

Gefährdungsbeurteilung an Arbeitsplätzen mit Quarzstaubexposition in der keramischen Industrie

Risk Assessment at Workplaces with Exposure to Crystalline Silica in the Ceramic Industry

K.GULDNER, F.BESCHORNER, O.STEINIG

Berufsgenossenschaft der keramischen und Glas-Industrie, Riemenschneiderstrasse 2,
D-97072 Würzburg

EINLEITUNG

Die Berufsgenossenschaft der keramischen und Glas-Industrie ist in Deutschland zuständig für die Prävention, die Rehabilitation und die Entschädigung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten.

Anlass für eine umfassende Gefährdungsbeurteilung an Arbeitsplätzen mit Exposition gegenüber quarzhaltigen Feinstäuben in der keramischen Industrie gab zum einen die aktuelle Diskussion um das kanzerogene Potenzial dieser Stäube. Danach erscheint es mittlerweile erwiesen, dass Quarzfeinstaub neben oder in Verbindung mit Silikose auch Lungenkrebs beim Menschen verursachen kann.

Zum anderen erforderte die gegenwärtig stattfindende Überprüfung des Luftgrenzwertes für Quarzfeinstaub eine detaillierte Beschreibung der Staubverhältnisse an Arbeitsplätzen, die dem Stand der Technik entsprechen.

GESUNDHEITSGEFÄHRDUNGEN DURCH QUARZFEINSTAUB

Der in den folgenden Ausführungen zur Messung und Beurteilung herangezogene Staubanteil ist immer die sogenannte A-Fraktion (Feinstaub) gemäß den Festlegungen der DIN EN 481 (Abb.2). Dabei handelt es sich um eine Trennfunktion, die das Abscheidevermögen der menschlichen Lunge abbildet. Nur die alveolengängigen Teilchen der A-Fraktion (näherungsweise $<10\mu\text{m}$) können bis in die tiefen Lungenbereiche, die Alveolen, vordringen und dort ihre schädigende Wirkung entfalten.

Die am längsten bekannte, durch quarzhaltige Feinstäube hervorgerufene Gesundheitsschädigung ist die sogenannte Staublunge oder Silikose. Es handelt sich dabei um eine fortschreitende Fibrosierung der Lunge, d.h. eine Umwandlung von gesundem Lungengewebe in Narbengewebe mit einhergehender Einschränkung der Lungenfunktion (Abb. 3). Die Silikose kann seit 1929 in Deutschland als Berufskrankheit anerkannt und entschädigt werden.

Im Jahre 1997 wurde zunächst durch die IARC (International Agency for Research on Cancer) und dann 1999 auch durch die DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko durch Quarzfeinstaub festgestellt, zumindest für Personen, die an einer Silikose erkrankt sind. Seit 2002 wird in Deutschland eine Lungenkrebserkrankung bei gleichzeitigem Vorliegen einer Silikose als Berufskrankheit entschädigt.

ERGEBNISSE DES STAUBMESSPROGRAMMES IN DER KERAMISCHEN INDUSTRIE

Feinstäube (A-Fraktion) mit mehr oder weniger großen Anteilen an Quarz sind in der keramischen Industrie fast allgegenwärtig.

Eine – je nach Höhe der Exposition – bedeutsame Gefährdung stellen diese Stäube in der Porzellanindustrie, der Fliesenindustrie, der Feuerfestindustrie, in der Sanitärkeramik, in der Ziegelindustrie und auch in der Rohstoffindustrie (Her- und Bereitstellung von Ausgangsmaterialien für die keramische Industrie) dar (Abb.4).

Von 1998 bis 2000 wurde vom Meßtechnischen Dienst der Berufsgenossenschaft der keramischen und Glas-Industrie in 61 Betrieben ein Staubmessprogramm durchgeführt, um in allen relevanten Branchen ein Bild der aktuellen Gefährdungssituation in Bezug auf Quarzfeinstaub zu erhalten. Dabei wurden nur moderne oder nach neuesten Erkenntnissen nachgerüstete Betriebe ausgewählt, die den Stand der Technik in der jeweiligen Branche repräsentieren.

Es sei an dieser Stelle nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den in der Luft an diesen Arbeitsplätzen auftretenden Stäuben immer um Mischstäube handelte, mit einem Gehalt von kristallinem SiO₂ (Quarz und/oder Cristobalit) von etwa 4-11 Gew.% (arithmetisches Mittel) in der A-Fraktion (Abb.5).

In Abbildung 6 sind die mehr als 700 erhaltenen Meßergebnisse, aufgegliedert nach den einzelnen Branchen, dargestellt. Als Richtwert für die Beurteilung der Situation kann der 90 Perzentil-Wert herangezogen werden. Beim 90 Perzentil-Wert liegen jeweils 90 % der Meßwerte unterhalb des angegebenen Wertes. Diese Betrachtung zeigt, dass in den meisten Branchen der derzeit in Deutschland gültige Luftgrenzwert für Quarzfeinstaub von 0,15 mg/m³ A (MAK-Wert) ohne Probleme eingehalten werden kann.

Daneben gibt es aber auch Industriezweige, in denen der Grenzwert überschritten (Rohstoffindustrie) oder nur knapp eingehalten wird (Fliesen- und Ziegelindustrie).

Weiteren Aufschluss gibt eine Einteilung der Meßergebnisse nach Arbeitsbereichen quer über alle Branchen (Abb.7). Grenzwertüberschreitungen treten ganz allgemein bei der Aufbereitung von keramischen Massen auf, insbesondere bei Mahl- bzw. Zerkleinerungsprozessen, vor allem wenn diese trocken ausgeführt werden. Problematisch erweisen sich auch Prozesse, bei denen Materialien mit hohem Quarzgehalt im Rohstoff verarbeitet werden (z.B. Aufbereitung von Quarzsanden) oder Bereiche, in denen noch eine vorwiegend manuelle Be- oder Verarbeitung erfolgt. Reinigungsarbeiten, sofern diese noch trocken oder in sicherheitswidriger Weise mit dem Besen oder mit Druckluft ausgeführt werden, stellen – leider – nach wie vor ein hohes Gefährdungspotential dar (Abb.8).

In Abbildung 9 ist ein sogenannter Putz-Arbeitsplatz in der Porzellanindustrie dargestellt, wie er vor etwa vierzig Jahren ausgesehen hat. An diesen Arbeitsplätzen werden getrocknete Porzellanartikel in Handarbeit von Unregelmäßigkeiten (z.B. Nähte oder Grate) befreit, die vom Gießprozess herrühren. Der Luftgrenzwert von Quarz wird an diesem Arbeitsplatz überschritten (0,17 mg/m³).

