



M. Wagner

Shell Deutschland Oil GmbH, Wesseling, Deutschland

## Biomonitoring in der betriebsärztlichen Praxis

**Biomonitoring leistet einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung des betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutzes. Als integraler Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorge wird es insbesondere zur Überprüfung von Arbeitsbedingungen und nach akuten Expositionseignissen eingesetzt. Im betrieblichen Alltag müssen eine Reihe von Störfaktoren, Fehlerquellen, Bewertungsschwierigkeiten, Kommunikations- und Organisationsanforderungen berücksichtigt werden. Im vorliegenden Artikel werden nach der Einführung in das Thema Störeinflüsse und Fehlerquellen, die Problematik von Kurzzeitexpositionen und Hintergrundbelastung diskutiert und praktische Hinweise zur Kommunikation und zur Entwicklung einer Biomonitoring-Kultur gegeben.**

Biomonitoring liefert wertvolle Informationen für die Bewertung von Expositionseignissen, zur Absicherung von Arbeitsbereichsanalysen und zur Wirksamkeitskontrolle von Arbeitsschutzmaßnahmen (z. B. eingesetzte persönliche Schutzausrüstung [PSA], technische Schutzmaßnahmen) [11, 12, 13].

In der betrieblichen Praxis wird Biomonitoring deshalb eingesetzt,

- wenn eine relevante Gefahrstoffexposition erwartet wird (z. B. bei Sanierungs- oder Wartungsarbeiten), um die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen zu kontrollieren
- nach Ereignissen mit erhöhter Exposition (z. B. Leckagen, Betriebsstörungen usw.),

- bei nicht bekannter Gefahrstoffexposition (z. B. Erdarbeiten mit möglichen Altlasten),
- zum Ausschluss einer inneren Belastung bei eingehaltenen Arbeitsplatzgrenzwerten,
- im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge.

Für praktische Belange erweist sich eine Einteilung in 3 Expositionsszenarien als zweckmäßig:

1. Ungestörter Routinebetrieb: Normalerweise sind keine oder allenfalls minimale Expositionen zu erwarten,
2. Wartungsarbeiten und Anlagenrevisionen: Deutliche Expositionen unterhalb der Grenzwerte sind nicht auszuschließen.
3. Zwischenfälle, Betriebsstörungen und Ereignisse: Grenzwertüberschreitungen kommen vor.

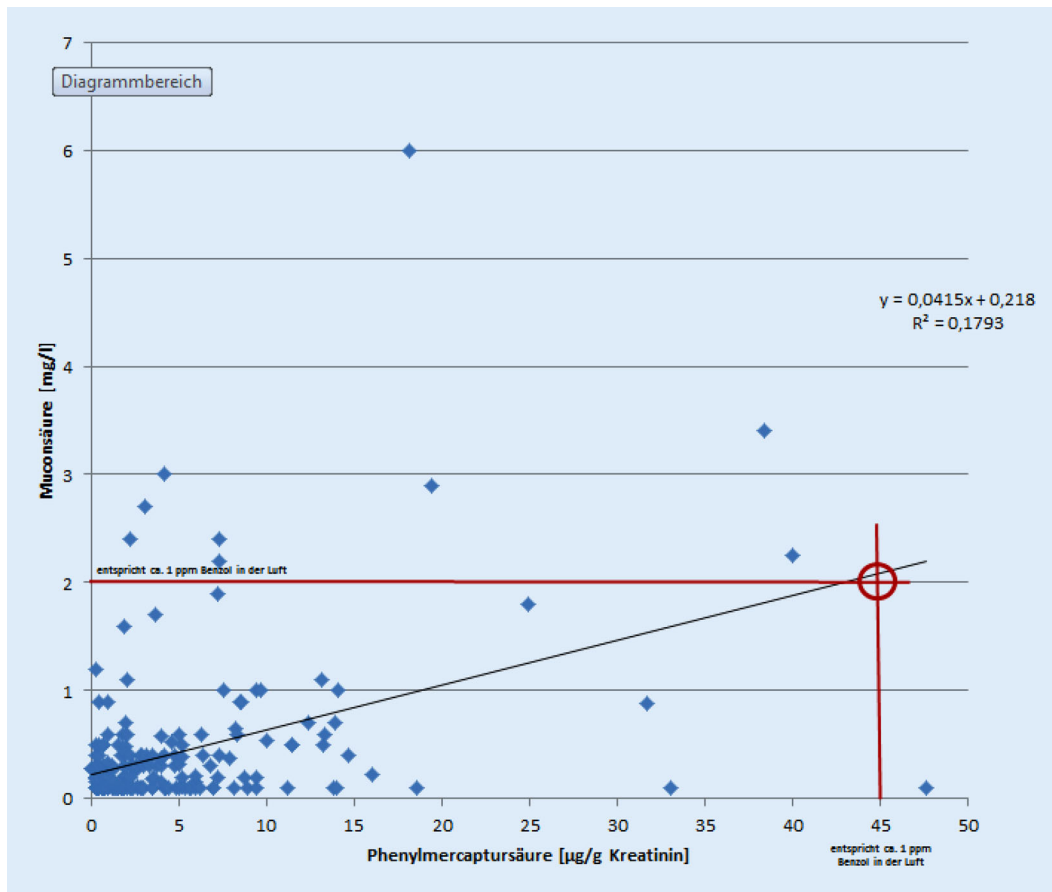
### Störeinflüsse und Fehlerquellen in der betrieblichen Praxis

