

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 72 (1954)  
**Heft:** 33

**Artikel:** Die Silikose und ihre Bekämpfung im Giessereibereich  
**Autor:** Oehler, Alfred  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-61233>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Die Silikose und ihre Bekämpfung im Giessereibetrieb

Von Alfred Oehler, Ingenieur, Aarau

## Zusammenfassung

Es wird berichtet über die Silikoseerkrankung und ihre Bekämpfung im Giessereibetrieb. Silikose wird hervorgerufen durch Quarz. Der durch Reiben und Schlagen und durch Erhitzung entstehende Feinstaub mit einer Korngrösse unter  $4\text{ }\mu$  ist allein in der Lage, in die feinsten Lungenbläschen zu dringen, um dasselbst die Lungen-erkrankung auszulösen. Durch Erhitzen des quarzhaltigen Formsan-des durch das flüssige Metall beim Giessprozess werden die Quarzkristalle bei  $870^{\circ}$  in Tridymit, und bei  $1470^{\circ}$  in Cristobalit umgewandelt. Die dabei stattfindende Volumenzunahme fördert die Zersplitte- rung in Feinstaub. Aus diesen Gründen ist das Silikose-Risiko am grössten beim Auspacken und Putzen der Gusstücke. Der gefährliche Feinstaub, der von blossem Auge unsichtbar ist, verhält sich in der Luft nahezu wie ein Gas; er verteilt sich in kurzer Zeit gleichmässig im ganzen Arbeitsraum. Die Massnahmen zur Verhütung des Aufwirbelns des Staubes an den verschiedenen Entstehungsstellen werden eingehend behandelt. Es wird verwiesen auf die zweckmässigsten Guss-Reinigungsmaschinen, die Bodenkonstruktionen und die Belüf- tungsart der Arbeitsräume. Grosse Bedeutung wird dem ständigen Feuchthalten der Abfallsande und der Verkehrswege beigemessen.

## 1. Vorwort

Die Silikose muss als eine der gemeinsten Berufskrankheiten bezeichnet werden. Laut Statistik der SUVA wurden in der Schweiz in der Versicherungsperiode 1932 bis 1952 total 2861 Silikosefälle entschädigt, davon 778 Invaliditäts- und 768 Todesfälle. Die Totalbelastung betrug 41,86 Mio Fr. Wenn auch der grösste Prozentsatz der Erkrankungen auf Stollen- und Tunnelarbeiter entfällt, so sind auch im industriellen Giessereibetrieb zahlreiche Fälle vorgekommen. Tabelle 1 gibt darüber Auskunft. Es sind dies Zahlen, die jeden verantwortungsbewussten Giessereileiter zum Aufsehen mahnen.

Tabelle 1. Von der SUVA entschädigte Silikosefälle:

Zeitraum	1932/47	1948/52	Total
Sandstrahler (teilweise auch als Gussputzer beschäftigt)	67	24	91
Gussputzer, Former und Giesser, Kern- und Sandmacher, Auspacker, usw.	115	160	275
Ofenarbeiter	2	5	7
Total aller genannten Berufe	184	189	373

Die Wissenschaft hat in den letzten zwanzig Jahren auf dem Gebiete der Erforschung der Silikoseerkrankung viel geleistet. Ich verweise diesbezüglich insbesondere auf die im Literaturverzeichnis aufgeführten Veröffentlichungen.

Während die medizinische Wissenschaft, gestützt auf diese Erkenntnisse, weitgehende prophylaktische Massnahmen mit Erfolg durchführt, sind die technischen, vorbeugenden Massnahmen, die das Uebel an der Wurzel anpacken sollten, noch nicht ausgeschöpft. Anlässlich der Besichtigung der verschiedensten Giessereien im In- und Ausland habe ich immer wieder feststellen müssen, dass den Giesserei-Leitern das Silikose-Problem zu wenig bekannt ist und dass dementsprechend der Staubbekämpfung viel zu wenig Beachtung geschenkt wird. Man begnügt sich im allgemeinen damit, den gesetzlichen Vorschriften annähernd nachzukommen. Der Grund zu dieser Einstellung ist in der Hauptsache darin zu suchen, dass sozusagen alle Ergebnisse der bezüglichen wissenschaftlichen Forschungen in Zeitschriften und Fachblättern veröffentlicht werden, welche die Giesserei-Fachleute nicht kennen, weshalb von diesen Tatsachen nur dann Kenntnis genommen wird, wenn sich vereinzelt unter ihnen speziell für das Problem interessieren. Mit andern Worten, es fehlt am notwendigen, direkten Kontakt zwischen Wissenschaft und Praxis, was um so bedauerlicher ist, als nach meiner Ueberzeugung neue Silikose-Erkrankungen in den

Giessereibetrieben restlos verhindert werden könnten, wenn entsprechend dem heutigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse der Giesserei-Ingenieur daraus die vollen Konsequenzen für die Praxis ziehen würde.

Die von mir durchgeföhrten Untersuchungen und Schlussfolgerungen betreffen den Betrieb einer Stahlgiesserei, in welchem die Silikose-Gefährdung wegen dem höheren Quarzgehalt der Formmaterialien und den höheren Giesstemperaturen grösser ist als bei Grauguss- und Metall-Giesereien. Die bezüglichen Schlussfolgerungen haben aber sinngemäss für alle Giesserei-Betriebe, wo Quarz in irgend einer Form Verwendung findet, ihre Gültigkeit.

## 2. Das Krankheitsbild der Silikose

Nach Prof. Dr. med. E. Grandjean, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH- Zürich

Unter Silikose versteht man eine Erkrankung der Lungen, welche durch die fortdauernde, längere Einatmung von quarzhaltigem Staub entsteht. Bei der Verarbeitung von quarzhaltigen Gesteinen gelangt der Quarzstaub in die Lungenbläschen (Alveolen). Diese Lungenbläschen haben einen Durchmesser von 1 bis 2 mm; sie bestehen aus einer hauchdünnen Membran, die von feinsten Blutgefäßen durchzogen ist. Hier geht der Gasaustausch zwischen der Atmungsluft und dem Blut vor sich. Die Staubpartikel, die kleiner als  $4\text{ }\mu$  sind, werden zu einem grossen Teil an den Wänden dieser Lungenbläschen aufgelagert. Besondere Fresszellen (Phagozyten) nehmen die Staubkörner auf und transportieren sie auf dem Lymphweg ins Innere des Lungengewebes. Zum Teil sollen die Staubpartikel auch direkt die Wände durchstossen und ins Innere der Lungen gelangen. — Auf diese Weise gelangen die Staubpartikel in die Bahnen der Körpersäfte (Lymphbahnen), wo sie in den Lymphknoten, die wie Filteranlagen funktionieren, aufgehalten werden. In diesen Lymphknoten wird der Staub aufgelöst. Die Auflösung geht beim Quarzstaub sehr langsam vor sich, da der Quarz sehr wenig löslich ist. Der Organismus hat somit die Möglichkeit, dank des Selbsterreibungsvermögens der Lungen, mit kleinen Mengen von Quarzstaub fertig zu werden.

Ueberwiegt aber die Staubablagerung gegenüber dieser Selbsterreibung, so kommt es zu einer Stauung der Quarzpartikel zunächst in den Lymphknoten, später auch in allen übrigen Teilen der Lunge. In diesem Moment setzt der krankhafte Prozess ein, indem die abgelagerten und aufgestauten Quarzstaubpartikel eine lokale Giftwirkung auf das Lungengewebe ausüben. Die um die Quarzpartikel liegenden Parzellen werden denaturiert: sie wandeln sich allmählich in derbe und dichte Fasern um. Dieser Vorgang, den man Fibrose nennt, ist der Vernarbung eines Gewebes vergleichbar. Ganz langsam entstehen auf diese Weise in der ganzen Lunge solche Narben, die meistens eine Form von Knötchen annehmen. Im Verlaufe von Jahren, wenn immer mehr Staub abgelagert wird, wachsen diese Knötchen zum Teil dicht aneinander an, und es kommt so allmählich zu einer Ueberwucherung der ganzen Lunge mit diesem Narbengewebe.

