



H. Drexler

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der FAU Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Deutschland

Äquivalenzwerte im biologischen Material

Beurteilung bei Exposition gegenüber kanzerogenen Arbeitsstoffen

Seit 1981 werden in Deutschland BAT-Werte in der MAK-BAT-Werte-Liste geführt. Deutschland war damit das erste Land weltweit mit offiziell publizierten biologischen Grenzwerten für Arbeitnehmer [2]. Die Einhaltung des BAT-Werts soll gewährleisten, dass auch bei lebenslanger Exposition eine gesundheitliche Schädigung des Arbeitnehmers ausbleibt. Die DFG-Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe hat bis 1997 für Arbeitsstoffe, die beim Menschen Krebs erzeugen oder als krebserzeugend für den Menschen anzusehen sind, weder MAK- noch BAT-Werte abgeleitet.

Für krebserzeugende Arbeitsstoffe der Kategorie 1 und 2 können gegenwärtig keine MAK- und BAT-Werte abgeleitet werden. Um die Vorteile des Biomonitorings auch bei kanzerogenen Arbeitsstoffen zum Schutz der Arbeitnehmer einsetzen zu können, werden für krebserzeugende Arbeitsstoffe der Kategorien 1–3 ohne MAK-Wert Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe (EKA) aufgestellt. Aus ihnen kann entnommen werden, welche innere Belastung sich bei ausschließlich inhalativer Aufnahme ergeben würde (MAK-BAT-Werte-Liste 2015 [1]). Mit dem Biomonitoring von kanzerogenen Arbeitsstoffen können daher zusätzliche Expositionsrouten (dermal, oral) und besondere Arbeitsbedingungen (hohes Atem-Minuten-Volumen, ungünstige Raumluftverhältnisse) erfasst werden. Auch wenn in der Definition der EKA die ausschließlich inhalative Stoffaufnahme genannt ist,

muss berücksichtigt werden, dass diese nicht aus Kammerversuchen mit freiwilligen Probanden abgeleitet werden. Vielmehr handelt es sich um Erfahrungen aus Feldstudien mit bestimmungsgemäßem Umgang mit kanzerogenen Arbeitsstoffen. Bekannte zusätzliche Belastungspfade (dermal, oral) werden ausgeschlossen, jedoch ist das übliche Maß der perkutanen Resorption (geringfügiger direkter dermalen Kontakt, aerogener Kontakt der Haut) in den Werten enthalten.

Rechtliche Grundlagen

Eine rechtliche Regulierung des Biomonitorings beim Umgang mit kanzerogenen Arbeitsstoffen bestand bis zu einer ersten Publikation im Gemeinsamen Ministerialblatt vom 8.11.2010 nicht. In der bis 2005 gültigen Gefahrstoffverordnung wurde zwar der BAT-Wert genannt, nicht jedoch die EKA. Auch in keiner anderen staatlichen Verordnung oder Regelung war das Biomonitoring bei Umgang mit kanzerogenen Arbeitsstoffen geregelt. Ausnahme waren die DGUV-Grundsätze zur arbeitsmedizinischen Vorsorge. Hier wurde bei Exposition gegenüber Cadmium eine Cadmiumuntersuchung im Urin für erforderlich gehalten, bei Exposition gegenüber Benzol, Chrom-VI-Verbindungen, Arsen, aromatischen Nitroverbindungen, Nickel und generell krebserzeugenden Gefahrstoffen ein Biomonitoring als erwünscht bezeichnet und bei Vinylchlorid ein Biomonitoring in unklaren Fällen empfohlen.

Seit der Novellierung der Gefahrstoffverordnung im Jahr 2004 wird das Biomonitoring ausschließlich der arbeitsmedizinischen Vorsorge und nicht mehr der Expositionsüberwachung zugeordnet. Biomonitoring ist, soweit anerkannte Verfahren dafür zur Verfügung stehen und Werte zur Beurteilung vorhanden sind, Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorge. Abgeschafft wurden mit der Gefahrstoffverordnungsnovellierung von 2004 jedoch die Technischen Richtkonzentrationen, so dass aus den EKA keine Werte zur Beurteilung ableitbar gewesen wären. Die Zuordnung des Biomonitorings zur arbeitsmedizinischen Vorsorge wurde 2008 in die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbmedVV) übernommen.

Abkürzungen

BAT	Biologische Arbeitsstofftoleranz
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EKA	Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe
AGS	Ausschuss für Gefahrstoffe
ERB	Nutzen-Risiko-Beziehungen
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe

Ergebnisse

Bewertung unter Berücksichtigung von Expositions-Risiko-Beziehungen

Mit dem risikobezogenen Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Arbeitsstoffen wurden Expositions-Risiko-Beziehungen (ERB) eingeführt. Das Toleranzrisiko beschreibt eine Konzentration des Arbeitsstoffs in der Luft, die nicht überschritten werden darf. Das Toleranzrisiko liegt bei 4 zusätzlichen Krebserkrankungen pro 1000 Mitarbeiter, wobei von einer 45-jährigen Exposition bei permanenter Belastung in Höhe der Luftkonzentration, die dem Toleranzrisiko entspricht, ausgegangen wird. Das sog. Akzeptanzrisiko liegt bei einer Konzentration, bei der 4 pro 10.000 Exponierte zusätzlich an Krebs erkranken würden. Geplant ist, dieses Akzeptanzrisiko ab 2018 um den Faktor 10 zu senken, d. h. auf 4 zusätzliche Krebserkrankungen pro 100.000 Exponierte.