Bei Harnproben muss eine Kontamination der Urinbecher vermieden und die Probanden müssen entsprechend angeleitet werden [1, 2]. Die erforderliche Qualitätssicherung des Labors muss sichergestellt sein, und bei Beauftragung eines externen Labors müssen regelmäßige Nachweise über die erfolgreiche Teilnahme an Ringversuchen für die gewünschten Parameter eingefordert werden. Metabolismus und Kinetik spielen nicht nur für den Probenahmezeitpunkt, sondern auch für die Wahl des Parameters eine Rolle [3–6]. Während der Probenahmezeitpunkt bei Gefahrstoffen mit langer Halbwertszeit, wie z. B. Blei oder Quecksilber, eine untergeordnete Rolle spielt, kann ein zu kurzes oder zu langes

Intervall zwischen Expositionsende und Probenahme bei Gefahrstoffen mit kurzer Halbwertszeit, wie z. B. Aromaten, eine fehlende Exposition vortäuschen. Aber auch der gewählte Biomonitoring-Parameter spielt dabei eine Rolle. So folgen z. B. *t,t*-Muconsäure (ttMA) und *S*-Phenylmerkaptursäure (*S*-PMA) als Biomarker für Benzolexposition einer unterschiedlichen Stoffwechselkinetik. Die *S*-PMA hat eine wesentlich längere Halbwertszeit (ca. 9,1 h) als ttMA (ca. 5 h; [7]). Deshalb wird bei gleichzeitiger Bestimmung in der gleichen Probe zumindest für einen der Parameter nicht der optimale Probenahmezeitpunkt erreicht. Standardisierte Abstände für die Probenabgabe oder gar eine fraktionierte Probenahme lassen sich in einem industriellen Umfeld in der Regel jedoch nicht verwirklichen.

Wie **Abb. 1** zeigt, korrelieren die Messwerte von ttMA und *S*-PMA nur wenig miteinander. Es ist bekannt, dass ttMA im Urin auch als Stoffwechselprodukt von Nahrungsmittelinhaltsstoffen, z. B. Sorbinsäure, die verschiedentlich Nahrungsmittel als Konservierungsmittel zugesetzt wird, ausgeschieden werden kann [8]. Die allgemeine ttMA-Belastung in der Bevölkerung variiert und wird mit Werten weniger als 1 mg/l angegeben [8]. Deshalb wird dieser Parameter erst für Benzolbelastungen über 1 ppm als diagnostisch ausreichend zuverlässig bewertet. Im Unterschied dazu wird die *S*-PMA-Ausscheidung im Urin wenig durch die Umwelt beeinflusst, so dass damit die geringe Korrelation der ttMA im Niedrigkonzentrationsbereich erklärt werden kann.

Beide Parameter sind in der Tabelle der Expositionsäquivalente für krebs-erzeugende Arbeitsstoffe (EKA; [4]) für



**Abb. 1** ◀ Korrelation der Konzentrationen von t,t-Muconsäure und S-Phenylmercaptursäure im Urin. Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden mit der Hälfte der Bestimmungsgrenze (BG) berücksichtigt.  $BG_{\text{t,t-Mu}} = 0,2 \text{ mg/l}$ ;  $BG_{\text{S-PMA}} = 0,5 \text{ µg/l}$

Benzol scheinbar gleichwertig nebeneinander aufgeführt. Das kann den praktisch tätigen Betriebsarzt zu einer unkritischen Auswahl verleiten. **Abb. 1** zeigt, dass in der Praxis nur S-PMA verwendet werden sollte, wenn nicht sicher Expositionen in der Luft über 1 ppm erwartet werden.

