

Lungenfibrose durch extreme und langjährige Einwirkung von Schweißrauch und Schweißgasen – (Siderofibrose)

Der Ärztliche Sachverständigenbeirat beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales – Sektion „Berufskrankheiten“ – empfiehlt, eine neue Berufskrankheit mit der vorgenannten Legaldefinition in die Anlage der Berufskrankheiten-Verordnung aufzunehmen.

Aus der wissenschaftlichen Begründung (BArBl 2006 H. 10 S. 35–49):

1. Aktueller Erkenntnisstand

Schweißen ist das Vereinigen von Werkstoffen in flüssigem oder plastischem Zustand unter Anwendung von Wärme und/oder Kraft, ohne oder mit Zusatzwerkstoffen.

Eine hoch entwickelte Technologie der verschiedenen Schweißverfahren findet Anwendung.

Besondere arbeitsmedizinische Bedeutung besitzen die Lichtbogen-Schmelzschweiß-Verfahren wie das:

- Lichtbogen-Hand-Schweißverfahren (E-Handschweißen) mit umhüllten Stabelektroden (Cellulose-, Rutil-, Basische Typen),
- Schutzgas-Schweißverfahren
 - Metall-Inert-Gas-Verfahren (MIG-Verfahren)
Inertes Schutzgas-Argon oder Helium,
 - Metall-Aktiv-Gas-Verfahren (MAG-Verfahren)
MAGC = Schutzgas CO₂
MAGM = Mischgas aus Argon mit CO₂ oder O₂,
 - Wolfram-Inert-Gas-Schweißen (WIG-Verfahren)
Wolframelektrode zum Ziehen des Lichtbogens
(kann Thorium enthalten),
Schutzgas = Argon oder Helium oder Gemische aus beiden.

Kennzeichen aller Schweißverfahren ist die aufgrund der erforderlichen hohen Temperaturen erfolgende Freisetzung so genannter Schweißrauche und Schweißgase. Gleichartige Rauche und Gase werden auch beim thermischen Schneiden, Trennen und verwandten Verfahren freigesetzt.

Krankheitsbild, Diagnose und Differentialdiagnose

Das Krankheitsbild der durch extreme Schweißbedingungen verursachten interstitiellen Siderofibrose der Lungen ist einerseits von der klassischen Siderose der Lungen bei Schweißern und andererseits vom Formenkreis nicht arbeitsbedingter interstitieller Lungengerüsterkrankungen abzugrenzen.

Die Siderose der Lungen bei Schweißern

Die alleinige Siderose der Lungen bei Schweißern (Synonyme: Lungensiderose, Schweißersiderose, Schweißerrunde, Eisenstaublunge, Sideropneumokoniose, benigne Eisenoxid-Pneumokoniose) ist nicht Gegenstand der vorliegend beschriebenen Berufskrankheit. Da sie jedoch eine Vorstufe der Lungenfibrose durch extreme und langjährige Einwirkung von Schweißrauch und Schweißgasen (Siderofibrose) darstellt, seien die Charakteristika hier kurz zusammengefasst:

Inhalativ aufgenommene teilchenförmige Komponenten des Schweißrauches, vor allem Eisenoxide, die sich reaktionslos im interstitiellen Lungengewebe ablagern, werden als Siderose der Lungen bezeichnet. Pathologisch-anatomisch fehlen in der Regel eindeutig fibrosetypische Veränderungen des Lungengerüsts (Worth 1954, Müller und Theile 1996). Histologisch findet sich die weitgehend reaktionslose Ablagerung von (siderophilem) Eisenoxid (Fe_2O_3) nicht nur in Makrophagen, sondern auch im Lungeninterstitium, hier vor allem peribronchial und perivascular sowie in den bronchopulmonalen Lymphknoten. In der Regel ist keine oder allenfalls eine geringgradige Fibrose nachzuweisen (Müller und Grewe 1992).

Röntgenologisch lassen sich disseminiert verteilte, netzförmige Verdichtungen sowie punktförmige bis knötchenförmige Verschattungen im Bereich beider Lungen ohne Ballungstendenz nachweisen. Computertomographisch ähnelt das Bild der Siderose (Han et al. 2000) Veränderungen, wie sie auch bei starken Rauchern gesehen werden können (Remy-Jardin et al. 1993).

