



<b>AWMF-Register Nr.</b>	<b>002/027</b>	<b>Klasse:</b>	<b>S1</b>
--------------------------	----------------	----------------	-----------

## Arbeitsmedizinische Leitlinie „ Biomonitoring“

S1-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin

### Vorbemerkungen

Die in dieser Leitlinie vorgeschlagenen diagnostischen Maßnahmen sind medizinisch notwendig und entsprechen dem allgemein anerkannten Stand der Wissenschaft.

- 
1. Zielsetzung
  2. Grundlagen
  3. Methoden
    - 3.1 Probenahmezeitpunkt
    - 3.2 Probengewinnung, Transport und Lagerung
    - 3.3 Analytische Bestimmung
    - 3.4 Qualitätssicherung
  4. Bewertung der Ergebnisse
  5. Literatur
- 

### 1. Zielsetzung

Das Biomonitoring ist im Rahmen der arbeitsmedizinischen Sekundärprävention eine Maßnahme der ärztlichen Diagnostik zur Ermittlung der individuellen Belastung oder Beanspruchung nach einer Exposition gegenüber Gefahrstoffen.

Diese Leitlinie soll den Arbeitsmediziner und Betriebsarzt als Anleitung zur qualifizierten Anwendung des Biomonitorings sowie für die Beurteilung von Biomonitoringergebnissen dienen.

## 2. Grundlagen

Unter Biomonitoring versteht man in der Arbeitsmedizin die Untersuchung biologischen Materials von Beschäftigten zur quantitativen Bestimmung von Gefahrstoffen, deren Metaboliten oder von biochemischen bzw. biologischen Parametern. Dabei ist es das Ziel, die Belastung der Beschäftigten oder spezifische biologische Effekte zu erfassen, die erhaltenen Analysenwerte mit biologischen Beurteilungswerten zu vergleichen und ggf. geeignete Maßnahmen (Verbesserung der technischen, organisatorischen und persönlichen Prävention) vorzuschlagen, um die Belastung und die Gesundheitsgefährdung zu reduzieren. Für viele Gefahrstoffe ist die individuell aufgenommene Belastung nur mittels Biomonitoring quantifizierbar und damit bewertbar.

Das Biomonitoring umfasst:

- Messung der Konzentration von Fremdstoffen oder deren Metaboliten in biologischem Material (**Belastungsmonitoring**)

Eine besondere Form des Belastungsmonitoring besteht in der Messung von Parametern, die die Reaktion der Fremdstoffe mit körpereigenen Makromolekülen, wie z.B. Hämoglobin und DNA, anzeigen (**Addukt-Monitoring**)

- Messung von biologischen Parametern, die auf Belastung durch Fremdstoffe „reagieren“ oder deren Wirkung anzeigen (**Effektmonitoring**)

Aktuell werden Biomonitoringuntersuchungen zur quantitativen Bestimmung der Gefahrstoffbelastung im arbeitsmedizinischen Kontext ausschließlich in Blut und Urin durchgeführt. Weitere humanbiologische Materialien, z.B. Haare, Zähne, Finger- und Fußnägel oder Speichel, gelten für diese Aufgabe als nicht geeignet (Triebig et al. 2012).

Das Biomonitoring ist ein arbeitsmedizinisches Diagnoseinstrument und unterliegt als Ausübung der ärztlichen Heilkunde den Bestimmungen des ärztlichen Berufsrechts. Arbeitgeber oder Fachkräfte für Arbeitssicherheit dürfen in diesem Zusammenhang kein Biomonitoring durchführen. Für die Durchführung eines Biomonitorings bedarf es stets des Einverständnisses der betroffenen Person (Art. 2 GG, Satz 2).

Der rechtlich verbindliche Rahmen für das biologische Monitoring ist durch die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) gegeben. Biomonitoring muss demnach von einem Arbeitsmediziner bzw. einem Betriebsarzt durchgeführt werden (§7 Abs.1 Satz 2 ArbMedVV). Vor der Durchführung eines Biomonitorings muss sich der Arzt die notwendigen Kenntnisse über die Arbeitsplatzverhältnisse verschaffen; außerdem muss er die beteiligten Personen über Inhalt und Zweck der Untersuchung aufklären (§6 Abs.1 Satz 2 ArbMedVV). Gemäß § 6 Abs.2 ArbMedVV ist Biomonitoring „Bestandteil der

arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen, soweit dafür anerkannte Analysenverfahren und Werte zur Beurteilung zur Verfügung stehen“.

Darüber hinaus sollte Biomonitoring immer bei Tätigkeiten in Betracht gezogen werden,

- bei denen unmittelbarer Hautkontakt mit Gefahrstoffen besteht, die gut oder überwiegend über die Haut aufgenommen werden (z.B. in der MAK- und BAT-Werte-Liste mit „H“ bezeichnete Stoffe),
- bei denen der orale Aufnahmeweg von Gefahrstoffen von Bedeutung sein kann,
- bei denen eine Exposition gegenüber Gefahrstoffen mit langen biologischen Halbwertszeiten vorliegt,
- bei Exposition gegenüber krebserzeugenden oder erbgutverändernden Stoffen,
- bei Exposition gegenüber fortpflanzungsgefährdenden Stoffen,
- bei denen die Gefahrstoffe luftmesstechnisch schwer erfassbar sind (Reparaturarbeiten, Stördienste, Arbeiten im Freien, stark schwankende Raumluftkonzentrationen),
- bei denen die innere Gefahrstoffbelastung durch körperliche Arbeit modifiziert sein kann oder
- die im Rahmen alternativer Arbeitszeitmodelle ausgeführt werden (> 8 Stunden/Tag; > 5 Tage/Woche).

Biomonitoring ist auch sinnvoll nach unfallartigen Expositionen, insbesondere wenn repräsentative Luftmessungen nicht vorliegen.

Biomonitoring sollte auch dann durchzuführen, wenn der Beschäftigte dies wünscht und geeignete Parameter und Methoden zur Verfügung stehen, es sei denn, aufgrund der Beurteilung der Arbeitsbedingungen und der getroffenen Schutzmaßnahmen ist nicht mit einem Gesundheitsschaden zu rechnen (vgl. §11 ArbSchG).

Darüber hinaus kann mit Hilfe des Biomonitorings die Wirksamkeit der technischen und persönlichen Schutzmaßnahmen beurteilt werden. Die Resultate des Biomonitorings können in anonymisierter Form gemäß § 6 GefStoffV zur Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden.

Weitere wichtige Voraussetzungen für ein zuverlässiges Biomonitoring sind:

- die Gewinnung eines geeigneten biologischen Untersuchungsmaterials.
- dass spezifische und sensitive Biomonitoringparameter verfügbar sind.
- dass die gewählten Biomonitoringparameter die systemische Belastung mit einem Gefahrstoff anzeigen.

- dass die Gefahrstoff- bzw. Metabolitenkonzentration im untersuchten Material ein repräsentatives Maß für die Gesamtbelastung des Organismus oder eines Zielgewebes der toxischen Wirkung des Gefahrstoffs ist.
- dass die analytischen Methoden qualitätsgesichert gemäß allgemein anerkannter Vorgaben ausgeführt werden (z.B. Richtlinien der Bundesärztekammer).

### **3. Methoden**

#### **3.1 Probenahmezeitpunkt**

Aufgrund der unterschiedlichen biologischen Halbwertszeit von Gefahrstoffen bzw. deren Metaboliten ist der Probenahmezeitpunkt von großer Bedeutung für die Gewinnung verwertbaren Probenmaterials sowie für die Interpretation der Analysenergebnisse.

Der Zeitpunkt der Probenahme ist den diesbezüglichen Angaben zu den jeweiligen Untersuchungsparametern in den Listen der Beurteilungswerte im biologischen Material (z.B. MAK- und BAT-Werte-Liste der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe oder Technische Regel für Gefahrstoffe „Biologische Grenzwerte“ (TRGS 903)) zu entnehmen. Liegen entsprechende Hinweise nicht vor, ist die Probenahme zu einem Zeitpunkt durchzuführen, bei dem sich die innere Belastung des Probanden im Gleichgewichtszustand mit der äußeren Belastung befindet. Dies ist im Regelfall nach Expositions- bzw. Schichtende gegeben. Mit der Einstellung eines Gleichgewichtszustandes ist nicht zu rechnen, wenn Tätigkeiten nur kurzzeitig (Reparaturarbeiten, Stördienste etc.) durchgeführt werden. In solchen Fällen ist die Probenahme am Ende der betreffenden Tätigkeiten vorzunehmen. Bei Biomonitoringparametern und Expositionssituationen, bei denen eine Akkumulation der inneren Belastung eintreten kann, ist die Probenahme möglichst nach mehreren vorangegangenen Arbeitstagen durchzuführen.

#### **3.2 Probengewinnung, Transport und Lagerung**

Die sachgerechte Ausführung von Probengewinnung, Transport und Lagerung (präanalytische Phase) sind von entscheidender Bedeutung für die Richtigkeit der Analyse und damit auch für deren Aussagekraft.