Bei Urinproben muss bei Kurzzeitexpositionen auch bedacht werden, dass die Harnblase zum Zeitpunkt der Exposition möglicherweise schon teilweise mit unbelastetem Urin gefüllt war und durch den Verdünnungseffekt zu niedrige Konzentrationen des Parameters gemessen werden. Probanden sollen deshalb nach einem einmaligen Expositionsereignis zuerst die Blase leeren, bevor sie mit der nächsten oder übernächsten Blasenfüllung zum Biomonitoring gehen. Nicht selten haben die Probanden dann aber schon Feierabend und wollen nicht noch mehrere Stunden nur zum Biomonitoring im Betrieb bleiben. Eine Probenahme am nächsten Tag kann bei vermuteter niedriger Exposition bei manchen Stoffen jedoch schon zu spät sein.

In solchen Fällen kann den Probanden ein Probengefäß mit nach Hause gegeben werden mit der Anweisung, es sorgfältig und ohne zusätzliche Kontamination oder Verdünnung zu füllen.

Ein wichtiger Störfaktor kann bei einigen Gefahrstoffen das Rauchverhalten der Probanden sein. Dabei ist nicht nur die Anzahl der pro Tag gerauchten Zigaretten, sondern auch das Zeitintervall von der letzten gerauchten Zigarette bis zur Probenahme von Bedeutung. Erschwert wird die Bewertung noch zusätzlich durch ungeeignete Referenzwerte, sofern überhaupt solche vorhanden sind: Manchmal werden getrennte Referenzwerte für Raucher und Nichtraucher angegeben. Eine weitere Unterscheidung der Referenzwerte zwischen starken, mäßigen und Gelegenheitsrauchern gibt es nicht. Der Raucherstatus muss bei der Probenahme möglichst genau erfasst werden, was retrospektiv schwierig sein kann.

Besonders nach Zwischenfällen, aber auch gelegentlich beim Routine-Biomo-

onitoring, können die Angaben der Probanden über die genauen Gefahrstoffe, Dauer und Umstände der Exposition ungenau, lückenhaft und fehlerhaft sein. Dies liegt teilweise an Sprachbarrieren, tatsächlich unklaren Betriebszuständen, Missverständnissen und Missinterpretation von Anzeigen und Alarmen auf Warngeräten etc. Es kann vorkommen, dass die Angaben bei Probenahme später aufgrund zusätzlicher betrieblicher Informationen erheblich korrigiert werden müssen. Jede Angabe eines Probanden und selbst die des Vorgesetzten muss unbedingt einer Plausibilitätskontrolle unterzogen werden. Dabei ist die Kenntnis der Betriebsverhältnisse für den Betriebsarzt bei der Durchführung des Biomonitoring unerlässlich [2].

Bei Stoffgemischen und Produktionsströmen ist der genaue Anteil des Biomonitoring-Stoffes oft nicht bekannt. Das Biomonitoring in Gemischen orientiert sich an bekannten Leitkomponenten (z. B. Benzo[a]pyren bei polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoff-

fen (PAK) oder Benzol bei komplexen Kohlenwasserstoffgemischen). Der Anteil dieser Leitkomponenten im Gemisch kann sehr klein sein und eine Aussage über Expositionen gegenüber anderen Gefahrstoffen in dem Gemisch, für die wir keine Biomonitoring-Möglichkeiten haben, sollte nur mit großem Vorbehalt erfolgen. Ein fehlender Nachweis der Leitkomponente im Biomonitoring ist deshalb nicht unbedingt ein Nachweis, dass keine Gefahrstoffexposition stattgefunden hat. Bei einem PAK-Gemisch kann es durchaus sinnvoll sein, eine Analyse des Gemisches anzufordern. Dann wird deutlich, ob z. B. Benzo(a)pyren ein wesentlicher Bestandteil im Gemisch ist oder gegenüber anderen karzinogenen PAKs nur einen unbedeutenden Anteil ausmacht – dies ist entscheidend für die Aussagekraft des Biomonitorings.

