearbeitung mit handgeführten Elektrowerkzeugen von mineralischen Werkstücken, die kristallines Siliziumdioxid enthalten	X
2.1.15	Persönliche Schutzausrüstung	X
2.1.16	Entfernung von Staub oder Schlamm aus einer Entstaubungsanlage	X
2.1.18	Verpackungssysteme	X



SPEZIFISCHE ANLEITUNGSBLÄTTER

2.2.	SPEZIFISCHE ANLEITUNGSBLÄTTER	GKÖ	SWS	ZEM	KER	KSS	BTO	GIE	GLA	GYP	IMI	MWO	BERG	MÖR	NST	BFT	FBE
2.2.1a	Entleerung von Behältern – Kleinbehälter	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	
2.2.1b	Entleerung von Behältern – Massengutbehälter	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X
2.2.2	Chargenbeschickung im Verarbeitungsprozess – Glas								X			X					
2.2.3a	Verladen von Schüttgut in Tanklastzüge	X	X	X			X	X		X	X		X	X		X	X
2.2.3b	Verladen von Schüttgut	X		X		X	X	X		X	X		X	X		X	X
2.2.4a	Entladung von Schüttgut bei Tanklastzügen (Ausblasen)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
2.2.4b	Entladen von Schüttgut	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
2.2.5	Kern- und Formherstellung in Gießereien							X									
2.2.6	Brechen von Mineralien/Rohstoffen	X		X		X	X			X	X		X			X	
2.2.7	Zuschneiden und Polieren von Keramik und Gesteinen		X		X			X							X		
2.2.8	Trocknen von Mineralien/Rohstoffen	X		X		X	X		X	X	X			X			X
2.2.9	Trockenpressen – Keramik				X												
2.2.10	Glätten größerer Gussstücke in Gießereien							X									
2.2.11	Glätten kleinerer Gussstücke in Gießereien							X									
2.2.12	Endarbeiten (trocken oder nass) in Keramik und Beton				X											X	
2.2.13	(Biskuit-, Glasur-, Glanz-, Dekor-)Brennen von Keramik und Gesteinen		X		X										X		
2.2.14	Glasschmelzofen-Gemengebeschickung (Behälterglas)											X					
2.2.15	Sandstrahlen in Fabriken				X			X									
2.2.16	Mahlen von Mineralien/Rohstoffen	X		X					X	X	X					X	
2.2.17	Isostatisches Pressen (trocken) in Keramik		X		X												
2.2.18	Abfüllen von Großbehältern (Big-Bags)	X	X	X			X	X		X	X			X			
2.2.19	Ausleeren in Gießereien							X									
2.2.20	Zustellen und Ausbrechen in Gießereien							X									
2.2.21	Mischen von Stoffen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X

2. ANLEITUNGSBLÄTTER

2.2.	SPEZIFISCHE ANLEITUNGSBLÄTTER	GKÖ	SWS	ZEM	KER	KSS	BTO	GIE	GLA	GYP	IMI	MWO	BERG	MÖR	NST	BFT	FBE
2.2.22	Periodische und Durchlauftrocknung				X		X	X	X	X						X	
2.2.23	Plastische Formgebung in Keramik und Beton				X		X									X	
2.2.24	Aufbereitung – Keramik		X		X		X										
2.2.25	Formstoffaufbereitung in Gießereien							X									
2.2.26a	Abwiegen von Kleinmengen				X	X											
2.2.26b	Abwiegen von Schüttgut				X	X	X			X				X		X	X
2.2.27	Einsatz von Wasser/Zusatzstoffen auf Straßen oder Flächen im Freien zur Reduzierung von Staubkonzentrationen	X		X			X	X		X	X	X					X
2.2.28	Sieben	X		X	X	X	X			X	X						
2.2.29	Strahlputzen in Gießereien							X									
2.2.30a	Abfüllung von Kleinbehältern – Grobkörnige Produkte	X	X				X			X	X			X			
2.2.30b	Abfüllung von kleinen Säcken – pulverförmige/feinkörnige Produkte	X	X				X			X				X			
2.2.30c	Automatische Abfüllung kleiner Säcke	X	X	X						X	X			X			
2.2.31	Sprühtrocknung – Keramik und Beton				X											X	
2.2.32	Spritzglasieren – Keramik				X												
2.2.33	Transportsysteme für feine, trockene siliziumdioxidhaltige Produkte	X	X	X	X				X		X	X					
2.2.34	Verwendung einer Bohranlage	X		X						X	X						
2.2.35	Staubunterdrückung mit Hilfe von Wasser	X	X	X	X		X	X			X	X			X	X	X
2.2.36	Montage von Arbeitsplatten		X												X		
2.2.37	Einsatz von Atemschutzgeräten in der Steinplattenindustrie		X												X		
2.2.38	Steinfertigung: Nasswerkzeuge in der Produktionswerkstatt		X												X		
2.2.39	Reinigung von Härtewagen in der Kalksandsteinherstellung					X											
2.2.40	Formung von Kalksandsteinen vor der Härtung					X											
2.2.41	Oberflächenbearbeitung von Kalksandsteinen					X											
2.2.42	Nassschneiderverfahren von Kalksandsteinen		X			X									X		



2. ANLEITUNGSBLÄTTER

2.2.	SPEZIFISCHE ANLEITUNGSBLÄTTER	GKÖ	SWS	ZEM	KER	KSS	BTO	GIE	GLA	GYP	IMI	MWO	BERG	MÖR	NST	BFT	FBE
2.2.43	Fahrzeuge im Steinbruch – Abbau und Förderung	X		X		X				X	X			X			
2.2.44	Mobile Verarbeitungsanlagen in Steinbrüchen	X		X						X	X						

ANLEITUNGSBLÄTTER FÜR DAS MANAGEMENT

2.3.	ANLEITUNGSBLÄTTER FÜR DAS MANAGEMENT	ALLE INDUSTREIZWEIGE
2.3.1	Staubüberwachung	X
2.3.2	Staubüberwachung in Echtzeit	X
2.3.3	Überwachung	X
2.3.4	Schulungsmaßnahmen	X
2.3.5	Arbeiten mit selbständigen Auftragnehmern	X



**BESUCHEN SIE DEN NEPSI LEITFADEN
ÜBER BEWÄHRTE PRAKTIKEN**

GUIDE.NEPSI.EU

**DIE ANLEITUNGSBLÄTTER DES LEITFADENS ÜBER BEWÄHRTE
PRAKTIKEN FINDEN SIE AUF**

GUIDE.NEPSI.EU/SHEETS