Der erste Schritt eines zuverlässigen Biomonitorings besteht in einer kontaminations- und verlustfreien Probengewinnung, die dem ärztlichen Aufgabenbereich zuzuordnen ist. Detaillierte Hinweise finden sich u.a. in den Verfahrensvorschriften für die analytische Bestimmung der jeweiligen Biomonitoringparameter der Arbeitsgruppe „Analysen in

biologischem Material“ der Ständigen Senatskommission der DFG zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (DFG 1976-2013). Es ist zu empfehlen, den von den Analysenlaboratorien im Allgemeinen angebotenen Service in Anspruch zu nehmen und Informationen zur Probengewinnung, Entnahmebestecke und ggf. spezifische Probengefäße anzufordern. Für den Versand der biologischen Proben gelten die Richtlinien für potentiell infektiöses humanbiologisches Material, d. h. es muss für einen bruchsicHERen Transport der Gefäße gesorgt werden (DIN EN 829). Die Proben müssen eindeutig gekennzeichnet sein (Name des Probanden oder eindeutig zuzuordnende Kennzeichnung, ggf. Geschlecht, Geburtsdatum, die Art des biologischen Materials, Probenahmezeitpunkt). Grundsätzlich gilt, dass die Lagerung und der Transport des biologischen Materials so durchzuführen ist, dass Störfaktoren, die das Analyseergebnis verändern könnten, auf ein Minimum reduziert werden.

Die Blut- und Urinproben sollten möglichst unmittelbar nach der Probenahme versandt werden. Ist dies nicht realisierbar, so kann die Lagerung für maximal 5 Tage im Kühlschrank bei 4 °C erfolgen. Eine längere Lagerung ist tiefgefroren (minus 20 °C) möglich. Die Plasma- bzw. Erythrozytengewinnung muss vor dem Tieffrieren erfolgen.

Für Analysen von Parametern in Blut oder Blutkompartimenten (Plasma, Erythrozyten) gilt grundsätzlich:

- Probengewinnung durch Venenpunktion
- Reinigung der Punktionsstelle mit einem lösemittelfreien Desinfektionsmittel
- Abnahme in Probengefäße mit Antikoagulans- Zusatz, wie EDTA (z.B. EDTA-Monovetten<sup>®</sup> oder Vacutainer<sup>®</sup>)
- Plasma- und Erythrozytengewinnung (Zentrifugation und Waschvorgänge) muss innerhalb weniger Stunden nach Blutabnahme erfolgen.
- Besondere Probengefäße für leichtflüchtige organische Substanzen (z.B. Toluol, Xylol, Dichlormethan, Tetrachlorethen)
- Lagerung meist bei 4°C im Kühlschrank für mehrere Stunden bis maximal 5 Tage möglich
- möglichst rascher Transport in das analytische Labor

Für Analysen von Parametern in Urin gilt grundsätzlich:

- Probengewinnung (i.d.R. Spontanurin) nach Ablegen der Arbeitskleidung und Händewaschen

- Sammlung direkt in Urinbecher (50 – 100 ml Weithals-Gefäße); ggf. sind speziell gereinigte und geschlossen gelagerte Urinbecher zur Vermeidung von Ver-  
Kontaminationen zu verwenden (z.B. für Aluminium)
- Ggf. Umfüllung eines Aliquotes in Urin-Monovetten®
- Besondere Probengefäße für leichtflüchtige organische Substanzen (z. B. Aceton, Methanol; s.u.)
- Lagerung meist bei 4°C im Kühlschrank bis zu maximal 5 Tagen möglich
- möglichst rascher Transport in das analytische Labor

Besondere Anforderungen stellt die Analyse von flüchtigen organischen Verbindungen (z.B. Lösungsmittel-Screening) in Blut und Urin mittels der sogenannten „Headspace-Technik“. In diesem Fall kann die Verfälschung des Analyseergebnisses durch Kontamination oder Verflüchtigung (z.B. durch undichte Transportgefäße) besonders gravierend sein, so dass speziell vorbehandelte und gasdicht verschlossene Glasgefäße (Stechampullen mit teflonkaschiertem Septum, sog. „Bördelgläser“) zu verwenden sind. Zur Bestimmung leichtflüchtiger organischer Substanzen wird ein vom Laboratorium vorgeschriebenes Volumen einer frischen Blut- oder Urinprobe mit einer Einmalspritze in eine Stechampulle (Ampullengläschen) überführt. Die Stechampullen dienen als Lager- und Transportgefäße und werden vom Labor zur Verfügung gestellt.

### 3.3 Analytische Bestimmung

Die analytische Bestimmung des Biomonitoringparameters kann i.d.R. nicht vom Betriebsarzt oder Arbeitsmediziner selbst durchgeführt werden, sondern muss bei einem entsprechenden Analysenlaboratorium in Auftrag gegeben werden. Bei der Auswahl des analytischen Laboratoriums ist darauf Wert zu legen, dass das Laboratorium

- über die fachliche Kompetenz bezüglich der Anwendung des Biomonitorings auf arbeitsmedizinische Fragestellungen verfügt,
- eine fachgemäße Beratung und Unterstützung bei Probenahme, Probentransport und Probenlagerung anbietet,
- zuverlässige analytische Methoden einsetzt, die dem Stand der Technik entsprechen, sowie
- eine regelmäßige Qualitätssicherung praktiziert.

Die ArbMedVV weist im Zusammenhang mit dem Biomonitoring auf die Verfügbarkeit anerkannter Analysenverfahren, also Verfahren, deren hinreichende Qualität und Zuverlässigkeit durch Fachgremien bestätigt wurde, hin.

Die Zuverlässigkeit einer analytischen Methode wird insbesondere durch die folgenden Merkmale beschrieben:

- Spezifität,
- Sensitivität,
- Präzision,
- Richtigkeit.

Die Spezifität eines Verfahrens gibt an, inwieweit das Analysenverfahren in der Lage ist, den Biomonitoringparameter neben anderen Begleit- und Störkomponenten selektiv zu erfassen. Dabei spielt es eine Rolle, ob ein und welches Verfahren zur Abtrennung des Biomonitoringparameters von der biologischen Matrix verwendet wird, wie der Biomonitoringparameter von den Begleitstoffen separiert wird und wie spezifisch die Detektionstechnik auf die Erfassung des Parameters fokussiert ist. Hinsichtlich der Sensitivität kommt es darauf an, dass das Analysenverfahren die Nachweisstärke besitzt, um den Biomonitoringparameter im toxikologisch relevanten bzw. im beurteilungsrelevanten Konzentrationsbereich zu erfassen. In der Regel bedeutet das, dass zumindest Konzentrationen des Parameters in Höhe des Beurteilungswertes (s. unten) zuverlässig quantifiziert werden können. Mit der Präzision wird angegeben, mit welcher Schwankungsbreite ein Messwert in derselben Probe reproduziert werden kann. Diese Angabe ist unter anderem von Bedeutung, um zu beurteilen, ob ein Messwert tatsächlich eine Überschreitung oder Einhaltung eines Beurteilungswerts angibt oder ob der gemessene Unterschied innerhalb der analytischen Unsicherheit liegt. Von elementarer Bedeutung für die Einsatzfähigkeit eines Analysenverfahrens ist seine Fähigkeit, die Quantität eines Biomonitoringparameters richtig zu bestimmen. Unter der Prämisse, dass die Herleitung der Beurteilungswerte ebenfalls auf Messwerten hoher Richtigkeit beruht, können nur Messergebnisse, die mit einem Verfahren gewonnen werden, deren Richtigkeit belegt ist, mit den Beurteilungswerten verglichen werden.

Methoden, deren Zuverlässigkeit entsprechend diesen Kriterien geprüft wurde, finden sich beispielsweise in der Methodensammlung der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (DFG 1976-2013). Seit Anfang 2012 kann auf alle Veröffentlichungen der Kommission sowohl in Deutsch als auch in Englisch über die Webseite der sog. "MAK Collection for Occupational Health and Safety" beim Verlag WILEY-VCH kostenlos zugegriffen werden.

### **3.4 Qualitätssicherung**

Der Betriebsarzt, der arbeitsmedizinisch-toxikologische Untersuchungen in Auftrag gibt und die Laborergebnisse in seine arbeitsmedizinische Bewertung einbezieht, sollte sich bewusst sein, dass er damit gleichzeitig die Verantwortung für die Richtigkeit der Analyseergebnisse übernimmt. Der Einsatz eines Analyseverfahrens, welches die Voraussetzungen für eine zuverlässige Bestimmung des Biomonitoringparameters erfüllt, gewährleistet noch nicht, dass der Anwender dieses Verfahrens auch tatsächliche richtige Analyseergebnisse produziert. In diesem Zusammenhang hat der Betriebsarzt sicher zu stellen, dass das von ihm in Anspruch genommene Laboratorium eine Qualitätssicherung nach den jeweiligen Richtlinien der Bundesärztekammer durchführt. Diese Richtlinien sehen eine laborinterne und eine laborexterne Qualitätssicherung für labormedizinische Untersuchungen vor. Im Rahmen dieser Qualitätssicherung werden die Richtigkeit und die Präzision von Laborergebnissen kontrolliert.

