

Technische Regeln für Gefahrstoffe	Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen	TRGS 402
--	--	----------

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen, hygienischen sowie arbeitswissenschaftlichen Anforderungen an Gefahrstoffe hinsichtlich Inverkehrbringen und Umgang wieder. Sie werden vom

Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)

aufgestellt und von ihm der Entwicklung entsprechend angepasst.

Die TRGS werden vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung im Bundesarbeitsblatt (BArbBl.) bekannt gegeben.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Allgemeine Hinweise
- 3 Begriffsbestimmungen
- 4 Durchführung der messtechnischen Arbeitsbereichsüberwachung
- 5 Arbeitsplatzbeispiele und weitere Hinweise zur Anwendung der TRGS

1 Anwendungsbereich

(1) Die TRGS 402 beschreibt, wie festgestellt werden kann, ob Luftgrenzwerte für Gefahrstoffe am Arbeitsplatz eingehalten sind. Die in der sogenannten Arbeitsbereichsanalyse erhobenen Befunde werden anschließend durch regelmäßige Kontrollmessungen fortgeschrieben.

(2) Diese Vorgehensweise hat sich bei ortsfesten, industrietypischen Arbeitsbereichen bewährt. Bei der Anwendung der TRGS 402 auf Arbeitsplätze mit wechselnden Bedingungen (wechselnde Gefahrstoffe, wechselnde Einsatzorte) treten Probleme auf, die weitere Erläuterungen erforderlich machen. Auf Nummer 5 wird deshalb besonders hingewiesen.

2 Allgemeine Hinweise

2.1 Zielsetzung

Mit dieser Technischen Regel soll die Anwendung von Grenzwerten für Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen vereinheitlicht werden. Sie berücksichtigt die Möglichkeiten und Begrenzungen der Analytik, der Statistik und der betrieblichen Praxis. Sie stellt dar, wie Messungen zu planen sind und wie gemessene Werte im Hinblick auf die Einhaltung eines vorgegebenen Grenzwertes zu beurteilen sind. Sie gibt darüber hinaus Hinweise, welche Verfahrensweisen gewählt werden können, wenn Luftmessungen einen Befund nicht erlauben. Dies gilt insbesondere für die Fälle, wenn mit hautresorptiven Stoffen oder Stoffen mit kumulativer Wirkung umgegangen wird.

2.2 Vorgehensweise

- (1) Die Überwachung von Arbeitsbereichen erfolgt in zwei Stufen.
 - Zunächst wird in der Arbeitsbereichsanalyse die Einhaltung des Grenzwertes festgestellt oder durch Maßnahmen zur Senkung der Exposition herbeigeführt.
 - Im Anschluss daran wird durch Kontrollmessungen regelmäßig überprüft, ob sich die in der Arbeitsbereichsanalyse festgestellten Verhältnisse geändert haben.
- (2) Bei der Arbeitsbereichsanalyse bestehen vielfältige Möglichkeiten, Art und Umfang der Messprogramme den unterschiedlichen Anforderungen und Bedingungen der Praxis anzupassen. Es wird daher für die Feststellung und Herbeiführung der Grenzwert-Einhaltung kein formaler Entscheidungsweg vorgeschrieben, sondern die Möglichkeit eröffnet, in jedem Einzelfall die Regel im Sinne der Zielvorstellung auszulegen und anzuwenden. Die Kontrollmessungen werden mit einem in der Arbeitsbereichsanalyse festgelegten Messverfahren durchgeführt. Der zeitliche Abstand zwischen den Messungen hängt von der Höhe der Messergebnisse ab. Daneben ist stets zu prüfen, ob und ggf. wie der Umgang mit hautresorptiven Stoffen oder Stoffen mit kumulativer Wirkung zu beurteilen ist.
- (3) Die regelmäßige messtechnische Überwachung kann durch Erfüllung von verfahrens- und stoffspezifischen Kriterien ersetzt werden. Diese Kriterien werden als Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 420 ¹ veröffentlicht.
- (4) Bei Stoffen mit MAK kann auch dann auf regelmäßige Kontrollmessungen verzichtet werden, wenn die Einhaltung des Grenzwertes dauerhaft gesichert ist. Das Verfahren für den Ausstieg aus Kontrollmessungen bei Stoffen mit TRK ist im Anhang 3 beschrieben.

2.3 Grenzwerte

(1) Grenzwerte im Sinne dieser TRGS sind Luftgrenzwerte (MAK und TRK). Sie werden in der TRGS 900² veröffentlicht.

(2) Beim Umgang mit hautresorptiven Stoffen oder Stoffen mit kumulativer Wirkung ggf. zusätzlich heranzuziehende Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte (BAT-Werte) werden in der TRGS 903³ veröffentlicht. (Hautresorptive Stoffe sind z.B. in der TRGS 900 mit der Anmerkung "H" ausgewiesen. Stoffe mit kumulativer Wirkung sind z.B. mit R33 "Gefahr kumulativer Wirkungen" gekennzeichnet.)

2.4 Auslöseschwelle

Die Auslöseschwelle ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz oder im Körper, bei deren Überschreitung zusätzliche Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit erforderlich sind. Auf TRGS 101⁴ wird verwiesen.

2.5 Exposition gegenüber mehreren Gefahrstoffen

Häufig tragen mehrere Gefahrstoffe gleichzeitig zur Exposition im Arbeitsbereich bei. Regelungen bei Expositionen gegenüber mehreren Gefahrstoffen sind in der TRGS 403⁵ und für Kohlenwasserstoffgemische in TRGS 901 Teil II lfd. Nr. 72 Teil 2⁶ beschrieben. Maßgebend für die Beurteilung nach TRGS 403 ist der Bewertungsindex, für den der Grenzwert 1 gilt, sofern keine gemischspezifischen Grenzwerte genannt sind.

2.6 Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien

Arbeitsprozesse können so gestaltet sein, dass der Grenzwert dauerhaft sicher eingehalten ist. Die Bedingungen hierfür werden als verfahrens- und stoffspezifische Kriterien in der TRGS 420 festgelegt. Bei Erfüllung dieser Bedingungen sind Kontrollmessungen nicht erforderlich. Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien sind besonders dort zweckmäßig, wo es sich um häufig wiederkehrende Arbeitsverfahren, mobile Arbeitsbereiche oder Arbeitsbereiche mit häufig wechselnden Arbeitsverfahren handelt. Hierzu gehört auch die Beurteilung von gelegentlichen Expositionen (d.h. wenigen Schichten im Jahr).

2.7 Jahresmittelwerte

Ist ein Grenzwert nicht als Schichtmittelwert sondern als Jahresmittelwert definiert, so ist diese TRGS wie folgt anzuwenden: Die Arbeitsbereichsanalyse muss ergeben, dass der Mittelwert der Exposition während der Beurteilungszeit den Grenzwert nicht überschreitet. Bei den Kontrollmessungen wird der halbierte Schichtmittelwert zur Beurteilung herangezogen.

2.8 Hautresorptive Stoffe und Stoffe mit kumulativer Wirkung

- (1) Luftgrenzwerte berücksichtigen die Aufnahme von Stoffen in den Körper durch die Atmung. Hautresorptive Stoffe können bei unmittelbarem Hautkontakt auch auf dem Wege durch die Haut (transdermal) in den Körper gelangen. Beim Umgang mit hautresorptiven Stoffen können zusätzlich zur Luftüberwachung Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte (BAT-Werte) zur Befunderhebung herangezogen werden (Biomonitoring).
- (2) Die Überwachung biologischer Parameter zusätzlich zur Luftüberwachung ist auch in den Fällen sinnvoll, in denen sich Stoffe mit langer biologischer Halbwertszeit im Körper anreichern (kumulieren). Biomonitoring stellt manchmal die einzige Möglichkeit dar, die Exposition gegenüber Stoffen mit kumulierender Wirkung zu beurteilen, insbesondere wenn an Arbeitsplätzen wegen ständig wechselnder Bedingungen die Einhaltung von Luftgrenzwerten messtechnisch nicht überwacht werden kann (vgl. Nummer 5).
- (3) Biologische Parameter sind geschützte personenbezogene Daten, sie werden arbeitsmedizinisch beurteilt. Der hinzugezogene Arzt stellt fest, ob gesundheitliche Bedenken bestehen und arbeitet bei der Ableitung ggf. erforderlicher Schutzmaßnahmen eng mit dem Betrieb zusammen (vgl. § 31 Abs. 3 GefStoffV).

3 Begriffsbestimmungen

3.1 Exposition

- (1) Die Messungen im Rahmen dieser Regel dienen der Beurteilung der inhalativen Exposition. Die inhalative Exposition wird verstanden als das Vorhandensein eines gefährlichen Stoffes in der Luft im Atembereich des Arbeitnehmers. Sie wird beschrieben durch Angabe von Konzentration und zugehörigem zeitlichen Bezug. Der zeitliche Bezug ist in dieser TRGS immer die Schichtlänge.
- (2) Die dermale Exposition wird verstanden als das Vorhandensein eines Stoffes in flüssiger oder fester Form auf der Haut des Arbeitnehmers. Sie lässt sich beschreiben durch die Menge und Konzentration des Stoffes auf der Haut, die benetzte Fläche, die Lokalisation und die Dauer und Häufigkeit des Hautkontaktes.

3.2 Arbeitsbereich

Der Arbeitsbereich ist der zu beurteilende räumlich oder organisatorisch begrenzte Teil eines Betriebes. Dieser kann einen oder mehrere Arbeitsplätze umfassen. Er wird im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse festgelegt.

3.3 Konzentration

(1) Die Konzentration eines Stoffes in der Luft ist die in der Einheit des Luftvolumens befindliche Menge dieses Stoffes. Sie wird angegeben als Masse pro Volumeneinheit oder bei Gasen und Dämpfen auch als Volumen pro Volumeneinheit. Die zugehörigen zweckmäßigen Einheiten sind mg/m^3 und ml/m^3 (früher: ppm). Die Umrechnung geschieht gemäß der Formel:

$$C (\text{ml/m}^3) = \frac{\text{Molvolumen in l}}{\text{Molmasse in g}} \cdot C (\text{mg/m}^3)$$

(2) Im Anwendungsbereich dieser TRGS wird das Molvolumen auf eine Temperatur von 20°C und einen Druck von $101,3 \text{ kPa}$ bezogen und beträgt dann $24,1 \text{ Liter}$. Die Konzentration für Schwebstoffe wird in mg/m^3 für die am Arbeitsplatz herrschenden Betriebsbedingungen angegeben.