Nach umfangreichen technischen Verbesserungen, vor allem bezüglich Absaugetechnik und Arbeitsplatzhygiene, konnte für diese Tätigkeit die Quarzfeinstaubexposition etwa um den Faktor 20 auf $0,009 \text{ mg/m}^3$ reduziert werden (Abb.10). Die relativ hohen Investitionskosten für eine solche Sanierung werden durch weitere Vorteile (Verbesserung der Ergonomie, universelle Einsetzbarkeit des Arbeitsplatzes, Erleichterung des Arbeitsvorganges) mehr als ausgeglichen, was letztendlich auch zu einer Produktivitätssteigerung führt.

ENTWICKLUNG DER SILIKOSEFÄLLE

Wie bereits erwähnt ist das Auftreten einer Silikose- oder Silikotuberkuloseerkrankung die direkte Folge einer entsprechend hohen Quarzfeinstaub-Exposition, die über einen längeren Zeitraum auf eine Person eingewirkt hat.

Eine Betrachtung des zeitlichen Verlaufs dieser Erkrankungen erlaubt daher eine Art retrospektive Gefährdungsbeurteilung der entsprechenden Arbeitsplätze. Durch eine möglichst genaue Beschreibung der zurückliegenden Expositions- und Arbeitsverhältnisse und durch Vergleich mit der heute in den Betrieben existierenden aktuellen Situation lassen sich Rückschlüsse auf die Effektivität von Arbeitsschutzmaßnahmen aber auch auf die Wirksamkeit von Grenzwerten ziehen.

In der Keramischen und Glas-Industrie in Deutschland konnte in den letzten sechzig Jahren die Zahl der pro Jahr angezeigten (gemeldeten) und mit einer Rente entschädigten Silikosen um etwa 95 % reduziert werden (Abb.11). Der Verlauf der Statistik der letzten zehn Jahre ist der Deutlichkeit wegen nochmals separat in Abbildung 12 dargestellt. Zusätzlich zu den angezeigten und mit Rente entschädigten Fällen sind hier auch die nur dem Grunde nach anerkannten Silikosen mit aufgenommen. Die Zahl der neuen Silikoserenten hat sich danach auf ein niedriges Niveau von etwa 10-20 Fällen pro Jahr eingependelt.

Aus der oben erwähnten vergleichenden Gefährdungsbeurteilung heutiger und ehemaliger Arbeitsplätze und in Kenntnis der für eine Silikoseerkrankung erforderlichen Latenzzeit läßt sich folgende These aufstellen: *Den heute entschädigten Silikosen liegt eine Gefährdung bzw. Quarzfeinstaubexposition zugrunde, die mehrere Jahre bzw. Jahrzehnte in der Vergangenheit liegt.*

Eine genauere Betrachtung der in den Jahren 1998 – 2000 durch die Berufsgenossenschaft der keramischen und Glas-Industrie entschädigten Silikosen soll dies verdeutlichen.

Ausgewertet wurden die in diesen drei Jahren erfassten 34 Fälle. Abbildung 13 verdeutlicht, dass im Mittel der Beginn der Quarzfeinstaub-Exposition 49 Jahre zurückliegt. Es gibt keinen einzigen Fall, der nicht schon vor dem Jahre 1980 erstmals quarzexponiert tätig war.

Gestützt wird diese These auch durch eine Betrachtung der Latenzzeiten, die den 34 Silikosefällen zugrundeliegen (Abb.14). Im Mittel beträgt die Zeit zwischen Expositionsbeginn und dem Beginn der Silikose im medizinischen Sinne 36,6 Jahre. Der Zeitpunkt der Erkrankung liegt dabei meist deutlich vor dem Zeitpunkt der Entschädigung, da sich die dafür erforderliche Funktionseinschränkung der Lunge mit fortschreitender Silikose erst entwickeln muß.

In Abbildung 15 sind erste Ergebnisse einer Dosisberechnung für die beschriebenen Silikosefälle dargestellt. Berechnet wurde die kumulative Quarzfeinstaubdosis (Lebenszeitdosis) für jeden Fall in $\text{mg/m}^3 \times \text{Jahre}$. Für alle Silikosefälle wurde eine detaillierte Arbeitsanamnese erstellt, insbesondere für die Zeiten mit Quarzfeinstaub-Exposition. Die kumulative Dosis wurde dann mit Hilfe einer Job-Exposure-Matrix berechnet. In der Matrix wurden die einzelnen Branchen nach Arbeitsbereichen aufgegliedert und jedem Arbeitsbereich ein Expositionswert (mg/m^3 Quarz, A-

Fraktion) zugeordnet. Diese Werte beruhen teilweise auf Messwerten oder auf Analogieschlüssen bzw. fundierten Schätzungen eines Teams aus erfahrenen Staubexperten.

Die durchschnittliche Lebenszeitdosis des Kollektivs beträgt $8,4 \text{ mg/m}^3 \times \text{Jahre}$, das gesamte Kollektiv (34 Fälle) ist in Abbildung 15 mit den dazugehörigen Dosiswerten aufgezeigt.

Die überwiegende Mehrzahl der Fälle weist eine Dosis von mehr als $2 \text{ mg/m}^3 \times \text{Jahre}$ auf. Dieser Wert wird häufig in der Literatur als Grenzdosis beschrieben, bei deren Überschreitung das Silikoserisiko signifikant erhöht ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Aus den Ergebnissen der in den Betrieben der keramischen Industrie in Deutschland durchgeführten aktuellen Staubmessungen und den Auswertungen der in dieser Branche auftretenden Silikosefälle können folgende Ansätze für eine erfolgreiche Staubbekämpfung abgeleitet werden:

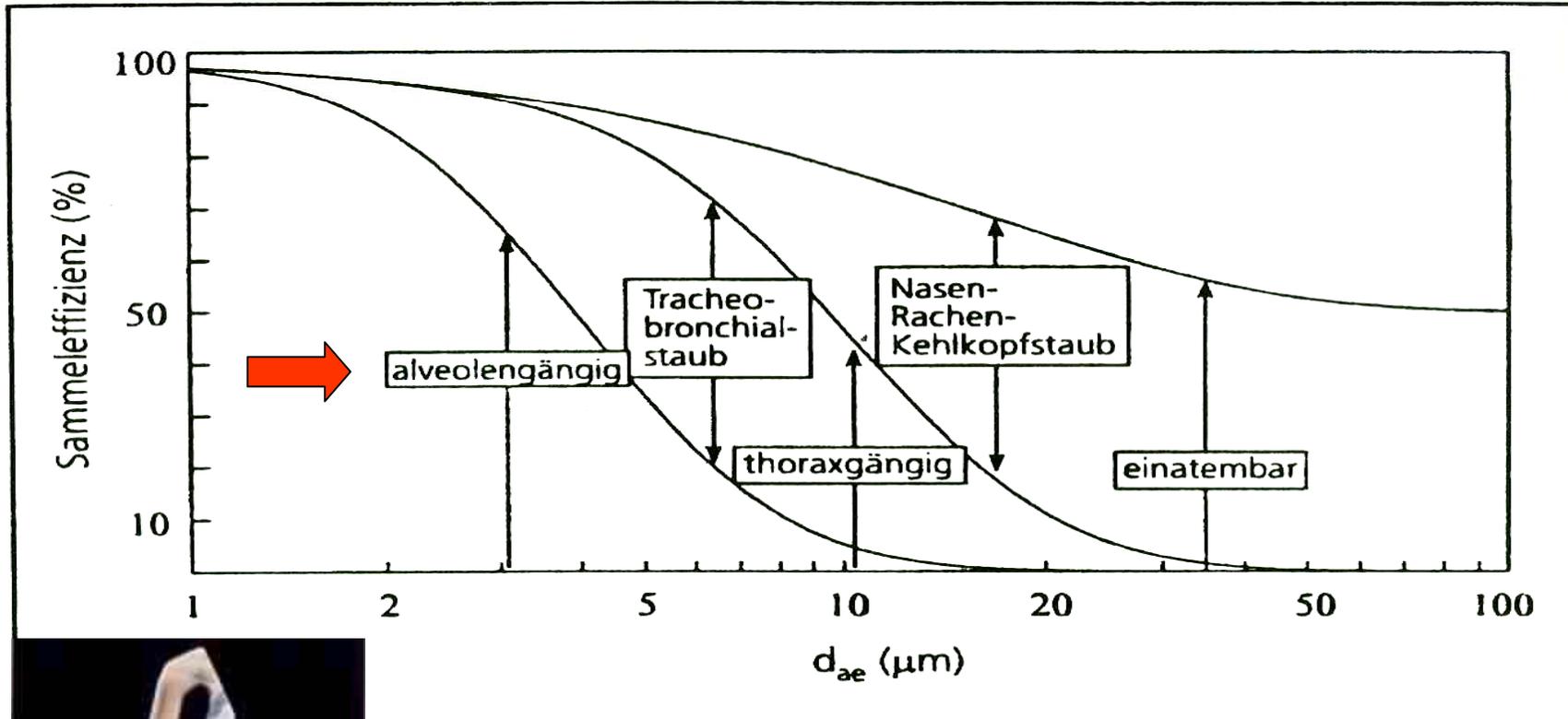
- In vielen Fällen ist es schon mit einfachen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen (*Grundregeln der Staubbekämpfung*) möglich, eine entscheidende Verbesserung der Staubsituation herbeizuführen. Kostenintensive Neu-Investitionen sind eher die Ausnahme (z.B. bei völlig veralteten Anlagen oder Anlageteilen) und rechnen sich oft durch die erzielten Produktivitätssteigerungen.
- Eine gezielte Beratung über geeignete Staubbekämpfungsmaßnahmen und spezielle, auf einzelne Branchen abgestimmte Branchenlösungen und -infos (*Code of good practice*) können die Betriebe entscheidend unterstützen. Dies erscheint vor allem für Klein- und Mittelbetriebe (SME's) das Mittel der Wahl.
- Der gegenwärtig in Deutschland gültige Grenzwert von $0,15 \text{ mg/m}^3$ Quarzfeinstaub (A-Fraktion) erscheint durchaus geeignet, das Silikoserisiko auf ein akzeptables Minimum zu reduzieren.

■ Gefährdung durch Quarzfeinstaub

Gefährdungsbeurteilung an Arbeitsplätzen mit Quarzstaubexposition in der keramischen Industrie

**Risk Assessment at Workplaces
with Exposure to Crystalline Silica
in the Ceramic Industry**

*K.Guldner, F.Beschorner, O.Steinig
Berufsgenossenschaft der keramischen und Glas-Industrie, Würzburg (D)*



**Quarzfeinstaub → A-Fraktion
respirable dust
(DIN EN 481)**

Gesundheitsschäden:

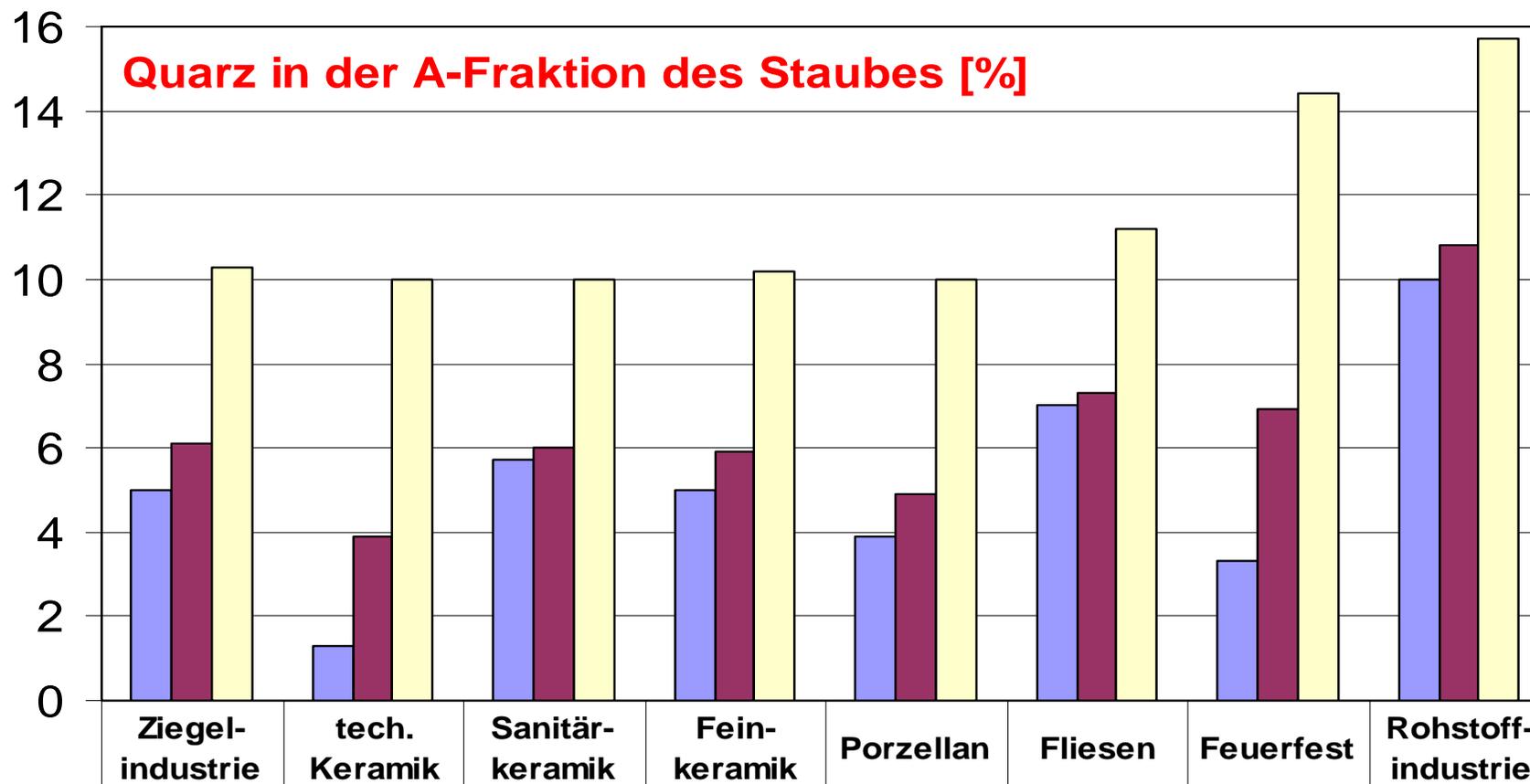
- **Silikose und Silikotuberkulose
(Berufskrankheit seit 1926)**
- **Lungenkrebs in Verbindung mit Silikose
(Berufskrankheit seit 2002)
(IARC: 1997; DFG: 1999)**
- **Chronische Nierenschäden**
- **Sklerodermie**