Jedes Laboratorium muss auf Nachfrage des Betriebsarztes bzw. des betreuenden Arbeitsmediziners in der Lage sein, die von ihm angewandten Verfahren und Qualitätssicherungsmaßnahmen transparent und nachvollziehbar darzulegen. Der Betriebsarzt muss die Gesamtheit aller Maßnahmen abschließend beurteilen. Ein besonderer Stellenwert kommt dabei der externen Qualitätssicherung zu. Eine externe Qualitätssicherung erfolgt entsprechend den Richtlinien der Bundesärztekammer durch die Anwendung des Verfahrens in Ringversuchen für Biomonitoringlaboratorien. Solche Ringversuche werden im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. zweimal jährlich durchgeführt. Für die erfolgreiche Teilnahme an diesen Ringversuchen erhalten die Teilnehmer ein Zertifikat mit einer Gültigkeit von einem Jahr, aus dem hervorgeht, mit welchen Untersuchungsparametern das betreffende Laboratorium erfolgreich am Ringversuch teilgenommen hat. Darüber hinaus ist eine Rückführbarkeit auf internationale Normgrößen durch die Anwendung des Verfahrens auf geeignete zertifizierte Kontrollmaterialien, d.h. Materialien, die die Biomonitoringparameter in humanbiologischem oder adäquatem Material enthalten und deren Gehalte durch externe Stellen zertifiziert wurden, möglich.

### **4. Bewertung der Ergebnisse**

Die Ergebnisse des Biomonitorings werden erst durch die arbeitsmedizinisch-toxikologische Beurteilung zum Befund. Bei dieser Beurteilung sind vor allem folgende Einflussgrößen zu beachten:

- die Arbeitsbedingungen (z.B. intensive körperliche Tätigkeiten, dermale Gefahrstoffaufnahme)
- die Stoffcharakteristika (z.B. Toxikokinetik des Gefahrstoffes)
- konkurrierende Noxen und individuelle Besonderheiten (z.B. Medikamente, Alkoholaufnahme, Tabakrauchen).

In Einzelfällen sind Hintergrundbelastungen aus nicht arbeitsplatzbedingten Expositionen, z.B. Expositionen über die Nahrung oder ausgewählte Lebensstilfaktoren, zu berücksichtigen.

Eine kompetente Bewertung von Biomonitoringergebnissen setzt somit neben einer entsprechenden Sachkunde die Kenntnis der Arbeitsplatzverhältnisse sowie medizinisch relevanter Einflussgrößen voraus. Die Interpretation einzelner Biomonitoringmesswerte ist nur im Rahmen einer individuellen ärztlichen Beratung vorzunehmen.

Grundsätzlich lassen sich die Werte, die zur Beurteilung von Biomonitoringergebnissen bereitgestellt werden, in drei Klassen unterteilen:

- gesundheitsbasierte Grenzwerte
- risikobasierte Werte
- deskriptive Werte.

Gesundheitsbasierte Grenzwerte stehen in einem Bezug zu den Schwellenkonzentrationen bzw. -dosiswerten der jeweiligen adversen Effekte (No Observed Adverse Effect Level (NOAEL), Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL)). Die Vorgehensweise zur Ableitung dieser Werte wird bei Drexler und Göen (2012) näher erläutert. Wissenschaftliche Gremien, die gesundheitsbasierte Werte für Biomonitoringergebnisse evaluieren, sind in Deutschland die DFG-Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (DFG 2012), auf europäischer Ebene das Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) sowie die American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Dabei handelt es sich um:

- **Biologische Arbeitsstoff-Toleranzwerte (BAT)**
- **Biologische Leitwerte (BLW),**
- **Biological Limit Values (BLV) und**
- **Biological Exposure Limits (BEI).**

Der BAT-Wert beschreibt die arbeitsmedizinisch-toxikologisch abgeleitete Konzentration eines Arbeitsstoffes, seiner Metaboliten oder eines Beanspruchungsindikators im entsprechenden biologischen Material, bei dem im Allgemeinen die Gesundheit eines Beschäftigten auch bei wiederholter und langfristiger Exposition nicht beeinträchtigt wird.

BAT-Werte beruhen auf einer Beziehung zwischen der äußeren und inneren Exposition oder zwischen der inneren Exposition und der dadurch verursachten Wirkung des Arbeitsstoffes. Dabei orientiert sich die Ableitung des BAT-Wertes an den mittleren inneren Expositionen.

Für einige Arbeitsstoffe lassen sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine BAT-Werte begründen, weil entweder nicht genügend toxikologische Daten vorliegen oder weil es sich um gentoxisch wirksame Kanzerogene handelt. Bei Exposition gegenüber kanzerogenen Arbeitsstoffen können aber auch andere toxische Effekte, wie z.B. die Neurotoxizität bei Expositionen gegenüber Arsen und die Nephrotoxizität gegenüber Cadmium, von Bedeutung sein. Für solche Stoffe werden Biologische Leitwerte (BLW) festgelegt. Bei Einhaltung von BLW soll ein hinreichender Schutz gegenüber diesen Effekten bestehen, ohne dass damit jedes Gesundheitsrisiko durch die Gefahrstoffbelastung (z.B. kanzerogene Effekte) ausgeschlossen werden kann. Der BLW ist die Quantität eines Arbeitsstoffes bzw. eines Arbeitsstoffmetaboliten oder die dadurch ausgelöste Abweichung eines biologischen Indikators von der Norm beim Menschen, die als Anhalt für die betreffende Schutzmaßnahme heranzuziehen ist.

Die aktuell gültigen BAT und BLW werden jedes Jahr in der MAK- und BAT-Werte-Liste der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (DFG 2012) veröffentlicht. Darüber hinaus erstellt und publiziert die Kommission Dokumentation, in denen die Grundlagen und die Herleitung der Werte beschreiben werden (siehe oben).

Für die Ableitung der BLV und BEI gelten die gleichen Prämissen wie für die Ableitung der BAT. Auch hier werden von den jeweiligen Kommissionen (SCOEL, ACGIH) Dokumentationen über die Herleitung der Werte veröffentlicht.

Zusätzlich zu den Werten der wissenschaftlichen Kommissionen werden vom Gesetzgeber die **Biologischen Grenzwerte (BGW)** festgesetzt und als Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 903 veröffentlicht. Bei den BGW handelt es sich gemäß §2 GefStoffVV ebenfalls um gesundheitsbasierte Werte. Der Gesetzgeber orientiert sich bei der Festsetzung dieser Werte in der Regel an den oben genannten, von den wissenschaftlichen Arbeitsgruppen ermittelten Werten. Weiterhin wurde vom Europarat bisher auch ein EU-weit gesetzlich gültiger Grenzwert (BBLV) für die Blei-Konzentration in Blut aufgestellt.

Risikobezogene Werte werden zur Begrenzung von Effekte aufgestellt, für die wie im Falle der gentoxisch wirksamen Kanzerogene keine Schwellenkonzentration- bzw. -dosis angegeben werden kann. Für diese Effekte lassen sich in der Regel jedoch stochastische

Beziehungen zwischen der Expositionshöhe und dem Krebsrisiko aufstellen. Unter der Voraussetzung, dass gesellschaftspolitisch akzeptierte bzw. tolerierte Zusatzrisiken definiert werden, können aus diesen Zusammenhängen Expositionswerte abgeleitet werden, die zu den definierten Lebenszeit-Krebsrisikoerhöhungen führen. In Deutschland wurde ein derartiges Konzept zur Festlegung sogenannter Akzeptanz- und Toleranzrisikowerte sowie Exposition-Risiko-Beziehungen (ERB) vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) aufgestellt und in der Bekanntmachung 910 veröffentlicht. Diese Bekanntmachung enthält auch eine Liste der bisher erarbeiteten ERB und wird fortlaufend aktualisiert. Auf der Basis der **Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe (EKA)**, die von der Ständigen Senatskommission der DFG zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe für die Beziehung zwischen äußerer und innerer Belastung aufgestellt werden (DFG 2012), können dann aus den Akzeptanz- und Toleranzwerten die dazugehörigen Konzentrationen der Biomonitoringparameter abgeleitet werden.

