

# Belastung von Schweißern mit Chrom VI

## Auswertung von Daten aus der deutschen Expositionsdatenbank MEGA

Beate Pesch, Thomas Brüning

In einer Publikation zur Belastung von Schweißern mit hexavalentem Chrom, die kürzlich im *International Journal of Hygiene and Environmental Health* erschienen ist, wurden Daten aus der Expositionsdatenbank „Messdaten zur Exposition gegenüber Gefahrstoffen am Arbeitsplatz“ - kurz „MEGA“ - des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV ausgewertet. Im Folgenden wird die Publikation kurz zusammengefasst.

Hexavalentes Chrom (Cr(VI)) wurde 1990 von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) aufgrund einer in der Chromatproduktion beobachteten erhöhten Lungenkrebssterblichkeit als Humankarzinogen eingestuft (IARC-Gruppe 1). Dagegen wurde im gleichen Jahr Schweißrauch, der ebenfalls Cr(VI) enthalten kann, nur als möglicherweise krebserzeugend eingestuft (IARC-Gruppe 2B). Bislang gab es nur eine Schweißstudie, bei der die Exposition gegenüber Cr(VI) quantitativ (als „Chromjahre“) abgeschätzt wurde (Gerin et al. 1993). Bei dem umfangreichen Risk Assessment zur Ableitung eines neuen Grenzwertes in den USA hat die Occupational Safety and Health Administration (OSHA) lediglich zwei Chromatkohorten berücksichtigt, nicht jedoch die IARC-Schweißerkohorte, da hier nach Ansicht der OSHA die Expositionsabschätzung nicht ausreichend durch Messwerte gestützt wurde (OSHA 2006). Da seit 2007 in Europa kein Chromat mehr erzeugt wird, stellen Schweißer die Berufsgruppe dar, für die die Frage eines erhöhten Lungenkrebsrisikos in Abhängigkeit von der Höhe der Exposition gegenüber Cr(VI) vorrangig diskutiert werden muss. Eine quantitative Abschätzung der Exposition gegenüber Cr(VI) und anderen Gefahrstoffen wie Nickel oder Asbest und deren Zusammenwirken bei der Entstehung von Lungenkrebs ist Ziel des von der DGUV geförderten Projekts SYNERGY (<http://synergy.iarc.fr/>). In SYNERGY wurde für Schweißer ein mit der Dauer der Exposition steigendes Lungenkrebsrisiko beobachtet (Kendzia et al. 2013). Im Rahmen des Projekts SYNERGY soll nun, gestützt auf Messdaten und Expertenwissen, das Lungenkrebsrisiko für das Zusammenwirken von Cr(VI), Nickel und Schweißrauchpartikel geschätzt werden. Dazu soll die für die IARC-Schweißerkohorte aufgestellte Welding Process Exposure Matrix eingehend überarbeitet werden. Ein erster Schritt ist die Abschätzung der mittleren Expositionshöhe für

Schweißer und andere Berufe mit möglicher Cr(VI)-Belastung anhand der personenbezogenen Messdaten der MEGA-Datenbank.

### Auswertung von Messdaten aus der MEGA-Datenbank

Insgesamt wurden 3.659 personenbezogene Messungen der Cr(VI)-Konzentrationen aus den Jahren 1994 bis 2009 ausgewertet, zu denen Informationen über den Arbeitsplatz, die Dauer und das Jahr der Messung vorlagen. Bis heute ist es schwierig, eine geeignete analytische Methode zu nutzen, die eine Umwandlung zwischen Cr(VI) und Chrom(III) vollständig ausschließen kann (Unceta et al. 2010). Es wurden deshalb nur Daten bei der Auswertung berücksichtigt, die von Proben stammen, die mit einem Quarzfaserfilter ausgestatteten GSP-3,5L/min-Sammler gewonnen und mittels einer spektrophotometrischen Methode ausgewertet wurden. Bei diesem Verfahren muss Cr(VI) aus der Schweißrauchmatrix extrahiert werden, um es dann nach Komplexbildung mit Diphenylcarbacid in saurer Lösung quantitativ nachweisen zu können. Zwei Drittel der vorliegenden Messdaten von Cr(VI) aus der MEGA-Datenbank haben die analytische Bestimmungsgrenze nicht erreicht, die abhängig von der Luftkonzentration und der Dauer der Messung ist. Somit ist es ohne aufwendige statistische Verfahren der multiplen Imputation (s. Info-Box) nicht möglich, Mittelwerte für die Cr(VI)-Belastung insgesamt und in einzelnen Tätigkeiten unverzerrte Mittelwerte zu schätzen. Weiterhin beträgt die mittlere Messdauer bei den in MEGA gespeicherten Daten nur zwei Stunden, so dass speziell für Schweißer eine einfache Hochrechnung auf eine Schichtbelastung von acht Stunden nicht zuverlässig möglich ist. Dafür muss die Brenndauer von Schweißgeräten während einer Schicht berücksichtigt werden. Diese wird beispielsweise in den Niederlanden gemessen, sie beträgt etwa 2-4 Stunden einer Schicht.

### Imputation

Unter dem Begriff Imputation werden in der Mathematischen Statistik Verfahren zusammengefasst, mit denen fehlende Daten in statistischen Erhebungen in der Datenmatrix vervollständigt werden. Bei der multiplen Imputation handelt es sich um ein vergleichsweise anspruchsvolles Missing-Data-Verfahren. Prinzipiell bedeutet „multipel“, dass dieses Verfahren für jeden fehlenden Wert gleich mehrere Schätzwerte in mehreren Imputationsschritten liefert. Diese können anschließend zu einem Schätzwert gemittelt werden. Dabei orientiert sich das Verfahren an der Verteilung der messbaren Werte.

