

Das kristalline Siliziumdioxid: bewährte Verfahren der Risikobewertung und des Risikomanagements mit Schwerpunkt auf künstlichen und Natursteinen



Vorwort

Für die Jahre 2023-2025 hat der Dienst für Arbeitsmedizin, Abteilung ärztliches Arbeitsinspektorat der Sanitätseinheit einen zielgerichteten Präventionsplan (ZPP) aufgestellt, um die Beurteilungsverfahren und die Präventionsmaßnahmen für die Gesundheit der Arbeiter zu überprüfen, die im Sektor Kunst- und Natursteinverarbeitung freiem kristallinem Siliziumdioxid ausgesetzt sind.

Dieses Best-Practice-Dokument ist ein integraler Bestandteil des betreffenden ZPP, um den Unternehmen des Sektors Unterstützung und Hilfe zu bieten; es kann auch als Informations- und Schulungsinstrument für die Arbeitnehmer verwendet werden.

Einige der berichteten Informationen wurden aus den gezielten Präventionsplänen anderer Regionen entnommen:

Zielgerichteter Präventionsplan "Steinverarbeitung" Kampagne zur Förderung von Sicherheit und Gesundheitsschutz im Sektor der Natur- und Kunststeinverarbeitung - Gute Praktiken zur Vorbeugung des Risikos "Siliziumdioxid" - ATS Brianza Juli 2020

Zielgerichteter Präventionsplan im Kunststeinsektor zur Bewertung und Eindämmung der Exposition gegenüber kristallinem Siliziumdioxid und zur Vorbeugung der damit verbundenen Krankheiten - Region Venetien - Juli 2023

Dieser Dienst steht den Unternehmen unter folgenden Adressen zur Verfügung

Tel. 0471 437 155

E-mail: medlav.ispettorato@sabes.it

PEC: medlav.ispettorato@pec.sabes.it

Übersicht

1. EINLEITUNG	3
1.1. Gefährdete Arbeitsbereiche.....	3
1.2. Erkrankungen im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber kristallinem freiem Siliziumdioxid (SLC)	4
1.3. Die Staublungge	4
1.4. Akute Silikose und Kunststeine	6
2. DIE KÜNSTLICHEN STEINE.....	6
3. RECHTLICHE HINWEISE.....	7
3.1 Die Expositionsgrenzwerte.....	7
4. RISIKOBEWERTUNG UND -MANAGEMENT IM ZUSAMMENHANG MIT SLC	8
4.1. Pflichten des Arbeitgebers	8
4.1.1. Risikobewertung	8
4.1.2. Maßnahmen zur Risikobewältigung.....	11
4.1.3. Maßnahmen für einzelne Arbeitnehmer	15
4.2. Pflichten des Arbeitnehmers.....	15
4.3. Am Ende von allem... ..	17
5. ÄRZTLICHE ÜBERWACHUNG	18

1. EINLEITUNG

Kieselsäure ist eine Verbindung aus Silizium (Si) und Sauerstoff (O). Unter bestimmten Bedingungen können sich diese beiden chemischen Elemente zu Kieselsäure (SiO_2) verbinden. Kieselsäure macht mehr als 60 Prozent der Masse der Erdkruste aus und kommt daher in den meisten Gesteinen der Natur vor.

Reines Siliziumdioxid ist ein weißes Pulver, das in verschiedenen Formen vorkommen kann:

- **hydratisiert** (Kieselgur oder Diatomeenerde);
- **wasserfrei** (Bimsstein, Kieselerde, Quarzglas);
- **kristallin** (Quarz, Tridymit und Cristobalit)

Bei diesen Formen kann die innere Anordnung der Silizium- und Sauerstoffatome regelmäßig oder ungeordnet sein. Im ersten Fall spricht man von **kristalliner** freier Kieselsäure, im zweiten Fall von **amorpher** (hydratisierter und wasserfreier) freier Kieselsäure.

Für die menschliche Gesundheit gefährlich ist kristallines Siliziumdioxid in seiner **lungengängigen** Form (SLC) d.h. Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 10 Mikrometern. In der Natur kommt kristalline Kieselsäure in den meisten Gesteinen vor und ist in Sand, Ton und Natursteinen enthalten (siehe Tabelle 1); sie ist auch in Industrieprodukten wie Ziegeln, Zement, Fliesen und Kunststeinen enthalten und kann künstlich hergestellt werden, wie im Fall von künstlichen Glasfasern.

Tabelle 1. Prozentualer Anteil der kristallinen freien Kieselsäure in den wichtigsten Natursteinarten.

Naturstein	% kristalline freie Kieselsäure
Schiefer	20-25
Ton	2-45
Bauxit	≤ 10
Kalkstein	0,2
Granit	25-35
Ziegel	10-45
Liparit	25-35
Quarzporphyr	25-35
Quarzit	60-100
Sand	5-75

1.1 Gefährdete Arbeitsbereiche / Arbeitsbereiche mit erhöhtem Risiko

Die Silikose war eine der ersten anerkannten Berufskrankheiten in unserem Land, und bereits mit dem Gesetz Nr. 455 von 1943 wurde die Pflichtversicherung gegen Silikose und Asbestose eingeführt.

Die Exposition gegenüber lungengängigem **SLC** kommt auch heute noch in vielen Arbeitsbereichen vor:

- Gesteinsindustrie
- Keramische Industrie
- Gießereien
- Glasindustrie
- Industriemineralien und Metallerze
- Zementindustrie

- Bergbau
- Herstellung von Mineralwolle
- Naturstein-Industrie
- Mörtel-Industrie
- Betonfertigteil-Industrie

Weniger traditionelle Tätigkeiten sind:

- Dentallabors
- Sandstrahlen von Jeans
- Verarbeitung von Halbedelsteinen (Achat)
- **Herstellung und Bearbeitung von Kunststeinen**

Eine Exposition außerhalb des Arbeitsplatzes ist auch bei Hobbytätigkeiten (z.B. Töpfern und Keramik) und in der Umwelt bei Personen möglich, die in der Nähe von Betrieben mit **SLC**-Exposition wohnen oder sich dort längere Zeit aufhalten.