Deskriptive Werte werden entweder einer Häufigkeitsverteilung oder einer Korrelation entnommen. Das Konzept der Häufigkeitsverteilung wird angewendet, um den Normwertbereich eines Biomonitoringparameters zu beschreiben. Da die Biomonitoringparameter in der Arbeitsmedizin eingesetzt werden, um zusätzliche Belastungen der Beschäftigten durch Arbeitsstoffe zu beschreiben, wird hier eine einseitige Grenzbetrachtung durchgeführt, in dem in der Regel das 95. Perzentil der Häufigkeitsverteilung eines Biomonitoringparameters in einer Bevölkerungspopulation ohne berufliche Belastung gegenüber dem betrachteten Arbeitsstoff als Beurteilungswert festgelegt wird. Dieser Wert wird "Referenzwert" genannt. Derartige Werte werden von der Senatskommission der DFG unter dem Begriff "**Biologischer Arbeitsstoff-Referenzwert (BAR)**" speziell für arbeitsmedizinische Belange evaluiert und veröffentlicht (DFG 2012). Seit kurzem werden auch vom SCOEL Beurteilungswerte in biologischem Material aufgestellt, die sich an der Hintergrundbelastung beruflich nicht belasteter Personen orientieren. Diese Werte werden vom SCOEL als **Biological Guidance Values (BGV)** bezeichnet (SCOEL 2010). Weitere Referenzwerte werden von der Kommission Humanbiomonitoring des Umweltbundesamtes für umweltmedizinische Fragestellungen evaluiert (**RV<sub>95</sub>**; HBM-UBA). Auch diese Referenzwerte können ggf. unter Beachtung der jeweiligen Gültigkeitsbereiche für arbeitsmedizinische Fragestellungen verwendet werden. In den Tabellen 1 und 2 sind die Biomonitoringparameter aufgeführt, für die Beurteilungswerte von der Senatskommission oder BGW zum Zeitpunkt der Verabschiedung der Leitlinie zur Verfügung stehen. Aktuelle Angaben sind der jährlich aktualisierten MAK- und

BAT-Werte Liste sowie der aktuellen TRGS 903 zu entnehmen. Die Web-Links zu den aktuellen Veröffentlichungen sind dem Literaturverzeichnis zu entnehmen.

Sind keine der oben genannten Beurteilungswerte vorhanden, so kann eine Bewertung durch den Vergleich mit beruflich nicht exponierten Kontrollen (möglichst mit vergleichbarer Zusammensetzung bzgl. Alter, Geschlecht und ggf. Rauchverhalten) erfolgen.

Eine einzelne Messung eines Untersuchungsparameters bei einem Exponierten lässt nicht immer eine sichere Bewertung zu, ob die oben genannten Beurteilungswerte eingehalten sind oder nicht. Deshalb ist es in der Regel notwendig, aus mehreren Untersuchungen des exponierten Beschäftigten einen Mittelwert abzuleiten, anhand dessen entschieden werden kann, ob der Beurteilungswert eingehalten ist oder nicht. Wie dieser Mittelwert zu ermitteln ist, hängt von mehreren Faktoren ab, z.B. von der Höhe und Streuung der Einzelmesswerte, der Art der Exposition (regelmäßig, stochastisch), der Pharmakokinetik und Pharmakodynamik des Gefahrstoffes. Dieser Sachverhalt impliziert damit eine regelmäßige Durchführung von Biomonitoringuntersuchungen. Aus einer einmaligen Überschreitung eines gesundheitsbasierten Beurteilungswertes (gesundheitsbasierte Grenzwerte sowie risikobasierte Werte) kann nicht notwendigerweise eine gesundheitliche Beeinträchtigung abgeleitet werden. Dies gilt nicht für akut toxische Effekte (z.B. bei Expositionen gegenüber Kohlenmonoxid, Vitamin-K-Antagonisten, Met-Hb-Hemmer, Hemmern der Acetylcholinesterase), die zu keinem Zeitpunkt toleriert werden dürfen (DFG 2012).

Für die Kommunikation und praktische Konsequenzen der Ergebnisse des Biomonitorings gelten folgende Empfehlungen:

- Der Betriebsarzt bespricht das Ergebnis seiner Beurteilung des Biomonitorings mit dem betroffenen Beschäftigten.
- Die Ergebnisse des Biomonitorings im Rahmen von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen sind in der ärztlichen Beurteilung zu berücksichtigen.
- Die Ergebnisse des Biomonitorings werden unter Wahrung der ärztlichen Schweigepflicht in die Gefährdungsbeurteilung einbezogen.
- Überschreitungen von gesundheitsbezogenen Grenzwerten und risikobezogenen Werten müssen zielgerichtete präventive Maßnahmen nach sich ziehen.
- Darüber hinaus sollte auch bei Unterschreitung der gesundheitsbezogenen Grenzwerte und risikobezogenen Werte gemäß dem Minimierungsprinzip eine Vermeidung bzw. weitere Reduktion der Belastung angestrebt werden.

**Tabelle 1:** Biomonitoringparameter bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen nach den berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen 1 bis 46 (DGUV 2013)

BG Grundsatz G-Kurzbezeichnung		Gefahrstoff	Parameter	Material	Beurteilungswert (Probenahmezeitpunkt)
2	Blei und seine Verbindungen	Blei und seine Verbindungen	Blei	Vollblut	Für Frauen > 45 Jahre und Männer: BAT/BGW: 400 µg/l (a) für Frauen < 45 Jahre: BGW: 300 µg/l (a) BAR: 70 µg/l (a)
3	Bleialkyle	Bleitetraethyl, Bleitetramethyl	Blei	Urin	BAT/BGW: 50 µg/l (b)
6	Kohlendisulfid (Schwefelkohlenstoff)	Schwefelkohlenstoff	2-Thiothiazolidin-4-carbonsäure	Urin	BGW: 4 mg/g Kreat. (b) BAT: 2 mg/g Kreat. (b)
7	Kohlenmonoxid	Kohlenmonoxid	CO-Hb	Vollblut	BAT/BGW: 5% CO-Hb (b)
8	Benzol	Benzol	Benzol	Vollblut	EKA-Korrelation (b)
			t,t-Muconsäure	Urin	EKA-Korrelation (b)
			S-Phenylmercaptursäure	Urin	EKA-Korrelation (b)
9	Quecksilber und seine Verbindungen	Quecksilber und seine anorganischen Verbindungen	Quecksilber	Urin	BAT/BGW: 25 µg/g Kreat. (a)
10	Methanol	Methanol	Methanol	Urin	BAT/BGW: 30 mg/l (b, c)
13	Chlorplatinat	Chlorplatinat	Platin	Urin	RV <sub>95</sub> : 10 ng/l (b)
14	Trichlorethen und andere chlorierte Kohlenwasserstoffe	Trichlorethen (Tri)	Trichloressigsäure	Urin	BAR: 0,07 mg/l (b, c) EKA-Korrelation (b, c)
		Tetrachlorethen (Per)	Tetrachlorethen	Vollblut	BGW: 1 mg/l (d) EKA-Korrelation (d)
		Dichlormethan	Dichlormethan	Vollblut	EKA-Korrelation (b)
		1,1,1-Trichlorethan	1,1,1-Trichlorethan	Vollblut	BGW/BGW: 550 µg/l (c, d)
		Tetrachlormethan	Tetrachlormethan	Vollblut	BAT/BGW: 3,5 µg/l (b, c)
15	Chrom-VI-Verbindungen	Chrom und seine Verbindungen	Chrom	Urin	BAR: 0,6 µg/l (b)
		Alkylchromate	Chrom	Urin	EKA-Korrelation (b)
		Alkylchromate	Chrom	Erythrozyten	EKA-Korrelation (b)
16	Arsen und seine Verbindungen	Arsen und anorganische Arsenverbindungen (mit Ausnahme von Arsenwasserstoff)	Arsen (durch direkte Hydrierung bestimmte flüchtige Verbindungen)	Urin	BAR: 15 µg/l (b) BLW: 50 µg/l (b) EKA-Korrelation (b)
19	Dimethylformamid	N,N-Dimethylformamid	N-Methylformamid + N-Hydroxymethyl-N-methylformamid	Urin	BAT/BGW: 35 mg/l (b)