### Kurzzeitexpositionen

Neben den Störeinflüssen im Zusammenhang mit der Probenahme und der Auswahl des Biomonitoring-Parameters bereitet im betrieblichen Alltag auch die Bewertung der Ergebnisse oft Schwierigkeiten. Dabei machen sowohl die Bewertung von Kurzzeitexpositionen als auch die Abgrenzung einer niedrigen Exposition von der Hintergrundbelastung erhebliche Probleme. Biologische Grenzwerte beziehen sich in der Regel auf ein Steady State nach einer oder mehreren vorangegangenen Schichten [2, 3]. Für Kurzzeitexpositionen, wie sie nach Zwischenfällen oder nach Wartungsarbeiten an offenen Anlagen auftreten, gibt es keine veröffentlichten Vergleichswerte. Außerdem ist bei einer Kurzzeitexposition mit unbekannter Expositionshöhe meist nicht bekannt, wann die höchste Konzentration des Biomonitoring-Parameters im biologischen Material erreicht ist und ob die Probenahme auf dem auf- oder absteigenden Schenkel der Konzentrationskurve erfolgte. Ein Biomonitoring-Ergebnis in Höhe eines Viertels des Grenzwerts kann sowohl Ausdruck einer geringen Gefährdung, als auch Ergebnis einer erheblichen vielfachen Überschreitung des Kurzzeitgrenzwerts in der Atemluft sein.

Zbl Arbeitsmed 2016 · 66:266–271 DOI 10.1007/s40664-016-0133-5  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

M. Wagner

## Biomonitoring in der betriebsärztlichen Praxis

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Biomonitoring ist Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorge und gewinnt im Betrieb auch für die Gefährdungsermittlung an Bedeutung.

**Fragestellung.** Welche Einsatzmöglichkeiten, Störfaktoren und Fehlerquellen gibt es? Wie wird Biomonitoring in der Praxis bewertet und kommuniziert?

**Material und Methode.** In diesem Beitrag wird über Erfahrungen aus der eigenen Praxis berichtet.

**Ergebnisse.** Biomonitoring wird bei erwarteter relevanter Gefahrstoffexposition, nach Ereignissen mit erhöhter Exposition, bei unbekannter Exposition, zur Absicherung von eingehaltenen Arbeitsplatzgrenzwerten und im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge eingesetzt. Für praktische Belange erweist sich eine Einteilung in 3 Expositionsszenarien als zweckmäßig: ungestörter Routinebetrieb, Wartungsarbeiten, unfallartige Ereignisse. Störeinflüsse und Fehlerquellen sind: Kontamination bei der Probenahme, ungünstiger Probenahmezeitpunkt, fehlende

biologische Grenzwerte für Kurzzeitexpositionen, Rauchen, Bewertungsprobleme bei Niedrigexpositionen, geringer oder unbekannter Anteil der Leitkomponente im Stoffgemisch, ungenaue Angaben zu Expositionsereignissen.

**Schlussfolgerungen.** Eine aktive Kommunikation über Biomonitoring fördert die Akzeptanz. Grenzwertige Ergebnisse müssen sorgfältig erläutert werden, um Missverständnisse zu vermeiden. Die Ergebniskommunikation an betriebliche Akteure kann zu verbesserten Arbeitsschutzmaßnahmen führen, muss aber streng anonym erfolgen. Eine 24-stündige Verfügbarkeit und eine feste Verankerung des Biomonitorings im Qualitätsmanagement des Betriebs sind für die Etablierung einer Biomonitoring-Kultur hilfreich.

### Schlüsselwörter

Biomonitoring · Betriebsärztliche Praxis · Exposition · Gefahrstoffe · Arbeitsmedizinische Vorsorge

## Biomonitoring in occupational medicine

### Abstract

**Background.** Biomonitoring is an integral component of medical surveillance with increasing relevance for the detection of hazards in the working environment.

**Objectives.** Application areas, interfering factors, error sources, assessment and communication in the occupational environment.