(3) Abweichend wird bei Faserstäuben die Konzentration in Fasern/m^3 angegeben.

3.4 Mitteldauer

(1) Die Mitteldauer ist die Zeitspanne, für die das verwendete Analyseverfahren einen Messwert liefert. Sie ist durch das Zeitverhalten des Analysenverfahrens begrenzt und entspricht in der Regel der Probenahmedauer.

(2) Zur Feststellung des Mittelwertes besonders geeignet ist die messtechnische Mittelung über die gesamte Expositionsdauer während einer Schicht. Ist die Mitteldauer des Analysenverfahrens kürzer, so ist die Mindestzahl der in 8 Stunden erforderlichen Messungen der Tabelle 1 zu entnehmen. Erst bei wesentlich verkürzter Exposition kann die Anzahl vermindert werden.

Mitteldauer (Probenahmedauer)	Probenzahl
10 sek	≥ 30
1 min	≥ 20
5 min	≥ 12
15 min	≥ 4
30 min	≥ 3
1 h	≥ 2
$\geq 2 \text{ h}$	≥ 1

Tabelle 1: Mindestprobenzahl

(3) In das Messergebnis geht der arithmetische Mittelwert der Messwerte ein. Bei unterschiedlichen Mitteldauern ist der zeitgewichtete arithmetische Mittelwert zu bilden.

3.5 Messergebnis

Um alle Messungen in gleicher Weise bewerten zu können, werden Messwerte so aufbereitet, dass daraus ein Messergebnis entsteht, welches als zeitlichen Bezug die Schichtlänge hat.

3.6 Messverfahren für Luftmessungen

(1) Das Messverfahren umfasst das oder die Analysenverfahren, die Anzahl der zu nehmenden Proben und deren räumliche und zeitliche Verteilung sowie die Rechenvorschrift, die zum Messergebnis führt. Analysenverfahren enthalten als wesentliche Verfahrensschritte die Probenahme und die analytische Bestimmung.

(2) Das Messverfahren muss repräsentative Messergebnisse für die Exposition der Arbeitnehmer liefern. Die Probenahme soll möglichst in Atemhöhe und in unmittelbarer Nähe der Beschäftigten erfolgen. Für die Ermittlung des Schichtmittelwertes im Arbeitsbereich sollen nach Möglichkeit personenbezogene Probenahmegeräte benutzt werden, die von Beschäftigten am Körper getragen werden. Ortsfeste Meßsysteme können eingesetzt werden, wenn auf der Grundlage der Messergebnisse eine Beurteilung der Exposition im Arbeitsbereich möglich ist. In Zweifelsfällen ist als Messort der Ort höheren Risikos zu wählen.

3.7 Anforderungen an Messverfahren für Luftmessungen⁷

(1) Das Messverfahren muss der zu messenden Komponente, ihrem Grenzwert und der Arbeitsbereichsatmosphäre angepasst sein. Das Messergebnis muss eindeutig für die Messgröße (Konzentration der zu messenden Komponente) sein; das Verfahren muss das Messergebnis in der durch den Grenzwert vorgegebenen Dimension direkt oder indirekt (z.B. durch Umrechnung) liefern.

(2) Die Mittelungsdauer bzw. Probenahmedauer des Messverfahrens muss den in dieser TRGS gestellten Anforderungen entsprechen.

(3) Bestimmungsgrenze, Empfindlichkeit und Präzision des Messverfahrens müssen dem Grenzwert angepasst sein. Mit dem Verfahren sollen Konzentrationen der zu messenden Komponente mindestens in dem Bereich zwischen einem Zehntel, notwendigerweise aber einem Fünftel und dem Dreifachen des Grenzwertes gemessen werden können. Bei direktanzeigenden Messgeräten soll der Endwert des kleinsten Messbereichs nicht größer als das Fünffache des Grenzwertes sein.

(4) Die Richtigkeit des Analysenverfahrens sollte durch Vergleichsversuche (z.B. mit standardisierten Verfahren) oder durch Mischversuche (z.B. mit Prüfgasen) sichergestellt sein.

(5) Ist das Messverfahren nicht spezifisch, so ist der volle Messwert als Messkomponente zu rechnen.

(6) Die Messunsicherheit als integraler Fehler aus allen bei einer Messung auftretenden systematischen und zufälligen Fehlern soll 30 % nicht überschreiten.

- (7) Das Messverfahren soll sich unter praktischen Einsatzbedingungen bewährt haben.

3.8 Prüfung der Eignung von Messverfahren

Geeignete Analysenverfahren werden durch die Arbeitsgruppe "Analytische Chemie" der Kommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), durch das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit (BIA), die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), sowie durch die Arbeitsgruppe "Analytik" des berufsgenossenschaftlichen Fachausschusses "Chemie" veröffentlicht.

3.9 Kurzzeitwerte

- (1) An Arbeitsplätzen kann die Konzentration der Stoffe in der Atemluft erheblichen Schwankungen unterworfen sein. Die Abweichung vom Mittelwert nach oben bedarf bei vielen Stoffen der Begrenzung, um Gesundheitsschäden zu verhüten.
- (2) Für die Begrenzung von Expositionsspitzen gelten folgende Regelungen:
- a) Die Konzentration lokal reizender und geruchsintensiver Stoffe soll zu keinem Zeitpunkt höher sein als die Grenzwertkonzentration (Überschreitungsfaktor 1). Für einzelne Stoffe können andere Überschreitungsfaktoren festgelegt sein. Die betriebliche Überwachung soll durch messtechnische Mittelwertbildung über 15 Minuten erfolgen, z. B. durch eine 15minütige Probenahme. Bei Einhaltung des 15-Minuten-Mittelwertes ist zusätzlich darzulegen, aus welchen technologischen oder organisatorischen Gründen davon ausgegangen werden kann, dass die Grenzwertkonzentration zu keinem Zeitpunkt überschritten wird. Die Stoffe werden in der TRGS 900 in der Spalte "Spitzenbegrenzung" durch das Zeichen = = und den Überschreitungsfaktor ausgewiesen (in der Regel: =1=).
 - b) Die mittlere Konzentration resorptiv wirksamer Stoffe und von Stoffen mit Luftgrenzwerten, die nach dem TRK-Konzept aufgestellt wurden, soll in keinem 15-Minuten-Zeitraum die 4fache Grenzwertkonzentration überschreiten (15-Minuten-Mittelwert, Überschreitungsfaktor 4). Für einzelne Stoffe oder Stoffgruppen können andere Überschreitungsfaktoren festgelegt sein. Die Stoffe werden in der TRGS 900 in der Spalte "Spitzenbegrenzung" durch Angabe des Überschreitungsfaktors ausgewiesen (in der Regel: 4).
- (3) Die Dauer der erhöhten Exposition darf in einer Schicht insgesamt 1 Stunde nicht übersteigen.

3.10 Verkürzte Exposition

Ist die Expositionsdauer verfahrensbedingt kürzer als die Schichtlänge, so sind die Messwerte der Expositionsmessungen auf die Schichtlänge umzurechnen. Hierbei sind die Kurzzeitwertbedingungen einzuhalten. Für Stoffe ohne Kurzzeitwert sollen Expositionen, die kürzer als 1 Stunde sind, den Grenzwert höchstens um den Faktor 8 übersteigen.

3.11 Befund

(1) Der Befund ist das Ergebnis der Beurteilung. Dieser kann lauten:

- Einhaltung
- Überschreitung

des Grenzwertes.

(2) Darüber hinaus ist der Befund

- dauerhaft sichere Einhaltung des Grenzwertes
- Erfüllung des verfahrens- und stoffspezifischen Kriteriums

möglich. Zusätzlich ist es z.B. beim Umgang mit hautresorptiven Stoffe oder Stoffen mit akkumulierender Wirkung möglich, dass gesundheitliche Bedenken bestehen.

(3) Der Befund "Einhaltung des Grenzwertes" liegt vor,

- a) wenn die Feststellungen der Arbeitsbereichsanalyse ergeben haben, dass die Schichtmittelwerte der Exposition den Grenzwert nicht überschreiten und die Expositionsschwankungen die Anforderungen des zugehörigen Kurzzeitwertes nach Höhe und Dauer erfüllen. (Siehe hierzu auch [Anhang 1.](#))
- b) solange nicht im Rahmen des Kontrollmessplans oder aufgrund von Änderungen des Arbeitsprozesses oder von anderen Einflüssen auf die Exposition eine erneute Arbeitsbereichsanalyse notwendig wird.

(4) Der Befund "Überschreitung des Grenzwertes" liegt vor, wenn der Kontrollmessplan zur Arbeitsbereichsanalyse zurückführt.

(5) Der Befund "dauerhaft sichere Einhaltung des Grenzwertes" liegt vor, wenn der Arbeitsprozess so gestaltet ist, dass langfristig der Grenzwert nicht überschritten werden kann. Dies ist der Fall

- bei Einhaltung eines verfahrens- und stoffspezifischen Kriteriums
- oder wenn bei Dauerüberwachung durch Alarmierung und durch ausgelöste Maßnahmen sichergestellt ist, dass kein Schichtmittelwert den Grenzwert übersteigt
- oder wenn festgestellt wird, dass die Schichtmittelwerte langfristig nicht größer als ein Viertel des Luftgrenzwertes sind.

(6) Bei Grenzwerten, die als Jahresmittelwerte definiert sind, ist der halbierte Schichtmittelwert zur Beurteilung heranzuziehen.

(7) Die Expositionsschwankungen müssen die Anforderungen des Kurzzeitwertes nach Höhe und Dauer erfüllen. Der Befund kann an bestimmte Bedingungen (z. B. das Funktionieren technischer Schutzeinrichtungen) gebunden sein. In solchen Fällen hat die Sicherung des Befundes durch regelmäßige Überprüfung der Gültigkeit dieser Bedingungen zu erfolgen.

(8) Die Befunde "gesundheitliche Bedenken" oder "keine gesundheitliche Bedenken" sind das Ergebnis einer arbeitsmedizinischen Beurteilung der biologischen Parameter anhand der BAT-Werte.

4 Durchführung der messtechnischen Arbeitsbereichsüberwachung

4.1 Allgemeines

(1) Die Ermittlung der Exposition umfasst die Aufgaben:

- Feststellung oder Herbeiführung und
- regelmäßige Kontrolle der Einhaltung der Grenzwerte im Arbeitsbereich. Dementsprechend teilt sie sich auf in
- die Arbeitsbereichsanalyse und
- den Kontrollmessplan.