Bei ausgeprägten Fällen der Siderose kann es zu einer systematischen Eisenüberladung kommen (Doherty et al. 2004).

Bei der Siderose der Lungen bei Schweißern handelt es sich somit um eine arbeitsbedingte Eisenoxid-Speiche-

rung im Lungeninterstitium. Da die Veränderungen zwar im Röntgenbild oder pathologisch-histologisch festzustellen sind, jedoch eine Fortschrittstendenz nach Expositionskarenz nicht besteht, führen sie im Allgemeinen klinisch nicht zu einer messbaren Lungenfunktionseinschränkung oder erkennbaren subjektiven Beeinträchtigungen von Krankheitswert. Aus diesem Grunde wird die benigne Siderose der Lungen bei Schweißern in der Anlage der Berufskrankheiten-Verordnung der Bundesrepublik Deutschland nicht als entschädigungspflichtige Berufskrankheit aufgeführt (Woitowitz 1985). Gleichwohl handelt es sich um einen regelwidrigen Körperzustand, der zu Präventionsmaßnahmen Anlass gibt.

Die durch extreme Schweißbedingungen verursachte interstitielle Siderofibrose der Lungen

Die interstitielle Siderofibrose der Lungen nach langjähriger, unter arbeitshygienisch unzureichenden Bedingungen erfolgender, extrem hoher Einwirkung von Schweißrauchen und Schweißgasen lässt sich nach neueren Erkenntnissen insbesondere auch von der benignen Siderose der Lungen bei Schweißern differentialdiagnostisch klar abgrenzen. Aufgrund der Gemischproblematik kann derzeit jedoch nicht entschieden werden, ob die o. g. ultrafeinen Schweißrauche oder die Schweißgase (insbesondere Ozon) bzw. beide Gemisch-Komponenten in Kombinationswirkung zu dieser Form der Lungenfibrose führen.

2. Validität und Reliabilität der vorliegenden Erkenntnisse

Weitgehende Übereinstimmung zur Konsistenz, Plausibilität und der zeitlichen Sequenz besteht in der wissenschaftlichen Literatur im Hinblick auf folgende Tatsachen:

1. Unter bestimmten Schweißbedingungen treten extrem hohe Schweißrauch- und Schweißgas-Konzentrationen unterschiedlicher Zusammensetzung auf, welche die höchstzulässigen Arbeitsplatzkonzentrationen um ein Vielfaches überschreiten.
2. Die Wirkungsstärke ultrafeiner schwerlöslicher Staubteilchen und ihrer Agglomerate, deren Prototyp Schweißrauchpartikeln sind, ist generell höher einzuschätzen als diejenige einer gleichen Masse größerer, schwerlöslicher kompakter Staubteilchen.

3. Das Größenspektrum der ultrafeinen Schweißrauchpartikeln führt bevorzugt zu einer hohen Depositionsrate im Alveolarbereich der menschlichen Lunge und damit nachweisbar zu zellulären Abwehrreaktionen speziell der Alveolarmakrophagen.
4. Der wesentliche Pathomechanismus der Wirkung von Schweißrauchen ebenso wie von Ozon im Alveolarbereich der menschlichen Lunge beruht auf der Bildung reaktiver Sauerstoffspezies (oxidativer Stress) mit der Folge einer Freisetzung u. a. die Bindegewebsbildung durch Fibroblasten stimulierender Mediatoren speziell aus Alveolarmakrophagen.
5. Tierexperimente zeigen modellhaft, dass es sowohl durch alveolär retinierte ultrafeine schwerlösliche Staubteilchen als auch durch Ozon infolge der Mediatorfreisetzung speziell aus Alveolarmakrophagen zu einer die Lungenfibrose charakterisierenden Bindegewebsneubildung kommt.
6. Moderne pathologisch-histologische Untersuchungsverfahren unter Einsatz u. a. der Elektronenmikroskopie einschließlich der energiedispersiven Röntgenmikroanalyse zeigen bei der Siderofibrose der Lungen bei Schweißern folgende kennzeichnende Befunde:
 - Interstitielle Fibrose in lichtmikroskopisch enger topographischer Beziehung zu den Staubdepots.
 - Ausgeprägte intraalveoläre Makrophagenreaktion im Zusammenhang mit dichten Staubdepots.
 - Zusammenlagerung sehr kleiner Staubteilchen in den Phagolysosomen der Makrophagen, sowohl intraalveolär als auch interstitiell, mit der Folge einer Zellschädigung, die zur Makrophagennekrose führen kann.
 - Das relativ typische und reproduzierbare Elementspektrum bei der energiedispersiven Röntgenmikroanalyse („Fingerprint“).
 - Im Bereich interstitieller Fibrosebezirke eine elektronenmikroskopisch sichtbare enge topographische Beziehung zwischen den staubbeladenen Makrophagen und den Fibroblasten. Somit ist anzunehmen, dass auch hier – wie bei anderen Formen der Pneumokoniose – eine Aktivierung der Fibroblasten und der Faserneubildung durch Mediatoren erfolgt, welche von den Makrophagen gebildet und die be-