1.2. Erkrankungen im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber kristallinem freiem Siliziumdioxid (SLC)

Kristallines freies Siliziumdioxid kann zahlreiche gesundheitsschädliche Auswirkungen haben:

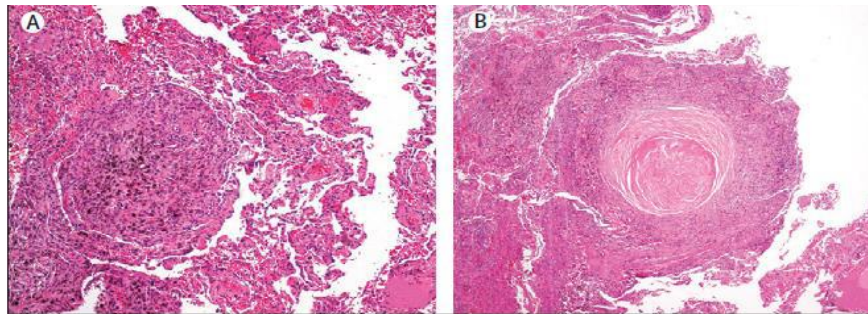
- Silikose (pulmonale und extrapulmonale Erkrankung)
- Erhöhte Anfälligkeit für Infektionskrankheiten, insbesondere Tuberkulose
- Erhöhte Anfälligkeit für Autoimmunerkrankungen wie rheumatoide Arthritis und Sklerodermie.
- Erhöhtes Lungenkrebsrisiko, insbesondere in Verbindung mit Rauchen.

Seit 1997 wird kristallines freies Siliziumdioxid von der IARC (Internationale Agentur für Krebsforschung) als sicheres Lungenkarzinogen für den Menschen eingestuft.

1.3. Die Silikose / Staublunge

Die Silikose ist eine Lungenerkrankung aus der Gruppe der Pneumokoniosen, einem Sammelbegriff für Lungenerkrankungen, die durch langjähriges (in der Regel mindestens zehnjähriges) Einatmen von organischen und/oder anorganischen Stäuben verursacht werden. Innerhalb dieser Gruppe ist die Silikose eine der schwerwiegendsten Erkrankungen, die im Laufe der Zeit zur Bildung von Lungenknötchen und Lungenfibrose führen kann (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1. Histologischer Schnitt durch die Lunge mit silikotischen Läsionen. Im Bild A eine frühe silikotische Läsion, bestehend aus einem zellulären Knötchen aus silikastaubbeladenen Makrophagen. Im Bild B chronische silikotische Knötchen mit konzentrischer Fibrose im Zentrum und staubbeladenen Makrophagen in der Peripherie.



Folgende Faktoren bestimmen die Entstehung der Silikose:

- SLC-Konzentration in der Luft
- Partikelgröße
- Dauer der Exposition
- Alter der Partikel ("frisch" gemahlene Partikel sind gefährlicher)
- Vorhandensein von Verunreinigungen in der kristallinen Struktur der Kieselsäure
- Verarbeitungstemperatur von SLC (über 800 C° verliert es seine Gefährlichkeit)

Im Allgemeinen treten die ersten Symptome erst nach einigen Jahren der Exposition auf (außer bei akuter Silikose); Episoden von Atemnot und Husten, begleitet von wiederkehrender Bronchitis, beschreiben das anfängliche Bild einer eingeschränkten Atemfunktion aufgrund der Verdickung des Lungengewebes. Im Laufe der Zeit verschlechtert sich diese Situation und führt in einigen Fällen zum Tod des Betroffenen.

Darüber hinaus verändert Siliziumdioxid die Reaktionen des Immunsystems und erhöht die Anfälligkeit für andere Lungeninfektionen. Aus diesem Grund wird das Krankheitsbild eines Silikosepatienten häufig mit Tuberkulose (Siliko-Tuberkulose) in Verbindung gebracht, die heute in vielen Entwicklungsländern weit verbreitet ist.

Abbildung 2. Röntgenbild des Brustkorbs bei silikotischer Lungenfibrose



Die verschiedenen Formen der Silikose

Chronische Silikose: je nach Intensität der Exposition kann es 10 bis 40 Jahre dauern, bis sich eine Silikose manifestiert. Dies ist die häufigste Form der Silikose, die sich durch kleine knotige Trübungen im Röntgenbild der Brust auszeichnet.

Akute Silikose: sie tritt sehr rasch auf, innerhalb weniger Wochen bis maximal drei Jahre nach der Exposition, und ist im Allgemeinen durch sehr hohe Konzentrationen von inhaliertem SLC in geschlossenen Räumen gekennzeichnet. Das Symptombild umfasst im Allgemeinen rasch zunehmende Atemnot, Husten und Gewichtsverlust. Ein Atemstillstand tritt rasch ein. Der Patient kann eine Sauerstofftherapie oder auch eine

Lungentransplantation benötigen. In einigen Fällen kann die Krankheit zum Tod führen.

Die Häufigkeit dieser Form hat in den letzten Jahren zugenommen, auch im Zusammenhang mit der Verarbeitung von Kunststeinen (insbesondere Quarz-Harz-Konglomerate), die seit einigen Jahren auf dem Markt sind.

Beschleunigte/schnell fortschreitende Silikose: das klinische Bild ähnelt dem der akuten Silikose, die Latenzzeit ist jedoch länger (etwa 10 Jahre). Die während der Exposition eingeatmeten SLC-Konzentrationen sind hoch, aber im Allgemeinen niedriger als die Konzentrationen, die zur akuten Silikose führen.

1.4 Akute Silikose und Kunststeine

Wie bereits erwähnt, ist die Inzidenz der akuten Silikose zwar insgesamt gering, nimmt aber mit dem Inverkehrbringen von Kunststeinen zu, die in der Regel mehr als 90% kristallines Siliziumdioxid enthalten, was bei Natursteinen in der Regel nicht der Fall ist. Es handelt sich um eine sehr ernste Form, da sie sehr schnell fortschreitet und eine mittlere Überlebenszeit von nur < 1 Jahr hat.

Sie zeichnet sich durch ein typisches Bild im Thorax-CT aus (Glasschliffareale), das in der Regel die gesamte Lunge betrifft. Auf einer normalen Röntgenaufnahme des Thorax ist sie normalerweise nicht zu erkennen.

2. DIE KÜNSTLICHEN STEINE

Kunststein ist ein Aggregat aus mineralischen oder harzartigen Stoffen (künstliche Bindemittel und Harze) mit Zusatz von Sand und Gesteinsbruchstücken. Er wird im Bauwesen und in der Möbelindustrie verwendet und ahmt den Naturstein in dekorativen und konstruktiven Elementen nach. Im Gegensatz zum Naturstein sind seine physikalischen und mechanischen Eigenschaften jedoch speziell auf die Bedürfnisse des Benutzers abgestimmt (z.B. bessere Beständigkeit gegen hohe Temperaturen und gegen Chemikalien, die zur Reinigung der Oberflächen verwendet werden, usw.).

