

Für Sie gelesen

Externe Literatur

Mechanismen der Krebsentstehung durch Asbest

How asbestos drives the tissue towards tumors: YAP activation, macrophage and mesothelial precursor recruitment, RNA editing, and somatic mutations. Rehrauer et al. (2018):

Oncogene (<http://doi.org/10.1038/s41388-018-0153-z>)

Der Zusammenhang zwischen einer unter Umständen auch nur kurzfristigen Asbestfaserinhalation und dem vom Rippenfell und Bauchfell ausgehenden Tumor, dem Mesotheliom, wurde erstmals 1960 epidemiologisch belegt. Bis heute sind die genauen biologischen Mechanismen, die zur Krebsentstehung durch Asbestfasern führen, nicht vollständig geklärt. Schon lange wird diskutiert, dass chronische Entzündungsprozesse zum Krebsgeschehen beitragen. Bekannt ist auch, dass Tumorzellen der körpereigenen Abwehr durch das Immunsystem entgehen können. Rehrauer et al. sind der Frage nachgegangen, welche molekularen Veränderungen sich im Bauchfellgewebe während einer Tumorentwicklung nachweisen lassen. Hierzu haben sie ein Modell mit genetisch veränderten Mäusen verwendet, die Ähnlichkeiten zur Tumorentwicklung bei Menschen erkennen lassen und gegenüber Krokydolith (Blauasbest) exponiert wurden.

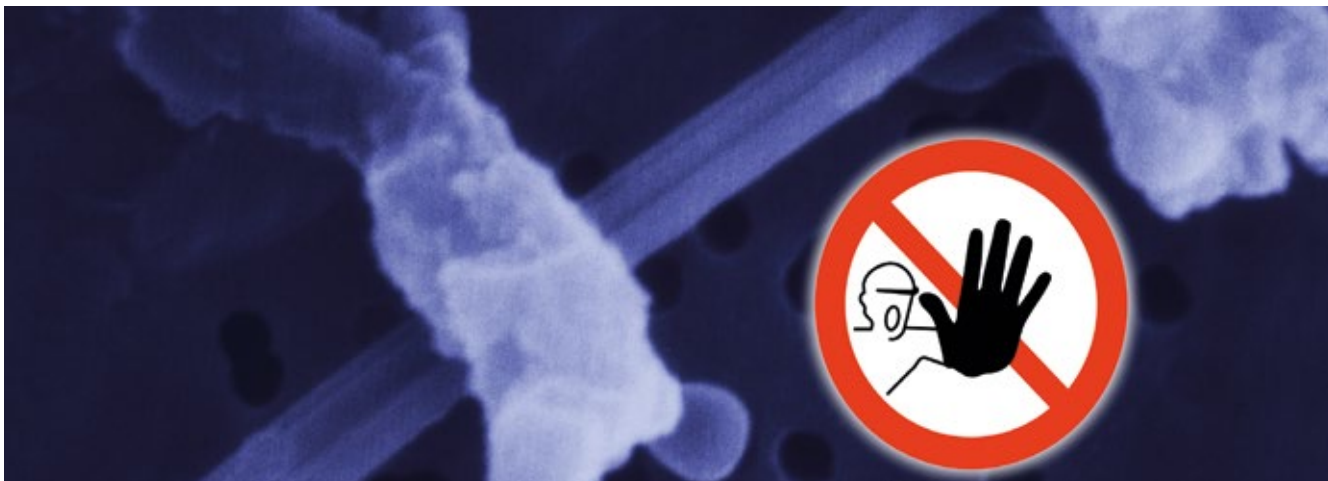
Im Ergebnis wurden zwischen nicht-exponierten und Asbeststaub-exponierten Mäusen charakteristische Unterschiede auf molekularer und zellulärer Ebene beobachtet. Nach Asbestexposition waren in der Bauchraumflüssigkeit B- und T-Zellen erniedrigt, erhöht waren dagegen Makrophagen und verschiedene Signalstoffe (Zytokine). In der Milz, die für die Körperabwehr wichtig ist, waren T-Zellen, CD4- beziehungsweise CD8-Zellen vermehrt. Genetische Untersuchungen