(2) Die Arbeitsbereichsanalyse erbringt das Ergebnis

- Grenzwert eingehalten oder darüber hinaus
- Grenzwert dauerhaft sicher eingehalten oder
- verfahrens- und stoffspezifisches Kriterium erfüllt.

(3) Sie bringt ferner die Entscheidung über die Überschreitung der Auslösschwelle und über die Bewertung der dermalen Exposition. Ggf. erfolgt bei Umgang mit hautresorptiven Stoffen oder Stoffen mit kumulativer Wirkung durch den hinzugezogenen Arzt eine Aussage darüber, ob gesundheitliche Bedenken bestehen.

(4) Die Einhaltung der Grenzwerte muss nötigenfalls durch technische Maßnahmen herbeigeführt werden. Ist der Grenzwert eingehalten, so endet die Arbeitsbereichsanalyse mit der Festlegung der Messverfahren für die Kontrollmessungen.

(5) Ist darüber hinaus

- ein verfahrens- und stoffspezifisches Kriterium erfüllt,
- oder bei Stoffen mit MAK der Grenzwert dauerhaft sicher eingehalten,
- oder sind bei Stoffen mit TRK die Voraussetzungen des Anhangs 3 Nr. 2 gewährleistet,

so kann auf weitere Kontrollmessungen verzichtet werden. Beim Umgang mit hautresorptiven Stoffen sollte in diesen Fällen ein unmittelbarer Hautkontakt ausgeschlossen sein oder es sollten beim Umgang mit hautresorptiven Stoffen oder Stoffen mit kumulativer Wirkung keine gesundheitlichen Bedenken bestehen.

(6) Steht nach dem Stand der Analysentechnik ein geeignetes Messverfahren für Kontrollmessungen nicht zur Verfügung, so ist ersatzweise die Arbeitsbereichsanalyse in dem messtechnisch machbaren Umfang innerhalb von 64 Wochen zu wiederholen. Hierbei sind nach Möglichkeit Expositionsmessungen durchzuführen.

(7) Der Kontrollmessplan führt zu dem Befund "Überschreitung", wenn ein Messergebnis größer als der Luftgrenzwert ist oder wenn eine Kurzzeitwertanforderung nicht erfüllt ist. Solange die Messergebnisse nicht größer als der Grenzwert sind und die Kurzzeitwertanforderungen erfüllt sind, gilt der Befund "Einhaltung". Wenn beim Umgang mit hautresorptiven Stoffen oder Stoffen mit kumulativer Wirkung arbeitsmedizinische Bedenken dazu Anlass geben, ist in einer erneuten Arbeitsbereichsanalyse die Ursache dafür zu ermitteln und Abhilfe zu schaffen.

(8) Werden die Messungen mit fest installierten Messeinrichtungen durchgeführt (Dauerüberwachung), so kann auf Kontrollmessungen verzichtet werden, wenn die Messeinrichtungen so ausgelegt sind, dass sie eine Expositionsbeurteilung ermöglichen und die Messergebnisse aufgezeichnet werden. Hierbei ist die Einhaltung der Kurzzeitwertanforderungen im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse zu überprüfen. Ist eine regelmäßige Kontrolle notwendig, so muss das Verfahren daraufhin ausgelegt sein (z. B. mit Alarmierung). Wenn beim Umgang mit hautresorptiven Stoffen oder Stoffen mit kumulativer Wirkung eine arbeitsmedizinische Beurteilung erfolgt, so sollte dies im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse geschehen.

(9) Liegt ein Schichtmittelwert über dem Grenzwert, so sind unverzüglich Maßnahmen zur Senkung der Konzentration zu ergreifen. Der Grenzwert gilt bei Dauerüberwachung als eingehalten, wenn in 20 aufeinanderfolgenden Schichten höchstens zwei Schichtmittelwerte über dem Grenzwert liegen.

(10) Der Grenzwert ist dauerhaft sicher eingehalten, wenn durch Alarmierung ausgelöste Maßnahmen sicherstellen, dass kein Schichtmittelwert über dem Grenzwert liegt.

(11) Führen Messungen zu dem Befund "Überschreitung" des Grenzwertes, so ist eine erneute Arbeitsbereichsanalyse erforderlich, innerhalb derer durch Maßnahmen die Einhaltung des Grenzwertes herbeigeführt und festgestellt wird.

4.2 Arbeitsbereichsanalyse

4.2.1 Grundlage für die Arbeitsbereichsanalyse sind die Ermittlungen gem. § 16 Abs. 1 bis 3a GefStoffV, deren Vorgehensweise in der TRGS 440⁸ näher beschrieben sind. Die Arbeitsbereichsanalyse dient der Beschaffung und Anwendung des Vorwissens zur Feststellung oder Herbeiführung der Einhaltung der Grenzwerte im Arbeitsbereich und der Bewertung der dermalen Exposition. Sie kann möglicherweise durch den Einsatz von Ersatzstoffen und Ersatzverfahren (vgl. TRGS 440) erheblich vereinfacht werden. Die Arbeitsbereichsanalyse gliedert sich in die vier Schritte (Bild 1):

- 1 Erfassung der Arbeitsstoffe
- 2 Beschaffung des Grundwissens
- 3 Beschaffung der Vorinformation
- 4 Festlegung des Messverfahrens für die Kontrollmessungen.

Die Arbeitsbereichsanalyse ist zügig durchzuführen und in angemessener Zeit zu beenden.

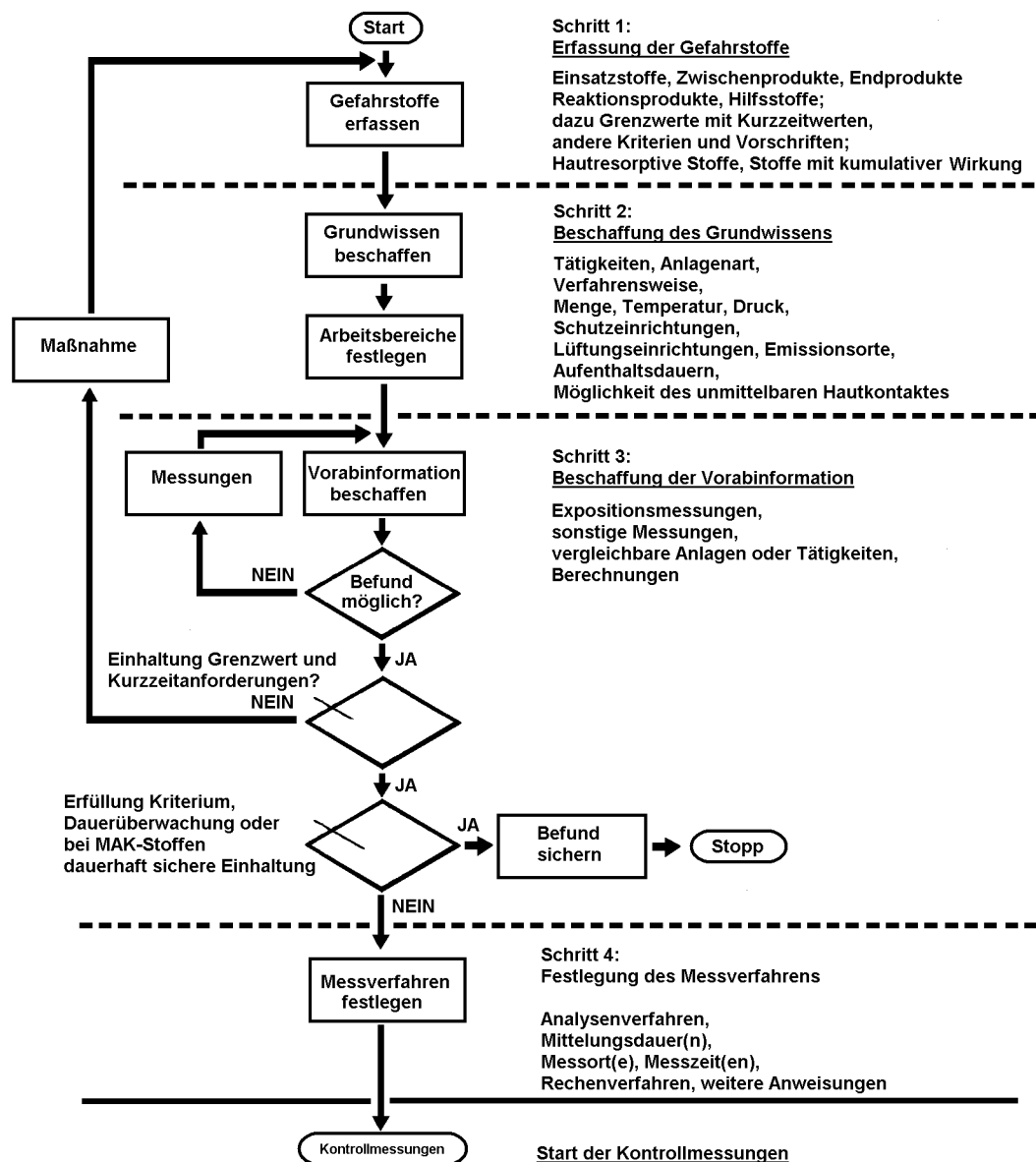


Bild 1: Arbeitsbereichsanalyse

4.2.2 Schritt 1: Erfassung der Arbeitsstoffe

Die Erfassung der Arbeitsstoffe dient der Erkennung von möglichen Gefährdungen durch gefährliche Stoffe. Als Grundlage kann das Gefahrstoffverzeichnis nach § 16 Abs. 3a GefStoffV dienen (vgl. TRGS 440). Die Angaben sind auf den betrachteten Arbeitsbereich bezogen zu überprüfen und ggf. zu ergänzen. Die Auflistung umfasst gefährliche Stoffe in den Einsatzstoffen und deren Verunreinigungen, Zwischenprodukten, Endprodukten, Reaktionsprodukten und Hilfsstoffen, soweit diese zur inhalativen und/oder dermalen Exposition beitragen können. Dabei ist hautresorptiven Stoffen und Stoffen mit kumulativer Wirkung besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Den gefährlichen Stoffen sind die Luftgrenzwerte mit den zugehörigen Kurzzeitwerten und ggf. die BAT-Werte zuzuordnen. Sind Grenzwerte nicht vorhanden, so können andere Kriterien zur Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden.