Die Folgen dieser bindegewebigen Durchsetzung des Lungengewebes sind katastrophal: es tritt eine Behinderung des Gasaustausches in den Lungenbläschen ein, zum Teil, weil die Membranen vernarbt sind, zum Teil, weil die kleinsten Blutgefäße verkümmern. Diese Behinderung der Blutzirkulation in den Lungen führt einerseits zu einer Ueberlastung des Herzens und anderseits zu einer Herabsetzung der Widerstandskraft der Lungen gegen Infektionskrankheiten. Deshalb entstehen im Verlaufe der Silikosen oft auch Tuberkulosen, die meistens einer Therapie wenig zugänglich sind und oft tödlich aussehen.

Das erste Symptom der Vernarbung des Lungengewebes ist eine Atemnot, die zunächst nur bei der Arbeit, mit zunehmender Erkrankung aber auch bereits bei ganz geringer



Bild 1. Grube Tilly bei Waterloo. Quarzsand mit rd. 96 %  $\text{SiO}_2$ , Schichthöhe rd. 15 m



Bild 2. Grube Jemeppe bei Charleroi. Quarzsand mit rd. 80 %  $\text{SiO}_2$  und 20 % Ton. Schichthöhe etwa 25 m

körperlicher Tätigkeit (Aufstehen, Gehen usw.) auftritt. Mit der Zunahme der Atemnot nimmt die Arbeitsfähigkeit ab und schliesslich vegetieren diese Silikotiker mehrere Jahre in einem jammervollen Zustand dahin, in welchem sie zum Sterben zu wenig krank und zum Leben zu sehr krank sind.

Besonders charakteristisch für die Silikose ist der sehr langsame Verlauf der Erkrankung, der bis zwanzig Jahre dauern kann. Der Krankheitsprozess, d. h. die Vernarbung um die eingelagerten Staubpartikel, geht auch nach dem Verlassen des staubigen Arbeitsplatzes vor sich. Man kann deshalb manchmal eine Silikose bei Leuten antreffen, die Eiscreme verkaufen oder sonst einem ungefährlichen Beruf nachgehen, die aber zu einem früheren Zeitpunkt einmal während längerer Zeit Quarzstaub eingearbeitet haben.

Die Aussicht auf Heilung besteht nur bei den leichtesten Fällen, bei denen blos ein kleiner Teil der Lungen durch die Vernarbung betroffen ist. Dagegen sind fortgeschritten Silikosefälle hoffnungslos, da es dafür noch keine wirksame Therapie gibt. Aus diesem Grunde ist es äusserst wichtig, dass man die Silikose in einem möglichst frühen Stadium feststellen kann. Diese Früh-Diagnose kann am ehesten durch Röntgenaufnahmen gestellt werden. Periodische Röntgenuntersuchungen aller gefährdeten Arbeiter eines mit Quarzstaub arbeitenden Betriebes müssen deshalb auch als die beste medizinische Vorbeugungs-Massnahme betrachtet werden.

### 3. Gesetzliche Bestimmungen

Massgebend für das Giessereigewerbe sind folgende Bestimmungen:

a) *Verordnung über Massnahmen zur Verhütung und Bekämpfung der Quarzstaublung (Silikose) vom 3. September 1948, Form. 1423 — Schweiz. Unfallversicherungs-Anstalt.*

b) *Verfügung des Eidg. Volkswirtschaftsdepartementes über die Tauglichkeits-Untersuchungen in der Silikosebekämpfung (Arzttarif, Entschädigung an die Untersuchten) vom 10. August 1951, Form. 1424 — Schweiz. Unfallversicherungs-Anstalt.*

c) *Verfügung II des Eidg. Volkswirtschaftsdepartementes über die technischen Massnahmen zur Verhütung und Bekämpfung der Quarzstaublung (Massnahmen in Eisen- und Metallgiessereien) vom 10. Oktober 1952, Form. 1439 — Schweiz. Unfallversicherungs-Anstalt.*

d) *Merkblatt über die Tauglichkeitsuntersuchungen in der Silikosebekämpfung, Form. 1447 — Schweiz. Unfallversicherungs-Anstalt, 5. Dienstabteilung, Bureau für Berufskrankheiten.*

Durch meine Arbeit sollen die Verordnungen und Verfügungen der SUVA in keiner Weise bemängelt werden. Ich anerkenne im Gegenteil voll die medizinischen Vorbeugungs-Massnahmen nach der Verordnung vom 3. September 1948. Ebenso bin ich überzeugt, dass, wenn der Verfügung II über technische Massnahmen in Eisen- und Metallgiessereien vom 10. Oktober 1952 sinngemäss nachgelebt wird, viel erreicht werden kann. Auf Anregung der Silikose-Kommission des Verbandes Schweizerischer Eisengiessereien beschränkt sich die letztere Verfügung jedoch nur auf die Sandaufbereitungs-Anlagen, Auspackstellen und Gussputzereien einschliesslich Sandstrahlanlagen. Es wurde damals geltend gemacht, dass Former und Giesser, die mit dem Auspacken nichts zu tun haben, keine Silikose bekommen. Diese Annahme hat sich in der Praxis jedoch in verschiedener Hinsicht als unrichtig erwiesen. Nach den neuen Erkenntnissen genügen diese Vorschriften meines Erachtens nicht mehr. Die Giesserei muss als Ganzes betrachtet und es muss der Kampf

gegen alle Gefahrenquellen aufgenommen werden. Zu diesem Zwecke ist es notwendig, dass der Giessereileiter von Fall zu Fall durch eigene Überlegungen die Gefahrenzonen erkennen kann, was aber nur möglich ist, wenn er die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeiten kennt. Nur auf diese Weise wird er zum aktiven Mitarbeiter im Kampfe gegen die Silikose seinen vollen Beitrag leisten können.

### 4. Welche Erkenntnisse bietet die Forschung dem Giessereingenieur?

a) Für alle Giessereibetriebe gilt die Tatsache, dass dort, wo Quarz in irgend einer Form Verwendung findet, Silikosegefährdung vorhanden ist. Schädigender Stoff ist die kristalline Kieseläure ( $\text{SiO}_2$ ), Quarz, Tridymit und Cristoballit. Silikoseerzeugend sind nur die feinsten Staubpartikel in der Grössenordnung unter  $4 \mu$ . Diese gelangen mit der Atemluft in die Lunge, während der Staub von grösserer Körnung in den oberen Atemwegen hängt und von dort wieder hinausgeschafft wird. Tabelle 2 zeigt die Korngrössen-Verteilung des Lungenstaubes eines Bergmannes vom Witwaters Rand (nach Watkins-Pitchford & Moiz 1916).

Tabelle 2. Korngrössenverteilung des Lungenstaubes

Teilchengrösse $\mu$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{3}$	$1\frac{2}{3}$
Teilchenzahl	15	16	12	30	15	13
Teilchengrösse $\mu$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$	4	5	
Teilchenzahl	11	3	3	4	5	

b) Staubpartikel kleiner als  $4 \mu$  sind vom bloßem Auge unsichtbar. Sie verhalten sich in der Luft nahezu wie Gase, verteilen sich in kurzer Zeit vollkommen gleichmässig in den Arbeitsräumen und können in bewegter Luft weite Wege



Bild 3. Gewinnung aus dem Grundwasser mit Saugbagger



Bild 4. Transport durch Druckwasser in Beton-Silos



Bild 5. Verlad mittelst fahrbarer Brücke, Bagger und Transportband auf Kanalschiffe und Eisenbahnwagen.

Bilder 3 bis 5. Quarzsandvorkommen bei Moll;  $\text{SiO}_2$ -Gehalt 98 bis 99 %; Schichthöhe 4 bis 12 m

zurücklegen. Nach dem Stokes-Cunninghausschen Gesetz braucht Staub unter 1  $\mu$  in ruhiger Luft 14,7 min, um 1 cm zu fallen; Teilchen von 0,1  $\mu$  sogar 4 h.

c) Bei der Silikosegefährdung ist die Intensität der Quarzstaub-Exposition, d. h. es sind die Quarzstaub-Menge und die Zeitdauer massgebend. Starke Quarzstaub-Konzentrationen während der ganzen Dauer der Arbeitszeit führen manchmal bereits innert wenigen Monaten zu schweren Erkrankungen mit anschliessendem Tod. — Bei geringer Staubmenge aber dauernder Exposition können anderseits, bis es zu einer feststellbaren Erkrankung kommt, Jahrzehnte vergehen. In diesem Zusammenhang muss aber auch darauf hingewiesen werden, dass bei einer allgemein starken Staubentwicklung schon ein relativ geringer Quarzgehalt genügen

berücksichtigt werden, dass die aus der Atmosphäre am betreffenden Arbeitsplatz entnommene Luftmenge im Maximum 2 bis 4  $\text{m}^3$  beträgt, die je nach Messmethode innerhalb einer beschränkten Zeit von maximal zwei Stunden durch die betreffenden Apparate gesaugt wird. Durch die Staubanalyse lassen sich dementsprechend nur beschränkte Zeitzustände festhalten, die auf Tages- oder gar Wochen- und Jahreszustände bloss Schätzungen zulassen. Richtig ausgewertet geben diese Staubbestimmungen trotzdem wertvolle Anhaltspunkte.