Sind vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) verabschiedete Expositionsrisiken und von der DFG evaluierte EKA vorhanden, so kann der Luftkonzentration, die mit einem hohen Risiko verbunden ist (Toleranzrisiko), eine entsprechende (äquivalente) Konzentration im Biomonitoring zugeordnet werden. Entsprechendes gilt für das Akzeptanzrisiko. In der TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Arbeitsstoffen“ werden seit 2014 auch die Äquivalenzwerte zur Toleranzkonzentration sowie zur Akzeptanzkonzentration angegeben. Bei einer Absenkung des Akzeptanzrisikos auf 4 pro 100.000 Exponierte würde allerdings für viele kanzerogene Arbeitsstoffe eine Extrapolation auf Grundlage der EKA-Korrelation nicht zulässig sein. In den meisten Fällen würde diese Konzentration im Bereich der Hintergrundbelastung liegen, d. h. unterhalb der biologischen Arbeitsstoffreferenzwerte.

Durch Biomonitoring kann der Betriebsarzt unter Verwendung der Äquivalenzwerte beurteilen, ob der Arbeitnehmer durch seine berufliche Tätigkeit einem Risiko ausgesetzt ist, das toleriert oder akzeptiert werden kann. Kom-

Zbl Arbeitsmed 2016 · 66:263–265 DOI 10.1007/s40664-016-0114-8
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

H. Drexler

Äquivalenzwerte im biologischen Material. Beurteilung bei Exposition gegenüber kanzerogenen Arbeitsstoffen

Zusammenfassung

Im Umgang mit kanzerogenen Arbeitsstoffen wird seit vielen Jahren das Biomonitoring praktiziert, obwohl Grenzwerte nicht evaluiert werden können. Denn bei krebserzeugenden Stoffen kann i. d. R. keine Konzentration angegeben werden, bei deren Unterschreitung kein Gesundheitsrisiko mehr besteht. Es wurden jedoch für viele krebserzeugende Arbeitsstoffe Beziehungen zwischen äußerer (Luft) und innerer (biologisches Material) Exposition abgeleitet (Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe). Dadurch lässt sich erkennen, ob die innere Belastung der äußeren entspricht oder ob eine zusätzliche Belastung (z. B. Hautresorption) existiert. Für krebserzeugende Arbeitsstoffe werden in Deutschland Toleranz- und Akzeptanzrisiken bei bestimmten Luftkonzentrationen beschrieben. Diesen Luftwerten wurden in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 910 Äquivalenzwerte im biologischen

Material zugeordnet, aus denen ersichtlich ist, ob die Belastung des einzelnen Mitarbeiters im akzeptablen oder noch tolerierbaren Bereich dieser Risiken liegt. Sind diese Risiken nicht beschrieben oder fehlen Daten, um den Zusammenhang zwischen äußerer und innerer Belastung zu beschreiben, können die biologischen Arbeitsstoffreferenzwerte zur Beurteilung herangezogen werden. Eine eindeutige Überschreitung des Referenzwerts weist auf eine zusätzliche Belastung mit damit verbundenen Gesundheitsrisiken hin, ohne dass dies quantifizierbar ist. Dies sollte Anlass für arbeitsplatzhygienische Maßnahmen geben.

Schlüsselwörter

Risikobewertung · Krebserzeugende Arbeitsstoffe · Biomonitoring · Primäre Prävention · Arbeitsstoffreferenzwerte

Equivalence values in biological material. Assessment of exposure to carcinogens at the workplace

Abstract

Biological monitoring has been used for many years in workers exposed to carcinogenic substances at the workplace, even though threshold values cannot be evaluated. As a rule, no concentrations can be given for carcinogenic substances where below these limits a danger to health no longer exists; however, for many carcinogenic substances used at the workplace relationships between the external (ambient in air) and internal (biological material) exposure can be derived (exposure equivalents for carcinogenic substances). In this way it can be recognized whether the internal concentrations correspond to the external concentrations or whether an additional exposure (e.g. skin resorption) exists. In Germany a classification into tolerable and acceptable risk-related levels for certain concentrations in air is applied for occupational exposure to carcinogenic hazardous substances at the workplace. These ambient concentrations are assigned to 910

equivalence values in biological material in the technical regulations for hazardous substances (TRGS), by which it can be seen whether the exposure of individual workers lies within the acceptable or still tolerable ranges of these risks. If these risks have not been described or data are lacking to describe the relationship between external and internal exposure, the biological reference values for hazardous workplace substances can be consulted for the assessment. A clear exceedance of the reference value threshold indicates an additional exposure with the accompanying health risks, without being quantifiable. Under these circumstances measures for workplace hygiene should be initiated.