Quarzfeinstaub in der Keramischen Industrie

- **Porzellanindustrie**
- **Fliesenindustrie**
- **Feuerfestindustrie**
- **Sanitärkeramik**
- **Ziegelindustrie**

■ Gefährdung durch Quarzfeinstaub

5



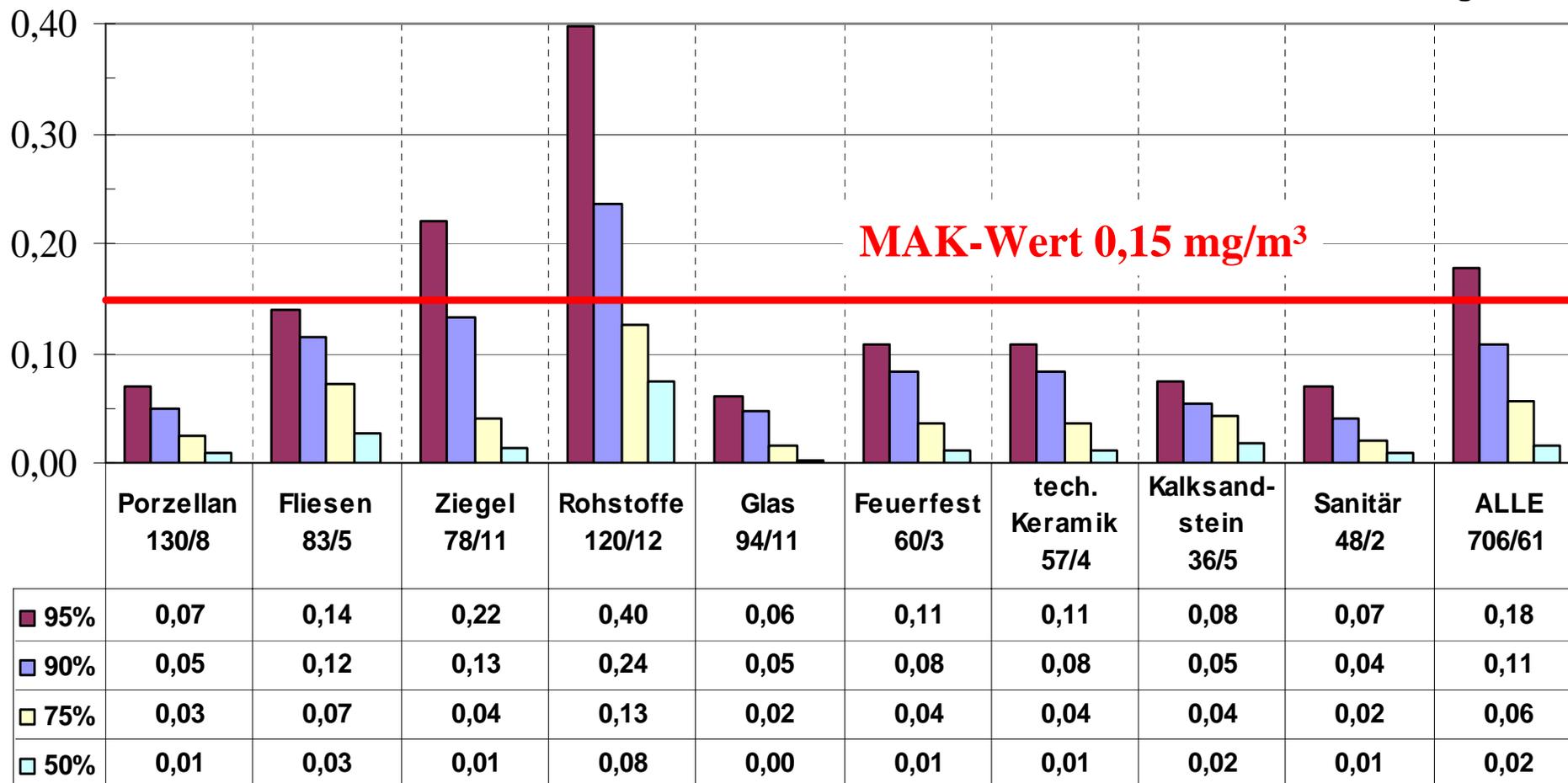
■ Median	5	1,3	5,7	5	3,9	7	3,3	10
■ Mittelwert	6,1	3,9	6	5,9	4,9	7,3	6,9	10,8
■ 90-Perz.	10,3	10	10	10,2	10	11,2	14,4	15,7

■ Gefährdung durch Quarzfeinstaub

6

Quarzstaubwerte in den Branchen [mg/m³]

