

EIN BEITRAG ZUR FRAGE DER MAXIMALEN ARBEITSPLATZKONZENTRATION SOGENANNTER "INERTER" INDUSTRIESTÄUBE

H. DRASCHE

*Institut für Arbeitsmedizin der Universität des Saarlandes, Saarbrücken,
Deutsche Bundesrepublik*

Im Gegensatz zu den ausgedehnten und im wesentlichen übereinstimmenden Erfahrungen, welche gegenwärtig über die maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (M.A.K.) von Industriestäuben mit bekannten toxischen Eigenschaften vorliegen, haben die sogenannten "inerten" Stäube hinsichtlich ihrer biologischen Wirkung und ihrer gewerbehygienischen Bedeutung bisher eine eher unterschiedliche Beurteilung erfahren. Diese Diskrepanz wird vor allem deutlich, wenn man die Angaben zweier massgebender Autoren vergleicht. Während beispielsweise Patty erst bei Überschreiten einer Gesamtteilchenzahl/ft³ von 50M. = 1765 Teilchen/cm³ eines kieselsäurefreien Staubes von einer Belästigung spricht, sieht Vigdorik in einer Teilchenzahl von 1800/cm³ die höchstzulässige Staubbelastung gegeben, welche bei einer täglichen Arbeitszeit von 8 Stunden über unbeschränkte Zeit zumutbar ist.

Diese unterschiedliche Beurteilung von M.A.K.-Werten quarzfreier, d.h. nicht-aggressiver Stäube findet teilweise durch die Tatsache eine Erklärung, dass das Interesse der Forschung durch die eindrucksvollen pathophysiologischen und pathologisch-anatomischen Veränderungen, wie sie unter dem Einfluss toxischer Industriestäube auftreten, zunächst auf das Studium der damit verbundenen histochemischen Reaktionsabläufe gelenkt wurde. Die umfangreiche Silikose-Grundlagenforschung bietet hierfür ein gutes Beispiel.

Erst während des letzten Jahrzehnts gewannen die mit der rein physikalischen Anwesenheit von Staubeilchen im Bereich des Respirationstraktes zusammenhängenden klinischen und pathophysiologischen Probleme zunehmende Bedeutung. Untersuchungen mit Hilfe von Kohlenstaub (King, Nagelschmidt, Worth u.a.) im Rahmen der Silikosegrundlagenforschung brachten neue Erkenntnisse. Wenngleich eine generelle Klärung auf diesem Sektor noch nicht erreicht wurde, so sprechen doch einzelne Untersuchungsergebnisse im Sinne der bereits 1932 von Teleky und Lochtkemper vertretenen Ansicht, dass grundsätzlich jeder Staub, ungeachtet seiner chemischen Eigenschaften, Gesundheitsschädigungen hervorzurufen imstande sei, sofern nur die Möglichkeit zu einer langdauernden Einwirkung entsprechend hoher Teilchenkonzentrationen bestehe.

Damit wurden bereits die beiden wichtigsten Faktoren, welche für die arbeitshygienische Beurteilung eines sogenannten "inerten" Industriestaubes von Bedeutung sind, genannt. Es sind dies: (a) die Teilchenzahl/cm³ im Korngrößenbereich zwischen 0,5–5,0 μ und (b) die Dauer der

Exposition. Als weiterer wesentlicher Faktor wäre noch der Schweregrad der in einem bestimmten Staubmilieu geleisteten Arbeit zu erwähnen, zumal davon Art und Umfang der Ventilation abhängig ist.

Auf Grund eigener Untersuchungen ist es nun möglich, einen Beitrag zu bringen zur Frage der M.A.K.-Werte eines Mischstaubes, welcher neben einem Gehalt von 1,0–2,0 Quarz zu 40–45 Prozent aus Eisenoxyden besteht, unter Berücksichtigung der genannten drei Faktoren. Diese Untersuchungen erstreckten sich auf insgesamt 410 Arbeiter saarländischer Sinteranlagen. Es muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass diese Anlagen seit Aufnahme der Produktion im Jahre 1929 bzw. 1939 immer durch eine bereits optisch sehr eindrucksvolle Raumverstaubung gekennzeichnet waren.