4.2.3 Schritt 2: Beschaffung des Grundwissens

(1) Die Beschaffung des Grundwissens dient zur Lokalisierung der möglichen Gefährdungen und zur Festlegung der Arbeitsbereiche. Das Grundwissen umfasst die technischen und betriebsspezifischen Kenntnisse über den Arbeitsbereich und den Arbeitsablauf.

(2) Hierzu wird das Wissen insbesondere über

- die Tätigkeiten
- die Möglichkeiten und Bedingungen des unmittelbaren Hautkontaktes
- die Anlagenart
- die Verfahrensweise
- die Schutzeinrichtungen
- die Lüftungseinrichtungen
- die Emissionsorte
- die Aufenthaltsdauer der Arbeitnehmer

in dem notwendigen Umfang erfasst.

(3) Der Arbeitsbereich kann beschrieben werden durch die Angabe(n)

- der räumlichen Abgrenzung
- der Tätigkeiten oder Verfahrensweise
- der Anlagenart oder der Arbeitsmittel.

(4) Besonderes Gewicht ist auf die Emissionsspitzen (wo, wann, wie lange) zu legen.

4.2.4 Schritt 3: Beschaffung der Vorinformation

(1) Die Beschaffung der Vorinformation dient der Feststellung der Einhaltung der Grenzwerte. Die Vorinformation besteht aus den Kenntnissen über die zeitliche und räumliche Verteilung der Konzentration des Stoffes im Arbeitsbereich und beruht auf Messungen. Das notwendige Wissen über die Stoffkonzentrationen im Arbeitsbereich ergibt sich aus

- vorliegenden Expositionsmessungen
- vorliegenden sonstigen Messungen
- vergleichbaren Anlagen oder Tätigkeiten
- zuverlässigen Berechnungen.

(2) Genügt die vorliegende Information nicht, so ist diese durch Messungen zu erweitern. In der Regel wird dies durch gezielte Messungen im Arbeitsbereich geschehen. Diese können direkt die Exposition erfassen, oder auch die Konzentration an den Emissionsorten, aus denen auf die Exposition geschlossen werden kann. Entsprechend den analytischen Möglichkeiten und dem in Schritt 2 erfassten Arbeitsablauf sind die Messorte, Messzeiten und Messdauern so zu wählen, dass gemeinsam mit der schon vorliegenden Information auf den Schichtmittelwert bzw. für MAK mit Jahresbezug auf den Jahresmittelwert geschlossen werden kann. Daneben sind die sich systematisch aus dem Arbeitsablauf ergebenden Expositionsspitzen nach Höhe und Dauer im Hinblick auf die Kurzzeitwertanforderungen zu erfassen.

(3) Es können hier die vielfältigen Möglichkeiten⁹, Messungen durchzuführen, ausgeschöpft werden, um den unterschiedlichen Gegebenheiten in den verschiedenartigen Arbeitsbereichen Rechnung zu tragen und um Fehlbeurteilungen aufgrund eines vorgegebenen starren Schemas zu vermeiden. Dabei sollte auch die Möglichkeit der ergänzenden Heranziehung Biologischer Arbeitsplatztoleranzwerte (Biomonitoring) berücksichtigt werden.

(4) Bei der Erhebung der Vorinformation ist unberücksichtigt zu lassen, ob Atemschutz vorgesehen ist. Zur Beurteilung der Exposition sowie bei der Festlegung des Messverfahrens für den Kontrollmessplan werden nur Zeiten berücksichtigt, in denen kein Atemschutz benutzt wird. Für das Benutzen von Atemschutz wird auf die entsprechenden Vorschriften verwiesen.

(5) Stellt sich heraus, dass der Luftgrenzwert nicht eingehalten ist oder Kurzzeitwertanforderungen nicht erfüllt sind oder dass gesundheitliche Bedenken bestehen, so sind umgehend Maßnahmen durchzuführen, die die Exposition herabsetzen. Messungen und Maßnahmen sind so lange abwechselnd durchzuführen, bis die Einhaltung der Grenzwerte einschließlich der Erfüllung der Kurzzeitwertanforderungen herbeigeführt ist.

(6) Ist über die Einhaltung des Grenzwertes hinaus ein verfahrens- und stoffspezifisches Kriterium erfüllt oder ist bei Stoffen mit MAK der Grenzwert dauerhaft sicher eingehalten oder sind bei Stoffen mit TRK die Voraussetzungen des Anhangs 3 Nr. 2 gewährleistet und ist beim Umgang mit hautresorptiven Stoffen ein unmittelbarer Hautkontakt ausgeschlossen oder bestehen insbesondere beim Umgang mit hautresorptiven Stoffen oder Stoffen mit kumulativer Wirkung keine gesundheitlichen Bedenken, so kann auf Kontrollmessungen verzichtet werden. In diesen Fällen kann es notwendig sein, die Gültigkeit der Bedingungen regelmäßig zu überprüfen, die zu diesem Befund geführt haben. Dazu gehört auch eine mögliche Änderung des Grenzwertes oder des BAT-Wertes.

4.2.5 Schritt 4: Festlegung des Messverfahrens für Kontrollmessungen

(1) Um mit dem Kontrollmessplan das Ergebnis der Arbeitsbereichsanalyse überprüfen und Änderungen in der Exposition erkennen zu können, ist auf der Grundlage des Grundwissens und der Vorinformation das Messverfahren festzulegen, mit dem jede Kontrollmessung durchzuführen ist. Eine Kontrollmessung ist immer ein Messprogramm über eine Schicht, dessen Messergebnis mit dem Grenzwert zu vergleichen ist.

(2) Im Messverfahren sind festgelegt:

- das oder die Analysenverfahren
- die Mittelungsdauer(n)
- der Messort oder die Messorte
- die Messzeit(en)
- das Rechenverfahren zur Ermittlung des Messergebnisses aus dem Messwert oder den Messwerten
- weitere Anweisungen zur Durchführung der Messung(en).

(3) Hat sich in Schritt 3 herausgestellt, dass die Exposition durch die Expositionsspitzen charakterisiert ist, so sind diese Spitzen entsprechend den Kurzzeitwertanforderungen zusätzlich zu erfassen. Hat sich gezeigt, dass hautresorptive Stoffe oder Stoffe mit kumulativer Wirkung zur Exposition beitragen, so wird empfohlen, Messungen biologischer Parameter (Biomonitoring) zur Überwachung der BAT-Werte durchzuführen.

4.3 Kontrollmessungen

(1) Die Kontrollmessungen sollen nach dem folgenden Kontrollmessplan (Bild 2) durchgeführt werden. Sie dienen der Kontrolle der Richtigkeit des Ergebnisses der Arbeitsbereichsanalyse und der Erkennung von Änderungen in der Exposition. Diese werden nach dem am Ende der Arbeitsbereichsanalyse festgelegten Messverfahren durchgeführt.

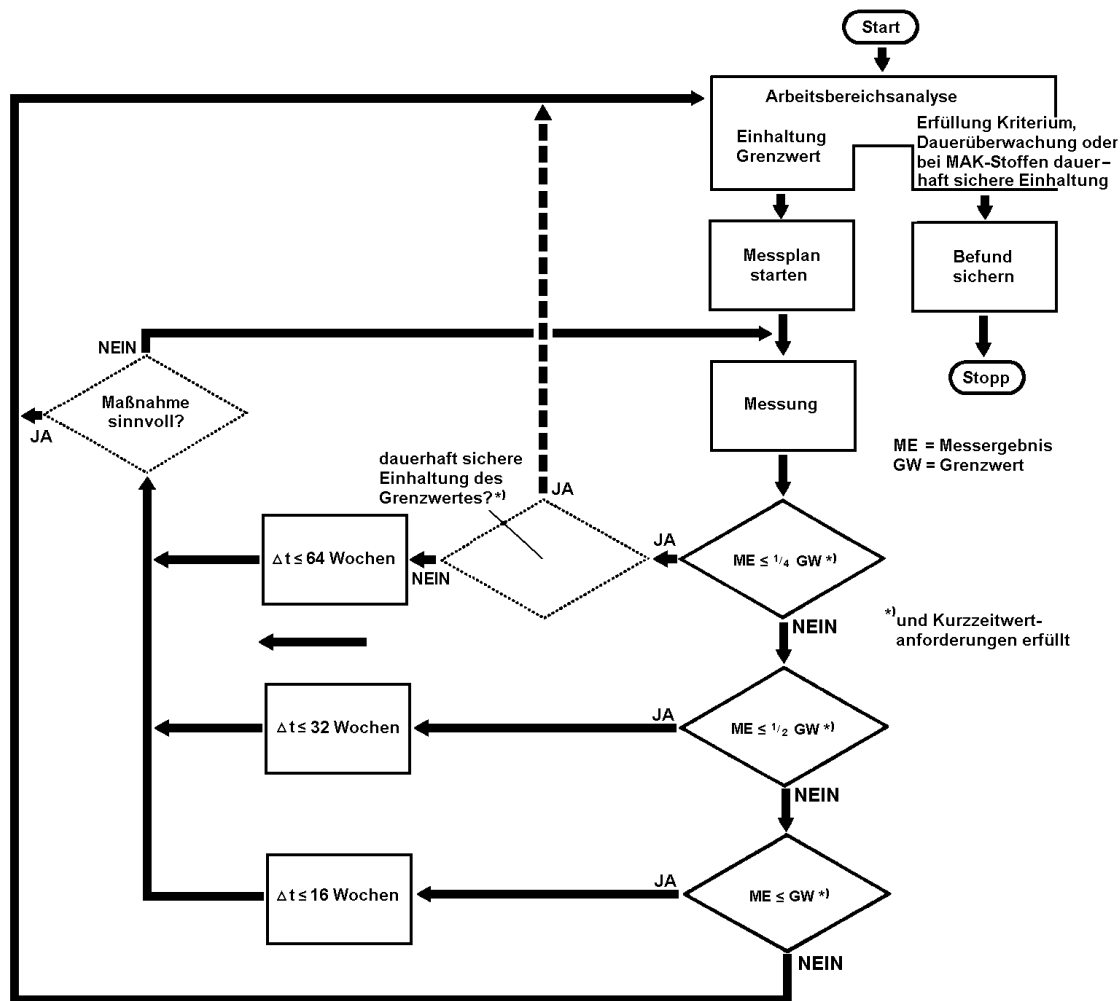


Bild 2: Kontrollmessplan

(2) Die erste Kontrollmessung muss direkt im Anschluss an die Arbeitsbereichsanalyse erfolgen. Jede weitere Messung ist innerhalb des zeitlichen Abstandes, der durch das Ergebnis der letzten Messung festgelegt ist, durchzuführen.