**Methods.** Experiences from own occupational medicine practice.

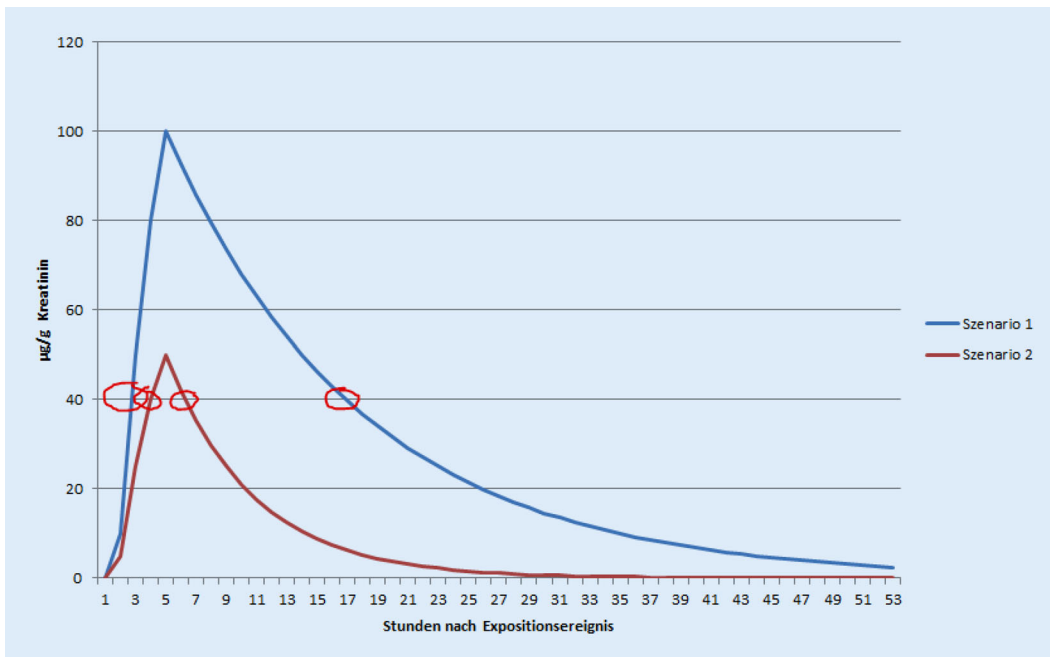
**Results.** Biomonitoring is applied when relevant hazard exposure is expected, after incidents with increased exposure, when exposure is unknown, for verification of compliance with occupational exposure limits and in medical surveillance. For practical reasons a differentiation into three hazard exposure scenarios has proved to be useful: normal routine operations, maintenance and incidents. Interfering factors and error sources are sample contamination,

inappropriate sample collection time, lack of biological threshold values for short-term exposure, smoking, assessment problems of low dose exposure, minimum content of key components in mixtures and unclear information about incident details.

**Conclusion.** Proactive communication stimulates acceptance of biomonitoring. Borderline results must be thoroughly clarified in order to avoid misunderstandings. Communication of results to operational stakeholders can improve safety organization but must be strictly anonymous. A 24/7 availability and strict incorporation of biomonitoring in the management system support a thriving biomonitoring culture.

### Keywords

Biomonitoring · Exposure · Medical surveillance · Hazardous materials · Prevention in occupational medicine



**Abb. 2** ◀ Konzentrationsverlauf eines fiktiven Biomarkers mit einer Eliminationshalbwertszeit von 9 h nach Kurzzeitexposition

Letzteres dürfte z. B. der Fall sein, wenn die Exposition nur wenige Minuten dauerte und die Konzentrationsspitze im biologischen Material noch gar nicht erreicht ist. ■ **Abb. 2** illustriert an einem fiktiven Beispiel, dass z. B. ein Biomonitoring-Ergebnis von 40 µg/g Kreatinin nach Kurzzeitexposition Ausdruck sehr verschiedener Expositionsszenarien sein kann. Verlaufsmessungen durch fraktionierte Probenahme sind zur Aufklärung sehr hilfreich, aber in der Praxis nicht immer durchführbar.

Hautexpositionen werfen zudem die Frage auf, ob sie überhaupt in Relation zu den veröffentlichten biologischen Grenzwerten gesetzt werden können. Nach Kurzzeitexpositionen kann mit Biomonitoring nur eine Aussage darüber gemacht werden, ob eine Exposition stattgefunden hat oder nicht [1, 2]. Ob diese hoch oder niedrig gewesen sein mag, bleibt Spekulation. Die Kommunikation dieser Ergebnisse an den Probanden ist dann schwierig.

## Hintergrundbelastung

Ein Problem ist die Abgrenzung niedriger Expositionen von der Hintergrundbelastung. Es gibt nur wenige veröffentlichte und validierte Referenzwerte für die Allgemeinbevölkerung, die für die Arbeitsmedizin relevant wären [5, 6]. Das

Umweltbundesamt hat nur einige Referenz- und HBM-Werte veröffentlicht [9]. Das amerikanische CDC (Centers for Disease Control and Prevention) veröffentlicht zwar eine längere Liste von Referenzwerten, aber die wenigsten eignen sich bezüglich Parameter und Körpermaterial für den Vergleich mit arbeitsmedizinischen Biomonitoring-Ergebnissen [10]. Die Datenerhebungen sind oft schon älter als ein Jahrzehnt und die untersuchten Kollektive nur bedingt vergleichbar mit den arbeitsmedizinischen Kollektiven. Die Anwendbarkeit dieser Referenzwerte für die Beurteilung niedriger beruflicher Expositionen ist dadurch eingeschränkt. Besser geeignet sind die biologischen Arbeitsstoff-Referenzwerte (BAR) der DFG [4].