f) Staub unter 4  $\mu$  wird in keinem der heute in den Giesserei-Betrieben üblichen Staubabscheide-Anlagen einschliesslich die sogenannten Schlauch- oder Sackfilter auch nicht annähernd aufgefangen. Auch die Filter der Staubmasken sind für die feinsten Partikel teilweise durchlässig.

kann, um eine silikotische Erkrankung hervorzurufen. Der Grund dazu liegt in der Beeinträchtigung der Selbstreinigung der Lunge bei grossem Staubanfall. Was die Anfälligkeit zur Silikoseerkrankung betrifft, so spielt der allgemeine Gesundheitszustand des betreffenden Arbeiters eine grosse Rolle. Leute, die ihre Freizeit mit Gartenarbeit oder anderweitiger Beschäftigung an der frischen Luft verbringen, sind sicher weniger anfällig als Stubenhocker. Leute mit schwacher Lunge gehören prinzipiell in keine Staubatmosphäre.

d) Die Sicherheits-Grenzwerte, d. h. diejenigen höchsten Konzentrationen an Quarzstaub in der Luft, bei welcher mit grösster Wahrscheinlichkeit noch keine Gesundheitsschädigung hervorgerufen werden kann, werden von den verschiedenen Autoren und Organisationen recht verschieden eingeschätzt. Die Festlegung solcher Grenzen scheint weitgehend eine Ermessensfrage zu sein und hängt von den persönlichen Erfahrungen der Autoren und von den angewandten Methoden ab. Im Rahmen der Zürcher Arbeitsgemeinschaft zur Bekämpfung der Silikose ist vorläufig bei Staub mit Korngrössen unter 10  $\mu$  und 40 % freier Kieselsäure als oberer Grenzwert eine Staubmenge von 5  $\text{mg}/\text{m}^3$  festgelegt worden. Die von Prof. Dr. H. Gessner genannten Zahlen gelten für die von ihm und der SUVA angewandte Filter-Methode mit nachfolgender Schleemannalyse. Nach den Mitteilungen der SUVA gelangt Prof. Gessner heute zur Ansicht, dass man besser nur 5  $\text{mg}/\text{m}^3$  an Teilchen unter 5  $\mu$  Durchmesser zulasse.

Ein weiteres modernes Staubmessgerät, das heute im Ausland starke Verbreitung gefunden hat, ist der Thermopraezipitator, bei welchem der Staub durch die Wärme-Entwicklung eines Hitzdrahtes gegen ein Gläschen geschleudert wird. Unter dem Mikroskop wird hernach der auf dem Gläschen niedergeschlagene Staub ausgezählt und nach seiner Korngrössen-Verteilung analysiert. Mit dieser Methode wird der Staubgehalt pro  $\text{cm}^3$  Luft ausgedrückt; bei einem  $\text{SiO}_2$ -Gehalt von 10 % und einer Korngrössen-Verteilung zwischen 0,2 bis 3  $\mu$  wird eine Staubpartikelzahl von 4000/ $\text{cm}^3$  Luft als die höchst zulässige Schwelle betrachtet. Dieses Gerät scheidet aus der Luft praktisch alle Staubpartikel, die kleiner als 3  $\mu$  sind aus, was für die hygienische Beurteilung der Luft ausschlaggebend ist.

e) Mit Hilfe der heute bekannten Staubbestimmungs-Methoden lässt sich der an den Arbeitsplätzen im Giessereibetrieb auftretende Staub mengenmässig und qualitativ erfassen. Dabei muss aber

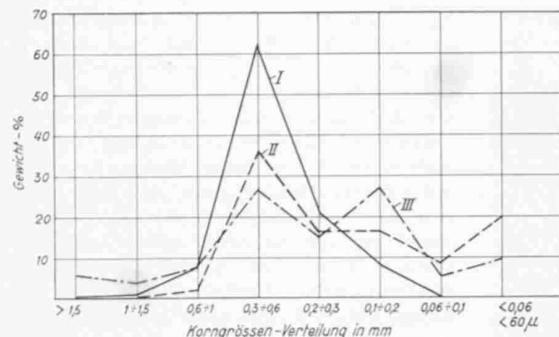


Tabelle 3. Korngrößenverteilung in Gewichtsprozenten von drei verschiedenen Sanden

Sieb-Maschenweite mm	>1,5	1,5-1,0	1,0-0,6	0,6-0,3	0,3-0,2	0,2-0,1	0,1-0,06	<0,06
I Quarz, Anlieferung	0,35	0,85	7,6	62,0	21,1	8,0	0,04	—
II Quarz, zerstampft	—	—	1,5	36,5	16,4	16,8	8,6	19,8
III Sand vom Giessereiboden	5,5	3,5	7,0	26,5	15,0	27,3	5,8	9,3

Bild 11 (links). Korngrößenverteilung in Gewichtsprozenten von drei verschiedenen Sanden (s. Tabelle 3)

Die einzige Ausnahme finden wir beim Elektrofilter, in welchem bei richtiger Dimensionierung auch feinste Staubpartikel abgeschieden werden.

g) Staub unter  $1\mu$  wird weder von wirbelndem Wasser noch durch Wassernebel vollständig niedergeschlagen.

##### 5. Die Formsande

a) Die zur Herstellung von Formen und Kernen benutzten Formsande weisen teilweise bis zu 98 % Quarzgehalt auf. Die radikalste Lösung zur Behebung der Silikosegefahr in den Giessereien wäre der Ersatz der quarzhaltigen, feuerfesten Produkte durch anderweitige, temperaturbeständige Materialien. An ein solches Vorgehen ist vorläufig jedoch nicht zu denken, weil nicht quarzhaltige feuerfeste Produkte zu Formzwecken weder in der notwendigen Quantität noch Qualität erhältlich wären.

b) Als Formmasse werden in der Hauptsache Quarzsande verwendet, wie sie in der Natur als Schwemms-Ablagerungsprodukte vorkommen. Beliebt sind solche, die, je nachdem, mehr oder weniger natürliche Bindemittel in Form von Ton enthalten. Für Höchst-Beanspruchungen in den Stahlgiesereien verwendete man bisher Chamotte mit einem Quarzgehalt von etwa 60 bis 80 %. In neuerer Zeit reinen 95 bis 98-prozentigen Quarzsand, unter Beimischung synthetischer Bindemittel. Die Bilder 1 bis 5 geben Einblick in die Formsand-Gewinnung in Belgien.

c) Gestützt auf langjährige Beobachtungen und Erfahrungen darf die These aufgestellt werden, dass die als Schwemmsprodukte vorkommenden Formsande im *Anlieferungszustand* und zwar einschliesslich dem reinen, fast 100-prozentigen Quarzsand als nicht silikosegefährlich angesehen werden dürfen. Auf alle Fälle ist die Silikose in den belgischen Sandgruben, wo seit Jahrzehnten Quarzsand in grossen Mengen ausgebeutet wird, unbekannt, trotzdem der Verlad teilweise bei starker Staubentwicklung erfolgt. Ganz spontane, schwere Silikoseerkrankungen mit anschliessenden Todesfällen traten bei einer der Firmen erst auf, als dort im Jahre 1948 in einem offenen Gebäude eine Kugelmühle zur Herstellung von Quarzmehl aufgestellt wurde. Mit andern Worten, sobald die relativ grossen Sandkörner zu Mehl zertrümmert wurden, wurde der selbe Rohstoff silikosegefährdet.