Keywords

Risk assessment · Carcinogens · Biomonitoring · Primary prevention · Reference values

munikationsprobleme mit dem technischen Arbeitsschutz kann es dann geben, wenn aufgrund von Raumluftmessungen davon ausgegangen wird, dass die Arbeitnehmer in einem akzeptablen Bereich arbeiten, im Biomonitoring jedoch sichtbar wird, dass mehrere Arbeitnehmer Werte aufweisen, die nach dem ERB-Konzept nicht akzeptabel wären. Selbstverständlich wird man hier zunächst nach Ursachen suchen müssen (zusätzliche Hautresorption, ungenügender Arbeitsschutz, Repräsentativität von Luftmessungen). Die wesentliche Kenngröße für alle Maßnahmen im Arbeitsschutz muss jedoch die Belastung des Arbeitnehmers sein. Hier ist immer wieder darauf zu verweisen, dass Grenzwerte in der Luft nicht die Luft am Arbeitsplatz, sondern die Arbeitnehmer schützen sollen. Weist ein Arbeitnehmer höhere Werte auf als der Äquivalenzwert zu den beschriebenen Risiken, müssen Maßnahmen eingeleitet werden. Das gilt ebenso für eine Überschreitung der Luftmesswerte.

Ist eine ERB für einen krebserzeugenden Stoff nicht abgeleitet worden oder fehlen Daten, um den Zusammenhang zwischen äußerer und innerer Belastung zu beschreiben, können als Werte zur Beurteilung die biologischen Arbeitstoffsreferenzwerte herangezogen werden [3]. Eine eindeutige Überschreitung des Referenzwerts ist dann gegeben, wenn dieser nicht mehr durch eine übliche Hintergrundbelastung erklärbar ist. Der erhöhte Wert weist auf eine zusätzliche Belastung mit einem damit verbundenen Gesundheitsrisiko hin, ohne dass dieses quantifiziert werden kann. In diesem Fall ist Anlass für arbeitsplatzhygienische Maßnahmen gegeben.

Biomonitoring als Instrument der primären Prävention

Wie bereits im Arbeitssicherheitsgesetz von 1973 vorgeschrieben, ist der Betriebsarzt verpflichtet, seine Ergebnisse auszuwerten. Der Individualwert unterliegt der ärztlichen Schweigepflicht und darf nicht ohne Zustimmung des Untersuchten an Dritte kommuniziert werden. Werden nur sehr wenige Arbeitnehmer untersucht, wäre somit die

Diskussion der Messwerte mit Verantwortlichen des Arbeitsschutzes nur mit Zustimmung der betroffenen Beschäftigten zulässig. Wird hingegen eine Gruppe von Arbeitnehmern untersucht, ist die Ermittlung des Medians (bei großen Kollektiven ggf. auch des Mittelwerts) sinnvoll. Insbesondere empfiehlt es sich abzuschätzen, wo das 95. Perzentil der Belastung im biologischen Material liegt, d.h. der Wert, welcher von 95 % der Belegschaft unterschritten wird. Diese Auswertungen sollten regelmäßig dem Arbeitssicherheitsausschuss vorgelegt und diskutiert werden, damit eine kontinuierliche Verbesserung der Expositionssituation gewährleistet ist.

Fazit für die Praxis

- Für viele krebserzeugende Arbeitsstoffe wurden Beziehungen zwischen äußerer und innerer Exposition abgeleitet (Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe).
- Hierdurch lässt sich erkennen, ob die innere Belastung der äußeren entspricht oder ob eine zusätzliche Belastung existiert.
- Für krebserzeugende Arbeitsstoffe werden in Deutschland Toleranz- und Akzeptanzrisiken bei bestimmten Luftkonzentrationen beschrieben.
- Sind diese Risiken nicht beschrieben, können die biologischen Arbeitstoffsreferenzwerte zur Beurteilung herangezogen werden.
- Durch Biomonitoring kann der Betriebsarzt unter Verwendung der Äquivalenzwerte beurteilen, ob der Arbeitnehmer durch seine berufliche Tätigkeit einem Risiko ausgesetzt ist, das toleriert oder akzeptiert werden kann.
- Die Zuordnung des Biomonitorings zur arbeitsmedizinischen Vorsorge wurde 2008 in die ArbmedVV übernommen.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. H. Drexler

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der FAU Erlangen-Nürnberg
Schillerstraße 25, 91054 Erlangen, Deutschland
hans.drexler@fau.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. H. Drexler gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine vom Autor durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2015) Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und biologische Arbeitstoffsreferenzwerte. Mitteilung 51, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. VCH, Weinheim
2. Drexler H (2007) Aufstellung von Grenzwerten im Biologischen Material. In: Deutsche Forschungsgemeinschaft: Erfolgreiche Konzepte der Gefahrstoffbewertung – 50 Jahre MAK-Kommission. Wiley-VCH, Weinheim
3. Göen T, Schaller KH, Drexler H (2012) Biological reference values for chemical compounds in the work area (BARs): an approach for evaluating biomonitoring data. *Int Arch Occup Environ Health* 85(5):571–578