wurden an Zellen von nicht-exponierten Tieren, exponierten Tieren und an Tumorzellen durchgeführt. Knapp 6.000 Gene zeigten dabei nach einer Asbestexposition eine veränderte Aktivität. Tumorzellen von asbestexponierten Tieren wiesen gegenüber Zellen von asbestexponierten Tieren, die noch keinen Tumor entwickelt hatten, bei mehr als 8.000 Genen eine unterschiedliche Aktivität auf. Weiterhin fanden die Wissenschaftler um Rehrauer bei asbestexponierten Mäusen eine vermehrte Anzahl von Mutationen in der RNA im Vergleich zu nicht-exponierten Mäusen. Unter den verschiedenen Genen, die eine verstärkte Aktivität zeigten, waren beispielsweise auch die Gene für die Proteine Osteopontin und Mesothelin, die bereits als Biomarker für Mesotheliome bekannt sind und auch am IPA untersucht wurden.

Die Studie belegt die Bedeutung der Entzündungsreaktion sowie der Unterdrückung der Immunantwort als wichtige mechanistische Elemente für die Tumorentstehung nach einer Asbestfaserexposition. Die durch die Entzündung bedingten Veränderungen der DNA und RNA können unter anderem zu einer tumorförderlichen Zellumgebung führen. Die neuen Erkenntnisse über diese Signalwege können in Zukunft sowohl für neue Biomarker-Kandidaten als auch für neue therapeutische Ansätze genutzt werden.

Bei der publizierten Studie handelt es sich um Grundlagenforschung, die einmal mehr den Ansatz des IPA bestätigt, Zusammenhänge zwischen Entzündung und Krebs zu untersuchen und krebstypische Biomarkern zu entwickeln. Darüber hinausgehende direkte Konsequenzen für die alltägliche Arbeit der Unfallversicherungsträger im Bereich der Primärprävention oder der Entschädigung von durch Asbest verursachten Erkrankungen ergeben sich dagegen nicht.

Dr. Olaf Hagemeyer, Dr. Georg Johnen



Für Sie gelesen

Externe Literatur

Neue Reviews zur Kanzerogenität von Bitumen

Mundt KA, Dell LD, Crawford L, Sax SN, Boffetta P. Cancer Risk Associated With Exposure to Bitumen and Bitumen Fumes: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *J Occup Environ Med.* 2018; 60:e6-e54

Kriech AJ, Schreiner CA, Osborn LV, Riley AJ. Assessing cancer hazards of bitumen emissions - a case study for complex petroleum substances. *Crit Rev Toxicol.* 2018; 48: 121-142

2011 hat die Internationale Krebsforschungsagentur (IARC) die Kanzerogenität von Bitumen neu eingestuft (Lauby-Secretan et al. 2011; die zugehörige IARC-Monographie ist 2013 erschienen). In der Folge wurden einige Publikationen veröffentlicht, die die aktuell vorhandenen Daten neu analysiert und bewertet haben. Eine Gruppe um Mundt und Boffetta hat 2018 ein systematisches Review und eine Meta-Analyse von epidemiologischen Studien am Menschen von Risiken für Tumoren der Lunge, Kopf-Hals-Tumoren, Tumoren von Speiseröhre (auch separat), Blase, Niere, Magen und Haut vorgenommen (Mundt et al. 2018). Dabei wurde versucht, die unterschiedliche Qualität der Studien einzubeziehen und studienübergreifend die Stärke der Evidenz beurteilt. Während diese Übersichtsarbeit die epidemiologischen Studien am Menschen genau untersucht, wird in einer weiteren Übersichtsarbeit von Kriech et al. (2018) das mögliche krebserzeugende Potenzial von Bitumen-Emissionen anhand tierexperimenteller und mechanistischer Studien sowie Studien zur Genotoxizität am Menschen bewertet.

Bitumen sind komplexe Substanzgemische und werden als Rückstände bei der Destillation von Erdöl gewonnen. Wichtige Anwendungsbereiche sind Straßenbau (Bindemittel für Gesteinskörnungen im Straßenbau: Asphalt) und Bauwesen (Dach- und Dichtungsbahnen, Isolieranstriche, Bautenschutzmittel, Estrich, Fugenvergussmassen, Klebstoffe). Bitumen sind bei Umgebungstemperaturen fest und werden für die Verarbeitung erhitzt. Beschäftigte im Straßenbau und bei Dachabdichtungsarbeiten können gegenüber Emissionen aus Bitumen exponiert sein. Die Diskussion um ein krebserzeugendes Potenzial dieser Dämpfe und Aerosole beruht unter anderem darauf, dass in früheren epidemiologischen Studien insbesondere exponierte Dachdecker vermehrt an Lungenkrebs erkrankten. Außerdem erwiesen sich Oxidationsbitumen, die vorwiegend für Dachabdichtungsarbeiten verwendet wurden, bei dermalen Applikation bei Nagern als