d) Die mikroskopischen Untersuchungen von Quarzsanden im Anlieferungszustand (Bild 6) könnten die Ansicht aufkommen lassen, dass diese Sande wegen der durch den Schwemmsprozess abgerundeten Form der Sandkörner ungefährlich sind. Um diese Frage weiter abzuklären, wurde sowohl von Sand im Anlieferungszustand als auch von zertrümmertem, d. h. von Sand, wie er beim Abklopfen der Gusstücke anfällt (Bild 7), Feinstaub unter gleichen Verhältnissen sedimentiert und mit Hilfe des Elektronen-Mikroskopes bei 10 000-facher Vergrösserung untersucht (Bilder 8 und 9). Dabei zeigte sich, dass auch der im Neusand vorhandene Feinstaub in seiner Struktur gleich scharfkantig ist wie der Feinstaub des zertrümmerten Sandes. Bei den Feinstaub-Partikeln des Neusandes dürfte es sich zum grössten Teil um Splitter handeln, die bei dessen Gewinnung durch das Baggern, Sieben, Verladen und Transportieren von den Kristallen abgesprengt wurden. Wenn trotzdem die Neusande als ungefährlich bezeichnet werden dürfen, so liegt der Grund zum Teil wohl darin, dass der Feinstaub im Verhältnis zum Gesamtvolume nur in ganz geringen Mengen vorhanden ist. Zur näheren Veranschaulichung diene der Siebversuch, Tab. 3. Daraus ist ersichtlich, dass bei Neusand nach dem Sieb mit 0,1 mm Maschenweite keine messbaren Rückstände mehr fest-

gestellt werden konnten, während vom zertrümmerten Sand noch volle 20 Gewichtsprozenten durch die Maschenweite von 0,06 mm durchgesiebt wurden (s. auch Tabelle 3).

e) Aus dem Vorstehenden dürfen wir schliessen, dass alle bei uns gebräuchlichen Giessereisande, mit Ausnahme der Chamotte-Formmasse erst «giftig» werden, wenn Sandkörner bzw. Quarzkristalle durch Schlagen, Reiben oder Stampfen zu scharfkantigen Splittern zertrümmert werden. Durch das Erhitzen des Formmaterials in den Gussformen durch das flüssige Metall wird die Zersplitterung der Quarzkristalle zudem weitgehend gefördert. Der natürliche Quarzit besteht aus  $\beta$ -Quarz. Beim Erhitzen geht er bei  $575^\circ$  unter 0,8 % Volumenzunahme in  $\alpha$ -Quarz über. Bei  $870^\circ$  verwandelt er sich unter 4,8 % Volumenzunahme in  $\alpha$ -Tridymit und bei  $1470^\circ$  unter nochmaligem Wachsen um 1,2 % in  $\alpha$ -Cristobalit. Durch die Volumenvergrösserung werden die Quarzkristalle spröde. Tridymit- und Cristobalit-Kristalle zersplittern schon bei geringem Druck oder leichtem Reiben in feinkörnigen, scharfkantigen Staub (Bild 10).

f) Es bleibt aber die Tatsache, dass Quarz-Feinstaub, je nach seiner Entstehung (Absplitterung im Naturzustand — Zertrümmerung durch Schlagen, Reiben oder Stampfen — Zerfall infolge Volumenvergrösserung der Kristalle) in seiner «Giftigkeit» verschieden sein kann. Ich verweise diesbezüglich auf die Arbeit von King und seinen Mitarbeitern [7]. Dass die physikalische «Form» der Oberfläche der feinsten Quarz-Stäubchen für die Entstehung der Silikose von Wichtigkeit ist, haben auch Jaeger & Seifert [4] gezeigt. Dabei scheinen die ungesättigten Valenzen an der Oberfläche der Quarz-Kristalle, wie wir sie bei der mechanischen Zertrümmerung und beim Zerfall von Tridymit- und Cristobalit-Kristallen finden, von grosser Bedeutung zu sein. Diese Valenzen werden in der Natur rasch abgesättigt. Diese Erkenntnis dürfte eine weitere Erklärung dafür sein, dass die im Naturzustand vorkommenden Quarzsande ungefährlich sind.

##### 6. Die Form-Chamotte und die feuerfesten Chamotte- und Quarzsteine

a) Das Rohmaterial zur Herstellung von Chamotte-Steinen besteht aus Ton und 60 bis 80 % reinem Quarz. Die geformten Steine werden bei  $1300^\circ$  gebrannt, wobei der Quarz in Tridymit umgewandelt wird.

b) Die Form-Chamotte wird aus der selben Grundmasse hergestellt, indem Ausschuss oder gebrauchte Chamotte-Steine, oder gebrannte Chamotte-Brocken gemahlen und in verschiedene Körnungen ausgesiebt werden.

c) Die feuerfesten Quarz- oder Silikasteine werden aus reinem Quarz, unter Zuzug von Kalk als Bindemittel, fabriziert und bei  $1450^\circ$  gebrannt. Der reine Quarzgehalt beträgt bis 98 % und wird durch den Brennprozess ebenfalls in Tridymit umgewandelt.

d) Aus dem unter b) Gesagten geht hervor, dass die Form-Chamotte schon im Anlieferungszustand, im Gegensatz zu den Formsanden, als silikosegefährlich bezeichnet werden muss. Ebenso tritt Silikosegefährdung überall dort auf, wo feuerfeste Chamotte- und Silikasteine durch Zuschüttungen, Schleifen oder Schneiden bearbeitet werden.

##### 7. Schutzmassnahmen im Giessereibetrieb

a) Als erster Grundsatz hat zu gelten, dass jede Staubentwicklung, auch wenn es sich um nicht quarzhaltigen Staub handelt, bekämpft werden muss. Ich verweise auf Abschnitt 4. c), wonach bei allgemeiner, starker Staubentwicklung relativ geringe Quarzmengen genügen können, um eine Silikoseerkrankung hervorzurufen. — Im weiteren müssen

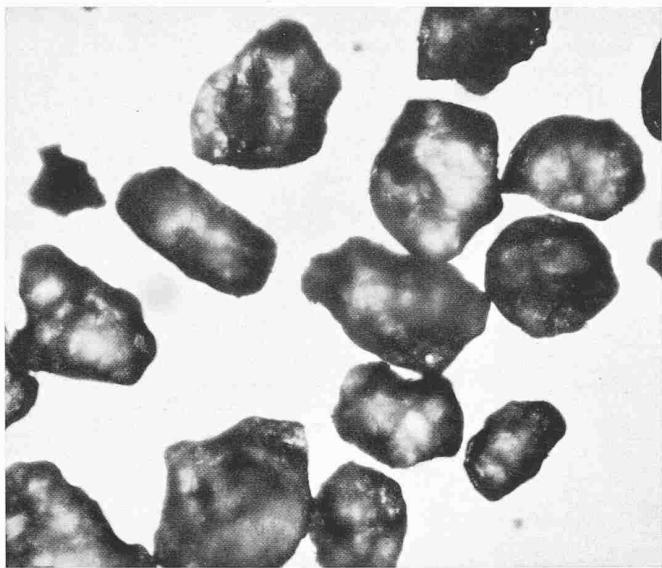


Bild 6. Belgischer Quarzsand im Anlieferungszustand, Vergrösserung 100fach

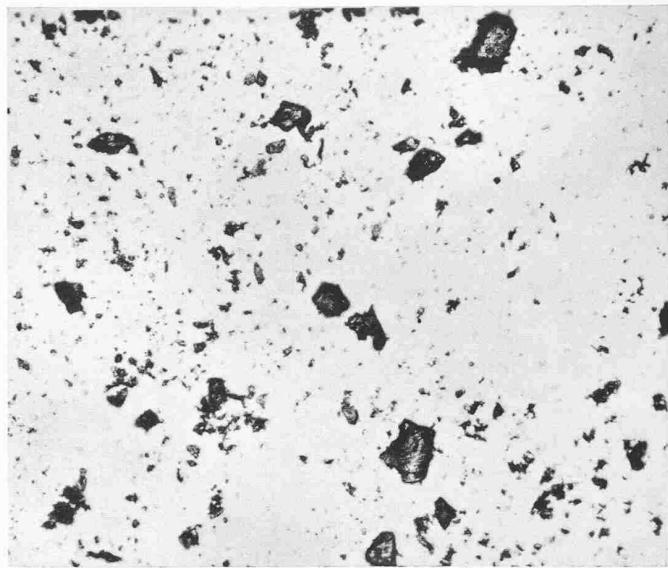


Bild 7. Belgischer Quarzsand, zerstampft, Vergrösserung 100 fach

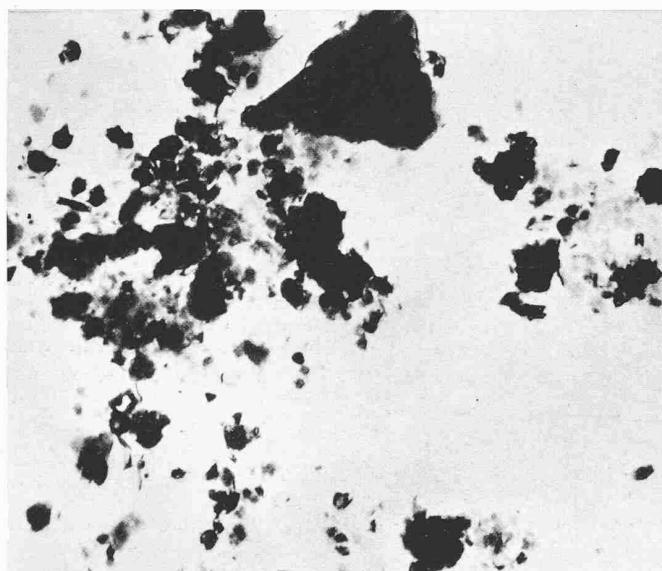


Bild 8. Belgischer Quarzsand im Anlieferungszustand, sedimentiert, Vergrösserung 10 000fach