61 Betriebe
706 Messungen

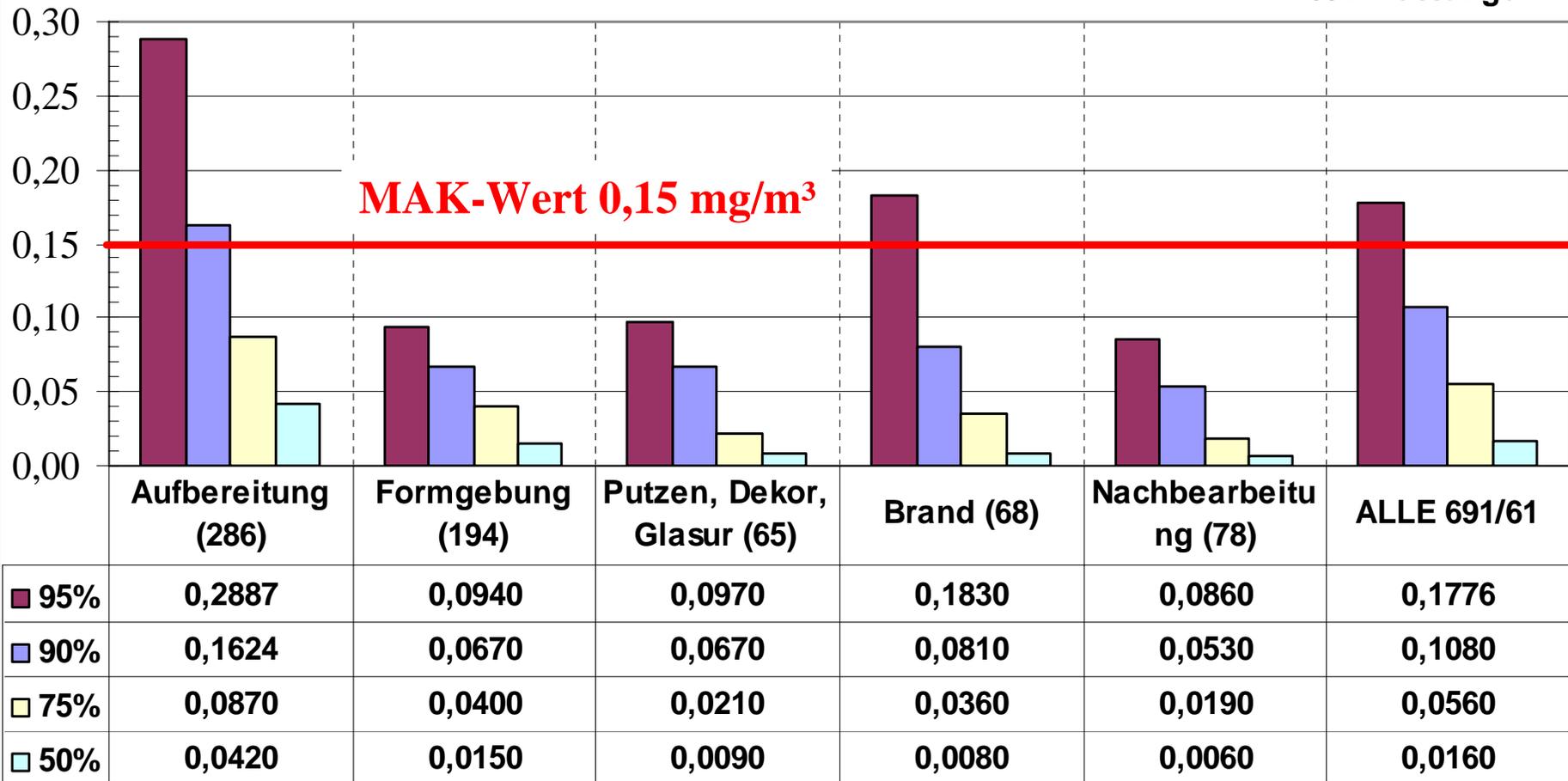


■ Gefährdung durch Quarzfeinstaub

7

Quarzstaubwerte in den Arbeitsbereichen [mg/m³]

61 Betriebe
691 Messungen



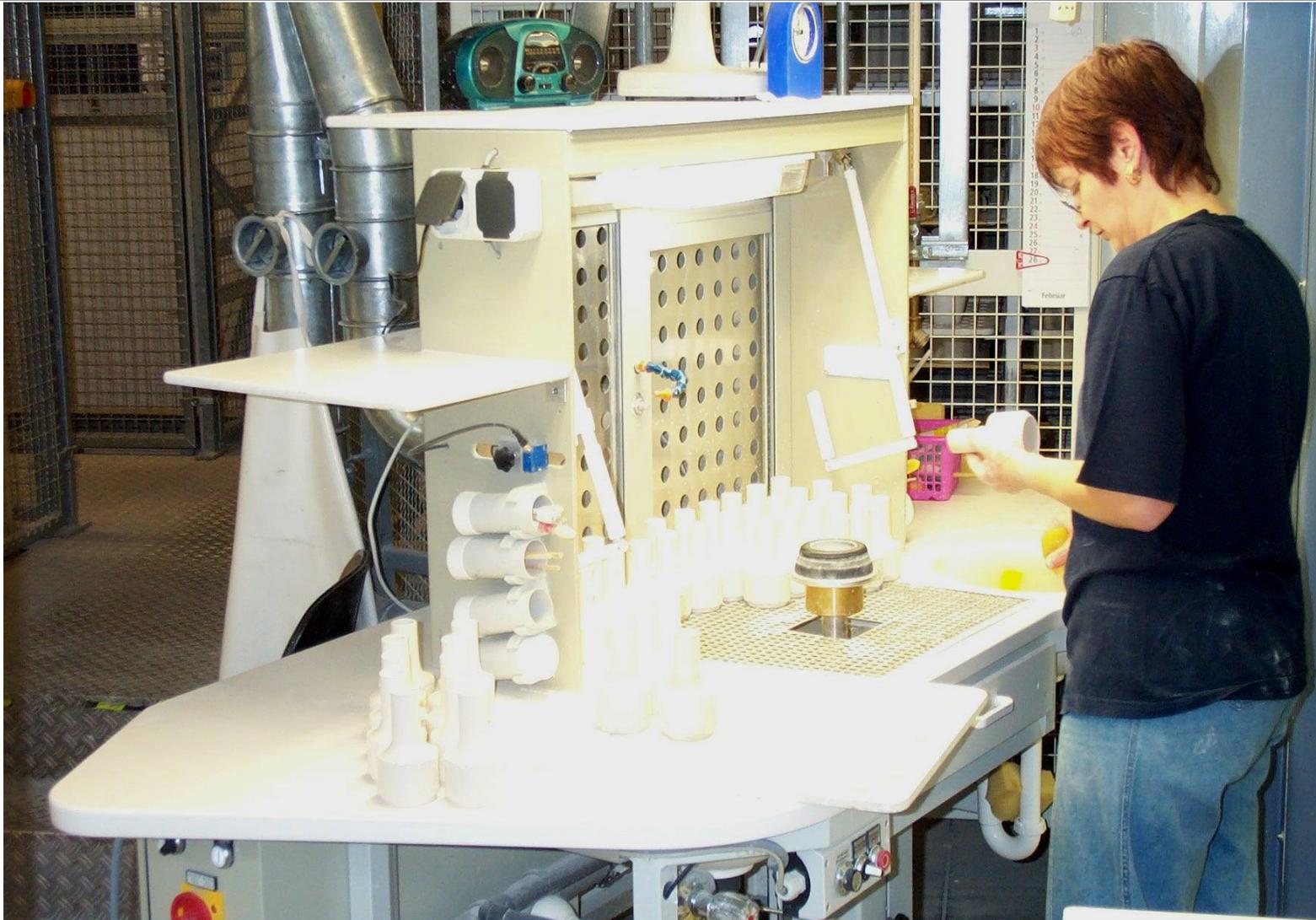
Kritische Expositionsbereiche in der Keramischen Industrie:

- Aufbereitung**
- Bereiche mit hohen Quarzgehalten**
- Manuelle Bearbeitung**
- Reinigungsarbeiten**



■ Gefährdung durch Quarzfeinstaub

10

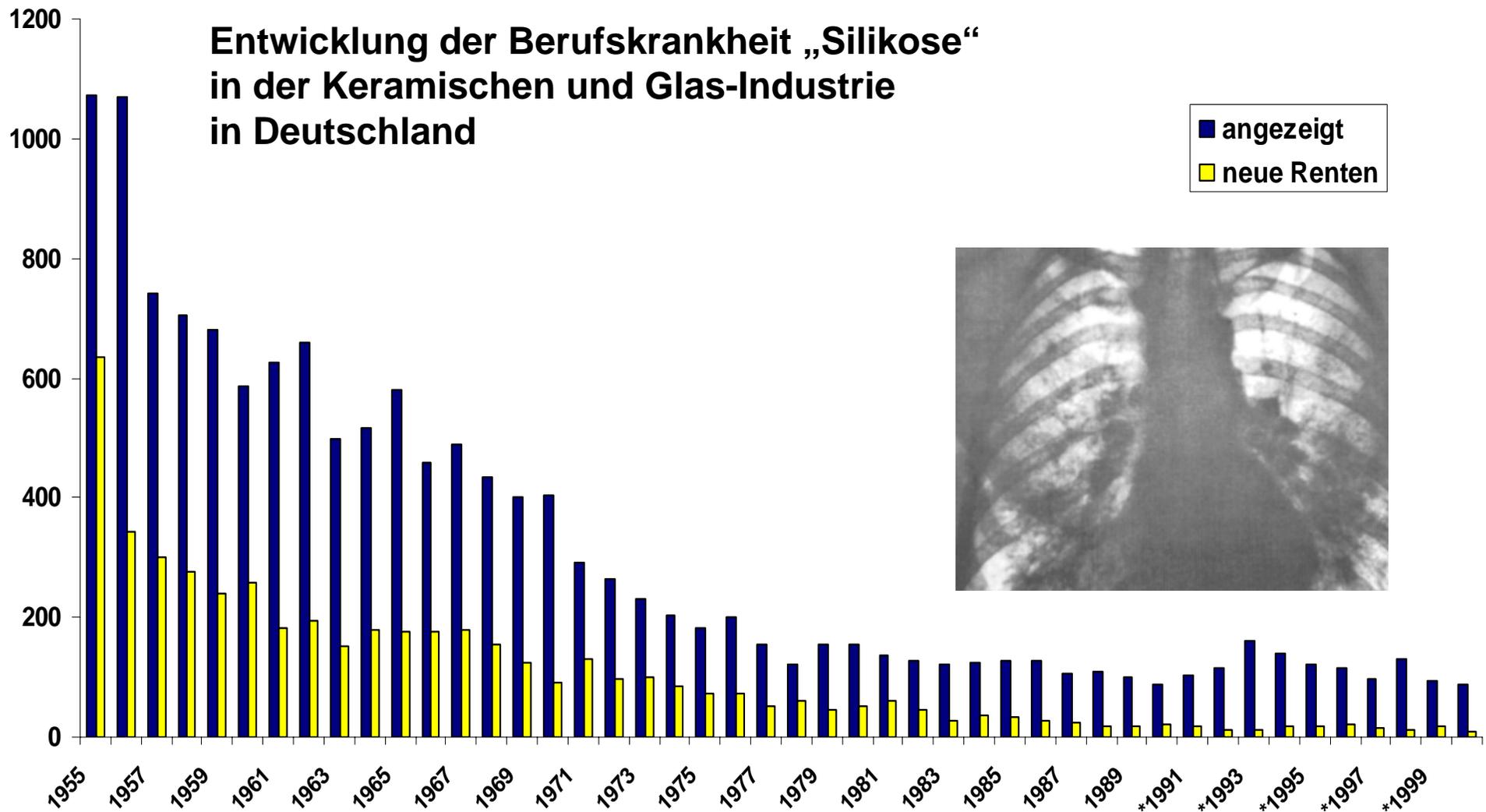


02.04.2004