(3) Werden die Betriebsbedingungen so geändert, dass dies die Exposition wesentlich beeinflusst, so ist eine erneute Arbeitsbereichsanalyse erforderlich.

(4) Sind im Messverfahren Expositionsspitzenmessungen vorgesehen, so müssen diese die Kurzzeitwertanforderungen erfüllen.

(5) Das Messergebnis jeder Kontrollmessung bestimmt den maximalen zeitlichen Abstand zur nächsten Messung.

Dieser beträgt:

- 64 Wochen, wenn das Messergebnis nicht größer als ein Viertel des Grenzwertes ist,
- 32 Wochen, wenn das Messergebnis größer als ein Viertel aber nicht größer als die Hälfte des Grenzwertes ist,

- 16 Wochen, wenn das Messergebnis größer als die Hälfte des Grenzwertes aber nicht größer als der Grenzwert ist.
- (6) Die Kontrollmessungen sollen unter den betriebsüblichen Arbeitsbedingungen vorgenommen werden. Dies kann unter Umständen bedeuten, dass der Zeitplan in Absprache mit allen im Betrieb für den Arbeitsschutz verantwortlichen Stellen geändert werden muss.
- (7) Liegen Messergebnisse in der Nähe des Grenzwertes, so ist zu prüfen, ob expositionsmindernde Maßnahmen sinnvoll durchgeführt werden können.
- (8) Liegt das Messergebnis über dem Grenzwert oder ist eine Kurzzeitwertanforderung nicht erfüllt oder bestehen insbesondere beim Umgang mit hautresorptiven Stoffen oder Stoffen mit kumulativer Wirkung gesundheitliche Bedenken, so ist eine erneute Arbeitsbereichsanalyse notwendig. Innerhalb dieser sind Maßnahmen zur Herabsetzung der Exposition durchzuführen, bis die Grenzwerteinhaltung wiederhergestellt ist und/oder gesundheitliche Bedenken nicht mehr bestehen.

4.4 Protokollierung

- (1) Die Arbeitsbereichsanalyse und die Kontrollmessungen sind mit der Begründung für die Vorgehensweise im Arbeitsbereich zu protokollieren. Zur Protokollierung gehören die Angaben:
- Messstelle
 - Beschreibung des Arbeitsbereiches
 - Messverfahren
 - Messplan
 - Arbeitsbereichsbedingungen zur Zeit der Messung
 - Messergebnisse
 - Befund u. ggf. Maßnahmen.

Dies schließt ggf. eine ärztliche Beurteilung gem. § 31 Abs. 3 GefStoffV ein.

- (2) Das Protokoll ist Voraussetzung für die sachgerechte Durchführung späterer Kontrollmessungen und bildet die Grundlage für die Dokumentation.

5 Arbeitsplatzbeispiele und weitere Hinweise zur Anwendung der TRGS

5.1 Im folgenden werden einige typische Arbeitsplatzsituationen beschrieben und Hinweise darauf gegeben, wie die Technische Regel sinnvoll angewendet werden kann. Dies soll der Orientierung und Zuordnung des eigenen Arbeitsplatzes dienen.

5.2 (1) Für diejenigen Arbeitsplätze, bei denen die Exposition durch die Schichtmittelwerte typisch erfasst wird, an denen die Betriebszustände sich regelmäßig wiederholen und die Expositionsbedingungen sich langfristig wenig ändern, beschreibt der [Anhang 1](#) eine formale Vorgehensweise zur Beurteilung der Gefahrstoffsituation. Dies sind gleichzeitig auch die Arbeitsplätze, an denen diese TRGS ohne Einschränkungen und in vollem Umfang anwendbar ist.

(2) Beispiele dafür sind industrielle Massenfertigungen, Siebdruck, Tiefdruck, Chemische Reinigung, Gewerbliche Sterilisation, Qualitätskontrollen in Routinelabors oder chemische Großanlagen.

(3) Typisch für solche Arbeitsplätze ist, dass Tag für Tag, Monat für Monat die gleichen Tätigkeiten unter wiederkehrenden Bedingungen verrichtet werden. Alles, was Einfluss auf die Gefahrstoffbelastung der Beschäftigten hat, ändert sich über lange Zeit nur wenig. Arbeitsabläufe, eingesetzte Technologien, Prozessparameter (z.B. Druck, Temperatur), Art und Menge der eingesetzten Stoffe, Auslastung der Anlage und Umgebungsbedingungen (Lüftung, Klima) wiederholen sich in jeder Schicht und sind auch auf längere Zeit hin gleich.

5.3 (1) Es gibt häufig Arbeitsplätze in einer Arbeitsstätte, an denen täglich nur für kürzere Zeit bestimmte Tätigkeiten mit Gefahrstoffbelastung ausgeübt werden. In der restlichen Zeit werden andere Tätigkeiten (ohne Gefahrstoffbelastung) durchgeführt. Diese Art der Beschäftigung wiederholt sich täglich und ist auch über Monate hinweg unverändert.

(2) Beispiele dafür sind: die Kalt-Sterilisation im Krankenhaus, zeitlich begrenzte stationäre Schweißarbeiten und Probenahme.

(3) Alles, was in dem kürzeren Zeitraum Einfluss auf die Gefahrstoffbelastung des Beschäftigten hat, ändert sich insgesamt nur wenig. Arbeitsablauf, eingesetzte Technologie, Prozessparameter (z.B. Druck, Temperatur), Art und Menge der eingesetzten Stoffe, Auslastung und Umgebungsbedingungen (Lüftung, Klima) sind bei jeder "Charge" vergleichbar. Man kann in jeder Schicht deutlich unterscheiden zwischen den Zeitabschnitten während einer Charge, in denen eine Gefahrstoffbelastung auftritt (oder zu erwarten ist), und Zeiten, in denen eine Exposition gegenüber Gefahrstoffen mit Sicherheit nicht stattfindet. Hierbei kann es sich zum Beispiel um Tätigkeiten in anderen, unbelasteten Räumen handeln, um Büroarbeit oder um Vorbereitungsarbeiten ohne Verwendung von Gefahrstoffen oder ähnliches. Unbedingt zu berücksichtigen ist, ob Gefahrstoffe "mitgeschleppt" werden (Haut, Kleidung) können, und dass sich Konzentrationen bestimmter Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz manchmal nur sehr langsam abbauen.

(4) Die Arbeitsabläufe mit Gefahrstoffbelastung werden nach [Anhang 1](#) beurteilt, wenn die Voraussetzungen hierfür gegeben sind. In vielen Fällen reicht es aus, zu prüfen, ob die Kurzzeitwertbedingungen eingehalten sind. Anhand der Dauer der Phasen mit und ohne Gefahrstoffexposition wird der zeitgewichtete Schichtmittelwert errechnet, der über den Zeitpunkt der nächsten Kontrollmessung entscheidet.

(5) Auch bei Einhaltung des Grenzwertes kann es sinnvoll sein, gerade während der kurzen Zeiten mit hoher Exposition zusätzliche Schutzmaßnahmen vorzusehen. Oftmals kann der Beschäftigte seine Gefahrstoffbelastung durch die gezielte kurzzeitige Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung (PSA) noch erheblich verringern. PSA ist manchmal das einzig praktikable Mittel um die Belastung durch bestimmte Gefahrstoffe "unter Kontrolle zu halten", wenn diese vorhersehbar nur für eine so kurze Zeitspanne auftreten (z.B. beim Probenehmen), dass eine messtechnische Erfassung gar nicht möglich ist.

5.4 (1) Wenn an ortsfesten Arbeitsplätzen die Tätigkeiten mit Gefahrstoffexposition unregelmäßig oder nur gelegentlich anfallen, wird es schwierig, die einmal festgestellten Grenzwerteinhalten in einem Kontrollmessplan fortzuschreiben. An diesen Arbeitsplätzen wiederholen sich bestimmte Arbeitsverfahren oder Tätigkeiten mit vergleichbarer Gefahrstoffbelastung unregelmäßig, z.B. wöchentlich, monatlich oder noch seltener (gelegentliche Chargen). In der Zwischenzeit können andere oder vergleichbare Tätigkeiten aber mit nicht vergleichbarer Gefahrstoffbelastung liegen (Wechselchargen). Die Technologie, der Arbeitsablauf und die Umgebungsbedingungen (Lüftung, Klima) ändern sich wenig. Einzelne Prozessparameter des Arbeitsverfahrens wie z.B. Druck, Temperatur oder Art und Menge der verwendeten Materialien können unterschiedlich sein.

(2) Typisch für solche Arbeitsplätze sind Wechselchargen in der Pharmaproduktion oder Wartungsarbeiten an festinstallierten Anlagen.

(3) Die Grenzwerteinhalten wird für die verschiedenen Tätigkeiten und Arbeitsverfahren im Rahmen einer Arbeitsbereichsanalyse jeweils getrennt beurteilt. Bei Wechselchargen, wie sie z.B. in der chemischen oder in der pharmazeutischen Industrie üblich sind, empfiehlt es sich, im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse diejenigen Chargen festzulegen, bei denen die ungünstigsten Expositionsbedingungen vorliegen (worst-case, z.B. Einsatz von Stoffen mit der höchsten Gefährdungszahl). Der Einsatz des Biomonitoring kann hier hilfreiche Informationen liefern. Bei Kontrollmessungen kann man sich dann auf die Überwachung dieser Chargen beschränken.

(4) Bei langfristig vorhersehbarer Wiederholung einer Tätigkeit oder eines Arbeitsverfahrens werden Termine für die Kontrollmessung im Rahmen der zulässigen Fristen nach dieser TRGS festgelegt. Liegt der nächste Wiederholungstermin außerhalb der zulässigen Frist, ist die Kontrollmessung bei der nächsten Wiederholung erforderlich. Eine Kontrolle der Befunde sollte immer dann erfolgen, wenn das Verfahren mit den worst-case-Bedingungen eingesetzt wird. Es kann erforderlich sein, dass man solche Kontrollmessungen dann kurzfristig einplanen muss.