27	Isocyanate	Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat	4,4'-Diaminodiphenylmethan (nach Hydrolyse)	Urin	BAT: 10 µg/l (b)
		Hexamethylendiisocyanat	Hexamethylendiamin (nach Hydrolyse)	Urin	BAT: 15 µg/g Kreat. (b)
		1,5-Naphthylendiisocyanat	1,5-Diaminonaphthalin (nach Hydrolyse)	Urin	- (b)
		2,4-Toluylendiisocyanat	2,4-Toluylendiamin (nach Hydrolyse)	Urin	- (b)
29	Benzolhomologe	Toluol	Toluol	Vollblut	BAT/BGW: 600 µg/l (b)
			o-Kresol	Urin	BAT/BGW: 1,5 mg/l (b, c)
		Xylol (alle Isomeren)	Xylol	Blut	BAT/BGW: 1,5 mg/l (b)
			Methylhippursäure	Urin	BAT/BGW: 2000 mg/l (b)
		Ethylbenzol	Mandelsäure plus Phenylglyoxylsäure (MA+PGA)	Urin	BAT/BGW: 300 mg/l (b)
		Trimethylbenzol (alle Isomeren)	Gesamt-Dimethylbenzoesäuren (nach Hydrolyse)	Urin	BAT/BGW: 400 mg/g Kreat. (b, c)
		iso-Propylbenzol (Cumol)	iso-Propylbenzol	Blut	BAT: 2 mg/l (b)
			2-Phenyl-2-propanol	Urin	BAT: 50 mg/g Kreat. (b)
32	Cadmium und seine Verbindungen	Cadmium und seine anorganischen Verbindungen	Cadmium	Urin	BAR: 0,8 µg/l (a)
			Cadmium	Vollblut	BAR: 1,0 µg/l (a)
33	Aromatische Nitro- und Aminoverbindungen	4-Aminobiphenyl	4-Aminobiphenyl (aus Hämoglobinkonjugat freigesetzt)	Vollblut	BAR: 15 ng/l (a)
		Anilin	Anilin (ungebunden)	Urin	BAT/BGW: 1 mg/l (c)
			Anilin (aus Hämoglobinkonjugat freigesetzt)	Vollblut	BAT/BGW: 100 µg/l (c)
		Benzidin	Benzidin	Urin	- (b, c)
			Benzidin (aus Hämoglobinkonjugat freigesetzt)	Vollblut	- (a)
		4,4'-Diaminodiphenylamin	4,4'-Diaminodiphenylamin	Urin	BAR: < 0,5 µg/l (b)
			4,4'-Diaminodiphenylamin (aus Hämoglobinkonjugat freigesetzt)	Vollblut	BAR: < 5 ng/l (a)
		2-Naphthylamin	2-Naphthylamin	Urin	- (b)
2-Naphthylamin (aus Hämoglobinkonjugat freigesetzt)	Vollblut		- (a)		

		Nitrobenzol	Anilin (aus Hämoglobin-konjugat freisetzt)	Vollblut	BAT/BGW: 100 µg/l (c)
		o-Toluidin	o-Toluidin (nach Hydrolyse)	Urin	BAR: 0,2 µg/l (b)
		2,4-Toluylendiamin	2,4-Toluylendiamin (nach Hydrolyse)	Urin	EKA-Korrelation (b)
34	Fluor und seine anorganischen Verbindungen	Fluorwasserstoff und anorganische Fluorverbindungen (Fluoride)	Fluorid	Urin	BAT/BGW: 7 mg/g Kreat. (b)
			Fluorid	Urin	BAT/BGW: 4 mg/g Kreat. (d)
36	Vinylchlorid	Vinylchlorid	Thiodiglykolsäure	Urin	BAR: 1,5 mg/l (b) EKA-Korrelation (b)
38	Nickel und seine Verbindungen	Nickel und seine Verbindungen	Nickel	Urin	BAR: 3 µg/l (c)
		Nickelmetall, -oxid, -carbonat, -sulfid, sulfidische Erze	Nickel	Urin	EKA-Korrelation (c)
		Leichtlösliche Nickelverbindungen, wie Nickelacetat, Nickelchlorid, Nickelsulfat	Nickel	Urin	EKA-Korrelation (c)
39	Schweißrauche	Aluminiumhaltige Schweißrauche	Aluminium	Urin	BAT: 60 µg/g Kreat. (b)
		Chromhaltige Schweißrauche	Chrom	Urin	BAR: 0,6 µg/l (b) EKA-Korrelation (b)
			Chrom	Erythrozyten	EKA-Korrelation (b)
		Manganhaltige Schweißrauche	Mangan	Vollblut	BAR: 15 µg/l (b, c)
		Nickelhaltige Schweißrauche	Nickel	Urin	BAR: 3 µg/l (c) EKA-Korrelationen (c)
40	Krebserzeugende Gefahrstoffe – allgemein	Aufgrund der großen Zahl in Betracht kommender Gefahrstoffe ist eine detaillierte Angabe an dieser Stelle nicht möglich. Es wird auf die Tabellen des BG-Grundsatzes 40 verwiesen. Ein Teil der angegebenen Untersuchungen im biologischen Material kann nur in speziell ausgestatteten Laboratorien durchgeführt werden.			
45	Styrol	Styrol	Mandelsäure plus Phenylglyoxylsäure (MA+PGA)	Urin	BAT/BGW: 600 mg/g Kreat. (b, c)
Probenahmezeitpunkt: (a) keine Beschränkung (b) Expositionsende bzw. Schichtende (c) bei Langzeitexposition: nach mehreren vorangegangenen Schichten (d) vor nachfolgender Schicht					

**Tabelle 2:** Anerkannte Untersuchungsparameter für das biologische Monitoring von Arbeitsstoffen und diesbezügliche Beurteilungswerte (Stand: April 2013).

Arbeitsstoff	H	Krebs- erzeug. Kategorie	Parameter	Unter- suchungs- material	Probe- nahme- zeit- punkt	BW	Beurteilungswert bzw. Korrelation
Aceton [67-64-1]			Aceton	Urin	b	BAT, BGW	80 mg/l
Acetylcholinesterase- Hemmer			Acetylcholinesterase	Erythrozyten	c, b	BAT, BGW	Reduktion der Aktivität auf 70% des Bezugswertes
Acrylamid [79-06-1]	H	2	N-(2-Carbonamid- ethyl)valin	Erythrozyten	a	BAR	50 pmol/g Globin
				Erythrozyten	a	BLW	550 pmol/g Globin
				Erythrozyten	a	EKA	Korrelation
			S-(2-Carbonamid- ethyl)merkaptursäure	Urin	b	BAR	100 µg/g Kreatinin
Acrylnitril [107-13-1]	H	2	N-(2-Cyanoethyl)- valin	Erythrozyten	a	EKA	Korrelation
				Erythrozyten	a	BAR	0,3 µg/l Blut <sup>1)</sup>
Alkalichromate (Chrom(VI)- Verbindungen)		1	Chrom	Erythrozyten	c, b	EKA	Korrelation
			Chrom	Urin	c, b	EKA	Korrelation
Aluminium [7429-90-5]			Aluminium	Urin	a	BAT	60 µg/g Kreatinin
4-Aminobiphenyl [92-67-1]	H	1	4-Aminobiphenyl (aus Hämoglobin- Konjugat freigesetzt)	Vollblut	a	BAR	15 ng/l <sup>1)</sup>
Anilin [62-53-3]	H	4	Anilin (ungebunden)	Urin	c, b	BAT, BGW	1 mg/l
			Anilin (aus Hämoglobin- Konjugat freigesetzt)	Vollblut	c, b	BAT, BGW	100 µg/l
Antimon [7440-36-0] und seine anorg. Verbindungen		2	Antimon	Urin	c, b	EKA	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
Arsen [7440-38-2] und anorganische Arsenverbindungen <sup>2)</sup>		1	Anorganisches Arsen und methylierte Metaboliten im Urin <sup>3)</sup>	Urin	c, b	BLW	50 µg/l
					c	BAR	15 µg/l
Arsentrioxid [1327-53-3]		1	Anorganisches Arsen und methylierte Metaboliten im Urin <sup>3)</sup>	Urin	c	EKA	Korrelation
Bariumverbindungen, löslich (als Ba [7440- 39-3] berechnet)			Barium	Urin	c, b	BAR	10 µg/l
Benzidin [92-87-5] und seine Salze	H	1	Benzidin-Addukte	Vollblut	a	EKA	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			Benzidin	Urin	c, b	EKA	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			Benzidin-Addukte	Vollblut	a	BAR	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			Benzidin	Urin	c, b	BAR	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
Benzol [71-43-2]	H	1	Benzol	Vollblut	b	EKA	Korrelation
			S-Phenylmerkaptur- säure	Urin	b	EKA	Korrelation
			trans, trans-Mucon- säure	Urin	b	EKA	Korrelation
Beryllium [7440-41-7] und seine anorg. Verbindungen		1	Beryllium	Urin	c, b	EKA	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
				Urin	c, b	BAR	0,05 µg/l