Guldner

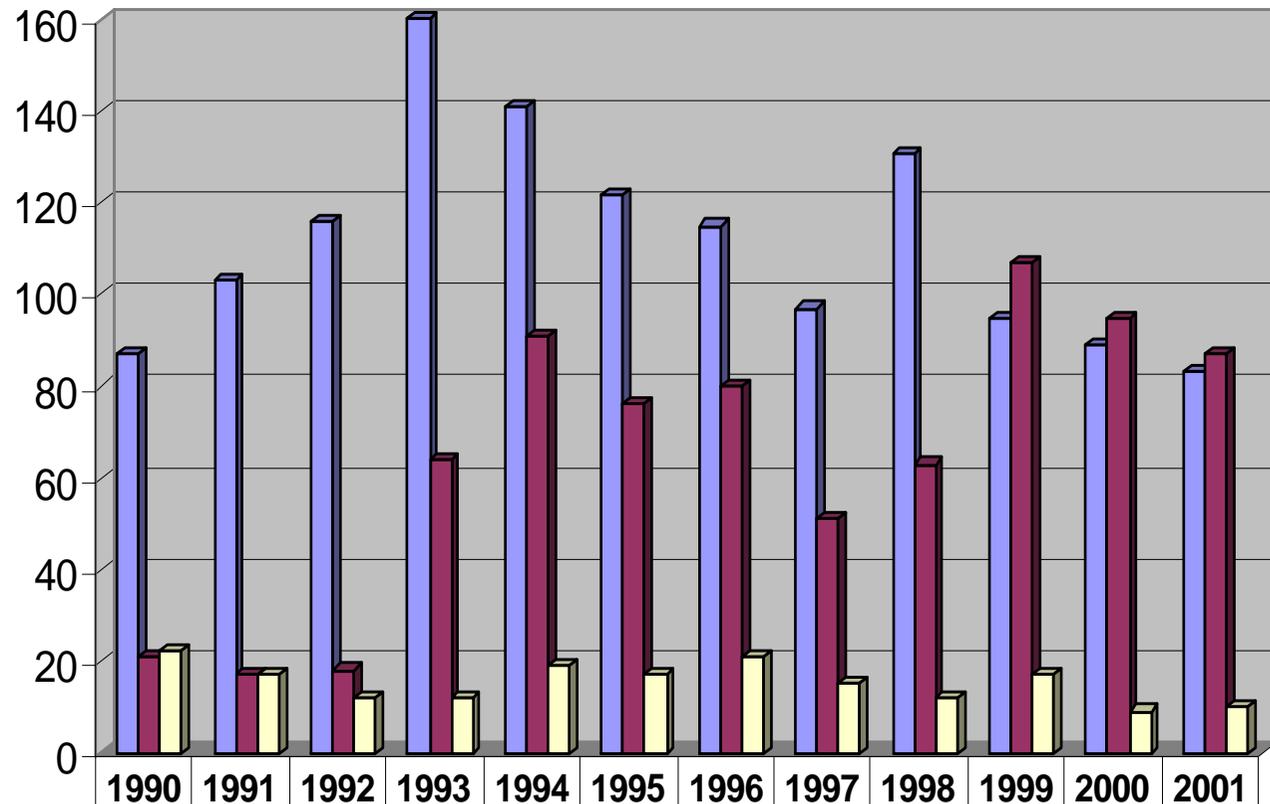


BG der keramischen
und Glas-Industrie



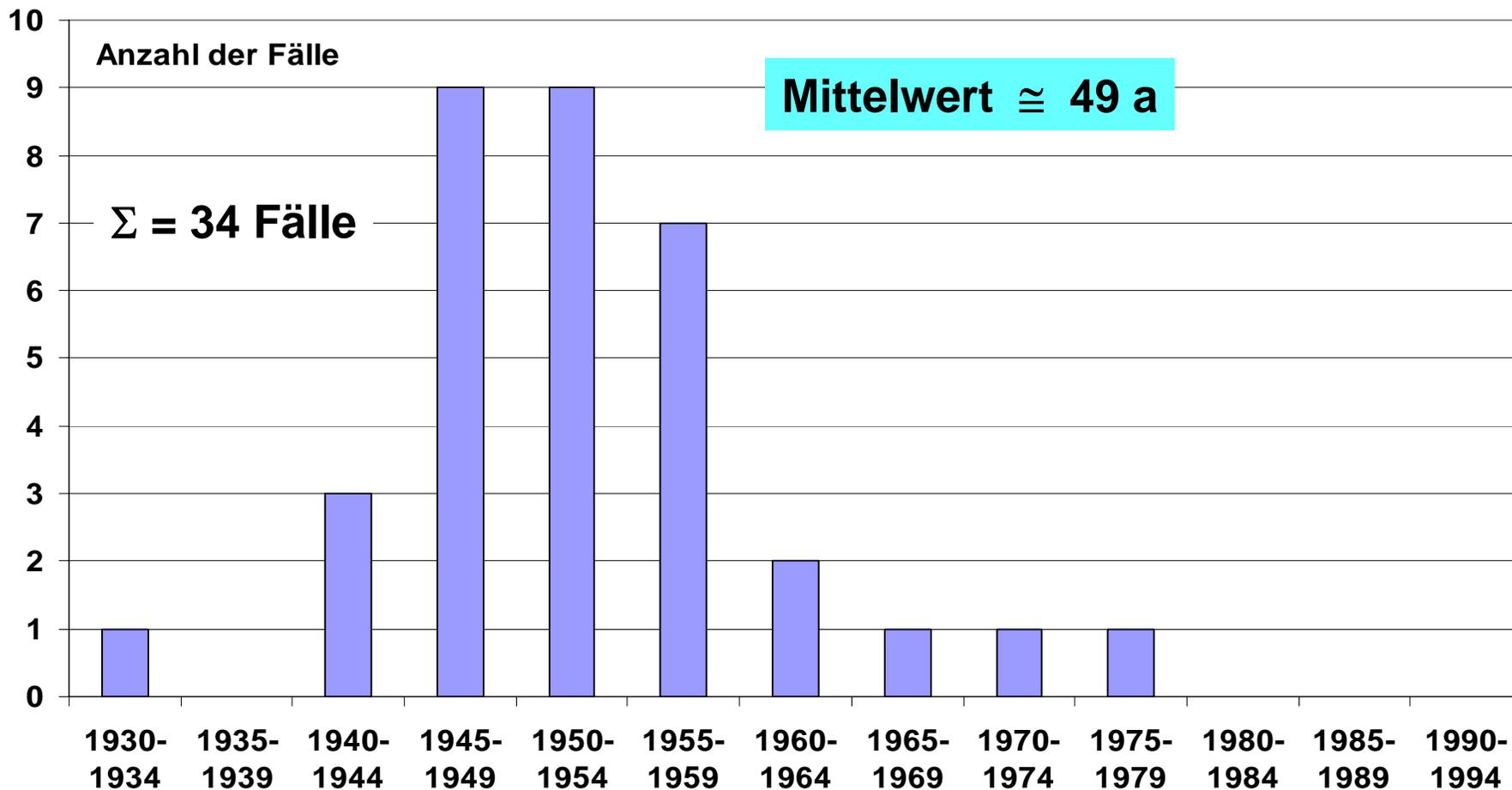
**Silikosen
(BK 4101)
und
Silikotuberkulosen
(BK 4102)**