Die Staubsituation in diesen Betrieben kann folgendermassen charakterisiert werden. Es handelt sich um Mischstäube, welche in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Sintergut entsprechen und neben einem wechselnden Gehalt an Eisenoxyden etwa 1,0–2,0 Prozent freie Kieselsäure in der Korngrössenfraktion zwischen 0,5–5,0 μ aufweisen. Bei Serienuntersuchungen der Teilchenkonzentrationen an verschiedenen Betriebspunkten mit Hilfe des Konimeters HS konnten durchschnittliche Gesamtteilchenzahlen/cm³ von 1500, mit Maximalwerten bis zu 2900, ermittelt werden. Der Gehalt an lungengängigem Feinstaub in der Korngrössenfraktion zwischen 0,5 und 5,0 μ betrug in allen Anlagen mehr als 90 im Durchschnitt 92–95 Prozent. Die Messungen erfolgten nur an Betriebspunkten, an denen sich Arbeiter für die Dauer, oder zumindest die überwiegende Dauer, einer Schicht aufzuhalten pflegten. Die Probenentnahme erfolgte über eine Gesamtdauer von 6–8 Stunden in einstündigen Intervallen. Im Hinblick auf die erwähnte Teilchenkonzentration und unter Berücksichtigung eines nachgewiesenen Gehaltes an freier Kieselsäure von 1,0–2,0 Prozent nähert sich dieser so definierte Mischstaub bereits dem Grenzbereich der auf internationaler Basis getroffenen Empfehlungen bezüglich der silikogenen Wirkung eines Industriestaubes.

Dass der Quarzbeimengung dieses Staubes eine besondere pathogene Bedeutung nicht zukommt, konnte zunächst mit Hilfe einer Röntgenuntersuchung aller Arbeiter mit einer Staubeexposition von mindestens 10 und maximal 29 Jahren gezeigt werden. Erst nach Expositionszeiten von mehr als 25 Jahren waren vermehrt radiologische Veränderungen im Bereich der Lunge nach Art der beginnenden Mischstaubpneumokoniosen der Bergleute zu finden, das Stadium I des Johannesburger Schemas wurde jedoch in keinem Fall überschritten. Über die feingewebliche Struktur dieser radiologischen Merkmale können noch keine Aussagen gemacht werden. Es muss weiterhin offen bleiben, ob es sich hierbei lediglich um eine Staubaussammlung handelt oder um eine echte Gewebsumbildung, wie sie bei der Silikose angetroffen wird. Auch wenn letzteres der Fall sein sollte, so wird man in Hinblick auf die langen Expositionszeiten die fibrogene Wirkung dieses Staubes als gering einschätzen müssen.

Im Sinne einer produktionsbedingten Abschwächung der silikogenen Wirkung des Quarzanteils des Sinterstaubes wirken fernerhin noch folgende Faktoren. Die Eigenart des Sinterprozesses bedingt mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit, dass der im Sinterstaub befindliche Quarz im Augenblick

seines Eindringens in den Respirationstrakt nicht mehr den Nativzustand aufweist, sondern dass er, infolge einer vorausgegangenen Erhitzung auf Temperaturen um 1200–1300°C mit darauffolgender rapider Abkühlung auf Aussentemperatur (15–25°C), eine Strukturumwandlung in Richtung auf die amorphe Phase erfahren hat. Unter Hinweis auf die Untersuchungen von Policard und Landwehr kann angenommen werden, dass sich im Verlaufe des Sinterprozesses um die einzelnen Quarzkristalle eine Schutzschicht von Eisenoxyden gebildet hat.