Bisphenol A (4,4'-Isopropyliden-diphenol) [80-05-7]		Bisphenol A (nach Hydrolyse)	Urin	b	BLW	80 mg/l	
Blei [7439-92-1] und seine Verbindungen (außer Bleiarsenat, Bleichromat und Alkylbleiverbindungen)	2	Blei	Vollblut	a	BGW	400 µg/l 300 µg/l (Frauen <45 J.)	
		Blei	Vollblut	a	BLW	400 µg/l (für Frauen >45 J. und für Männer)	
		Blei	Vollblut	a	BAR	70 µg/l (für Frauen)	
Bleitetraethyl [78-00-2]	H	Diethylblei	Urin	b	BAT, BGW	25 µg/l, als Pb berechnet	
		Gesamtblei (gilt auch für Gemische mit Bleitetramethyl)	Urin	b	BAT, BGW	50 µg/l	
Bleitetramethyl [75-74-1]	H	Gesamtblei	Urin	b	BAT, BGW	50 µg/l	
2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluoethan (Halothan) [151-67-7]		Trifluoessigsäure	Vollblut	b, c	BAT, BGW	2,5 mg/l	
Brommethan (Methylbromid) [74-83-9]	H	3B	Bromid	Plasma/ Serum	c	BLW	12 mg/l
			S-Methylcystein-Albumin	Plasma/ Serum	a	EKA	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
1-Brompropan [106-94-5]	H	2	S-(n-Propyl)-merkaptursäure	Urin	c	EKA	Korrelation
1,3-Butadien [106-99-0]		1	3,4-Dihydroxybutylmerkaptursäure	Urin	b, c	EKA	Korrelation
			3,4-Dihydroxybutylmerkaptursäure	Urin	b, c	BAR	400 µg/g Kreatinin <sup>1)</sup>
			2-Hydroxy-3-butenylmerkaptursäure	Urin	b, c	EKA	Korrelation
			2-Hydroxy-3-butenylmerkaptursäure	Urin	b, c	BAR	< 2 µg/g Kreatinin <sup>1)</sup>
1-Butanol [71-36-3]			1-Butanol	Urin	d	BAT, BGW	2 mg/g Kreatinin
			Urin	b	BAT, BGW	10 mg/g Kreatinin	
2-Butanon (Methyl-ethylketon) [78-93-3]	H		2-Butanon	Urin	b	BAT, BGW	5 mg/l
2-Butoxyethanol [111-76-2]	H	4	Butoxyessigsäure	Urin	c	BAT, BGW	100 mg/l
			Butoxyessigsäure (nach Hydrolyse)	Urin	c	BAT, BGW	200 mg/l
2-Butoxyethylacetat [112-07-2]	H	4	Butoxyessigsäure	Urin	c	BAT, BGW	100 mg/l
			Butoxyessigsäure (nach Hydrolyse)	Urin	c	BAT, BGW	200 mg/l
p-tert-Butylphenol (ptBP) [98-54-4]	H		p-tert-Butylphenol	Urin	b	BAT, BGW	2 mg/l
Cadmium [7440-43-9] und seine anorganischen Verbindungen	H	1	Cadmium	Urin	a	BAR	1 µg/l <sup>1)</sup>
			Cadmium	Vollblut	a	BAR	0,8 µg/l <sup>1)</sup>
Chlorbenzol [108-90-7]			4-Chlorkatechol (nach Hydrolyse)	Urin	d	BAT, BGW	25 mg/g Kreatinin
			Urin	b	BAT, BGW	150 mg/g Kreatinin	
Chrom [7440-47-3] und seine Verbindungen			Chrom	Urin	b	BAR	0,6 µg/l
Cobalt [7440-48-4] und seine anorg. Verbindungen	H	2	Cobalt	Urin	a	EKA	Korrelation

Cyclohexan [110-82-7]			1,2-Cyclohexandiol (nach Hydrolyse)	Urin	c, b	BAT, BGW	150 mg/g Kreatinin
Cyclohexanon [108-94-1]	H	3B	1,2-Cyclohexandiol (nach Hydrolyse)	Urin	c, b	EKA	Korrelation
			Cyclohexanol (nach Hydrolyse)	Urin	b	EKA	Korrelation
4,4'-Diamino- diphenylmethan [101-77-9]	H	2	4,4'-Diamino- diphenylmethan	Urin	b	BAR	< 0,5 µg/l
			4,4'-Diamino- diphenylmethan (aus Hämoglobin- Konjugat freigesetzt)	Vollblut	a	BAR	< 5 ng/l
1,2-Dichlorbenzol [95-50-1]	H		1,2-Dichlorbenzol	Vollblut	b	BAT, BGW	140 µg/l
			3,4- und 4,5-Dichlor- catechol	Urin	b	BAT, BGW	150 mg/g Kreatinin
1,4-Dichlorbenzol [106-46-7]	H	2	2,5-Dichlorphenol (nach Hydrolyse)	Urin	b	EKA	Korrelation
Dichlormethan [75-09-2]		3A	Dichlormethan	Vollblut	b	EKA	Korrelation
N,N-Dimethylacet- amid [127-19-5]	H		N-Methylacetamid plus N-Hydroxy- methyl-N-methyl- acetamid	Urin	b, c	BAT, BGW	30 mg/g Kreatinin
N,N-Dimethylform- amid [68-12-2]	H		N-Methylformamid plus N-Hydroxy- methyl-N-methyl- formamid	Urin	b	BAT, BGW	35 mg/l
Dimethylsulfat [77-78-1]	H	2	N-Methylvalin	Erythrozyten	a	EKA	Korrelation
1,4-Dioxan [123-91-1]	H	4	β-Hydroxyethoxy- essigsäure	Urin	b	BAT	400 mg/g Kreatinin
Diphenylmethan- 4,4'-diisocyanat [101-68-8]	H	4	4,4'-Diamino- diphenylmethan	Urin	b	BLW	10 µg/l
1,2-Epoxypropan [75-56-9]		4	N-(2-Hydroxypropyl)- valin	Erythrozyten	a	EKA	Korrelation
			N-(2-Hydroxypropyl)- valin	Erythrozyten	a	BAR	10 pmol/g Globin <sup>1)</sup>
			2-Hydroxypropyl- merkaptursäure	Urin	b, c	BAR	25 µg/g Kreatinin <sup>1)</sup>
2-Ethoxyethanol [110-80-5]	H		Ethoxyessigsäure	Urin	b, c	BAT, BGW	50 mg/l
2-Ethoxyethylacetat [111-15-9]	H		Ethoxyessigsäure	Urin	b, c	BAT, BGW	50 mg/l
1-Ethoxy-2-propanol [1569-02-4]	H		1-Ethoxy-2-propanol	Urin	b	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
1-Ethoxy-2-propyl- acetat [54839-24-6]			1-Ethoxy-2-propanol	Urin	b	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
1,2-Epoxypropan [75-56-9]	H	2	N-(2-Hydroxypropyl)- valin	Erythrozyten	a	BAR	10 pmol/g Globin
			S-(2-Hydroxypropyl)- merkaptursäure	Urin	b, c	BAR	25 µg/g Kreatinin
Ethylbenzol [100-41-4]	H	4	Mandelsäure plus Phenylglyoxylsäure	Urin	b	BAT, BGW	300 mg/l
Ethylen [74-85-1]		3B	Hydroxyethylvalin	Erythrozyten	a	EKA	Korrelation
Ethylenglykoldinitrat [628-96-6]	H		Ethylenglykoldinitrat	Vollblut	b	BAT, BGW	0,3 µg/l
Ethylenoxid [75-21-8]	H	2	Hydroxyethylvalin	Erythrozyten	a	EKA	Korrelation
Fluorwasserstoff [7664-39-3] und anorg. Fluorver- bindungen (Fluoride)	H		Fluorid	Urin	b	BAT, BGW	7 mg/g Kreatinin
				Urin	d	BAT, BGW	4 mg/g Kreatinin

Glycerintrinitrat [55-63-0]	H	3B	1,2-Glycerindinitrat	Plasma/ Serum	b	BLW	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			1,3-Glycerindinitrat	Plasma/ Serum	b	BLW	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
n-Heptan [142-82-5]			n-Heptan	Vollblut	-	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			2,5-Heptandion	Urin	-	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
Hexachlorbenzol [118-74-1]	H	4	Hexachlorbenzol	Plasma/ Serum	a	BAT	150 µg/l
Hexamethylen- diisocyanat [822-06-0]			Hexamethylen- diamin (nach Hydrolyse)	Urin	b	BAT	15 µg/g Kreatinin
n-Hexan [110-54-3]			2,5-Hexandion plus 4,5-Dihydroxy-2- hexanon	Urin	b	BAT, BGW	5 mg/l
2-Hexanon (Methylbutylketon) [591-78-6]	H		2,5-Hexandion plus 4,5-Dihydroxy-2- hexanon	Urin	b	BAT, BGW	5 mg/l
Hydrazin [302-01-2]	H	2	Hydrazin	Urin	b	EKA	Korrelation
			Hydrazin	Plasma/ Serum	b	EKA	Korrelation
Kohlenmonoxid [630-08-0]			CO-Hb	Vollblut	b	BAT, BGW	5%
Kresol (alle Iso- meren) [1319-77-3]: o-Kresol [95-48-7], m-Kresol [108-39-4], p-Kresol [106-44-5]	H	3A	Gesamt-Kresol (nach Hydrolyse)	Urin	b	BLW	200 mg/l
Lindan (γ-1,2,3,4,5,6- Hexachlorcyclo- hexan) [58-89-9]	H	4	Lindan	Plasma/ Serum	b	BAT, BGW	25 µg/l
Lithium [7439-93-2]			Lithium	Urin	a	BAR	50 µg/l
Mangan [7439-96-5] und seine anorg. Verbindungen			Mangan	Vollblut	b, c	BAR	15 µg/l
Methämoglobin- Bildner			MetHb	Vollblut	b	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
Methanol [67-56-1]	H		Methanol	Urin	b, c	BAT, BGW	30 mg/l
2-Methoxyethanol [109-86-4]	H		Methoxyessigsäure	Urin	b	BAT, BGW	15 mg/g Kreatinin
2-Methoxyethylacetat [110-49-6]	H		Methoxyessigsäure	Urin	b	BAT, BGW	15 mg/g Kreatinin
1-Methoxypropanol-2 [107-98-2]			1-Methoxypropanol-2	Urin	b	BAT, BGW	15 mg/l
Methyl-tert-butylether [1634-04-4]		3B	Methyl-tert-butylether	Urin	-	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			Methyl-tert-butylether	Vollblut	-	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			tert-Butylalkohol	Urin	-	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			tert-Butylalkohol	Vollblut	-	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
4,4'-Methylen-bis-(2- chloranilin) (MOCA) [101-14-4]	H	2	4,4'-Methylen-bis-(2- chloranilin) (MOCA) (nach Hydrolyse)	Urin	b	BAR	<1µg/l
Methylformiat [107-31-3]	H		Methanol	Urin	-	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			Ameisensäure	Urin	-	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
4-Methylpentan-2-on (Methylisobutylketon) [108-10-1]	H		4-Methylpentan-2-on	Urin	b	BAT, BGW	3,5 mg/l