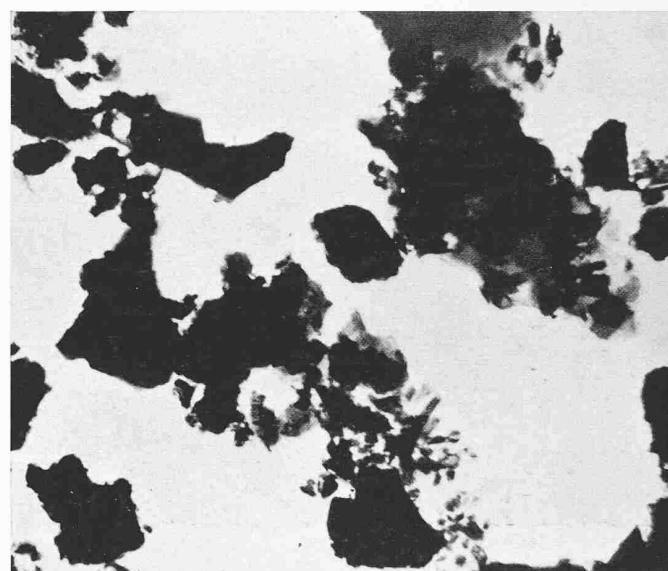


Bild 9. Belgischer Quarzsand, zerstampft, sedimentiert, Vergrösserung 10 000fach

## Die Silikose und ihre Bekämpfung im Giessereibetrieb

*Mikroaufnahmen von Quarzsanden*

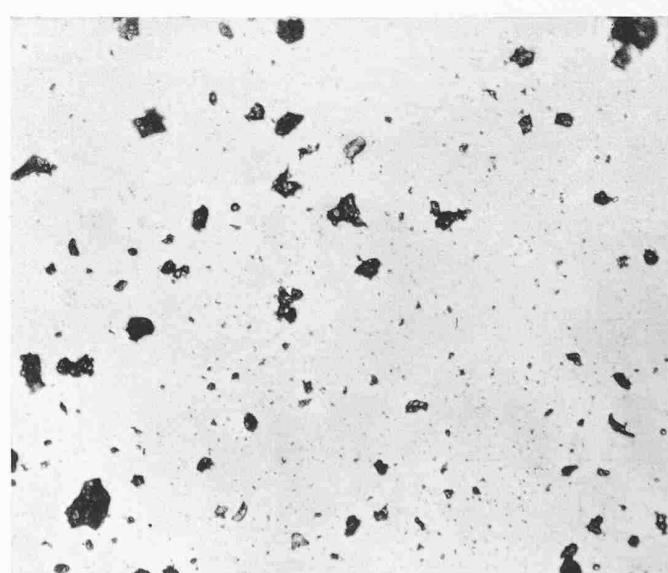


Bild 10. Cristobalit, zerfallen, Vergrösserung 100fach



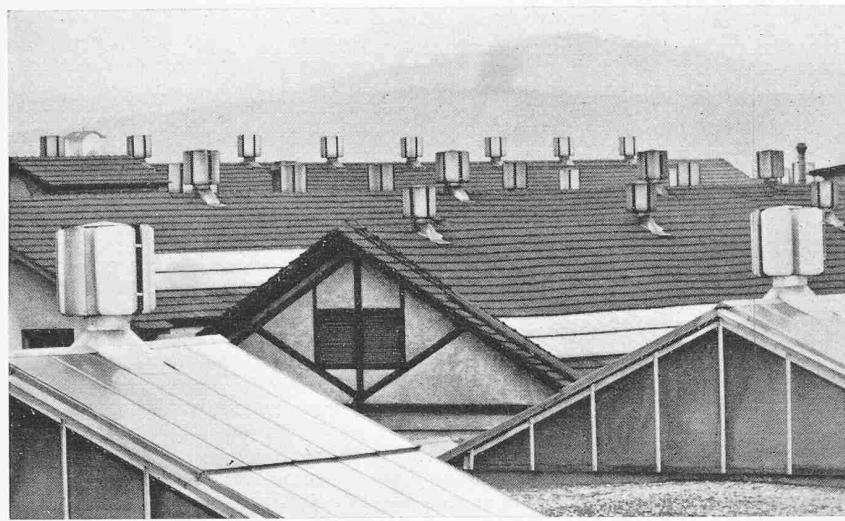
Bild 13. Die durch Rauchentwicklung sichtbar gemachte Raumluft steigt entsprechend der künstlichen Entlüftung mit etwa 1 m/min. gleichmässig nach oben



Bild 14. Durch Rauchentwicklung wurde die Raumluft um den Arbeitsplatz des Abbrenners sichtbar gemacht. Es zeigt sich, wie die im Arbeitstisch eingebaute Absaugvorrichtung die Staubatmosphäre des Arbeitsraumes an den Arbeitsplatz zieht.



Bild 16. Die Anordnung der 3 Exhaustoren links ist richtig. Die Abluft (durch Rauchentwicklung sichtbar gemacht) strömt unbehindert in die freie Atmosphäre, wo der Feinstaub rasch verdünnt und unschädlich wird. Die Anordnung des kleinen Exhaustoren rechts, mit dem früher üblichen Regendach, ist falsch. Der Feinstaub wird auf das Dach und die nähere Umgebung niedergeschlagen.



wir uns darüber Rechenschaft geben, dass der gefährliche Staub für das Auge nahezu unsichtbar, an den verschiedenen Arbeitsplätzen aufgewirbelt, sich in kurzer Zeit in den Arbeitsräumen verteilt und damit je nach Konzentration mehr oder weniger alle in der betreffenden Halle beschäftigten Leute gefährden kann (Abschnitt 4. b). Es muss also daran getrachtet werden, den gefährlichen Quarzstaub in der Raumatmosphäre auf eine so minimale Konzentration herab zu bringen, bei welcher keine Gesundheitsschädigungen mehr auftreten (Abschnitt 4. d). Dies ist durch geeignete Massnahmen an den betreffenden Entwicklungsstellen zu erreichen (siehe behördliche Vorschriften, Abschnitt 3. c), vor allem aber auch durch zweckmässige Raumlüftung.

b) Die natürliche oder mechanische Raumlüftung muss so angelegt sein, dass eine gefährliche Konzentration der Staubatmosphäre im Bereich der im betreffenden Raum sich aufhaltenden Belegschaft vermieden wird. Die Luftbewegung soll in der Vertikalen von unten nach oben erfolgen (Bilder 12 und 13). Entschieden unrichtig ist eine Entlüftung in horizontaler Richtung, wo die Frischluft am einen Ende der Halle angesaugt und am andern Ende mittels Ventilator herausgeschafft wird. Bei dieser Anordnung bereichert sich die horizontal über die Arbeitsplätze streichende Atmosphäre immer mehr mit Staub an, und deren Konzentration kann schon in der Mitte des betreffenden Arbeitsraumes ein Mehrfaches des noch unschädlichen Grenzwertes erreichen. Eine Längslüftung dürfte nur dann in Frage kommen, wenn auf der einen Seite des Arbeitsraumes keinerlei Staub entsteht und somit von dort her reine Frischluft zu den gefährdeten Arbeitsplätzen geführt wird.

c) Spezialisten für Entlüftungsanlagen vertreten die Auffassung, dass am zweckmässigsten die Absaugung von oben nach unten durchzuführen sei, damit der Kopf der Arbeiter möglichst nicht im Bereich der aufgewirbelten Staubteilchen ist. Diese Auffassung ist zweifellos richtig, setzt aber voraus, dass die Gesamt-Atmosphäre des Arbeitsraumes frei von Feinstaub gehalten werden kann. Trifft dies jedoch nicht zu, so kann durch eine solche Anordnung das Gegenteil erreicht werden, indem der Feinstaub der Raumluft durch den Ventilationszug auf die betreffenden Arbeitsplätze konzentriert wird. Dass die Raumluft in Giessereibetrieben in absehbarer Zeit vollständig frei von Feinstaub gehalten werden könnte, erachte ich nach dem heutigen Stande der Technik vorläufig nicht als möglich. Man wird sich vielmehr damit begnügen müssen, den Feinstaubgehalt so weit als möglich unter die schädlichen Grenzwerte zu bringen und dementsprechend die daraus sich ergebenden notwendigen Konsequenzen zu ziehen. Es muss also bei allen Arbeitsstellen, wo die Luft örtlich aus dem Arbeitsraum abgesaugt wird, wie bei Putz- und Auspackrosten, Schweiss- und Abbrennstellen sowie Schmirgelscheiben usw. die Absaugeinrichtung so eingestellt werden, dass durch diese Installationen die vertikale Raumlüftung nicht unwirksam gemacht wird.