kanzerogen, und zusätzlich enthalten Bitumen in geringen Mengen polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Bitumen ist zu unterscheiden von Steinkohle-Teer beziehungsweise -Pech, das aus Steinkohle bei Temperaturen oberhalb von 1000 °C gewonnen wird und wesentlich höhere PAK-Gehalte aufweist. Aufgrund einstmals ähnlicher Verwendung ist, insbesondere in älteren epidemiologischen Studien, eine Koexposition gegenüber Teer nicht sicher auszuschließen.

Review und Meta-Analyse von Mundt et al. (2018)

Lungenkrebs

In der Metaanalyse von Mundt et al. (2018) wurde unter Einbeziehung aller Studien für Lungenkrebs ein leicht erhöhtes relatives Risiko (RR) von 1,33 (95%-Konfidenzintervall (KI) 1,20-1,47) gefunden. Dachdecker weisen ein etwas höheres RR (1,79; 95%-KI 1,46-2,19) als Asphaltierer (1,12; 95% KI 1,04-1,21) auf. Nach Ausschluss von Studien geringer Qualität (z. B. wegen schlechter Expositionsabschätzung, unzureichenden Angaben zu Beruf oder Expositionsdauer, Koexposition gegenüber Steinkohlenteer) ergibt sich allerdings für Bitumen-Exponierte insgesamt kein erhöhtes Risiko für Lungenkrebs mehr (RR 0,94, 95%-KI 0,74-1,20). Die Ergebnisse der zugrundeliegenden acht Studien sind unter anderem für Rauchen und (bis auf eine) auch für Teer-Exposition adjustiert.

Kopf-Hals-Tumoren und Tumoren der Speiseröhre separat

Bei der Analyse von Kopf-Hals-Tumoren (Mundhöhle, Speiseröhre, Pharynx, Larynx) wurde ein erhöhtes Risiko



ko festgestellt, dies galt sowohl für die Betrachtung aller einbezogenen Studien (RR insgesamt 1,48; 95%-KI 1,22-1,81; Dachdecker: RR 1,86; 95%-KI 1,22-3,83; Asphaltierer RR 1,37; 95%-KI 0,97-1,93) als auch nach Ausschluss von Studien geringer Qualität (RR 1,31; 95%-KI 1,03-1,67; keine Differenzierung nach Berufen angegeben). Das Risiko an Speiseröhrentumoren zu erkranken war ebenfalls erhöht (alle Studien: 1,30; 95%-KI 1,06-1,59; nach Ausschluss von Studien geringer Qualität: RR 1,48; 95%-KI 1,0-2,19). Wertete man die Studien für Asphaltierer und Dachdecker getrennt aus, wurden für letztere signifikant erhöhte Risiken gefunden (RR 1,34; 95%-KI 1,07-1,67 für alle Studien). Die Ergebnisse basierten fast ausschließlich auf externen Vergleichen für Krebsinzidenz und Sterblichkeit und sind nicht für Rauchen und Kohlenteer adjustiert.

Magenkrebs und weitere Tumorlokalisationen

Bei Ausschluss von Studien geringer Qualität fand sich ein leicht erhöhtes Risiko für Magenkrebs (RR 1,29; 95%-KI 1,03-1,62). Dies wurde allerdings wesentlich durch eine einzige Studie bestimmt, die Befunde in anderen Studien waren unauffällig.

Für Blasen- und Nierenkrebs sowie für Hautkrebs (Melanom und Nicht-Melanom) wurden keine erhöhten Risiken durch Bitumen-Exposition beobachtet.