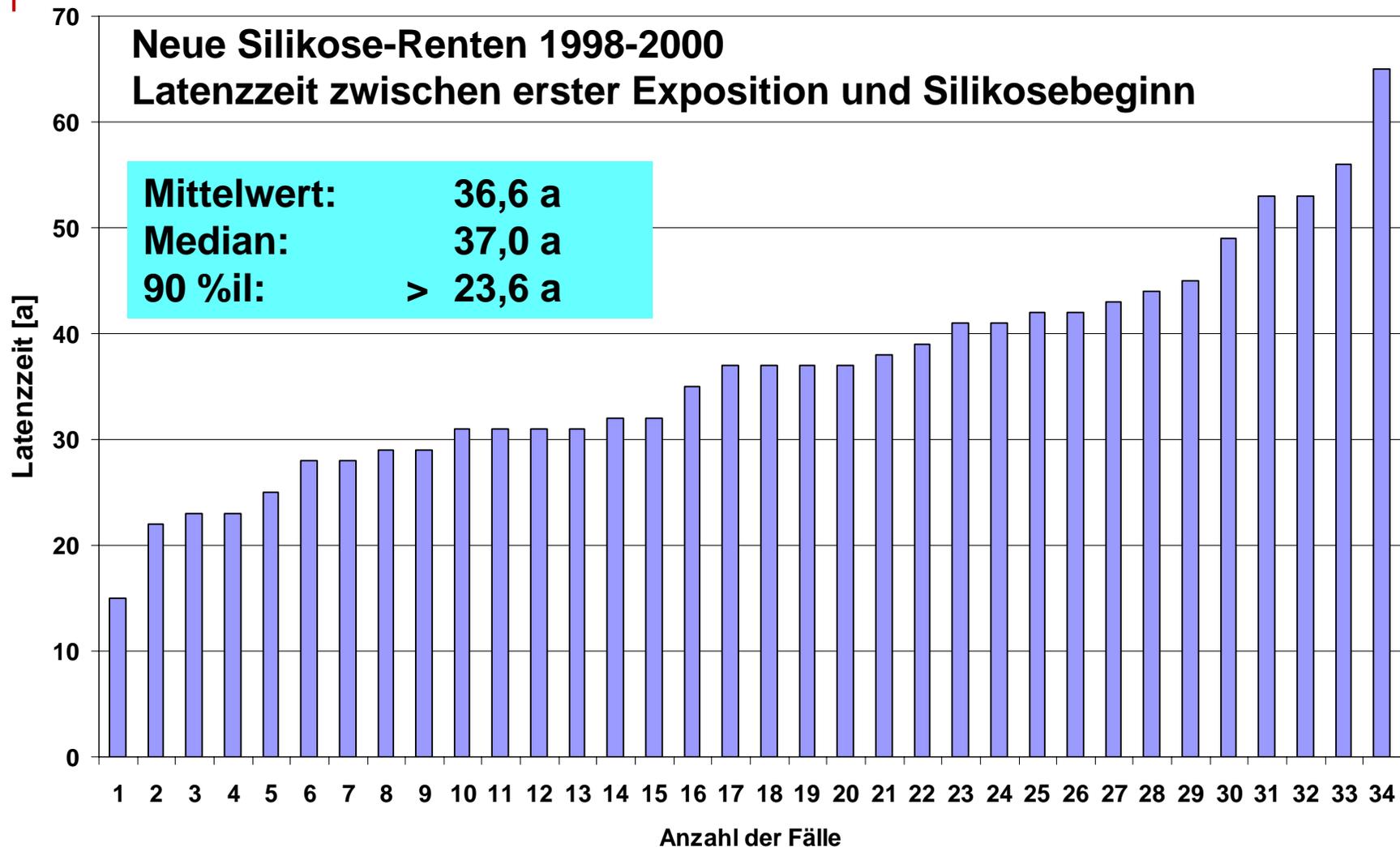
**in der keramischen
und Glas-Industrie**



■ angezeigte BK'en	87	103	116	160	141	122	115	97	131	95	89	83
■ anerkannte BK'en ohne Rente	21	17	18	64	91	76	80	51	63	107	95	87
■ neue Renten	22	17	12	12	19	17	21	15	12	17	9	10

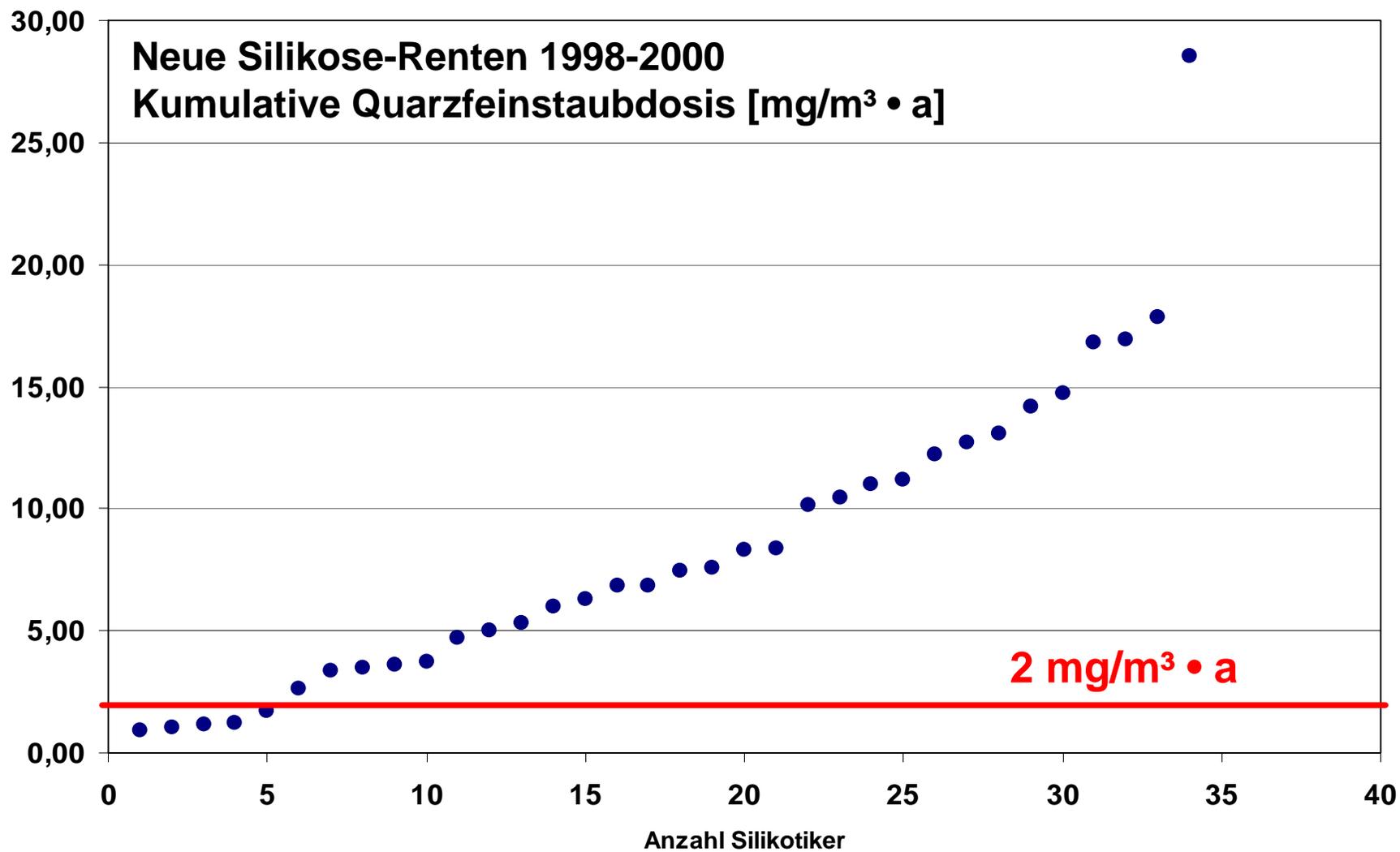
Neue Silikose-Renten 1998-2000 - Beginn der Exposition





■ Gefährdung durch Quarzfeinstaub

15



F A Z I T :

- **Deutliche Reduzierung der Exposition bereits durch einfache Maßnahmen (Grundregeln) möglich**
- **Unterstützung der Betriebe durch spezielle Beratung und durch Branchenlösungen (code of good practice)**
- **Durch den derzeit gültigen MAK-Wert (0,15 mg/m³ A) wird das Silikoserisiko weitestgehend minimiert**

■ **Gefährdung durch Quarzfeinstaub**

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

**Thank you very much
for your attention!**