Als Bindemittel für Kunststeine werden beispielsweise Kreide, Zement und Luftkalk oder hydraulischer Kalk verwendet.

Die verwendeten Kunstharze sind viskose Materialien, die kalt oder warm aushärten können. Verschiedene Arten von Kunstharzen dienen als Matrix für Verbundwerkstoffe und werden auch im Bauwesen verwendet.

Die Verarbeitung von Kunststeinen stellt ein erhebliches Gesundheitsrisiko dar, da ihr Gehalt an kristalliner Kieselsäure in der Regel über 90% liegt.

Gefährlich sind auch mögliche Schneidarbeiten bei der Installation und Montage beim Kunden, wo es viel schwieriger ist, geeignete Präventions- und Schutzsysteme einzusetzen.

Die in Italien am häufigsten verwendeten Kunststeine sind die folgenden (*Tabelle 2*):

Handelsname	% kristalline Kieselsäure	Einsatzgebiet
OKITE®	Bis zu 92	Möbelzubehör (Küchen- und Badabdeckungen und andere Verwendungen)
Quarz-Agglomerat (Stone italiana S.p.A.)	90-93	Fußböden – Wandfliesen – Arbeitsplatten – Einrichtungsgegenstände
SILESTONE®	94	Oberflächen von Küchenarbeitsplatten, Bädern, Fußböden und Wänden
QEVO	93	Küchenarbeitsplatten, Innenausbau

SM QUARTZ®	87-93	Innenbereich; Küchenarbeitsplatten, Badezimmer, Fußböden, Verkleidungen, Treppen usw.
DEKTON®	5-11	Anwendungen im Innen- und Außenbereich von Gebäuden als Regale, Waschtische, Verkleidungen, Bedachungen, Dächer, Fassaden, Fußböden und ähnliche Anwendungen.

3. RECHTLICHE HINWEISE

Wenn wir über SLC am Arbeitsplatz sprechen, beziehen wir uns aus regulatorischer Sicht auf Titel IX des Gesetzesdekretes 81/08, Kapitel II (Schutz vor Karzinogenen und Mutagenen), da die italienische Gesetzgebung ab 2020 Siliziumdioxid in die Liste der Karzinogene des Dekretes aufgenommen hat (Anhänge XLII und XLIII).

Der Arbeitgeber vermeidet oder verringert die Verwendung eines karzinogenen Arbeitsstoffes oder Mutagens am Arbeitsplatz, insbesondere indem er es, sofern dies technisch möglich ist, durch Stoffe, Zubereitungen oder Verfahren ersetzt, die bei ihrer Verwendung bzw. Anwendung nicht oder weniger gefährlich für die Gesundheit und die Sicherheit der Arbeitnehmer sind. Ist der Ersatz eines karzinogenen Arbeitsstoffes oder Mutagens technisch nicht möglich, so sorgt der Arbeitgeber dafür, dass die Herstellung oder Verwendung des karzinogenen Arbeitsstoffes oder Mutagens in einem geschlossenen System erfolgt, soweit dies technisch möglich ist.

3. Ist die Anwendung eines geschlossenen Systems technisch nicht möglich, so sorgt der Arbeitgeber dafür, dass die Exposition der Arbeitnehmer auf das niedrigste technische erreichbare Niveau gesenkt wird.

Der Arbeitgeber nimmt in jedem Fall eine Bewertung der Exposition gegenüber dem Risiko von SLC vor, wobei auch Wartungs- und Reinigungstätigkeiten zu berücksichtigen sind, bei denen die Möglichkeit einer beträchtlichen Exposition vorhersehbar ist oder die aus anderen Gründen zu einer Gefährdung von Gesundheit und Sicherheit führen können, selbst wenn alle technischen Vorkehrungen getroffen wurden.

Die Bewertung der krebserzeugenden Risiken ist bei jeder Abänderung des Arbeitsverfahrens und in jedem Fall alle drei Jahre zu wiederholen.

Zur Bewältigung der mit der Exposition gegenüber SLC verbundenen Risiken sieht Titel IX Kapitel II der Gesetzesverordnung 81/08 verschiedene Maßnahmen (technische, organisatorische, verfahrenstechnische und hygienische), die Information und Schulung der Arbeitnehmer sowie die Gesundheitsüberwachung vor.

3.1. Die Expositionsgrenzwerte (ELV)

Die italienische Gesetzgebung legt in Anhang XLIII des Gesetzesdekretes 81/08 den Arbeitsplatzgrenzwert für SLC in lungengängiger Form auf 0,1 mg/m³ fest, berechnet für eine achtstündige Arbeitsschicht.

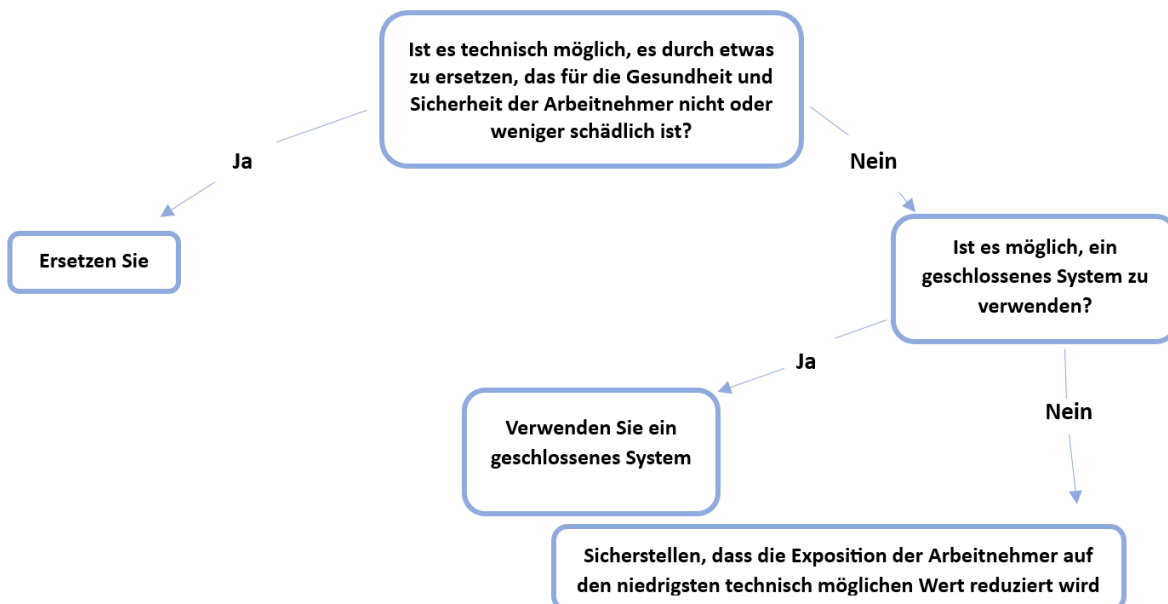
Demgegenüber schlägt die ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) einen Grenzwert von 0,025 mg/m³ (Stand 2007) vor, der die meisten Arbeitnehmer vor dem Risiko der Entwicklung einer Silikose, nicht aber vor der Entstehung von Lungenkrebs schützt.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass einige Studien gezeigt haben, dass der derzeit in Italien geltende Grenzwert keinen ausreichenden Schutz bietet, da das Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko durch SLC-bedingte Erkrankungen immer noch zu hoch ist.