(5) Können Kontrollmessungen nicht unter den gleichen Bedingungen wie in der Arbeitsbereichsanalyse erhoben durchgeführt werden, müssen die erhaltenen Ergebnisse unter Berücksichtigung der Abweichungen beurteilt werden.

5.5 (1) Besondere Probleme wirft die Beurteilung der Gefahrstoffbelastung in Arbeitsbereichen auf, in denen sich die Tätigkeiten und der Stoffeinsatz laufend ändern.

(2) Dies ist oftmals in Handwerksbetrieben der Fall, bei nicht spezialisierten Wartungs-, Reparatur-, Fertigungs- und Montagearbeiten, in Kfz- oder Staplerwerkstätten, auf Bauhöfen, bei Serviceleistungen an Tankstellen (Ölwechsel u.a.), in Forschungslaboratorien, Tischlereien u.a.

(3) An solchen Arbeitsplätzen wiederholen sich bestimmte Arbeitsverfahren oder Tätigkeiten mit vergleichbarer Gefahrstoffbelastung unregelmäßig, z. B. täglich, wöchentlich, monatlich oder noch seltener. In der Zwischenzeit können andere oder vergleichbare Tätigkeiten jedoch mit unterschiedlicher Gefahrstoffbelastung liegen.

(4) Technologien, Arbeitsabläufe und Umgebungsbedingungen (Lüftung, Klima) ändern sich bei den jeweiligen Tätigkeiten selbst wenig. Einzelne Parameter des Arbeitsverfahrens, insbesondere Art und Menge der verwendeten Materialien, können jedoch unterschiedlich sein.

(5) Wenn in jedem Einzelfall die mit den verschiedenen Tätigkeiten verbundene Belastung ermittelt werden soll, führt dies zu einem - insbesondere für Klein- und Mittelbetriebe - oftmals nicht vertretbaren Aufwand.

(6) Da sich die Arbeitsverfahren und die eingesetzten Materialien innerhalb einer Branche meist von Betrieb zu Betrieb nicht wesentlich unterscheiden, sind betriebsübergreifende Erhebungen und Beurteilungen die Methode der Wahl. Die einzelnen Betriebe müssen dann sicherstellen, dass die vorgeschriebenen Bedingungen zur Gefahrstoffkontrolle eingehalten werden.

(7) Entsprechende Aktivitäten zur "betriebsübergreifenden" Beurteilung von Arbeitsverfahren gibt es bereits im Kfz-Handwerk¹⁰, in Wertstoffsortieranlagen¹¹, im Holzverarbeitenden Gewerbe¹² und bei Abfüllanlagen für organische Lösemittel¹³.

5.6 (1) Die in dieser TRGS beschriebene Vorgehensweise zur Erhebung der Arbeitsplatzverhältnisse, zur Feststellung der Grenzwerteinhaltung und zur Fortschreibung des Befundes stößt dort an Grenzen, wo Arbeiten an z.T. täglich mehrmals wechselnden Orten durchgeführt werden. Die Frage, ob Grenzwerte eingehalten werden, kann mit Hilfe von Arbeitsplatzmessungen eigentlich immer nur im Nachhinein beantwortet werden.

(2) Dies gilt für alle Arbeiten auf Baustellen (außer Altlasten), wie z. B. Maler, Fußbodenleger, Schwarzdeckenleger, nichtstationäre Montage- und Wartungsarbeiten (z. B. an Fotokopiergeräten).

(3) Die einzelnen Arbeitsschritte erfolgen in der Regel immer im gleichen Ablauf, während die Anzahl der Arbeitsvorgänge, die angewendeten Technologien und Materialien sowie der Arbeitsumfang unterschiedlich sein können. Zusätzlich variieren die Umgebungsbedingungen (Lüftung, Raumgröße, Arbeiten im Freien) erheblich.

(4) Hier müssen Arbeitsverfahren und die Verwendung von Materialien von vornherein so gestaltet werden, dass Grenzwertüberschreitungen gar nicht erst auftreten können. Dies kann geschehen durch entsprechende Arbeitsvorschriften (vgl. z.B. TRGS 617 zur Versiegelung von Holzböden, Grundierung usw.¹⁴), durch die Auswahl der eingesetzten Materialien (z. B. nach arbeitsschutzbezogenen Produkt-Codes) oder das Vorschreiben konkreter Schutzmaßnahmen.

(5) Alle diese Maßnahmen setzen voraus, dass die Belastungssituation bei der jeweiligen Tätigkeit vorher branchenbezogen ermittelt und beurteilt wurde. Bei der Anwendung der beschriebenen "sicheren Arbeitsverfahren" ist darauf zu achten, dass durch die fremde Umgebung (Vorbelastung usw.) keine zusätzlichen Gefährdungen verursacht werden.

(6) Beim Einsatz von betriebsfremden Personal, z.B. für Reinigungsarbeiten, hat der Auftraggeber (der Inhaber der Betriebsstätte) bei der Ermittlung und Beurteilung der Exposition mitzuwirken, da Betriebsfremde keinen Zugang zu den erforderlichen Daten haben.

5.7 (1) Es gibt Arbeitsplätze, an denen sich alles ändern kann, was Einfluss auf die Gefahrstoffbelastung hat. So ist z.B. bei der Altlastenerkundung und -sanierung, bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen, in Sonderabfallsammelstellen und beim Deponierückbau meist nicht bekannt, welche Gefahrstoffe wann in welcher Form auftreten. Eine feste Arbeitsstätte ist nicht vorhanden. Auch wenn die Art der Tätigkeit gleich bleibt, kann es durch (unvorhergesehenes) Auftreten verschiedener, z.T. nicht bekannter Gefahrstoffe zu stark wechselnden Belastungen kommen.

(2) Aus diesem Grund ist eine Gefahrstoffbelastung höchstens im Nachhinein feststellbar. Der Einsatz des Biomonitoring kann hier hilfreiche Informationen liefern. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen müssen hier vorab aufgrund des denkbar schlechtesten Falles (worst-case) geplant werden. Dies kann bedeuten, dass der Einsatz persönlicher Schutzausrüstung bis hin zum Vollschutz erforderlich wird, dass mit geschützten Maschinen gearbeitet werden muss (z.B. Fahrzeuge mit fremdbelüfteten Kabinen) oder dass durch Alarmierung entsprechende Schutzstufen ausgelöst werden. In der Regel erweist sich die Beurteilung im Einzelfall als nicht angemessen und zu aufwendig.

(3) Besonders hilfreich ist die Entwicklung geeigneter Arbeitsverfahren und Verhaltensweisen, wie sie z.B. für die Asbestsanierung, die Deponiesanierung, das Arbeiten in kontaminierten Bereichen und die Sonderabfallsammelstellen entwickelt worden sind. Die Entwicklung solcher Handlungsanleitungen (TRGS, ZH-Vorschriften) setzt branchenweite Aktivitäten voraus.

5.8 (1) Außenarbeiten entziehen sich in der Regel einer Beurteilung nach dieser TRGS. Im Steinbruch, in der Land- und Forstwirtschaft, im Gartenbau, beim Straßenbau, auf Kokereien und Freianlagen der chemischen Industrie, beim Laden und Löschen von Tankschiffen, bei Dachdeckerarbeiten und bei der Fassadenbeschichtung werden gleichbleibende Tätigkeiten im Freien durchgeführt. Ist der Arbeitsplatz nicht umhaust, werden die Tätigkeiten bei "Wind und Wetter" (auf dem Betriebsgelände) im Freien ausgeführt. Arbeitsschritte, Technologien und Materialien ändern sich kaum.

(2) Da im Freien Windrichtung und -stärke ständig wechseln, sind Expositionsmessungen nach dieser TRGS und Kontrollmessungen zur Beurteilung der Belastungssituation nur in wenigen Fällen sinnvoll. Einen Hinweis über die Belastung im ungünstigsten Fall können Messungen in der Nähe der Emissionsquelle ergeben. Bei Tätigkeiten im Freien gelingt es den Beschäftigten in aller Regel nicht, stets "mit dem Rücken zum Wind" zu arbeiten. Schutzmaßnahmen müssen sich deshalb aus den ungünstigsten Verhältnissen ableiten.

5.9 (1) An Arbeitsplätzen unter Tage, beispielsweise Ladearbeiten in der Kali- oder Steinsalzgewinnung, Arbeiten im Streb- und Streckenbereich der Steinkohle, Bohrarbeiten, Streckenvortriebsarbeiten, Wartungs- und Reparaturarbeiten außerhalb der Werkstätten, Arbeiten zur Grubensicherung werden gleiche oder ähnliche Tätigkeiten unter täglich wechselnden, jedoch immer genau bekannten Umgebungsbedingungen (Wettertechnik) durchgeführt. Gefährliche Stoffe unterliegen einem allgemeinen bergbehördlichen Zulassungsverfahren. Freigesetzte Gefahrstoffe belasten unter Umständen auch wettertechnisch nachgeschaltete Grubenbereiche.

(2) Messungen im Rahmen von Arbeitsbereichsanalyse und Kontrollmessplan sind nicht sinnvoll. In der Regel ist es möglich, aufgrund stoffspezifischer und verfahrensspezifischer Daten (z.B. Emissionsraten, Wetterdaten) sowie der Randparameter des Zulassungsverfahrens (z.B. Mengenbeschränkungen) zuverlässige Berechnungen über die Expositionskonzentrationen durchzuführen.

(3) Die mit der Durchführung von Kontrollmessungen beabsichtigte Garantie der dauerhaft sicheren Einhaltung der Grenzwerte ist durch technische (z.B. Wettertechnik) oder organisatorische (z.B. Mengenbegrenzung) Maßnahmen zu gewährleisten.

Anhänge 1- 3

(Hinweis: Anhang 1 und Anhang 2 (BArbBl. Heft 10/1988 S. 40-41 und Anhang 3 (BArbBl. Heft 9/1993 S. 77-78) gelten weiter.)

Anhang 1 zu TRGS 402

Verfahren zur Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen aufgrund von Messungen im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402

1 Vorbemerkung

1.1 Die TRGS 402 sieht für die Durchführung der Arbeitsbereichsanalyse, insbesondere für die Feststellung der Grenzwerteinhaltung, keinen formalen Entscheidungsweg vor. Vielmehr ist die Möglichkeit gegeben, in jedem Einzelfall die Regel im Sinne der Zielvorgabe - Feststellen bzw. Herbeiführen der Grenzwerteinhaltung - auszulegen und anzuwenden.