Wenn ein valider Referenzwert vorliegt, ergibt sich aus dessen Definition, dass sich die Verteilungen der Messwerte von Exponierten- und Nichtexponiertenkollektiven im Bereich des Referenzwertes überschneiden. Biomonitoring-Werte im Referenzwertbereich können bei anamnestisch möglicher beruflicher Exposition nur zu der korrekten Bewertung führen: „Eine wahrscheinlich geringfügige Exposition ist nicht auszuschließen“. Dies ist dem Probanden in einer schriftlichen Befundmitteilung aber nicht so einfach zu vermitteln. Noch schwieriger wird es bei Rauchern,

wenn sie deutlich über dem Referenzbereich für Nichtraucher, aber noch unter dem Referenzbereich für Raucher liegen. Bei starken Rauchern kann das bedeuten, dass sie nicht exponiert waren, bei mäßigen Rauchern kann dies aber ein Zeichen für eine berufliche Exposition sein. Die BAR-Werte sind deshalb auch nur für Nichtraucher veröffentlicht [4]. In Zweifelsfällen empfiehlt es sich, das Biomonitoring bei Rauchern unter Bedingungen zu wiederholen, unter denen eine Exposition sicher ausgeschlossen ist, um so einen Hinweis auf die individuelle *Hintergrundbelastung* des Rauchers zu bekommen. Bei der zusätzlichen Berücksichtigung von Ernährungsgewohnheiten, wird die Bewertung noch komplexer. So ist z. B. bei unterschiedlichem Ernährungs- und Rauchverhalten eine Bewertung von Expositionen gegenüber PAKs nur auf Kollektivbasis möglich, eine Individualbeurteilung aufgrund nur eines Ergebnisses dagegen nur bei bekanntem individuellen *Nullwert* (ohne Exposition).

## Kommunikation

Für die Akzeptanz des Biomonitorings in der Belegschaft ist eine gute und breite Kommunikation bereits im Vorfeld unabdingbar. Diese beinhaltet die Verankerung des Biomonitoring als Anweisung

im Managementsystem des Betriebs, die Kommunikation in Betriebsmedien, die Thematisierung in Sicherheitsunterweisungen und Diskussionen sowie in der arbeitsmedizinisch-toxikologischen Beratung gemäß GefStoffV und nicht zuletzt im ärztlichen Beratungsgespräch in der arbeitsmedizinischen Vorsorge [10]. Vor geplanten Biomonitoring-Aktionen, die begleitend zu Arbeitsbereichsanalysen durchgeführt werden sollen, ist eine Kommunikation an alle beteiligten Schichten durch Vorgesetzte und Betriebsarzt sehr hilfreich, wobei die wesentlichen Informationen auf einem einseitigen Infoblatt zusammengefasst werden sollten. Existierenden Vorbehalten in der Belegschaft kann man nur mit geduldiger kontinuierlicher Sachinformation und Motivation begegnen. Erfahrungsgemäß entwickelt sich dadurch eine deutlich wachsende Selbstverständlichkeit zur Teilnahme am Biomonitoring. Eine große Chance sind die Auszubildenden, die man noch während der Ausbildung durch aktive Information für die Bedeutung von Arbeitssicherheit und Biomonitoring begeistern kann.

In der chemischen Industrie arbeiten die meisten Teilnehmer am Biomonitoring im vollkontinuierlichen Schichtsystem. Unter Berücksichtigung von Schichtplan, Urlaub und Krankheitszeiten, erfordert die Terminvereinbarung für die Besprechung der Biomonitoring-Ergebnisse einige Vorlaufzeit. Es empfiehlt sich deshalb, den Probanden das Biomonitoring-Ergebnis nach Hause zu schicken mit einer ärztlichen Bewertung und dem Angebot einer ausführlicheren Erläuterung auf Wunsch. Bei unklaren Befunden und Informationen zu den Expositionsbedingungen sowie bei auffälligen Biomonitoring-Ergebnissen sollte der Proband grundsätzlich zur persönlichen Kontaktaufnahme mit dem Betriebsarzt aufgefordert werden, was leider nur von einem Teil der Probanden befolgt wird. Bei der schriftlichen Kommunikation der Befunde im Bereich niedriger Expositionen und im Grenzbereich zu Referenzwerten sollte der Eindruck vermieden werden, eine mögliche Exposition werde verharmlost. Dabei dürfen andererseits auch keine

Ängste über *Vergiftungen* oder Spätfolgen geweckt werden. Auf eine sorgfältige Formulierung der Befundmitteilung ist deshalb zu achten.