N-Methyl-2-pyrrolidon [872-50-4]	H		5-Hydroxy-N-methyl-2-pyrrolidon	Urin	b	BAT, BGW	150 mg/l
Molybdän [7439-98-7] und seine anorganischen Verbindungen außer Molybdäntrioxid			Molybdän	Urin	-	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			Molybdän	Plasma/Serum	-	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
2-Naphthylamin [91-59-8]	H	1	2-Naphthylamin	Urin	b	EKA	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			2-Naphthylamin (aus Hämoglobin-Konjugat freigesetzt)	Vollblut	a	EKA	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			2-Naphthylamin	Urin	b	BAR	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
			2-Naphthylamin-Addukte	Vollblut	a	BAR	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
1,5-Naphthylendiisocyanat [3173-72-6]		3B	1,5-Diaminonaphthalin	Urin	b	BLW	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
Nickel [7440-02-0] und seine Verbindungen		1	Nickel	Urin	c	BAR	3 µg/l
Nickel [7440-02-0] (Nickelmetall, -oxid, -carbonat, -sulfid, sulfidische Erze)		1	Nickel	Urin	c	EKA	Korrelation
Nickel (leichtlösliche Nickelverbindungen wie Nickelacetat und vergleichbare lösliche Salze, Nickelchlorid, Nickelsulfat)		1	Nickel	Urin	c	EKA	Korrelation
Nitrobenzol [98-95-3]	H	3B	Anilin (aus Hämoglobin-Konjugat freigesetzt)	Vollblut	c	BAT, BGW	100 µg/l
Parathion [56-38-2]	H		p-Nitrophenol	Urin	c	BAT, BGW	500 µg/l
			Acetylcholinesterase	Erythrozyten	c	BAT, BGW	Reduktion der Aktivität auf 70% des Bezugswertes
Pentachlorphenol [87-86-5]	H	2	Pentachlorphenol	Urin	a	EKA	Korrelation
			Pentachlorphenol	Plasma/Serum	a	EKA	Korrelation
Perfluorooctansäure [335-67-1] und ihre anorganischen Salze	H	4	Perfluorooctansäure (PFOA)	Plasma/Serum	a	BAT, BGW	5 mg/l
Perfluorooctansulfonsäure [1763-23-1]	H	3B	Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	Plasma/Serum	a	BAT, BGW	15 mg/l
Phenol [108-95-2]	H	3B	Phenol (nach Hydrolyse)	Urin	b	BLW	200 mg/l
Polychlorierte Biphenyle [1336-36-3]	H	3B	PCB 28	Plasma/Serum	a	BAR	0,02 µg/l
		4	PCB 52	Plasma/Serum	a	BAR	< 0,01 µg/l
		4	PCB 101	Plasma/Serum	a	BAR	< 0,01 µg/l
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	H		3-Hydroxybenzo[a]pyren (nach Hydrolyse)	Urin	d	EKA	Korrelation
			1-Hydroxypyren (nach Hydrolyse)	Urin	b, c	BAR	0,3 µg/g Kreatinin <sup>1)</sup>
2-Propanol [67-63-0]			Aceton	Vollblut	b	BAT, BGW	25 mg/l
				Urin	b	BAT, BGW	25 mg/l

iso-Propylbenzol (Cumol) [98-82-8]	H		2-Phenyl-2-propanol (nach Hydrolyse)	Urin	b	BAT	50 mg/g Kreatinin
			iso-Propylbenzol	Vollblut	b	BAT	2 mg/l
Pyrethroide (z.B. Allethrin, Cyfluthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Permethrin, Phenothrin, Resmethrin, Tetramethrin) und Pyrethrum			trans-Chrysanthemdicarbonsäure, 4-Fluor-3-phenoxybenzoesäure, cis- und trans-3-(2,2-Di-chlorvinyl)-2,2-dimethylcyclopropan-carbonsäure, cis-3-(2,2-Dibrom-inyl)-2,2-dimethylcyclopropan-carbonsäure	Urin	b	BAT	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
Quecksilber [7439-97-6] und seine anorganischen Verbindungen		3B	Quecksilber	Urin	a	BAT, BGW	25 µg/g Kreatinin
Quecksilberverbindungen, organische	H	3B	Quecksilber	Vollblut	a	EKA	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
Schwefelkohlenstoff (Kohlendisulfid) [75-15-0]	H		2-Thiothiazolidin-4-carboxylsäure (TTCA)	Urin	b	BAT	2 mg/g Kreatinin
			2-Thiothiazolidin-4-carboxylsäure (TTCA)	Urin	b	BGW	4 mg/g Kreatinin
Selen [7782-49-2] und seine anorg. Verbindungen	H	3B	Selen	Plasma/Serum	a	BAT	150 µg/l
Styrol [100-42-5]		5	Mandelsäure plus Phenylglyoxylsäure	Vollblut	c, b	BAT, BGW	600 mg/g Kreatinin
Tetrachlorethen [127-18-4]	H	3B	Tetrachlorethen	Vollblut	e (16 h)	EKA	Korrelation
Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff) [56-23-5]	H	4	Tetrachlormethan	Vollblut	c, b	BAT, BGW	3,5 µg/l
Tetrahydrofuran [109-99-9]	H	4	Tetrahydrofuran	Urin	b	BAT, BGW	2 mg/l
o-Toluidin [95-53-4]	H	1	o-Toluidin (nach Hydrolyse)	Urin	b	BAR	0,2 µg/l <sup>1)</sup>
Toluol [108-88-3]	H		Toluol	Vollblut	b	BAT, BGW	600 µg/l
			o-Kresol (nach Hydrolyse)	Urin	c, b	BAT, BGW	1,5 mg/l
2,4-Toluylendiamin [95-80-7]	H	2	2,4-Toluylendiamin (nach Hydrolyse)	Urin	b	EKA	Korrelation
				Urin	b	BAR	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
2,4-Toluylendiisocyanat [584-84-9]		3A	2,4-Toluylendiamin (nach Hydrolyse)	Urin	b	BAR	nicht festgelegt, Dokumentation vorhanden
1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform) [71-55-6]	H		1,1,1-Trichlorethan	Vollblut	c, d	BAT, BGW	550 µg/l
Trichlorethen [79-01-6]	H	1	Trichloressigsäure	Urin	b, c	BAR	0,07 mg/l
			Trichloressigsäure	Urin	b, c	EKA	Korrelation
Trimethylbenzol (alle Isomeren): 1,2,3-Trimethylbenzol [526-73-8], 1,2,4-Trimethylbenzol [95-63-6], 1,3,5-Trimethylbenzol [108-67-8]			Gesamt-Dimethylbenzoesäuren (nach Hydrolyse)	Urin	c, b	BAT, BGW	400 mg/g Kreatinin
2,4,6-Trinitrotoluol [118-96-7] (und Isomeren in	H	2	4-Amino-2,6-dinitrotoluol (nach Hydrolyse)	Urin	b	BAR	< 1 µg/l

technischen Gemischen)			2-Amino-4,6-dinitrotoluol (nach Hydrolyse)	Urin	b	BAR	< 4 µg/l
Uran (natürlich und abgereichert) [7440-61-1] und seine anorg. Verbindungen	H	3B 2	Uran	Urin	a	BAR	nicht festgelegt
Vanadium [7440-62-2] und seine anorg. Verbindungen			Vanadium	Urin	c, b	EKA	Korrelation
Vinylchlorid [75-01-4]		1	Thiodiglykolsäure	Urin	c	EKA	Korrelation
				Urin	d	BAR	1,5 mg/l
Vitamin K-Antagonisten			Quick-Wert	Vollblut	a	BAT, BGW	Reduktion auf nicht weniger als 70 %
Xylol (alle Isomeren) [1330-20-7]	H		Xylol	Vollblut	b	BAT, BGW	1,5 mg/l
			Methylhippur-(Tolur-)säure	Urin	b	BAT, BGW	2000 mg/l

**Legende:**

BW = Bezeichnung des Beurteilungswertes

H = Hautresorption kann zu toxisch wirksamen inneren Belastungen führen

**Probenahmezeitpunkt:**

- a) keine Beschränkung
- b) Expositionsende bzw. Schichtende
- c) bei Langzeitexposition: nach mehreren vorangegangenen Schichten
- d) vor nachfolgender Schicht
- e) nach Expositionsende: ... Stunden

- 1) Für Raucher gelten andere Werte.
- 2) mit Ausnahme von Arsenwasserstoff
- 3) durch direkte Hydrierung bestimmte flüchtige Arsenverbindungen

**5. Literatur**

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists: 2013 TLVs and BEIs, Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. ACGIH, Cincinnati (2013)

AGS - Ausschuss für Gefahrstoffe. Bekanntmachung 910: Risikowerte und Exposition-Risiko-Beziehungen für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Arbeitsstoffen. Ausgabe 6/2008, zuletzt geändert GMBI 2012 S. 717 [Nr. 40] (<http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/Bekanntmachung-910.html>).