Qualität der Evidenz

Mundt et al. haben zusätzlich zur Meta-Analyse der vorhandenen Studien die Stärke der Evidenz der Befunde anhand des GRADE-Modells (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) ermittelt. Sie kommen zu dem Schluss, dass das Ergebnis „kein erhöhtes Lungenkrebsrisiko“ bei Betrachtung der qualitativ höherwertigen Studien eine hohe Sicherheit, d.h. eine überzeugende Evidenz, aufweist. Die Evidenz für den Befund „kein erhöhtes Nierenkrebsrisiko“ wird als moderat eingeschätzt. Die Ergebnisse für Lungenkrebs (alle Studien) und alle anderen Tumorlokalisationen – unabhängig davon, ob in der Meta-Analyse ein erhöhtes Risiko gefunden wurde oder nicht – sind von geringer Sicherheit, d.h. die Evidenz ist nicht überzeugend.

Review von Kriech et al. (2018) zum krebserzeugenden Potenzial von Bitumen-Emissionen

In der Übersichtsarbeit von Kriech et al. (2018) liegt der Schwerpunkt im Gegensatz zur oben dargestellten epidemiologischen Meta-Analyse darauf, wie die teils widersprüchlichen Ergebnisse der zahlreichen experimentellen Studien zu Genotoxizität (*In-Vitro*-Studien, Tierstudien, Studien am

Menschen) und Kanzerogenität in Tierversuchen von Bitumen-Emissionen evaluiert und bewertet werden können, um die Mechanismen und das Gefährdungspotenzial für den Menschen bei realen Expositionen einschätzen zu können.

Auch in dieser Arbeit wurde die Qualität der zugrundeliegenden Einzelstudien bewertet. In Gefährdungsanalyse und Risikoabschätzung wurden nur Studien einbezogen, die (mit oder ohne Einschränkungen) zuverlässig waren.

Evaluiert wurde ob die Exposition *in vitro* oder im Tierversuch tatsächlich der des Menschen am Arbeitsplatz entspricht, ob Exposition und Effekt ausreichend charakterisiert wurden und ob Einflussgrößen (Konfounder) in Studien am Menschen berücksichtigt wurden.

Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Review den im Rahmen der Humanstudie Bitumen vom IPA und seinen Kooperationspartnern durchgeführten Untersuchungen an Gussasphaltarbeitern zu. Gründe hierfür sind unter anderem die in der Studie untersuchten großen Fallzahlen sowie die umfangreiche Messung von Exposition und genotoxischen Effekten.

Die Autoren folgern, dass die Emissionen von Straßenbaubitumen unter normalen Arbeitsbedingungen keine kanzerogene oder genotoxische Gefährdung darstellen. Die verfügbaren Studien weisen darauf hin, dass Oxidationsbitumen, wie es bei Dachabdichtungsarbeiten eingesetzt wird, möglicherweise eine schwache krebserzeugende Wirkung aufweist.

Peter Welge

Literatur

Lauby-Secretan B, Baan R, Grosse Y, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Galichet L, Straif K; WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Bitumens and bitumen emissions, and some heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. *Lancet Oncol.* 2011; 12:1190-1191

International Agency for Research on Cancer (Hg.): Bitumens and bitumen emissions, and some N- and S-heterocyclic aromatic hydrocarbons. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans Vol. 103. 2013 (Lyon France)

Für Sie gelesen

Externe Literatur

Buchbesprechung: „Sicheres Arbeiten mit Gefahrstoffen“

Birgit Stöffler: Sicheres Arbeiten mit Gefahrstoffen, 2. Aufl., 269 Seiten. Ecomed, Landsberg/Lech, 2017

Das jetzt in 2. Auflage erschienene Buch „Sicheres Arbeiten mit Gefahrstoffen“ bietet einen guten Überblick über die Thematik und die miteinander zusammenhängenden Aspekte. Bemerkenswert sind die zahlreichen Hinweise zu weiterführenden Informationen, zum Regelwerk, zu Leitfäden, Bekanntmachungen und zu Informationsschriften, auf die klar gegliedert und differenziert in Form von Symbolen in den jeweiligen Kapiteln verwiesen wird. Besonders bedeutende Aussagen werden mit Merksätzen hervorgehoben. Erleichtert wird die Lesbarkeit auch durch zahlreiche, oft sehr ausführliche und differenzierte Tabellen mit gut nachvollziehbarer farblicher Unterlegung. Hilfreich sind auch Hinweise auf weiterführende Internet-Adressen einschl. Glossaren, ein Abkürzungs- und Stichwortverzeichnis sowie eine Liste mit besonderen Begriffen und deren Auffinden im Text. Am Ende jeden Kapitels bieten Verständnisfragen die Möglichkeit, anhand derer man das aufgenommene Wissen selbstständig überprüfen kann.