Bild 14 zeigt den Arbeitsplatz eines Abbrenners. Durch künstliche Rauchentwicklung wurde in dessen Umgebung die Raumluft sichtbar gemacht. Aus dem Bild erkennt man, wie durch die Absaugvorrichtung im Arbeitstisch die Staubatmo-

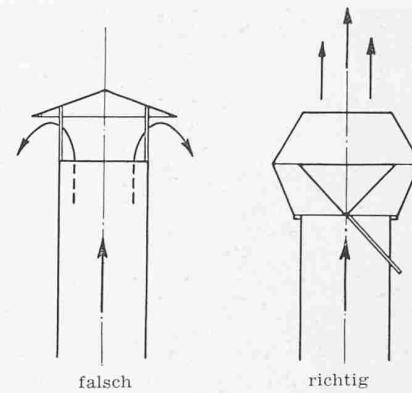


Bild 15. Falsche und richtige Ausbildung der Exhaustoren

Bild 12 (links). Mit statischen Entlüftern wird in den Arbeitshallen eine gleichmässige Luftbewegung von unten nach oben erreicht.

sphäre am betreffenden Arbeitsplatz eine Konzentration erfährt. Damit dürften die Silikosefälle bei Abbrennern und Schweissern abgeklärt sein.

d) Gestützt auf diese Überlegungen soll für alle ortsfesten Putzhäuser und Putztrommeln, einerlei, nach welchem System sie arbeiten, die notwendige Ansaugluft für deren Ventilation nicht aus dem Arbeitsraum entnommen, sondern von aussen zugeführt werden.

In der Behördlichen Verfügung II (Massnahmen in Eisen- und Metallgiessereien) vom 10. Oktober 1951, wird vorgeschrieben:

e) Sandaufbereitungsanlagen (Art. 2).

«Form- und Kernsand sind feucht aufzubereiten, sofern dies technisch durchführbar ist. Andernfalls hat die Aufbereitung, soweit möglich, in geschlossenen, künstlich entlüfteten Anlagen zu erfolgen. Auf jeden Fall ist dafür zu sorgen, daß der Austritt von Quarzstaub in die Arbeitsräume verhindert wird.»

Diese Vorschrift möchte ich durch den Nachsatz ergänzen: «Dabei ist im besonderen der Aufbereitung des Altsandes und der Form-Chamotte grösste Aufmerksamkeit zu schenken» (siehe Abschnitt 5, e und 6, d). Zu:

f) Auspacken der Gusstücke (Art. 3).

«Zentrale Auspackstellen sind mit Absaugvorrichtungen zu versehen. Stehen solche Einrichtungen zur Verfügung, so hat das Auspacken der Gusstücke aus trockenen Formen dort zu geschehen. Sind die Formen zu gross, um an zentrale Auspackstellen gebracht zu werden, oder stehen keine solchen zur Verfügung, so ist der Formsand vor dem Auspacken anzufeuchten, sofern dies technisch ohne Schaden für das Gusstück möglich ist. Andernfalls sind die Arbeiter durch geeignete Atemschutzgeräte zu schützen.»

Beim Entsanden der Gusstücke müssen wir uns vor Augen halten, dass vor allem der Sand unmittelbar an den Gusstück-Wandungen am gefährlichsten wirkt, d. h. dort, wo die Temperatur des flüssigen Metalles die Quarzkristalle in Tridymit und Cristobalt umwandelt (Abschnitt 5, e). Der Rüttler, versehen mit Absaugvorrichtung und zusätzlicher Frischluftzuführung, dürfte für die grobe Entsandung die geeignete Einrichtung sein, weil damit mit einem Minimum von Arbeitskräften in kurzer Expositionszeit dieser Arbeitsgang erledigt werden kann. — Beim Auspacken der Formen von Hand kann der Staubentwicklung wohl am zweckmässigsten durch reichliches Anfeuchten begegnet werden.

Der Vorschrift, Atemschutzgeräte zu verwenden, stehe ich skeptisch gegenüber. Vor allem wird beim trockenen Auspacken der Anreicherung der Raumatmosphäre an Feinstaub Vorschub geleistet, was wegen der Gefährdung der Former und ihrer Hilfsarbeiter so viel wie möglich vermieden werden muss. Anderseits werden Atemschutzgeräte — darunter verstehe ich Schutzhauben mit Frischluftzuführung mittelst Schlauchleitungen oder Filtermasken — nur dann getragen, wenn die betroffenen Arbeiter dauernd unter Kontrolle stehen. Dabei scheiden meines Erachtens Schutzhauben mit Schlauch-Anschlüssen zum Auspacken von Grossgusstücken, wo sie am dringendsten nötig wären, zum vornherein aus, weil durch die Schlauchleitungen die Bewegungsfreiheit der betreffenden Leute viel zu sehr gehemmt wird. — Und was

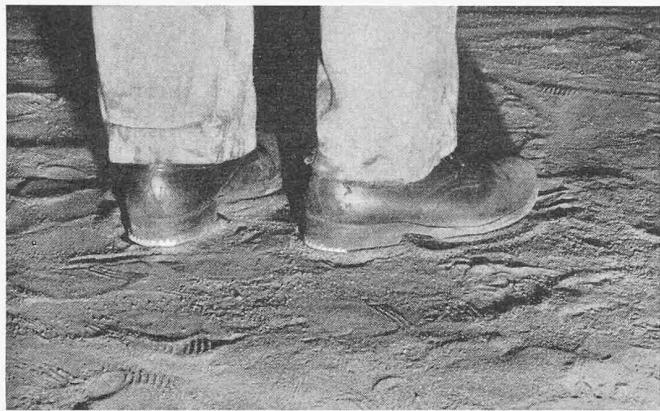


Bild 17. Der auf den glatten Betonböden und Pisten liegende Formsand wird durch die Schuhsohlen und Fahrzeug-Reifen zum gefährlichen Feinstaub zerrieben



Bild 18. Betonböden und Pisten sollen nicht glatt abgerieben, sondern quer zur Fahrrichtung leicht gewellt werden (Wellenlänge 50 mm, Wellentiefe 5 mm). Der anfallende Formsand sammelt sich im Wellental, wo er leicht feucht gehalten werden kann

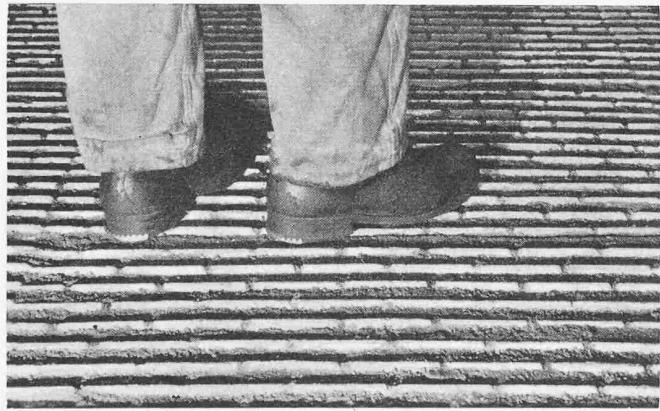


Bild 19. Auch die vor den Putzhäusern übliche Boden-Konstruktion, bestehend aus Platten in Grau- oder Stahlguss, sollen mit Rippen versehen werden. Diese Konstruktion schützt zusätzlich vor dem Ausgleiten auf dem Stahlkies

schlussendlich die Filtermasken betrifft, so sei darauf verwiesen, dass sie wohl die Staubmenge in der Atemluft reduzieren, den gefährlichen Feinstaub jedoch nicht restlos zurückhalten. Wenn ich trotzdem für gewisse Arbeiten das Tragen von Filtermasken empfehle, so geschieht es deshalb, weil jede Reduktion der eingearmeten Staubmenge auch die Erkrankungsgefahr vermindert (Abschnitt 4. e und f). Nach meinen langjährigen Erfahrungen wurden die besten Resultate mit Grossoberflächen-Filtern erzielt. Zu:

#### g) Gussputzerei (Art. 4).

«Das Entzanden und Entkernen von Gusstückchen hat, sofern dies möglich ist, über dem Putzrost mit Absaugung, in Putzmaschinen oder in Sandstrahlanlagen zu erfolgen. Bei den Putzmaschinen und Sandstrahlanlagen ist dafür zu sorgen, dass kein Staub austritt.