4. RISIKOBEWERTUNG und -MANAGEMENT IM ZUSAMMENHANG MIT SLC

4.1. Pflichten des Arbeitgebers

Die Pflichten des Arbeitgebers in Bezug auf krebserzeugende Stoffe am Arbeitsplatz sind daher gemäß Artikel 235 wie folgt geregelt:



Wenn es nicht möglich ist, Materialien zu ersetzen oder einen geschlossenen Arbeitszyklus einzurichten, muss der Arbeitgeber eine Risikobewertung der Exposition gegenüber SLC durchführen und Managementmaßnahmen einführen, um die Exposition der Arbeitnehmer zu minimieren.

4.1.1. Risikobewertung

Muss aufweisen (Art. 236 G.v.D. 81/08):

- a) Arbeitstätigkeiten, bei denen SLC vorkommt
- b) die Menge der verwendeten krebserregenden Stoffe (% SLC in den Materialien)
- c) Anzahl der Arbeitnehmer, die SLC ausgesetzt sind
- d) Ausmaß der Exposition dieser Arbeitnehmer
- e) angewandte Vorbeugungs- und Schutzmaßnahmen, sowie Art der verwendeten PSA

Messungen der SLC-Konzentration

Um den Grad der Exposition der Arbeitnehmer zu bewerten, müssen Messungen am Arbeitsplatz durchgeführt werden. Diese müssen der UNI EN Norm 689 entsprechen in der Ausgabe vom Jahre 2019, die im Anhang XLI der Gesetzesverordnung 81/08 zu finden ist. Zu diesem Zweck müssen in erster Linie die **homogenen Expositionsgruppen (HEG)** gebildet werden, dies sind Gruppen von Arbeitnehmern, die aufgrund der Ähnlichkeit und Häufigkeit der ausgeführten Tätigkeiten, Materialien und Prozesse, mit denen sie arbeiten, dasselbe allgemeine Expositionsprofil gegenüber SLC aufweisen.

Die Messungen müssen daher repräsentativ sein:

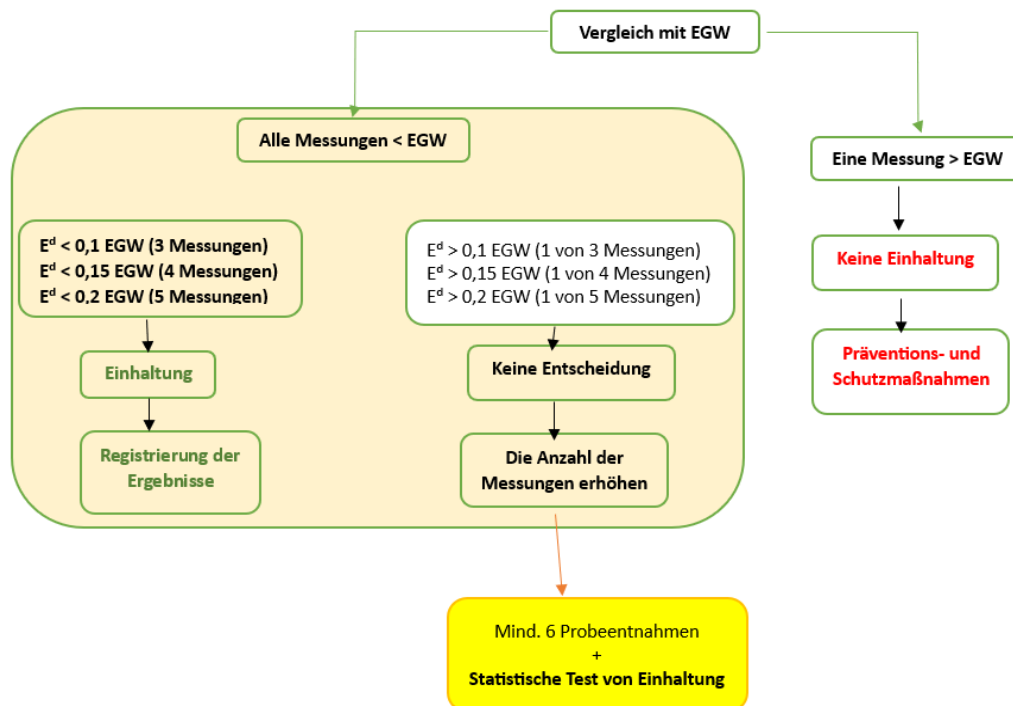
- Nach Möglichkeit sollten personenbezogene Probenahmegeräte verwendet werden, die an der Kleidung des Arbeitnehmers im Atembereich befestigt werden (statische Probenahme ist weniger repräsentativ)
- Die Dauer der Probenahme sollte so nahe wie möglich am Referenzzeitraum für den Grenzwert liegen (in der Regel OELV-8h)
- Wenn die Exposition gegenüber SLC stark schwankt, entweder zwischen verschiedenen Schichten oder innerhalb einer Schicht, sollte die Messung unter den ungünstigen Bedingungen, d.h. bei der höchsten Exposition, durchgeführt werden.

Hinsichtlich der **Probenahmedauer** umfasst die UNI EN Norm 689 (mit Bezug auf OELV-8h) drei Fälle:

- 1.** während der Schicht durchgeführte Tätigkeiten und konstante Arbeitsplatzfaktoren: die Dauer der Probenahme kann weniger als 8 Stunden, muss aber mindestens 2 Stunden betragen
- 2.** durchgeführte Tätigkeiten und Arbeitsplatzfaktoren, die während der Schicht NICHT konstant sind: die Dauer der Probenahme muss mehr als 2 Stunden betragen und der Dauer der Schicht möglichst nahekommen
- 3.** beträgt die Schichtdauer weniger als 2 Stunden, muss die Probenahme den gesamten Expositions-Zeitraum abdecken.