1.2 Es wird empfohlen, die verschiedenen Möglichkeiten bei der Vorgehensweise - z. B. worst-case-Betrachtungen, Modellrechnungen, evtl. unterstützt durch Emissionsmessungen, Heranziehung von Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen und Tätigkeiten - auszuschöpfen. Es gibt Fälle, in denen man vorzieht, für die Beurteilung der Exposition ein mehr formales Verfahren einzusetzen. Für welche Vorgehensweise man sich entscheidet, hängt wesentlich von den im Arbeitsbereich vorherrschenden Bedingungen ab. Daher ist das hier beschriebene Verfahren als eine Empfehlung zu verstehen, wie man vorgehen kann, wenn die entsprechenden Randbedingungen erfüllt sind.

1.3 Das für den Befund herangezogene Wissen kann sich immer nur auf den derzeitigen oder früheren Zustand im betrachteten Arbeitsbereich oder in vergleichbaren Arbeitsbereichen beziehen. Die Arbeitsbereichsanalyse zielt aber ebenso auf den zukünftigen Zustand. Insofern haftet dem Befund notwendig eine Unsicherheit an, die umso größer ist, je

- näher die Exposition am Grenzwert liegt
- größer die Mengen und Drücke und je höher die Temperaturen der Gefahrstoffe sind, mit denen umgegangen wird
- weiter der Befund für die Zukunft Gültigkeit beansprucht.

1.4 Bei der Anwendung eines formalen Verfahrens zur Beurteilung wird die Sorgfalt bei der Prüfung der Bedingungen, an welche seine Anwendung gebunden ist, um so wichtiger, je geringer der Messaufwand gehalten wird. Im Zweifelsfall empfiehlt es sich,

- den Erfassungsaufwand in der Arbeitsbereichsanalyse zu vergrößern
- regelmäßige Maßnahmen zur Sicherung der Einhaltung der Vorbedingungen für das Beurteilungsverfahren festzulegen
- den Befund durch zusätzliches gezieltes Messen zu erhärten
- durch technische Maßnahmen die Exposition zu senken.

2 Voraussetzungen für die Anwendung des Verfahrens zur Prüfung

2.1 (1) Die Exposition wird durch die Schichtmittelwerte typisch erfasst. Die während der Schicht auftretenden systematischen Spitzenexpositionen erfüllen die Kurzzeitwertanforderungen. Ist ein Messergebnis größer als der Grenzwert, so ist dieser nicht eingehalten.

(2) Die Betriebszustände im Arbeitsbereich wiederholen sich regelmäßig. Es handelt sich hierbei um anlagen- und verfahrensspezifische Faktoren, die zu einer Emission führen können, z.B. die zum Einsatz kommenden Stoffmengen, die Prozessbedingungen (Temperatur, Druck), sowie Luftwechselraten in geschlossenen Räumen oder Wirksamkeit von Absaugungs- und Lüftungsmaßnahmen.

(3) Die Expositionsbedingungen ändern sich langfristig wenig. Das bedeutet, dass die Art und Weise, wie eine Tätigkeit durchgeführt wird und die Häufigkeit eines bestimmten Arbeitsvorganges während einer Schicht sich von Schicht zu Schicht wenig ändern.

(4) Bei deutlich zu unterscheidenden Betriebszuständen werden die unterschiedlichen Betriebszustände unabhängig voneinander beurteilt.

3 Beurteilung der Messergebnisse

3.1 (1) Das Messergebnis C ist durch den Grenzwert GW (MAK- oder TRK-Wert) zu dividieren

$$I = \frac{C}{GW}$$

Für Messergebnisse "kleiner Nachweisgrenze" ist hier die halbe Nachweisgrenze einzusetzen. I ist der Stoffindex. Bei Gemischen ist gemäß TRGS 403 der Bewertungsindex zu nehmen.

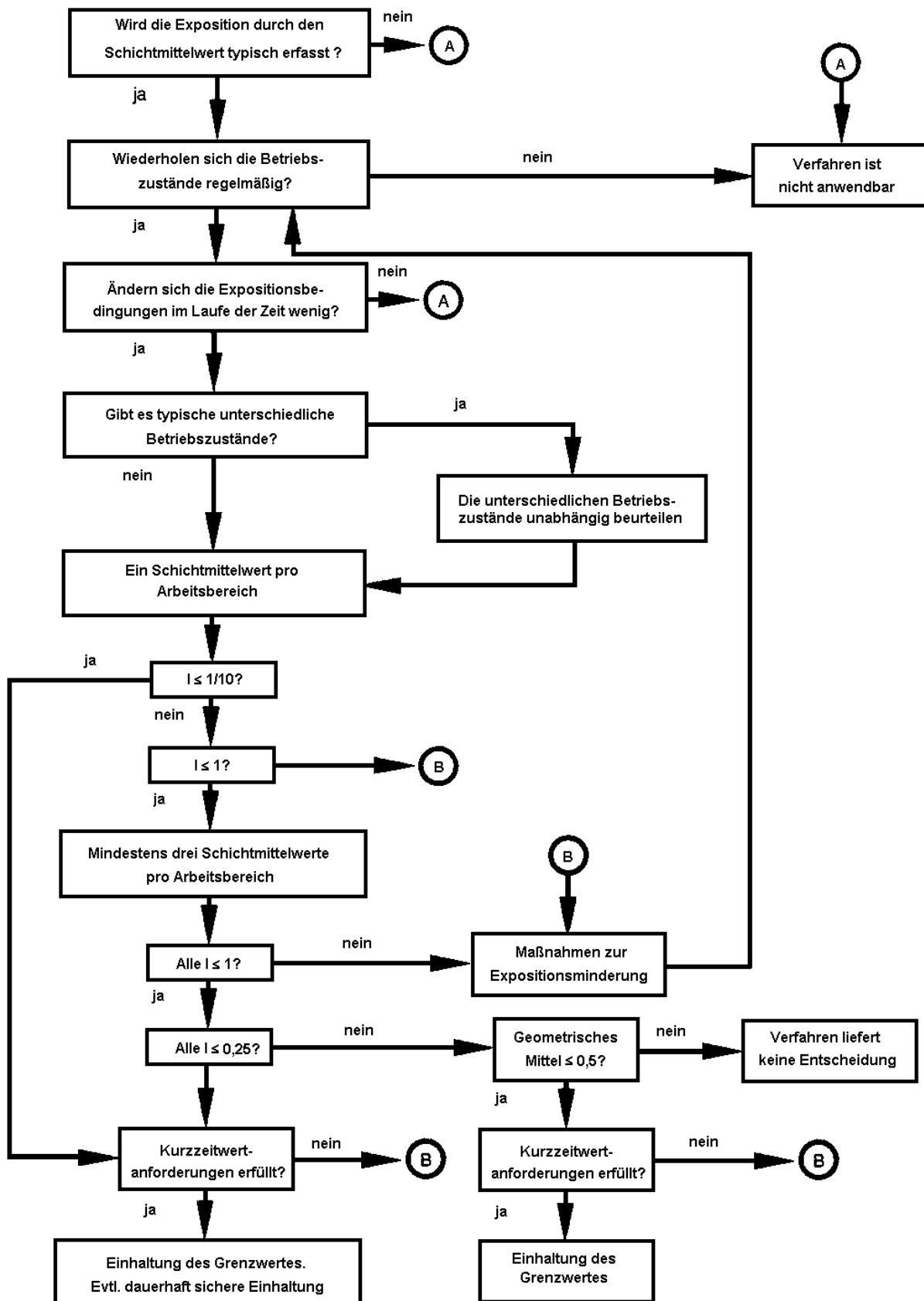
(2) Liegt ein Messergebnis vor und ist $I \leq 1/10$, so gilt der Grenzwert als eingehalten. Wenn darüber hinaus begründet wird, dass verfahrensbedingt sicher ist, dass auch in Zukunft der Grenzwert nicht überschritten wird, gilt der Grenzwert als dauerhaft sicher eingehalten.

(3) Liegen Messergebnisse für mindestens drei verschiedene Schichten vor und sind alle Indices $\leq 1/4$, so gilt der Grenzwert als eingehalten. Wenn darüber hinaus begründet wird, dass verfahrensbedingt sicher ist, dass auch in Zukunft der Grenzwert nicht überschritten wird, gilt der Grenzwert als dauerhaft sicher eingehalten.

(4) Liegen Messergebnisse für mindestens drei verschiedene Schichten vor und sind alle Indices ≤ 1 und ist der geometrische Mittelwert $(I_1 \cdot I_2 \dots \cdot I_n)^{1/n} \leq 1/2$, so gilt der Grenzwert als eingehalten.

(5) Liegt ein Index > 1 , sind Maßnahmen zur Expositionsminderung erforderlich.

(6) In all denjenigen Fällen, die nicht unter (2) bis (5) fallen, liefert das Verfahren keine Entscheidung.



3.2 Treffen die unter (2), (3) oder (4) genannten Bedingungen zu, so ist damit die Arbeitsbereichsanalyse abgeschlossen. Die letzte Schichtmessung kann dann gleichzeitig als erste Kontrollmessung verwendet werden, deren Messergebnis den maximalen zeitlichen Abstand bis zur nächsten Kontrollmessung bestimmt (vgl. TRGS 402, Abschnitt 4.3).

3.3 Kontrollmessungen sind dann nicht erforderlich, wenn es sich um Stoffe mit MAK-Werten handelt und wenn nach (2) oder (3) die dauerhaft sichere Einhaltung des Grenzwertes gegeben ist (vgl. TRGS 402, Abschnitt 4.2.4, Absatz 6).

Anhang 2 zu TRGS 402

Verfahren zur Überwachung der dauerhaft sicheren Einhaltung von MAK- oder TRK-Werten mit Hilfe kontinuierlich messender Messeinrichtungen (Dauerüberwachung)

1 Vorbemerkung

1.1 Die TRGS 402 sieht für die dauerhaft sichere Einhaltung von Grenzwerten als eine Möglichkeit die Dauerüberwachung vor, wenn durch Alarmierung und dadurch ausgelöste Maßnahmen sichergestellt ist, dass kein Schichtmittelwert den Grenzwert übersteigt.