ArbMedVV - Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge vom 18. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2768), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 8 der Verordnung vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643) geändert worden ist

ArbSchG - Arbeitsschutzgesetz vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), das zuletzt durch Artikel 15 Absatz 89 des Gesetzes vom 5. Februar 2009 (BGBl. I S. 160) geändert worden ist

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAUA): Auskunftssystem Biomonitoring (Link zum Auskunftssystem der BAUA: <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Biomonitoring/Auskunftssystem.html>)

Bundesminister für Arbeit und Soziales(BMA): Biologische Grenzwerte (BGW). TRGS 903, Ausgabe Februar 2013, GMBI 2013 S. 364 [Nr. 17] (Link zur aktuellen TRGS 903: <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS-903.html>)

Bundesärztekammer (BÄK): Qualitätssicherung der quantitativen Bestimmungen im Laboratorium - neue Richtlinien der Bundesärztekammer. Deutsches Ärzteblatt 85 Heft 11, C 449, 1988

Bundesärztekammer (BÄK): Richtlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen. Deutsches Ärzteblatt 105 Heft 7, A 341, 2008

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Band II. Analysen in biologischem Material (Hrsg. Göen, T., Hartwig, A.), Wiley-VCH, Weinheim, 1976-2013 (Link zur MAK-Collection: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/3527600418>)

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte (BAT-Werte), Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe (EKA), Biologische Leitwerte (BLW) und Biologische Arbeitsstoff-Referenzwerte (BAR) – Arbeitsmedizinisch-toxikologische Begründungen (Hrsg. Drexler, H., Hartwig, A.), Wiley-VCH, Weinheim, 1983-2012 (Link zur MAK-Collection: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/3527600418>)

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): MAK- und BAT-Werte-Liste 2012, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 48, Wiley VCH, Weinheim, 2012 (Link zur aktuellen MAK- und BAT-Werte-Liste: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9783527666027>)

Deutsche Gesetzliche Unfall-Versicherung (DGUV): Arbeitsmedizinische Vorsorge – Berufsgenossenschaftliche Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen. 5. vollständig neubearbeitete Auflage, Gentner Verlag, Stuttgart, 2013

DIN EN 829: In-vitro-Diagnostik/Diagnostica - Transportverpackungen für medizinisches und biologisches Untersuchungsgut - Anforderungen, Prüfung, Beuth, Berlin, 1996

- Drexler, H., Göen T.: Biomonitoring in der arbeitsmedizinischen Praxis. Anerkannte Analysenverfahren und Beurteilungswerte als essentielle Voraussetzung. *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* 47 (2012), 449- 459
- Drexler, H., Göen, T., Schaller, K.H.: Biologischer Arbeitsstoff-Toleranzwert (BAT-Wert). Ein Paradigmenwechsel von der Einzelwertbetrachtung zum Mittelwertkonzept. *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin* 42 (2007) 514-516
- Drexler, H., Göen, T., Schaller, K.H.: Biomonitoring in der Arbeitsmedizin. Übersicht zur Durchführung und Bewertung arbeitsmedizinisch-toxikologischer Untersuchungen (Kap. A III-2.2.4). In: *Handbuch der Arbeitsmedizin* (Hrsg.: S. Letzel und D. Nowak). 16. Ergänzungslieferung, ecomed Medizin, Landsberg, 2010
- Drexler, H., Schaller, K.H., Göen, T.: Biologischer Arbeitsstoff-Referenzwert (BAR). Definition, Evaluierung und praktischer Einsatz. *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin* 45 (2010) 194-197
- European Commission - Employment, Social Affairs & Inclusion: The Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL):  
<http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&langId=en&intPagelId=684> (mit Hyperlink zur Datenbank der SCOEL-Dokumente)
- GefStoffV - Gefahrstoffverordnung vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643, 1644), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1622) geändert worden ist
- German External Quality Assessment Scheme (G-EQUAS) (Link zum aktuellen G-EQUAS-Ringversuchsprogramm: <http://www.g-equas.de/>)
- Göen, T.: Verfügbarkeit zuverlässiger Methoden und Qualitätssicherung für Biomonitoring-untersuchungen. *Zbl. Arbeitsmed.* 62 (2012), 142-146
- Göen, T., Schaller, K.H., Drexler, H.: Qualitätssicherung arbeitsmedizinisch-toxikologischer Analysen – Maßnahmen zum Erhalt zuverlässiger Ergebnisse des Biomonitorings (Kap. A III-2.2.5). In: *Handbuch der Arbeitsmedizin* (Hrsg.: S. Letzel und D. Nowak). 18. Ergänzungslieferung, ecomed Medizin, Landsberg, 2010
- Göen, T., Schaller, K.H., Triebig, G.: Biologisches Monitoring. In: *Arbeitsmedizin – Handbuch für Theorie und Praxis* (Hrsg.: G. Triebig, M. Kentner, R. Schiele). 3. vollständig neubearbeitete Auflage, Gentner-Verlag, Stuttgart, pp. 785-802, 2011
- Göen, T., Schaller, K.H.: Möglichkeiten und Grenzen der analytischen Verfahren (Kap. 2.2). In: *Biomonitoring in Arbeitsmedizin und Umweltmedizin – Orientierungshilfe für Betrieb, Praxis und Klinik* (Hrsg.: G. Triebig, H. Drexler, S. Letzel, D. Nowak), S. 159-171, ecomed Medizin Verlag, Landsberg, 2012

Göen, T., Schaller, K.H., Drexler, H.: Qualitätssicherung (Kap. 2.3). In: Biomonitoring in Arbeitsmedizin und Umweltmedizin – Orientierungshilfe für Betrieb, Praxis und Klinik (Hrsg.: G. Triebig, H. Drexler, S. Letzel, D. Nowak)., S. 173-187, ecomed Medizin Verlag, Landsberg, 2012

Hallier, E., Angerer, J., Drexler, H., Filser, J.G., Lewalter, J., Stork, J.: Biologische Leitwerte (BLW). Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin 36, 6-9, 2001

Kommission Humanbiomonitoring des Umweltbundesamtes (HBM-UBA): Konzept der Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM) in der Umweltmedizin.

Bundesgesundhbl 6, 221-224, 1996 (Link zu den aktuellen Referenzwerten der Kommission Human-Biomonitoring:

<http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/monitor/definitionen.htm>)

SCOEL – Scientific Committee on Occupational Exposure Limits: Methodology for the deviation of occupational exposure limits. Key documentation (version 6). European Commissioner for Employment, Social Affairs and Inclusions, Brussels, 2010 (Link zur Key documentation:

[http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&langId=en&internal\\_pagesId=684&moreDocuments=yes&tableName=INTERNAL\\_PAGES](http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&langId=en&internal_pagesId=684&moreDocuments=yes&tableName=INTERNAL_PAGES))

Triebig, G., Drexler, H., Letzel, S., Nowak, D.: Biomonitoring in Arbeitsmedizin und Umweltmedizin – Orientierungshilfe für Betrieb, Praxis und Klinik. ecomed Medizin Verlag, Landsberg, 2012

© Copyright und alle Vertriebsrechte:

Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V. (DGAUM)

Erarbeitet von: K.H. Schaller, T. Göen, J. Angerer, R. Paur, W. Will, G. Leng, H. Käfferlein

Verabschiedet vom Vorstand der DGAUM: Januar 2007

Überarbeitet von: T. Göen, M. Bader, G. Leng, R. Paul

Verabschiedet vom Vorstand der DGAUM: April 2013

**Erstellungsdatum:** 01/2007

**Überarbeitung von:** 03/2013

**Nächste Überprüfung geplant:** 03/2018

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**