Anzahl und Art der Messungen zum Vergleich mit dem EGW (Expositionsgrenzwert)

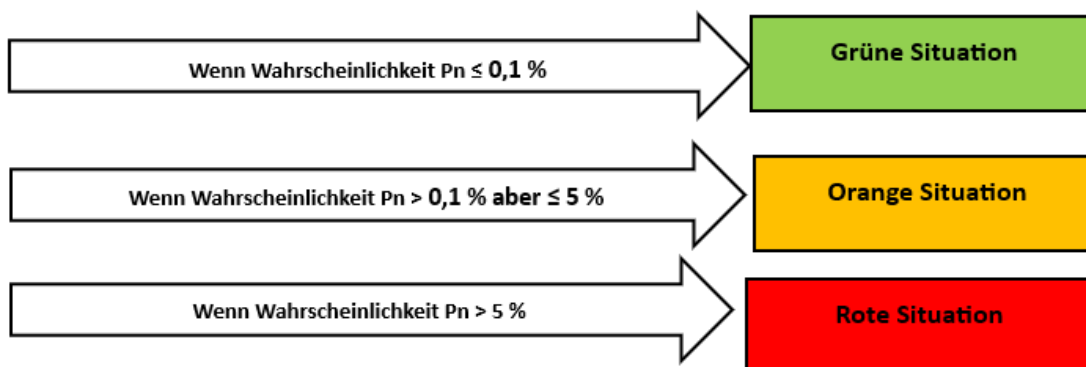
Grafik 1: Verfahren zum Vergleich von Messungen mit dem EGW



Die Norm sieht zunächst einen EINLEITENDEN TEST vor, bei der 3 bis 5

Expositionsmessungen an Arbeitnehmern, die einer HEG angehören, mit drei möglichen Ergebnissen durchgeführt werden: konform, nicht konform, Ergebnis ungewiss. Ist das Ergebnis ungewiss, müssen weitere Messungen durchgeführt werden und der STATISTISCHE TEST muss mit mindestens 6 Messungen durchgeführt werden.

Der statistische Test endet mit der Berechnung der Wahrscheinlichkeit einer Grenzwertüberschreitung ($P_n\%$) die drei mögliche Situationen ergibt:



GRÜNE SITUATION: die Exposition liegt deutlich unter dem Grenzwert. Kurzfristig sind keine weiteren Messungen erforderlich, es sei denn, es treten signifikante Veränderungen auf.

ORANGE SITUATION: die Exposition scheint unter dem Grenzwert zu liegen, muss aber durch genauere periodische Messungen bestätigt werden.

ROTE SITUATION: die Wahrscheinlichkeit, dass der Grenzwert überschritten wird, ist zu hoch. Daher liegt eine Nichteinhaltung vor.

Stellt sich unabhängig von der Art der durchgeführten Messung heraus, dass der ermittelte Endwert NICHT KONFORM ist, müssen dringend Risikomanagementverfahren eingeführt werden, um die Exposition der Arbeitnehmer so weit wie möglich zu reduzieren (siehe unten) und die Messung muss wiederholt werden.

Periodizität der Messungen

Zur Bestimmung der Periodizität sind mindestens 6 Messungen erforderlich, aus denen der geometrische Mittelwert (GM) oder der arithmetische Mittelwert (AM) zu berechnen ist. Abhängig von den Ergebnissen muss die Häufigkeit der Messungen alle drei Jahre erfolgen, wenn der GM oder AM unter 10% des Expositionsgrenzwertes (OEL) liegt, in den anderen Fällen sieht die technische Norm UNI EN 689 folgendes vor (*Tabelle 3*):

(GM oder AM) < 0,1 EGW	36 Monate
0,1 EGW ≤ (GM oder AM) < 0,25 EGW	24 Monate
0,25 EGW ≤ (GM oder AM) < 0,5 EGW	18 Monate
0,5 EGW ≤ (GM oder AM)	12 Monate

4.1.2 Maßnahmen zur Risikobewältigung

Technische, organisatorische und verfahrenstechnische Maßnahmen

Wenn ein Ersatz des Materials nicht möglich ist, müssen Änderungen im Produktionszyklus, insbesondere in folgender vorrangiger Reihenfolge, vorgenommen werden:

- Vermeidung manueller Nachbearbeitung durch verstärkte Automatisierung des Produktionszyklus (Abbildungen 3 und 4)
- Trennung der Steinbearbeitungsbereiche von der Umgebung, um die Anzahl der exponierten Arbeitnehmer auf ein Minimum zu reduzieren (Abbildung 5)
- Effizientere Staub- und Aerosolabsaugungen, wobei nach Möglichkeit der Nassbearbeitung der Vorzug zu geben ist (Abbildungen 6, 7, 8 und 9).

Abbildungen 3 und 4: Beispiele für Automatisierungssysteme in der Steinbearbeitung

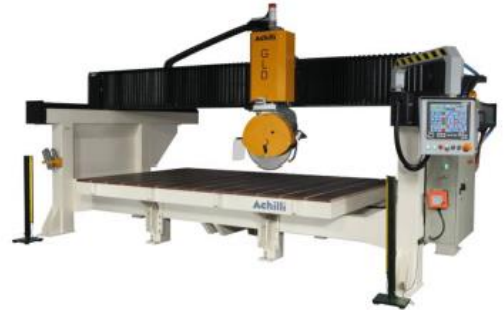


Abbildung 5: Beispiel der Abtrennung der Tätigkeit

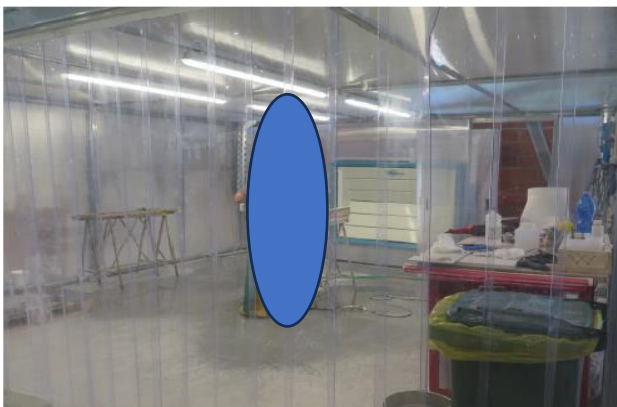


Abbildung 6: Flexabsaugung



Abbildung 7: Wandabsaugung

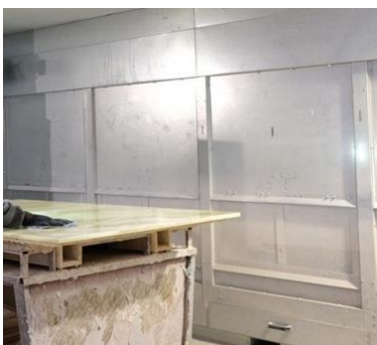


Abbildung 8: Tischabsaugung



Abbildung 9: Beispiel einer Nassbearbeitung



Hygiene- und Sauberkeitsnormen/standards

Der Arbeitgeber muss:

- den Arbeitnehmern geeignete Schutzkleidung zur Verfügung stellen, die getrennt von der Zivilkleidung aufzubewahren ist (in diesem Zusammenhang wird dringend

empfohlen, verschmutzte Arbeitskleidung nicht zu Hause zu waschen, sondern im Betrieb waschen zu lassen)

- Umkleieräume und Schränke mit getrennten Flächen zur Verfügung stellen, um Privat- und Arbeitskleidung voneinander zu trennen
- dafür zu sorgen, dass sich die Arbeitnehmer vor den Pausen und bei Schichtende Hände und Gesicht gründlich mit Seife waschen
- Arbeitsplätze nicht mit Druckluftsystemen oder staubaufwirbelnden Hilfsmitteln, sondern mit Staubsaugersystemen (ausgestattet mit HEPA-Filter) reinigen
- in den Arbeitsbereichen mit SLC-Exposition:

Abbildungen 10 und 11: Piktogramme für das Rauchverbot und das Verbot von Essen und Trinken

1. verboten zu rauchen
2. verboten zu essen und zu trinken.



Die persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Wenn die kollektiven Schutzmaßnahmen nicht ausreichen, um die Exposition gegenüber SLC zu minimieren, muss eine geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA) verwendet werden, für deren korrekte Verwendung eine Schulung und gegebenenfalls ein Eignungstest (Fit-Test) durchgeführt wird.

Bei Exposition gegenüber Karzinogenen und/oder Chemikalien mit einem Grenzwert von 0,1 mg/m³ oder weniger muss die PSA für die Atemwege immer einen P3-Filter enthalten und kann aus FFP3-Einwegmasken, Halb- und/oder Vollmasken mit P3-Filter und/oder Helmen bestehen.

Die PSA muss mit einer Reihe von **Pflichtangaben** versehen sein:

- CE-Kennzeichnung;
- Typ und Klasse; Farbcode (zur Kennzeichnung der Art des Stoffes, für den der Filter bestimmt ist);
- Kennzeichnung des Herstellers, z.B. Name und Marke;
- gegebenenfalls die Nummer der europäischen Norm (UNI EN), auf die Bezug genommen wird;
- Haltbarkeit;

Abbildungen 10, 11, 12, 13: Beispiele für PSA zum Schutz der Atemwege

Einwegmaske



Halbmaske



Vollgesichtsmaske



Integralhelm



Persönliche Atemschutzgeräte gehören zu der dritten Kategorie der PSA. Für Ihre korrekte Verwendung sind gemäß Artikel 77 der Gesetzesverordnung 81/08 Information, Schulung und Unterweisung der Arbeitnehmer vorgeschrieben.

Hinsichtlich der Wiederverwendbarkeit wird zwischen Einweg- und Mehrweg-PSA unterschieden: erstere tragen das Kürzel NR, letztere das Kürzel R auf dem Filter.

Einweg-PSA müssen selbstverständlich nach jeder Arbeitsschicht gewechselt werden, andere PSA immer dann, wenn ein erhöhter Atemwiderstand festgestellt wird. Wiederverwendbare PSA müssen ebenfalls regelmäßig gereinigt und desinfiziert werden. In beiden Fällen müssen sie bei Beschädigung ersetzt werden.

Wenn mehrere Größen verfügbar sind, sollte die Größe gewählt werden, die am besten zum Gesicht des Bedieners passt. Die Masken sind nicht für Bediener mit Bart oder großen Narben im Gesicht geeignet, da diese den korrekten Sitz der Maske auf dem Gesicht des Bedieners beeinträchtigen.

Abbild 16 Die Gesichtsmasken bleiben nicht optimal auf Bärten und/oder Narben haften



Alle PSA müssen bis zu ihrer Verwendung **in geschlossenen Behältern** und vor Verunreinigungen geschützt aufbewahrt werden. Nach Ablauf des Verfallsdatums, das in der Regel in der Gebrauchs- und Wartungsanleitung der PSA angegeben ist, darf kein Filter mehr verwendet werden, auch wenn er ordnungsgemäß gelagert wurde.

Für weitere Informationen zu den Filtermasken wird auf die harmonisierte Norm UNI EN 149 verwiesen.

Alle spezifischen Informationen über die Verwendung, die Lagerung, die Reinigung und die Austauschkriterien sind in der Gebrauchs- und Wartungsanleitung enthalten, die der Verpackung beiliegt und die der Benutzer vor der Verwendung der PSA aufmerksam lesen muss.

Information und Schulung der Arbeitnehmer

Der Arbeitgeber stellt den Arbeitnehmern auf der Grundlage der verfügbaren Kenntnisse Informationen und Anweisungen zur Verfügung, insbesondere über:

- die im Arbeitszyklus vorhandenen Karzinogene oder Mutagene; die Menge der vorhandenen Karzinogenen oder Mutagene; die mit der Verwendung verbundenen Gesundheitsrisiken, einschließlich der zusätzlichen Risiken durch das Rauchen;
- die zur Vermeidung einer Exposition zu treffenden Vorsichtsmaßnahmen;
- die zu befolgenden Hygienemaßnahmen;
- die Notwendigkeit des Tragens und der Verwendung von Arbeitskleidung, Schutzkleidung und persönlicher Schutzausrüstung sowie deren ordnungsgemäße Verwendung
- Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen und deren Folgen

Die Unterweisung hingegen bezieht sich im Wesentlichen auf die vom Arbeitnehmer auszuführende Tätigkeit und muss daher vor Aufnahme der Tätigkeit erfolgen und wiederholt werden:

- Alle 5 Jahre
- Bei Änderung des Produktionszyklus

4.1.3. Maßnahmen für einzelne Arbeitnehmer

Abgesehen von den obgenannten Auflagen, hat der Arbeitgeber darüber hinaus folgende Pflichten gegenüber den Arbeitnehmern, die dem SLC ausgesetzt sind:

- Eintragung der Arbeitnehmer in das Verzeichnis, der den krebserzeugenden Stoffen ausgesetzt sind Arbeitnehmern
- Entsendung der Arbeitnehmer zur Gesundheitsüberwachung.