Biomonitoring ist ein fester Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorge, soweit relevante Biomonitoring-Methoden zur Verfügung stehen [1]. Dabei ist es bei Parametern mit kurzer Halbwertszeit nicht sinnvoll, das Biomonitoring gleichzeitig mit der arbeitsmedizinischen Vorsorge durchzuführen. Die Durchführung des Biomonitorings muss sich nach den Expositionsbedingungen richten; die Ergebnisse können und müssen dann in der späteren arbeitsmedizinischen Vorsorge berücksichtigt werden. Die Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorge sollen in die Gefährdungsbeurteilung einfließen und auch aktiv zu einer Verbesserung der Arbeitsbedingungen genutzt werden. Das setzt eine Kommunikation an die Vorgesetzten und betrieblichen Gremien und Entscheidungsträger voraus. Vom Betriebsarzt können unter Berücksichtigung der ärztlichen Schweigepflicht nur anonymisierte Daten kommuniziert werden, wie z. B. aggregierte Ergebnisse größerer Kollektive, Tendenzen, Zeitreihen usw. Anonymisierte Berichte über Biomonitoring-Ergebnisse sollten an die betroffenen Abteilungsleiter und an den Betriebsrat verteilt werden. Problematisch wird die Kommunikation von Biomonitoring-Ergebnissen nach Ereignissen, bei denen nur wenige Personen, manchmal auch nur eine einzige, exponiert waren. Dabei kann es durchaus Erkenntnisse geben, die für den Schutz aller Mitarbeiter wichtig sind, z. B. über unerwartet hohe Hautresorption, unzureichende PSA-Wirkung oder sogar unerwartete Präsenz eines Gefahrstoffes in bestimmten Situationen. Der Betriebsarzt darf in diesen Fällen die Biomonitoring-Werte ohne Entbindung von der Schweigepflicht nicht kommunizieren, obwohl dies zu einer Verbesserung der Arbeitssicherheit für alle führen könnte. Eine Entbindung von der Schweigepflicht zu bekommen, ist aber bei Schichtgängern aus terminlichen Gründen manchmal langwierig. Mitarbeiter mit deutlichen Expositionen sollten deshalb ermutigt werden,

ihre Biomonitoring-Ergebnisse mit den Vorgesetzten zu besprechen, was in der Regel auch kein Problem ist.

## Biomonitoring-Kultur

Ziel muss die Etablierung einer Biomonitoring-Kultur im Betrieb sein, bei der Biomonitoring selbstverständlicher Bestandteil des Arbeitsschutzes für alle Mitarbeiter wird. Wenn diese Kultur gelebt wird, melden sich Mitarbeiter selbsttätig zum Biomonitoring nicht nur nach Zwischenfällen und Ereignissen, sondern auch, wenn sie auffällige Gerüche oder Arbeitsbedingungen bemerken. Vorgesetzte motivieren Mitarbeiter bei verdächtigen oder unklaren Expositionsbedingungen zum Biomonitoring. Einführung neuer Atemschutzsysteme oder Arbeitsverfahren mit Gefahrstoffen, Sanierungsarbeiten usw. werden in Absprache mit dem Betriebsarzt von Biomonitoring begleitet. Dazu gehört auch die Einbindung externer Personen in das Biomonitoring, wie Besucher, Lieferanten und Partnerfirmenmitarbeiter, ja selbst Behördenvertreter, die den Betrieb besuchen. Diese müssen bei möglicher Exposition aktiv auf das Angebot des Biomonitoring angesprochen werden. Es muss für sie einfach, schnell und kostenfrei erreichbar sein. Das gilt auch für Polizisten und Rettungskräfte bei einem Einsatz im Betrieb.

Zu einer glaubhaften Biomonitoring-Kultur gehört auch die durchgehende Verfügbarkeit von Biomonitoring im Schichtbetrieb. Eine solche Biomonitoring-Kultur kann nicht angeordnet werden, sondern muss über einen mehrjährigen Zeitraum mit häufigen Informationen, funktionierenden Abläufen, sichtbarer und glaubhafter Kommunikation und nicht zuletzt auch hilfreichen Erkenntnissen und daraus abgeleiteten verbesserten Arbeitsschutzmaßnahmen erarbeitet werden.