Durchgehend ist in dem Band erkennbar, dass das Hauptziel die praktische Umsetzung des Gefahrstoffrechts im Alltag der Betriebe ist. Es wird deutlich, dass die Autorin hierfür große eigene Erfahrungen sowohl auf dem Gebiet der theoretischen Grundlagen als auch der praktischen Arbeit in Unternehmen einbringt. Dies führt zu vielen nützlichen Tipps und vermeintlichen „Kleinigkeiten“, die aber in der Praxis sehr hilfreich sein können. Umgangssprachliche Umschreibungen tragen an vielen Stellen zur besseren Verständlichkeit von technischen Sachverhalten und Begriffen des Regelwerks bei. Einige kleinere Ungenauigkeiten und Auslassungen lassen sich in der nächsten Auflage ebenso wie einige zusätzliche Stichwörter problemlos einfügen und mindern den Wert des Buches nicht.

Nationale und internationale Grenzwerte, Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen, Arbeitsplatzrichtwerte sowie nicht rechtsverbindliche Arbeitsplatzkonzentrationen wissenschaftlicher Organisationen werden ausführlich erläutert und ihre Wertigkeit umfassend dargestellt. Zum Beispiel wird auf die Bedeutung des Dampfdrucks von Gasen bei der Gefährdungsbeurteilung, die perkutane Resorbierbarkeit einiger Gefahrstoffe auch aus der Dampfphase sowie indirekte Gefährdungen durch phototoxische/-sensibilisierende Wirkungen hingewiesen. Auch die Erläuterungen zur

Wertigkeit der Geruchswahrnehmung sowie die Kapitel zu Gefahrstoffen im Bereich des Gesundheitswesens (Narkosegase, Arzneimittelherstellung) und zu Besonderheiten in Laboratorien sind sehr hilfreich. Sehr ausführlich wird auf die Rangfolge und Aussagekraft der verschiedenen Kennzeichnungen, Signalwörter, Gefahrenklassen und Gefahrzahlen sowie P- und H-Sätze eingegangen und deren Fallstricke für die Gefährdungsbeurteilung beleuchtet. Abgerundet werden die praktischen Tipps durch Hinweise zu verschiedenen Möglichkeiten der Unterweisung.

Das Buch ist nicht nur für die explizit als Zielgruppen genannten Vorgesetzten und Beschäftigten sondern auch für alle mit der Arbeitssicherheit befassten Akteure in den Betrieben ein wertvolles Nachschlage- und Informationswerk. Durch seine vielen praktischen Tipps auch in Detailfragen stellt es eine wertvolle Hilfe für eine gute praktische Umsetzung des Arbeitsschutzes im Betrieb dar.

PD Dr. Wolfgang Zschiesche

Beruflich bedingter Blasenkrebs und die ökonomischen Folgen

Jung YL, Tompa E, Longo C, Kalcevich C, Kim J, Song C, Demers P. The Economic Burden of Bladder Cancer due to Occupational Exposure. J Occup Environ Med. 2018; 60: 217-225

In dem vorliegenden Beitrag wird die wirtschaftliche Belastung in Form von Lebenszeitkosten durch im Jahr 2011 neu diagnostizierte Blasenkrebsfälle in Kanada abgeschätzt, die auf berufliche Expositionen zurückzuführen sind. Als Ursache für rund 200 neue Fälle werden aromatische Amine, Aluminiumproduktion, Maler- und Lackierarbeiten sowie die Gummiproduktion aufgeführt. Die Autoren schätzen ab, dass ca. 65 Prozent der Kosten auf dem Verlust an QALYs (quality adjusted life years) basiert. Eine geringere Rolle spielen Krankheits-bedingte Kosten, zum Beispiel direkte für Diagnose und Therapie, sowie indirekte, zum Beispiel durch Arbeitsunfähigkeit (6 bzw. 29%). Wenngleich eine Reihe von Annahmen getroffen werden musste, bestätigen die beiliegenden Sensitivitätsanalysen doch weitgehend den geschätzten Kostenrahmen von insgesamt ca. 130 Millionen kanadischen Dollar. Dies entspricht rund 420.000 Euro pro Fall. Inwiefern die kanadischen Ergebnisse allerdings auf Europa übertragbar sind, bleibt offen.