Schliesslich seien auch die Untersuchungen von Frisch erwähnt, welcher experimentell nachweisen konnte, dass in Systemen, welche Quarz und Eisenoxyde in feinstverteilter Form enthalten, eine wahrscheinlich oberflächliche Bildung von Eisensilikaten bei einer kritischen Temperatur von 900°C eintritt. Diese Feststellungen ergänzen nicht nur in experimenteller Hinsicht das Ergebnis unserer Röntgenuntersuchungen, sondern ermöglichen auch bei der nachfolgenden Erörterung der klinischen Begleiterscheinungen im Bereich des Respirationstraktes bei Arbeitern mit langjähriger Exposition eine Vernachlässigung der Quarzkomponente des Sinterstaubes.

Wir untersuchten bei 410 Arbeitern der Sinteranlagen das Auftreten von entzündlichen Erkrankungen der oberen Luftwege und der Nasennebenhöhlen. Als Vergleichskollektiv dienten 1389 Hochofenarbeiter der gleichen Hütten, zumal letztere in enger räumlicher Beziehung zu den Sinterarbeitern beschäftigt sind, und damit vergleichbare klimatische und meteorologische Voraussetzungen gegeben waren. Der einzige wesentliche Unterschied zwischen beiden Betriebsabteilungen ist in der Raumverstaubung der Sinteranlagen zu sehen.

Es zeigte sich nun bei diesen Ermittlungen, dass die Arbeiter der Sinteranlagen eine doppelt so hohe Anfälligkeit gegenüber entzündlichen Erkrankungen der oberen Luftwege aufwiesen wie beispielsweise die Hochofenarbeiter. Bei gesonderter Betrachtung der Anfälligkeit gegenüber Erkrankungen der Nasennebenhöhlen (Sinusitiden) ergab sich ein Verhältnis zwischen beiden Kollektiven wie 2,6 : 1! Die Dauer der Krankenzzeit war ausserdem bei den in den Sinteranlagen beschäftigten Arbeitern, soweit sie durch Erkrankungen der oberen Luftwege oder der Nasennebenhöhlen bedingt war, doppelt so lang wie bei den Hochofenarbeitern.

Eine Abhängigkeit hinsichtlich des Auftretens dieser Erkrankungen vom Lebensalter bestand nicht, dagegen gehörten 60 Prozent der erkrankten Sinterarbeiter zu der von uns gesondert untersuchten Gruppe der Beschäftigten mit einer Exposition von mindestens zehn Jahren. Bezüglich des Schweregrades der in den Sinteranlagen zu leistenden Arbeit ist zu sagen, dass die weitgehend mechanisierte Produktion lediglich einen Überwachungsdiens erfordert; ausgesprochene Schwerarbeit, mit Pressatmung und Hyperventilation, kommt nur in Ausnahmefällen bei Reparaturen vor und bleibt auch dann auf einen kleinen Personenkreis beschränkt.

Die in der letzten Zeit besonders in den Mittelpunkt des Interesses gerückte verstärkte Wirkung eines Staub-SO₂-Gemisches wurde im Rahmen unserer Untersuchungen ebenfalls berücksichtigt, zumal an mehreren Stellen der Anlagen z.T. rotglühende Rohstoffe offen transportiert werden. Die an mehreren Betriebspunkten über die Dauer einer Schicht vorgenom-

menen Messungen ergaben jedoch nur Durchschnittswerte von 0,5–1,5 mg/m³; eine zusätzliche Schädigung durch Schwefeldioxyd ist demnach nicht zu erwarten.

Bei Zusammenfassung dieser Einzelergebnisse kann folgende Feststellung getroffen werden:

Eine über 10 oder mehr Jahre sich erstreckende Berufstätigkeit bei geringer körperlicher Belastung in einer Mischstaubatmosphäre der beschriebenen Art mit durchschnittlich 1500 Teilchen/cm³ und einem Feinstaubgehalt von 90–95 Prozent bringt mit Sicherheit eine gesundheitliche Gefährdung der dort Beschäftigten mit sich.