Ist die Anwesenheit der Arbeiter während des Putzens im Strahlraum unerlässlich, so sind deren Atmungsorgane durch Frischluftgeräte zu schützen. Die dem Gerät zugeführte Frischluft muss rein sein und bei kalter Winterung erwärmt werden können. Die Frischluftgeräte sind an einem staubgeschützten Orte aufzubewahren. Während des Aufenthaltes der Arbeiter im Strahlraum darf die Absaugung nicht ausgeschaltet werden. Erweisen sich die in den Absätzen 2 und 3 vorgesehenen Massnahmen als ungenügend, so ist an Stelle von Quarzsand mit einem quarzfreien Material zu strahlen, sofern dem keine technischen Einwände entgegenstehen.»

Die für die Silikoseerkrankung gefährlichsten Arbeitsplätze befinden sich in der Gussputzerei, d. h. dort, wo laufend Quarzkristalle zertrümmert werden. Als zweckmäßigsten Guss-Reinigungs-Apparat erachte ich für Kleinguss die Schleuderrad-Trommel und für Mittel- und Grossguss das Schleuderrad- oder Freistahl-Putzhaus, sofern es mit *Stahlkies* betrieben wird. Diese Reinigungsmaschinen müssen aber konstruktiv so ausgebildet sein, dass die Gusstücke, wie sie aus der Giesserei vom Rüttler angeliefert werden, ohne zusätzliche Handarbeit weiter entsandet werden können. Erst nach diesem Arbeitsvorgang sollen die in Hohlräumen noch anhaftenden Sandreste mittelst Drucklufthammer auf dem Putzrost entfernt werden. Auf diese Weise lässt sich die Staubentwicklung in der Putzerei auf ein Minimum reduzieren. Die Verwendung von Quarzsand als Strahlmittel sollte heute, nachdem dessen Gefährlichkeit seit Jahrzehnten erkannt ist, grundsätzlich verboten werden, bringt man doch damit gegenüber der Verwendung von Stahlkies ein Vielfaches an Quarz zur Zertrümmerung. — Auch in den Metall-Giessereien, wo teilweise noch heute Quarz als Strahlmittel Verwendung findet, lässt sich dieser durch anderweitige, nicht quarzhaltige Materialien ersetzen.

Das Abstrahlen der Gusstücke mit Druckwasser von 60 bis 70 atü wäre bezüglich Staubbekämpfung das zweckmäßigste Putzverfahren. Wenn solche Waschanlagen bis heute nur an wenigen Orten Anklang gefunden haben, so liegt der Grund wohl darin, dass auch der kombinierte Wasser-Sandstrahl bei Stahlguss zum Entfernen von eingearbeitetem Sand nicht genügt und bei Grauguss das Rosten der Gusstücke als unangenehme Nebenerscheinung auftritt. Auch bietet die Abfuhr oder eventuelle Rückgewinnung von Formsand aus den bedeutenden Schlammassen etwelche Schwierigkeiten. Es sind dazu zusätzliche, teure Installationen notwendig. Zu:

#### h) Ventilation (Art. 5)

«In den Abluftkanal, in den die staubhaltige Luft von den in Art. 1 erwähnten Betriebsstellen abgesaugt wird, sind wirksame Staubabscheider einzubauen. Das Entleeren der Staubabscheider darf aber das Personal und die Umgebung nicht gefährden.

Die Abluft ist derart ins Freie zu führen, dass der in den Abscheidern nicht zurückgehaltene Staub nicht mehr in die Arbeitsräume zurückgelangen kann. Für den Eintritt der nötigen Frischluft sind Öffnungen nach dem Freien vorzunehmen. Sofern durch die Absaugung in den Arbeitsräumen zu starke Abhöhung oder Zugerscheinungen auftreten, muss die nötige Frischluft künstlich zugeführt und dafür gesorgt werden, dass sie bei kalter Witterung erwärmt werden kann.»

Nachdem heute bekannt ist, dass keine Staubfilteranlage, wie sie in den Giessereibetrieben allgemein üblich sind, den schädlichen Feinstaub zurückhält (Abschnitt 4. f), soll strikte vorgeschrieben werden, dass die filtrierte Abluft nicht wieder in die Arbeitsräume zurückgeführt werden darf. Sie soll vielmehr, um sicher aus dem Bereich der Belegschaft endgültig zu verschwinden, mindestens über Dachfirst-Höhe in die freie Atmosphäre abgeführt werden und zwar so, dass ein Eindringen in geöffnete Dachreiter oder Oberlichter usw. nicht möglich ist. Dementsprechend muss der Hut des Abluftrohres so geformt sein, dass der austretende Luftstrahl ohne Richtungsänderung frei nach oben in die Atmosphäre ausströmen kann. Bei einer solchen Anordnung wird der in der Abluft befindliche Feinstaub einige Meter über Dachfirst abgetrieben und so stark verdünnt, dass er weder für die nähere noch weitere Umgebung als gefährlich angesprochen werden kann (Bilder 15 und 16). Die notwendige Frischluft für Putzhäuser und Putztrommeln usw., soll wie in Abschnitt 4. d), bereits erwähnt, aus dem Freien direkt in die betreffenden Apparate eingeführt werden. Damit erübrigen sich auch die Fragen bezüglich Zugluft und Heizung, die bei Entnahme der Ventilationsluft aus den Arbeitsräumen auftreten.

In der Folge gestatte ich mir, auf einige weitere Tatsachen hinzuweisen, die bis jetzt wenig oder gar keine Beachtung gefunden haben:

i) Das Zerschrotten von Chamotte- oder Silika-Steinen von Hand gefährdet nicht nur den betreffenden Ofenmaurer, sondern seine ganze Umgebung (Abschnitt 6, a bis d). Zur Ausführung dieser Arbeit sind heute Schleif- und Schneidemaschinen käuflich, die den Arbeitsvorgang viel schneller und genauer erledigen. Es soll aber nicht trocken geschliffen und geschnitten werden. Die üblichen Absauganlagen genügen nicht, um die grossen Mengen des anfallenden Staubes abzuführen. Auch beim Nass-Schleifen und Schneiden wird der Feinstaub nicht restlos niedergeschlagen (Abschnitt 4, g). Er wird aber so stark verdünnt, dass er als ungefährlich angesehen werden kann. Zudem arbeitet die Maschine so rasch, dass die Expositionszeit auf einen Bruchteil der Handarbeit herabgesetzt wird.

k) Die bisher aufgetretenen Silikosefälle unter den Formern (Giesser) dürften zum grössten Teil ihren Ursprung im zu hohen Quarzgehalt der allgemeinen Raumatmosphäre haben, herrührend von den Auspackstellen und weniger von örtlichen Staubentwicklungen in der Formerei selber. — Immerhin sei auf den in früheren Jahren in vielen Giessereien verbreiteten Unsinn verwiesen, wo der in den Abscheidern der Sandstrahlgebläse anfallende Quarzstaub als sogenannter Streusand zum Abscheiden der Formteile und im Staubsack zum Bestäuben der Modelle verwendet wurde. Als Streusand empfehle ich rundkörnigen, staubfreien Quarzsand und zum Bestäuben der Modelle den im Handel erhältlichen, sogenannten Modell-Puder. Bei Verwendung dieses Puders, der im Staubsack zerstäubt wird, dürfte es nichts schaden, sich von der verwendeten Marke eine Quarzanalyse machen zu lassen. Es ist aus fabrikationstechnischen Gründen nicht nötig, dass dieser Modell-Puder mehr als  $\frac{1}{2}\%$  Si O<sub>2</sub> enthält. Im gleichen Zusammenhang sei auch noch auf die sogenannte Formschlichte hingewiesen (Formanstrich-Masse). Diese besteht, neben geringen Mengen von Bindemitteln und weiteren Zutaten wie Ton, Graphit usw. in der Hauptsache aus reinem, feinkörnigem Quarzmehl, somit aus einem Material, das in trockenem Zustand als äussert silikosegefährlich bezeichnet werden muss. Es ist somit beim Anmachen der Schlichte, sei es von Hand oder im mechanisch angetriebenen Rührwerk, dem Zerstäuben in die Raumatmosphäre zu begegnen.