Der wichtigste Nutzen aus einer gelebten Biomonitoring-Kultur ist die erhöhte Aufmerksamkeit beim Umgang mit Gefahrstoffen. Eine erhöhte Aufmerksamkeit und Sorgfalt bei der Arbeit mit Gefahrstoffen wirkt sich nicht nur positiv auf Arbeitssicherheit, sondern auch auf Qualitäts- und Produktionser-

gebnisse aus. Bei Luftmessungen zeigt ein ergänzendes Biomonitoring in den meisten Fällen eine sichere Einhaltung der Grenzwerte. Erhöhte Biomonitoring-Werte, insbesondere in Wartungssituationen und nach Zwischenfällen, können auch ein Hinweis zum Überdenken der PSA und der Arbeitsschritte sein. So können z. B. Expositionen trotz funktionierendem Atemschutz oder gar Chemikalienschutzanzug auf Hautresorption oder Fehler beim Ablegen der Schutzkleidung zurückgeführt werden. Auch Penetrationen durch Arbeitsschuhe und Schutzhandschuhe können nachgewiesen und durch Belehrungen zur korrekten Auswahl und Anwendung von PSA korrigiert werden. Organisatorische oder bauliche Mängel bei der Einrichtung von Schwarz-Weiß-Bereichen können aufgedeckt und individuelle Fehler in der Arbeitshygiene im betriebsärztlichen Gespräch anhand des Biomonitorings thematisiert werden.

## Fazit für die Praxis

Mit Biomonitoring steht nicht nur eine wertvolle Hilfe in der arbeitsmedizinischen Vorsorge zur Verfügung, sondern auch ein probates Mittel zur Verbesserung von Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie zur Förderung einer hohen Sicherheits- und Gesundheitskultur.

## Korrespondenzadresse



### Dr. M. Wagner

Shell Deutschland Oil GmbH  
Ludwigshafenerstr.1,  
50389 Wesseling,  
Deutschland  
martin.wagner@shell.com

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** M. Wagner gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

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

## Literatur

1. AMR 6.2 Biomonitoring (Bek. D. BMAS v. 2.12.2013, GMBI Nr. 5., 24. Februar 2014, S. 91)

2. Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM) Arbeitsmedizinische Leitlinie „Biomonitoring“, AWMF-Register Nr. 002/027, Stand 03/2013. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/002-027.html>. Zugegriffen: 20. Nov 2015
3. TRGS 903 „Biologische Grenzwerte (BGW)“, GMBI 2013 Nr. 17, S. 364–372, zuletzt geändert: GMBI 2013 Nr. 47, S. 948–951
4. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim MAK- und BAT-Werte-Liste 2015. <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9783527694983>. Zugegriffen: 28. Juni 2016
5. Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM) Umweltmedizinische Leitlinie Human-Biomonitoring, AWMF-Register Nr. 002/024, Stand 09/2011. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/002-024.html>. Zugegriffen: 20. Nov 2015
6. Schulz C, Kolossa-Gehring M Orientierungswerte – Human-Biomonitoring, Handbuch Umweltmedizin, 44. Erg. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/zaum1034.pdf>. Zugegriffen: 17. Nov 2015
7. Boogaard PJ, Sittert NJ van (1996) Suitability of S-phenyl mercapturic acid and trans-trans-muconic acid as biomarkers for exposure to low concentrations of benzene. *Environ Health Perspect* 104(Suppl 6):1151–1157
8. SCOEL (1991) Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for benzene. [ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=7423&langId=en](http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=7423&langId=en). Zugegriffen 28. Jun 2016
9. Umweltbundesamt Kommission Human-Biomonitoring. <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/kommission-human-biomonitoring>. Zugegriffen: 17. Nov 2015
10. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Environmental Health, Division of Laboratory Sciences (2015) Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. <http://www.cdc.gov/exposurereport> (Erstellt:). Zugegriffen: 17. Nov 2015
11. Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge vom 18. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2768), zuletzt geändert am 23.10.2013
12. TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“, GMBI 2014 S. 258–270 vom 02.04.2014 [Nr. 12], geändert: GMBI 2014 S. 1313 v. 28.10.2014 [Nr. 64]
13. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Biomonitoring Auskunftssystem. <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Biomonitoring/Auskunftssystem.html>. Zugegriffen: 17. Nov 2015

Hier steht eine Anzeige.