Das Register der krebserzeugenden Exposition

Nach Inkrafttreten der Gesetzesverordnung 44/2020, die den Anhang XLII der Gesetzesverordnung 81/08 abändert, indem sie den Punkt 6 in die Liste der Stoffe, Gemische und Verfahren aufnimmt: "Arbeiten, die mit einer Exposition gegenüber lungengängigem kristallinem Siliziumdioxidstaub, der bei einem Herstellungsverfahren entsteht, verbunden sind" und in Anhang XLIII den Grenzwert für die lungengängige Fraktion auf 0,1 mg/m³ festlegt, wurde SLC auch nach italienischem Recht als krebserregend eingestuft. Eine Exposition am Arbeitsplatz führt daher zur Eintragung der Arbeitnehmer in das Verzeichnis der Karzinogen exponierten, welches jedes Unternehmen gemäß Artikel 243 des Gesetzesdekretes 81/08 unabhängig von der Höhe der gemessenen Exposition erstellen muss:

Die in Artikel 242 genannten Arbeitnehmer werden in ein Verzeichnis eingetragen, in dem für jeden von ihnen die ausgeübte Tätigkeit, das verwendete Karzinogen oder Mutagen und, soweit bekannt, die Höhe der Exposition gegenüber diesem Agent angegeben werden.

Für den Zugang zum Register: <https://www.inail.it/portale/prevenzione-e-sicurezza/it/a-chi-e-rivolta/datore-di-lavoro/registro-di-esposizione.html>

Die Namen der SLC-exponierten Arbeitnehmer müssen auch dann in das Register eingetragen werden, wenn die technische Messung noch nicht durchgeführt wurde.

Überweisung zur Gesundheitsüberwachung

Gemäß Titel IX der Gesetzesverordnung 81/08 sind Arbeitnehmer, die SLC ausgesetzt sind, einem doppelten Risiko ausgesetzt: der Exposition gegenüber gefährlichen Chemikalien und der Exposition gegenüber Karzinogenen. Insbesondere für den zweiten Fall sieht Artikel 242 folgendes vor

Die Arbeitnehmer, für die die Bewertung gemäß Artikel 236 ein Gesundheitsrisiko ergeben hat, werden einer Gesundheitsüberwachung unterzogen.

Die Gesundheitsüberwachung wird später in diesem Dokument behandelt.

4.2. Pflichten des Arbeitnehmers

Der Arbeitnehmer, der SLC ausgesetzt ist, muss:

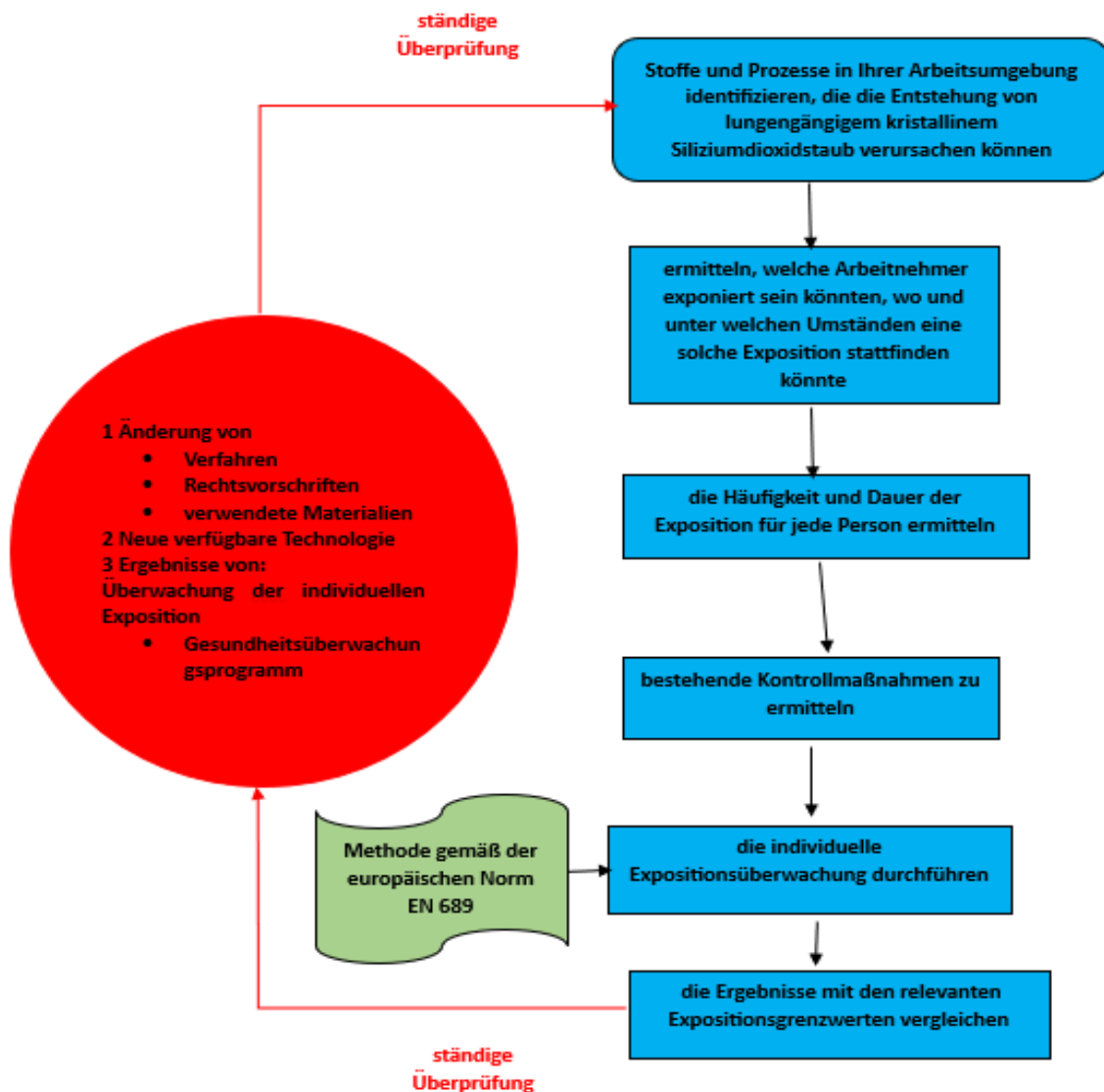
- Die vom Arbeitgeber im Risikobericht angegebenen Unfallverhütungs- und Sicherheitsvorschriften einhalten.