1) Viel zu wenig Beachtung wurde bisher in den Giessereibetrieben den Bodenkonstruktionen gewidmet. Während man sich in früheren Jahren mit den gestampften Sandböden begnügte, werden heute, seit der Einführung der mechanischen Traktionsmittel, die Verkehrswege als Betonstrassen ausgebildet und speziell in den Putzerei-Abteilungen glatte Betonböden erstellt. Wir finden aber auch glatt abgeriebene Betonböden in neuen, modernst eingerichteten Giesshallen für Kastenguss. — Heute wissen wir, dass der am Gusstück haftende und der in nächster Umgebung des Abgusses befindliche Sand, der bei 870° in Tridymit und bei 1470° in Cristobalit umgewandelt wird, die gefährlichste silikoseerzeugende Sandsorte ist, weil schon durch leichtes Reiben oder Drücken diese Quarzkristalle in Feinstaubsplitter zerfallen. — Auf dem Sandboden bindet schon die geringste Bodenfeuchtigkeit den Feinstaub und verhindert ein weiteres Aufwirbeln. Auf Betonböden und Betonpisten wird der beim Ausklopfen der Formen und beim Transport der Gusstücke abfallende Sand durch die Schuhsohlen und Fahrzeugreifen zum gefährlichsten Feinstaub zerrieben (Bild 17). Zu dessen Aufwirbelung in die Raumatmosphäre sorgen die rasch fahrenden Elektro-Fahrzeuge, ungenügende Anfeuchtung beim Zusammenwischen und auftretender Durchzug. Das selbe wiederholt sich in der Gussputzerei.

Betonböden und Betonpisten sollten dementsprechend in Giessereibetrieben, wo sie als notwendig erachtet werden, nicht glatt abgerieben, sondern quer zur allgemeinen Fahrtrichtung leicht gewellt werden. Dabei soll die Wellenlänge etwa 50 mm und die Wellentiefe nicht mehr als 5 mm betragen. Auf diese Weise wird das Zerreiben des Sandes durch die Schuhsohlen und Gummireifen auf ein Minimum reduziert und das Anfeuchten des Bodens, wo sich Sand und Wasser im Wellental sammeln, begünstigt (Bild 18). Aehnlich geformt sollen auch vor den Putzhäusern die mit Grauguss- oder Stahlguss-Platten armierten Böden hergestellt werden. Neben dem Schutze gegen die Silikosegefahr, bietet die letztere Anord-

nung auch Schutz gegen das Ausgleiten auf dem runden Stahlkies (Bild 19).

m) Im weiteren sei noch auf eine Gefahrenquelle aufmerksam gemacht, die allerdings nur solche Giessereien betrifft, die in Elektro-Oefen auf saurem Stampffutter schmelzen. Diese Stampfmasse besteht aus sogenanntem Findlingsquarz, der feinkörnig gebrochen und teilweise zu Mehl gemahlen ist. Er wird mit etwas Borsäure als Bindemittel, vollständig trocken, in die Oefen eingestampft. Entsprechend der Zersplitterung und einem Quarzgehalt von 95 bis 98 % gehört diese Stampfmasse mit zu den «giftigsten» Silikose-Erzeugern. Dem Umstand, dass das Neuaufstampfen der Oefen nur alle paar Wochen einmal notwendig und dementsprechend die Expositionszeit verhältnismässig kurz ist, dürfte es zu verdanken sein, dass bei den betreffenden Leuten bis heute keine Silikose-Erkrankungen aufgetreten sind. Gewisse Vorsichtsmassnahmen dürften aber trotzdem am Platze sein.

Das Durchmischen der Stampfmasse soll nicht im Arbeitsraum, sondern im Freien vorgenommen werden. Auch soll die Masse nicht offen in den Oefen eingeschaufelt, sondern in Papier-Säcken in die Verbrauchsstelle geschafft werden, so dass möglichst keine Aufwirbelungen vorkommen. — Die mit der Arbeit betrauten Leute sollen Staubmasken tragen.

n) Zum Schluss sei darauf verwiesen, dass das Giesserei-Personal immer und immer wieder darauf aufmerksam gemacht werden muss, dass das Feuchthalten der Böden und Verkehrswege, sowie das laufende Anfeuchten des Haufen- und Abfallsandes an den Auspackstellen und in der Putzerei eines der wirksamsten Mittel zur Verhütung der Silikose-Erkrankung ist.

## 8. Schlussbemerkung

Ich bin mir voll bewusst, dass es schwer halten wird, in allen längst bestehenden Giesserei-Gebäulichkeiten die von mir aufgeführten Massnahmen zur Verhütung von Silikose-schäden restlos zu verwirklichen. Der nach den heutigen Erkenntnissen gewünschte Idealzustand wird sich meistens nur anlässlich von Um- oder Neubauten schrittweise erreichen lassen.

Mit meinen Hinweisen, worauf es ankommt, lassen sich aber mit tragbaren Kosten überall, d. h. auch in kleinen und primitiven Verhältnissen, wirksame Schutzmassnahmen treffen. Wenn durch meine Aufklärungen die Giessereileiter zum selbständigen Aufdecken von vorhandenen Silikose-Gefahrenherden angeregt werden, so betrachte ich den Zweck dieser Studie als erreicht.

Eine Grosszahl von Unterlagen wurde mir in liebenswürdiger Weise von Prof. Dr. med. E. Grandjean ETH, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie in Zürich, zur Verfügung gestellt. Wertvolle Hinweise vermittelte mir auch Dr. med. H. Wyss, Direktor und Chefarzt der Heilstätte Barmelweid (Aargau). Von der SUVA wurden mir in entgegenkommender Weise die neuesten statistischen Zahlen und Angaben aus deren langjähriger Praxis mitgeteilt. Für die wertvolle Unterstützung sei auch an dieser Stelle allen Mitarbeitern der herzlichste Dank ausgesprochen.

## Literaturverzeichnis

- [1] Zürcherische Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung der Bekämpfung der Silikose in der Schweiz — I. Teil 1947, II. Teil 1950 —, Vierteljahresschrift der Naturf. Gesellschaft Zürich.
- [2] Untersuchungen über die Silikose in einem Grossbetrieb der Metallindustrie, von Friedrich Paul Uehlinger. Buchdruckerei Kühn & Co., Schaffhausen, 1949.
- [3] Die Giessereisilikose in der Schweiz (Material der Schweiz. Unfallversicherungsanstalt). Von Eduard Obrist. Buchdruckerei Berichtthaus, Zürich, 1949.
- [4] «Zeitschrift für Aerosol-Forschung und Therapie», Friedrich-Karl-Schattauer-Verlag, Stuttgart. Insbesondere Heft 4, 1953: Staubschäden und ihre Therapie, unter besonderer Berücksichtigung der Silikose, und Heft 1, 1954: Bericht über die 2. Internationale Staublunge-Tagung in Münster-Westfalen vom 2. bis 4. Nov. 1953.
- [5] Zeitschrift «Staub» — Deutscher Ingenieur-Verlag G. m. b. H., Düsseldorf. Bes. Jg. 1952, Hefte 28 und 29, und Jg. 1953, Heft 32.
- [6] Beiträge zur Silikose-Forschung. Silikose-Forschungs-Institut der Bergbau-Berufsgen. Bochum. Jg. 1953, Heft 19.
- [7] The action of different Forms of pure silica on the lungs of rats — King E. J., Mohanty G. P., Harrison C. V. and Nagelschmidt G. «Brit. J. Industr. Med.» 10, 9—17 (1953).

Adresse des Verfassers: Alfred Oehler, Küttigerstrasse 21, Aarau.