Diese Feststellung erscheint im Hinblick auf die bisher vorliegenden Erfahrungen umso bemerkenswerter, als sie speziell für einen industriellen Mischstaub getroffen wurde, welcher zwar freie Kieselsäure in geringen Konzentrationen enthält, dessen biologische Wirkung jedoch hauptsächlich auf die physikalische Anwesenheit der Staubteilchen im Bereich des Respirationstraktes zurückzuführen ist, mit allen daraus resultierenden Folgen.

Welche Konsequenzen können nun aus diesen Untersuchungsergebnissen für die Praxis gezogen werden? Wenngleich die von uns ermittelten durchschnittlichen Teilchenzahlen/cm³ noch unter den gegenwärtig allgemein anerkannten M.A.K.-Werten quarzfreier Stäube liegen, so rechtfertigt diese Tatsache zwar nicht den Vorschlag einer generellen, wohl aber den einer begrenzten Herabsetzung der Grenzkonzentrationen quarzfreier Stäube in Betrieben, welche weitgehend den Anlagen entsprechen, in denen unsere Untersuchungen vorgenommen wurden. Es erscheint in diesem Zusammenhang empfehlenswert, in Zukunft eine Unterteilung der Industriestäube in solche mit aggressiven Eigenschaften und in sogenannte "inerte" Stäube nicht mehr anzuwenden, vielmehr der Tatsache Rechnung zu tragen, dass grundsätzlich jeder Industriestaub, sofern er ausreichend lang und in entsprechend hoher Konzentration einwirken kann, potentiell als gesundheitsschädigend anzusehen ist. Zu einer solchen Überlegung zwingt vor allem die ständig zunehmende Industrialisierung in allen Ländern der Erde, wodurch nicht nur eine Vermehrung der bisher bekannten Staubquellen bedingt ist, sondern auch neue, in ihrer Bedeutung für die Gewerbehygiene bisher noch nicht erfasste Staubquellen geschaffen werden.

Im Sinne einer wirkungsvollen Prophylaxe wird es sich dabei nicht umgehen lassen, bindende Richtlinien für die maximal zulässige Teilchenzahl/cm³ der lungengängigen Korngrößenfraktion jedes einzelnen Industriestaubes auszuarbeiten. Dies erfordert vor allem eingehende Staubbmessungen in den einzelnen Betrieben—eine Tatsache, auf die bereits Gessner hingewiesen hat.

Man darf auch nicht übersehen, dass die grundsätzliche Forderung nach Schaffung staubfreier Arbeitsplätze auf unabsehbare Zeit nicht realisierbar ist, denn Staub ist, gemessen an den gegenwärtigen Verhältnissen, gewissermassen ein ubiquitärer Faktor in der Mehrzahl der Industriebetriebe, besonders in der zahlenmässig ins Gewicht fallenden Schwerindustrie. Einen Ausweg bietet jedoch eine für alle Beteiligten tragbare und doch möglichst optimale Kompromisslösung, d.h. es sollte durch entsprechende Untersuchungen auf breiter Basis versucht werden, für *jeden* Industriestaub, unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Schweregrades der zu leistenden Arbeit und der qualitativen Zusammensetzung des Staubes,

M.A.K.-Werte zu bestimmen, welche auch nach Expositionszeiten entsprechend der Dauer eines ganzen Arbeitslebens von 40 bis zu maximal 45 Jahren nicht zu nachweisbaren Schädigungen der Gesundheit führen.

Auf Grund unserer eigenen Untersuchungen können wir nur die Feststellung treffen, dass die ermittelten Staubkonzentrationen sicher zu hoch sind, sofern damit eine über mehrere Jahrzehnte sich erstreckende Exposition verbunden ist. In welchem Ausmass eine Reduzierung der Staubbelastung durch technische Staubbekämpfungsmassnahmen erfolgen muss, um Gesundheitsschäden mit Sicherheit zu vermeiden, kann lediglich mit Hilfe eines internationalen Erfahrungsaustausches über die mit einer bestimmten Staubsituation verknüpften biologischen Einflüsse auf den arbeitenden Menschen festgestellt werden.