- Die Systeme zur Verhütung von Umweltschäden und zum persönlichen Schutz anwenden und korrekt umsetzen.
- Alle kritischen Punkte in den Arbeitsabläufen melden.
- Sich regelmäßig den im Rahmen der betrieblichen Gesundheitsfürsorge vorgesehenen ärztlichen Untersuchungen zu unterziehen.
- Teilnahme an allen vorgesehenen Informations- und Ausbildungsmaßnahmen.
- Die PSA nach jedem Gebrauch sorgfältig zu pflegen und zu reinigen (sofern es sich nicht um Einwegartikel handelt) und Funktionsstörungen unverzüglich dem Arbeitgeber oder der verantwortlichen Person zu melden.

4.3 Am Ende von allem ...

Die Gefährdungsbeurteilung ist ein Instrument zur Überwachung der Wirksamkeit aller vom Arbeitgeber eingesetzten Instrumente zur Risikoprävention und -minderung. Auf diese Weise werden Gefährdungsbeurteilung und Risikomanagement zu einem zyklischen Prozess der kontinuierlichen Überprüfung (siehe Abbildung 11 unten).

Grafik 2: Prozessdiagramm für die Risikobewertung und das Management der SLC-Exposition
(entnommen aus dem NEPSI-Leitfaden 2006)



5. GESUNDHEITSÜBERWACHUNG

Protokolle der Gesundheitsüberwachung

Das italienische Netzwerk Silica (NIS), eine Organisation, die seit 2002 von der Koordination der Regionen und autonomen Provinzen für die Prävention am Arbeitsplatz unterstützt wird, hat sich eingehend mit der Gesundheitsüberwachung befasst, um Vorschläge und Unterlagen zur Vermeidung der Risiken durch freies kristallines Siliziumdioxid zu erarbeiten. Gemäß den Schlussfolgerungen der NIS von 2015 werden für Tätigkeiten, bei denen es zu einer Exposition gegenüber Quarzfeinstaub kommen kann, folgende Bewertungen empfohlen:

bei der Einstellung:

- Medizinische Untersuchung
- Röntgenaufnahme des Brustkorbs nach ILO-BIT
- Globale Spirometrie mit DLCO

Bei den **periodischen Untersuchungen**:

- Jährliche ärztliche Untersuchung
- Einfache Spirometrie jährlich oder halbjährlich, je nach Beurteilung durch den zuständigen Arzt
- Röntgen des Brustkorbs nach ILO-BIT halbjährlich oder alle fünf Jahre, je nach Expositionsniveau

Bei Arbeitnehmern, die **durch Kunststeine exponiert** sind, hat sich in den letzten Jahren, auch aufgrund einiger tragischer Vorfälle in Kunststein verarbeitenden Betrieben in der Region Venetien, herausgestellt, dass die für diese Exposition typischen Lungenveränderungen auf dem Röntgen-Thorax nicht erkennbar sind.

Die geeignetste Untersuchung, der sich der Arbeitnehmer unterziehen sollte, ist eine hochauflösende Thorax-CT mit niedriger Dosis $< 1 \text{ mSv}$, die alle zwei Jahre durchgeführt werden sollte.

Bei Exposition gegenüber SLC aus **Naturstein** ist eine Röntgenuntersuchung zur Gesundheitsüberwachung weiterhin angezeigt.

Nach Beendigung der Exposition:

- Ärztliche Untersuchung
- Globale Spirometrie und CO
- Röntgen-Thorax nach ILO-BIT (falls die letzte Vorsorgeuntersuchung mehr als 12 Monate zurückliegt)
- ggf. CT-Untersuchung des Brustkorbs

Umgang mit ehemals exponierten Personen

Es wird empfohlen, dass Arbeitnehmer, die einer Gesundheitsüberwachung wegen SLC unterzogen werden, sich auch nach Ende der Exposition den vorgesehenen Untersuchungen und Kontrollen unterziehen.

Die regelmäßige Überwachung ehemals exponierter Arbeitnehmer ist wichtig, da einige ACGIH-Studien zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit, an Silikose zu erkranken, auch nach Beendigung der Exposition gegenüber SLC-Konzentrationen von mehr als $0,05 \text{ mg/m}^3$ bei $> 5 \%$ liegt.

Medizinisch-rechtliche Pflichten des Arztes bei der Feststellung einer Berufskrankheit durch Siliziumdioxid

Die Gesundheitsüberwachung hat nicht nur zum Ziel, die Eignung zum Schutz der körperlichen Unversehrtheit der Arbeitnehmer, die SLC-haltigen Stäuben ausgesetzt sind, zu beurteilen, indem im Rahmen von Vorsorgeuntersuchungen überempfindliche Personen ermittelt werden, und im Rahmen von regelmäßigen Untersuchungen die ersten Anzeichen von Schäden der Atemwege und außerhalb der Atemwege so früh wie möglich zu erkennen, sondern sie hat auch einen medizinisch-rechtlichen Wert im Falle der Feststellung von Pathologien, die den Charakter einer Berufskrankheit annehmen können. In diesen Fällen ist der Betriebsarzt oder jeder andere Arzt, der die Person, bei der der Verdacht auf eine Berufskrankheit besteht, behandelt, verpflichtet, die erste Bescheinigung über die Berufskrankheit (Art. 53 des DPR Nr. 1124/65), den Bericht (ex-Art. 139 des DPR Nr. 1124/65) und die Anzeige (ex-Art. 365 des StGB) auszustellen.

Die Krankheiten, die durch die Exposition gegenüber Siliziumdioxid verursacht werden, sind in den drei Listen des Ministerialdekretes vom 10. Juni 2014 aufgeführt, die in Tabelle 4 unten wiedergegeben sind:

LISTE I - HOHE WAHRSCHEINLICHKEIT	LISTE II - GERINGE WAHRSCHEINLICHKEIT	LISTE III – MÖGLICHE BERUFLICHE TÄTIGKEIT ZURÜCKZUFÜHREN
Lunge Silikose Lungenkrebs (bei Silikose)	Sklerodermie Rheumatoide Arthritis SLE	Mikroskopische Polyangiitis Wegenersche Granulomatose