Mit den imputierten Messdaten, die aufgrund der Verteilung im messbaren Bereich abgeschätzt werden können, wurden für Schweißer und weitere Berufe die mittleren Cr(VI)-Konzentrationen abgeschätzt. Die große Zahl von Messdaten für Schweißer erlaubte es, nach wichtigen Schweißverfahren zu differenzieren. Rund 600 Messdaten standen jeweils für das Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG) und das Metallschutzgasschweißen wahlweise mit inerten Gasen (MIG) oder mit aktiven Gasen (MAG) zur Verfügung. Die Exposition gegenüber Cr(VI) beim WIG-Schweißen hat überwiegend die analytische Bestimmungsgrenze nicht erreicht und wurde mit einem geometrischen Mittelwert von  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  geschätzt. Dagegen betrug die mittlere Konzentration von Cr(VI) beim MAG/MIG-Schweißen etwa  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hier erreichte etwa jeder zweite Messwert die Bestimmungsgrenze. Zu beachten ist jedoch, dass Cr(VI) nicht in jeder Schweißrauchprobe bestimmt wird, sondern nur dann, wenn eine Cr(VI)-Exposition vermutet wird, da die analytische Methode aufwändig ist. Daher kann nicht für jeden MAG/MIG-Schweißer von dieser Expositionshöhe ausgegangen werden. In der Schweißstudie WELDOX wurde eine mögliche systemische Exposition gegenüber Cr(VI) nur bei 6% aller untersuchten Schweißer durch Chrom in Erythrozyten nachgewiesen (Pesch et al. 2015). Neben einigen Lichtbogenhandschweißern waren dies insbesondere Schweißer, die unter ungünstigen Raumverhältnissen Edelstahl mit Fülldraht geschweißt hatten.

### Fazit

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Cr(VI) nur in einem Drittel aller Schweißrauchproben analytisch nachweisbar war. Für die Überarbeitung der Welding Process Exposure Matrix (JEM) ist somit eine zusätzliche Hochrechnung auf die mittlere Schichtbelastung von Schweißern nach Schweißverfahren und Material erforderlich. Dazu ist auch Expertenwissen über die Brenndauer der Schweißgeräte und den Anteil von Schweißern notwendig, bei denen aufgrund einer sehr geringen Cr(VI)-Exposition vermutlich keine Messungen durchgeführt wurden. Mit einer analogen Abschätzung der Nickel- und Partikelexposition kann mit der so erarbeiteten JEM das Lungenkrebsrisiko von Schweißern erstmals im Rahmen von SYNERGY eingehend in Abhängigkeit von Cr(VI) und

im Zusammenwirken mit anderen Metallen und Partikeln geschätzt werden. Für eine solche Auswertung ist der Berufstitel „Schweißer“ jedoch zu unspezifisch. Daher werden derzeit Daten aus Zusatzfragebögen zusammengestellt, die einige Studien eingesetzt haben, um für Schweißer auch Informationen zum Schweißverfahren und zu den Werkstoffen zu dokumentieren.

### Kostenloser Download

Pesch B, Kendzia B, Hauptmann K, Van Gelder R, Stamm R, Hahn JU, Zschesche W, Behrens T, Weiß T, Siemiatycki J, Lavoué J, Jöckel KH, Brüning T: Airborne exposure to inhalable hexavalent chromium in welders and other occupations: Estimates from the German MEGA database. *Int J Hyg Environ Health* 2015; 218: 500-506. [www.ipa-dguv.de](http://www.ipa-dguv.de)

Beitrag als PDF



### Die Autoren

Prof. Dr. Thomas Brüning, PD Dr. Beate Pesch  
IPA

### Literatur

1. Gérin M, Fletcher AC, Gray C, Winkelmann R, Boffetta P, Simonato L: Development and use of a welding process exposure matrix in a historical prospective study of lung cancer risk in European welders. *Int J Epidemiol.* 1993;22 Suppl 2: S22-28
2. Kendzia B, Behrens B, Jöckel KH, Siemiatycki J, Kromhout H, Vermeulen R, Peters S, Van Gelder R, Olsson A, Brüske I, Wichmann HE, Stücker I, Guida F, Tardón A, Merletti F, Mirabelli D, Richiardi L, Pohlmann H, Ahrens W, Landi MT, Caporaso N, Consonni D, Zaridze D, ..., Bueno-de-Mesquita B, Boffetta P, Schüz J, Straif K, Pesch B, Brüning T: Welding and lung cancer in a pooled analysis of case-control studies. *Am J Epidemiol* 2013; 178: 1513-1525
3. Occupational safety and Health Administration (OSHA): Occupational exposure to hexavalent chromium. Final rule. *Fed Regist* 71: 10099-385
4. Pesch B, Lotz A, Koch HM, Marczyński B, Casjens S, Käfferlein HU, Welge P, Lehnert M, Heinze E, Van Gelder R, Hahn JU, Behrens T, Raulf M, Hartwig A, Weiß T, Brüning T: Oxidatively damaged guanosine in white blood cells and in urine of welders: associations with exposure to welding fumes and body iron stores. *Arch Tox* 2015; 89: 1257-1569
5. Unceta N, Séby F, Malherbe J, Donard OF: Chromium speciation in solid matrices and regulation: a review. *Anal Bioanal Chem* 2010; 397: 1097-111