sonders durch die Makrophagennekrose freigesetzt werden.

- Identifizierbarkeit eines Teiles der Staubdepots als (siderophile) Eisenoxidpartikeln mittels Berliner-Blau-Färbung.
 - Bestätigung eines analogen Elementspektrums sowohl für die im fibrosierten Lungengewebe retinierten Staubpartikeln als auch im Schweißrauch.
7. Es bedarf in der Regel einer langjährigen und täglich vielstündigen Einwirkung von Schweißrauch und Schweißgasen unter extremen, arbeitshygienisch unzureichenden Bedingungen, ehe bei entsprechend disponierten Personen mit dem Auftreten einer interstitiellen Siderofibrose der Lungen zu rechnen ist.

Zur Entscheidung der zentralen Frage, ob langjähriges Schweißen unter extremen Bedingungen „generell geeignet“ ist, bei entsprechend disponierten Personen eine interstitielle Siderofibrose der Lungen zu verursachen, ergeben sich somit folgende Sachverhalte:

- Pathomechanistisch-toxikologische Erkenntnisse zur Plausibilität
- Tierexperimentelle Daten
- Pathologisch-anatomische Erkenntnisse
- Fallserien
- Hinweise aus epidemiologischen Studien.

Aufgrund der vorstehend genannten wesentlichen neuen Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft wird eine langjährige Schweißertätigkeit unter extremen Bedingungen für generell geeignet befunden, eine interstitielle Siderofibrose der Lungen zu verursachen oder wesentlich zu verschlimmern.

3. Abgrenzung der „bestimmten Personengruppe“

Vorrangig zu nennen sind hier zunächst sicherheitstechnische Messerfahrungen an Schweißere Arbeitsplätzen (Sonnenschein und Krausche 1997, BGI 593, BGI 616). Mit Hilfe dieser Daten lassen sich insbesondere Schweißerearbeiten in engen Behältern, wie Kesseln etc. gegenüber der großen Zahl uneingeschränkt belüfteter Arbeitsplätze unter Anwendung des Schutzgas-, speziell MAG- oder des Lichtbogen-Hand-Schweißverfahrens abgrenzen, deren

Schweißrauch-Konzentrationen „extremen Bedingungen“ gleichkommt.

Als „bestimmte Personengruppe“, die durch ihre Schweißarbeiten der besonderen Einwirkung von Schweißrauch und Schweißgasen in extrem höherem Maße als die übrige Bevölkerung ausgesetzt sind, können somit Versicherte nach einer mindestens etwa 10-jährigen bzw. ca. 15 000-stündigen Schweißertätigkeit unter extremen Bedingungen, d. h. bei eingeschränkten Belüftungsverhältnissen, z. B. in Kellern, Tunneln, Behältern, Tanks, Containern, engen Schiffsräumen etc. betrachtet werden.

Diese Werte wurden aus einer hochexponierten, relativ kleinen aber gut dokumentierten Fallserie abgeleitet. Sie sind nicht als Abschneidekriterium zu verstehen. Unter extrem ungünstigen Arbeitsbedingungen kann das Krankheitsbild der Siderofibrose auch nach einem kürzeren Expositionszeitraum auftreten.