Dr. Dirk Pallapies

Für Sie gelesen

Externe Literatur

Studie identifiziert Biomarker-Panel für den Nachweis von acht verschiedenen Krebsarten

Cohen JD et al. *Detection and localization of surgically resectable cancers with a multi-analyte blood test. Science* 2018; 359: 926-930

Die Diagnose von Tumoren mittels Blut-basierter Biomarker rückt in den letzten Jahren zunehmend in den Fokus der Krebsforschung. Bestandteile von Tumorzellen, wie DNA und Proteine, können in die Blutzirkulation gelangen und dort nachgewiesen werden. Besonders interessant und vielversprechend ist der Ansatz entsprechende DNA- oder Proteinstrukturen im Blut im Rahmen der Krebs-Früherkennung nachzuweisen.

Die Forschergruppe um Joshua D. Cohen hat Anfang des Jahres eine neue Methode zur Diagnose von Krebs präsentiert. Dazu kombinierten die Wissenschaftler die Analyse von krebspezifischen Mutationen in verschiedenen Genen der zirkulierenden DNA mit dem Nachweis von Tumor-Proteinen im Blut. Insgesamt wurden über 2.000 Mutationen und 39 verschiedene Proteine in einem Kollektiv bestehend aus 1.005 Patienten mit acht verschiedenen Tumorarten, wie Ovarial-, Leber-, Magen-, Bauchspeicheldrüsen-, Speiseröhren, Darm-, Lungen- und Brustkrebs sowie 812 gesunde Kontrollen untersucht. Für den sogenannten CancerSEEK Test wurden schließlich die aussagekräftigsten Biomarker ausgewählt: 61 Genbereiche zur Mutationsanalyse in Kombination mit acht Proteinen. Durch die Kombination unterschiedlicher Marker konnte die Sensitivität des Panels ohne Verlust der Spezifität, die bei über 99 Prozent lag, erhöht werden. Demnach wurden nur sieben der insgesamt 812 gesunden Kontrollen falsch-positiv getestet. Die Sensitivität lag für die acht untersuchten Krebstypen im Mittel bei 70 Prozent und schwankte zwischen 98 Prozent für Ovarialkarzinome und

33 Prozent für Brustkrebs. Für Lungenkrebs lag die Sensitivität, unter Berücksichtigung der korrekten Lokalisation des Primärtumors, allerdings nur bei 39 Prozent.

Kommentar

Die Arbeit von Cohen stellt einen weiteren wichtigen Schritt dar, um Blut-basierte Biomarker zur Diagnose von Tumoren zu etablieren. Die Ergebnisse der Studie müssen aber auch differenziert betrachtet werden, da Limitationen offensichtlich sind: Die Kontrollen waren im Durchschnitt jünger als die Fälle und durchgehend gesund. Wesentlich geeigneter wäre ein Kollektiv, in dem neben Gesunden auch Probanden mit gutartigen oder entzündlichen Erkrankungen untersucht werden würden. Dies würde gegebenenfalls zu einer Erhöhung falsch-positiver Tests, also einer Erniedrigung der Spezifität, führen. Auch dient der CancerSEEK Test noch nicht der Früherkennung von Krebs, denn bei den untersuchten Fällen dieser Querschnittsstudie handelt es sich ausschließlich um Patienten mit bereits diagnostiziertem Krebs, überwiegend in späteren Stadien. Mit Blick auf den potenziellen Einsatz in der Krebsfrüherkennung müsste der CancerSEEK Test daher weiterführend in einer Längsschnittstudie validiert werden. Über einen längeren Zeitraum müssten ähnlich wie in der MoMar-Studie des IPA symptomfreie Probanden mit hohem Erkrankungsrisiko, die noch nicht an einem Krebs erkrankt sind, regelmäßig untersucht und die Biomarker getestet werden. So könnten letztere hinsichtlich einer möglichen Früherkennung evaluiert werden. Für die Anwendung in der Praxis ist es zudem notwendig, den Test technisch zu vereinfachen und preiswert anzubieten.

Insgesamt unterstreicht die Arbeit von Cohen et al. aber eindrucksvoll, dass es grundsätzlich möglich ist, erfolgreiche Blut-basierte Biomarker zur Diagnose von Tumoren zu entwickeln.

Dr. Daniel G. Weber, Dr. Georg Johnen



Für Sie gelesen

Aus dem IPA

Untersuchungen zur Exposition gegenüber Chrom(VI) bei Schweißern

Pesch B, Lehnert M, Weiß T, Kendzia B, Menne E, Lotz A, Heinze E, Behrens T, Gabriel S, Schneider W, Brüning T. Exposure to hexavalent chromium in welders: Results of the WELDOX II field study. *Ann Work Expo Health*. 2018 Feb 12. doi: 10.1093/annweh/wxy004. [Epub ahead of print]

Sowohl hexavalentes Chrom (Cr(VI)) als auch Schweißrauch wurden von der Internationalen Krebsagentur (IARC) als krebserzeugend für den Menschen eingestuft. Dennoch liegen bis heute keine ausreichenden Daten vor, die einen quantitativen Zusammenhang zwischen der Cr(VI)-Exposition und einem erhöhten Lungenkrebsrisiko bei Schweißern belegen. Am IPA wurde im Rahmen der Schweißstudie WELDOX II bei 50 Schweißern, darunter 24 MIG/MAG-Schweißer, 19 Wolframintergasschweißer und 3 Stabelektrodenschweißer, Cr(VI) in der alveolengängigen Partikelfraktion gemessen. Gleichzeitig erfolgte die Messung von Gesamt-Chrom (Cr) und Nickel in der Luft und im Urin, um mögliche Assoziationen zwischen den verschiedenen Expositionsvariablen zu untersuchen.

Während aufgrund der aufwendigen Bestimmung von Cr(VI) üblicherweise dann gemessen wird, wenn eine hohe Exposition vermutet wird, erfolgten im Rahmen dieser Studie personengetragene Schweißrauchmessungen bei allen Schweißarbeiten. Das Gesamtchrom im Urin wurde vor und nach einer Arbeitsschicht bestimmt.

Die Datenverteilung der Cr(VI)-Messungen erwies sich als sehr „schief“, mit überwiegend geringen und nur wenigen hohen Werten. Für alveolengängiges Cr(VI) erreichten insgesamt 62 Prozent der Arbeitsplatzmessungen nicht die

Nachweisgrenze. Die Konzentration, unter der 75 Prozent aller Messwerte liegen, betrug $0,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und war damit wesentlich niedriger als das 75. Perzentil von $6,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$, das in allen geeigneten Messdaten von Cr(VI) für Schweißer in der MEGA-Datenbank bestimmt wurden (Pesch et al. 2015). Insgesamt überschritten acht der 50 Messwerte den Wert von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der in Deutschland als Beurteilungsmaßstab und in Frankreich bereits als Arbeitsplatzgrenzwert gilt.

Der Anteil von Cr(VI) am Gesamtchrom (Cr) schwankte zwischen 4 und 82 Prozent, entsprechend war die Korrelation von Cr(VI) mit Cr nur moderat. Die Korrelation von Cr(VI) mit Nickel (Ni) war geringer als zwischen Cr und Ni. Cr(VI) zeigte auch nur eine relativ schwache Korrelation zu Cr im Urin nach der Schicht. Daher kann man für Schweißer zumindest im Niedrigdosisbereich nicht von der Urinkonzentration von Gesamtchrom auf die Schichtbelastung gegenüber Cr(VI) schließen. Bei den Schweißern betrug die Urinkonzentration von Cr nach der Schicht im Durchschnitt rund $1 \mu\text{g}/\text{L}$ und hing stark von der Cr-Konzentration im Urin vor der Schicht ab. Dies erklärt sich durch die vergleichsweise langsame Ausscheidungskinetik von Cr.

Insgesamt zeigen die Messungen von Cr(VI) bei 50 Schweißern, die etwa Edelstahl oder niedrig legierten Stahl geschweißt hatten, dass die Mehrzahl der Schweißer unter $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ exponiert war. Dennoch kann auf eine Luftmessung zur Überwachung der Exposition nicht verzichtet werden, da aus der Konzentration von Gesamtchrom im Urin nach einer Schicht bei Expositionen im Bereich von bis zu $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht auf die Schichtbelastung gegenüber Cr(VI) geschlossen werden kann.

Für die Prävention ist zu beachten, dass neben verschiedenen Maßnahmen zur Expositionsminimierung auch die Arbeitshaltung von Schweißern berücksichtigt werden muss, um möglichst wenig Schweißrauch einzusatmen.

PD Dr. Beate Pesch