1.2 Die Dauerüberwachung wird mit in der Regel ortsfesten Messeinrichtungen erreicht, die kontinuierlich oder quasikontinuierlich die Konzentration des Gefahrstoffes in der Luft im Arbeitsbereich erfassen. Häufig wird dazu die Luft an mehreren Orten im Arbeitsbereich angesaugt und entweder vermischt oder nacheinander dem Analysengerät zugeführt. Aus den so gemessenen Konzentrationswerten ist die Exposition im Arbeitsbereich zu ermitteln. Dies kann durch Vergleichsmessungen an der Person oder geeignete Auswahl der Probenahmeorte geschehen. Die sich daraus ergebenden Rechenoperationen, um den für den Vergleich mit dem Grenzwert benötigten Schichtmittelwert zu berechnen, werden in der Regel automatisch erfolgen.

1.3 Das hier beschriebene Verfahren dient der Überwachung der dauerhaft sicheren Einhaltung eines Grenzwertes. Die Sicherung der Einhaltung des Grenzwertes wird dadurch erreicht, dass die Messeinrichtung durch einen Voralarm so früh Maßnahmen zur Herabsetzung der Konzentration auslöst, dass die Überschreitung des Grenzwertes durch den Schichtmittelwert sicher verhindert werden kann. Sind diese Maßnahmen nicht wirksam, entweder indem die Konzentration weiter steigt oder der Voralarm zu lange ansteht, so wird ein Hauptalarm ausgelöst, bei dem der Arbeitsbereich verlassen werden muss. Der Arbeitsbereich darf von den Arbeitnehmern dieser Schicht dann nicht mehr betreten werden, es sei denn zur Behebung der Störung unter Atemschutz (vgl. GefahrstoffV § 19 Abs. 4), wenn der Hauptalarm durch Überschreiten der maximal zulässigen Überschreitungsdauer $t_{\max}$ ausgelöst wurde.

2 Voraussetzungen für die Anwendung des Verfahrens

2.1 (1) Die Messeinrichtung zur Dauerüberwachung muss einen Zähler enthalten, mit dem die Überschreitungszeit einer vorgegebenen Konzentration gemessen werden kann.

(2) An die Messeinrichtung muss eine Alarmvorrichtung für Vor- und Hauptalarm angeschlossen sein, die von der Messeinrichtung ausgelöst wird.

- (3) Die durch Voralarm und Hauptalarm ausgelösten Maßnahmen müssen in der Betriebsanweisung festgelegt sein.
- (4) Der Langzeitmittelwert, z. B. Jahresmittelwert, der Exposition im Arbeitsbereich muss als Vorwissen vorliegen.

2.2 Das Wissen um den Langzeitmittelwert vereinfacht das Alarmierungsverfahren. Um aber auch ohne dieses Vorwissen auskommen zu können, ist in der Anlage zu diesem Anhang eine allgemeine Formel für ein solches Verfahren angegeben, aus dem ein für den Einzelfall geeignetes spezielles Verfahren entwickelt werden kann.

3 Festlegung von Voralarm und Hauptalarm

- 3.1** (1) Die Voralarmkonzentration (VA) ist der Wert der TRK oder MAK.
- (2) Die Hauptalarmkonzentration (HA) ist frei wählbar. Dabei sind gegebenenfalls die Kurzzeitwertbedingungen zu berücksichtigen. Außerdem ist zu beachten, dass, je weiter der Hauptalarm über der TRK bzw. MAK liegt, desto kürzer die zulässige Überschreitung der Voralarmkonzentration wird.
- (3) Die maximal zulässige Überschreitungsdauer der Voralarmkonzentration $t_{\max}$ berechnet sich aus

$$t_{\max} = \frac{SL (VA-J)}{HA-J}$$

mit der Schichtlänge SL und dem Langzeitmittelwert J.

$t_{\max}$ hat die Dimension von SL. Bei Überschreitung von $t_{\max}$ ist automatisch Hauptalarm auszulösen.

Anlage zu Anhang 2 zu TRGS 402

Ableitung der Formel für $t_{\max}$

Werden während einer Schicht N Messwerte ermittelt, so lassen sich diese aufteilen in solche, bei denen der VA überschritten ist (N^+), und solche, bei denen der VA unterschritten ist (N^-). Es gilt dann

$$N = N^+ + N^-$$

Entsprechend lassen sich die Messwerte C_i ($i = 1 \dots N$) aufteilen in solche $C_i > VA$ und solche $C_i < VA$. Der Schichtmittelwert C errechnet sich dann zu

$$C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^{N^+} C_i^+ + \sum_{i=1}^{N^-} C_i^- \right)$$

Weiter lässt sich ein mittlerer Überschreitungswert

$$C = \frac{1}{N^+} \sum_{i=1}^{N^+} C_i^+$$

und ein mittlerer Unterschreitungswert

$$C = \frac{1}{N^-} \sum_{i=1}^{N^-} C_i^-$$

berechnen. Damit gilt dann

$$C = \frac{1}{N} (N^+ C^+ + N^- C^-)$$

Fordert man nun, dass $C < VA$ ist und ersetzt N^- durch $N^- = N - N^+$, so ergibt sich

$$\frac{N^+}{N} < \frac{VA - C^-}{C^+ - C^-}$$

Das bedeutet, der relative Anteil an Überschreitungen muss kleiner sein als der Quotient aus der Differenz von Voralarm und mittlerem Unterschreitungswert zu der Differenz aus mittlerem Überschreitungs- und Unterschreitungswert. Der zulässige Anteil N^+ hängt also von den mittleren Über- und Unterschreitungswerten ab. Für diese können über Vorwissen Ersatzwerte eingesetzt werden. In dem angegebenen Verfahren ist ersetzt worden

$$C^- \rightarrow J \text{ und } C^+ \rightarrow HA,$$

welches eine Ersetzung zur sicheren Seite darstellt. Außerdem ist die Anzahl Messwerte durch die zugehörige Schichtlänge ersetzt worden, was zu einer maximal zulässigen Überschreitungsdauer anstelle einer Anzahl maximal zulässiger Überschreitungswerte führt.

Anhang 3 zu TRGS 402

Verfahren für den Ausstieg aus Kontrollmessungen bei Stoffen mit TRK-Wert

1 Vorbemerkungen

(1) Die TRGS 402 sieht im Anschluss an die Arbeitsbereichsanalyse eine regelmäßige Überprüfung der Exposition durch Kontrollmessungen nach einem festgelegten Kontrollmessplan vor (Nummer 4.3 TRGS 402). Die regelmäßige messtechnische Überwachung kann durch Erfüllung von verfahrens- und stoffspezifischen Kriterien ersetzt werden. Bei Stoffen mit MAK-Wert können auch dann regelmäßige Kontrollmessungen entfallen, wenn der MAK-Wert dauerhaft sicher eingehalten ist. Für Stoffe mit TRK-Wert kann auf Kontroll-Messungen verzichtet werden, wenn die unter Nummer 2 aufgeführten Voraussetzungen gewährleistet sind.

(2) Im begründeten Einzelfall können die Aufsichtsbehörden den Ausstieg aus den Kontroll-Messungen untersagen. Entsprechende Empfehlungen werden vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) erarbeitet.

2 Voraussetzungen für den Ausstieg aus Kontrollmessungen bei Stoffen mit TRK-Wert

(1) Unter nachstehenden Voraussetzungen kann auf die Durchführung von Kontrollmessungen verzichtet werden:

- Die Arbeitsbereichsanalyse hat "dauerhaft sichere Einhaltung" des TRK-Wertes ergeben

und

- die Ergebnisse von drei aufeinander folgenden, in einem Abstand von mindestens 16 Wochen durchgeführten Kontrollmessungen liegen jeweils unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze eines nach ZH 1/120 anerkannten Messverfahrens. Sind für einen Gefahrstoff mehrere Messverfahren anerkannt (z.B. Asbest), so bezieht sich die Aussage nach Satz 1 auf das Messverfahren mit der niedrigsten Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze, oder die Ergebnisse von drei aufeinander folgenden, in einem Abstand von mindestens 16 Wochen durchgeführten Kontrollmessungen liegen, auch unter Berücksichtigung der TRGS 403, jeweils $< 1/10$ TRK bzw. ITRK.

(2) Davon unbeschadet ist die Anwendung von verfahrens- und stoffspezifischen Kriterien (VSK).

(3) Werden die Messergebnisse dieser Kontrollmessungen durch Umrechnung einer verkürzten Exposition auf die Schichtlänge erreicht, so ist sicherzustellen, dass sich die Dauer der Exposition nicht ändert.

- (4) Für Expositionsspitzen gilt, dass sie zu keinem Zeitpunkt den 2-fachen TRK-Wert übersteigen. Eine Überprüfung kann durch den 15-Minuten-Mittelwert erfolgen. Die Häufigkeit eines solchen Ereignisses ist verfahrensbedingt auf 1mal pro Schicht begrenzt.
- (5) Die Arbeitsplatzbeurteilung ist im Abstand von maximal 64 Wochen fortzuschreiben. Dabei sind insbesondere zu überprüfen:
- die Gefahrstoffliste
 - die Möglichkeit des Einsatzes von Ersatzstoffen/-verfahren unter Einbezug des Standes der Technik
 - die Veränderungen der Regelwerke, Grenzwerte und Analysenverfahren
 - die Arbeitsplatzbeschreibung.
- (6) Veränderungen in der Arbeitsplatzbeurteilung erfordern eine neue Arbeitsbereichsanalyse.
- (7) Die Funktion emissionsmindernder Einrichtungen und technischer Schutzvorrichtungen ist zu überprüfen und in der Arbeitsplatzbeurteilung zu dokumentieren.
- (8) Zur Beurteilung der Exposition von Beschäftigten ist im Falle des Ausstiegs aus dem Kontrollmessplan der Mittelwert der letzten drei Kontrollmessungen zu verwenden. Dieser Wert ist nach § 18 Abs. 3 GefStoffV zu dokumentieren.
- (9) Die Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen sind mit einzubeziehen.
- (10) Das Ergebnis der Arbeitsplatzbeurteilung ist schriftlich festzuhalten und 60 Jahre lang aufzubewahren.

-
- ¹ TRGS 420 "Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien für die dauerhaft sichere Einhaltung von Luftgrenzwerten (VSK) Ausgabe Sept. 1993 (BArbBl. Heft 6/1993 S. 63-65) zuletzt geändert BArbBl. Heft 9/1996 S. 67
- ² TRGS 900 "Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz" Ausgabe Okt. 1996 (BArbBl. Heft 10/1996 S. 57-63) zuletzt geändert BArbBl. Heft 11/1997 S.
- ³ TRGS 903 "Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte -BAT-Werte" Ausgabe Juni 1994 (BArbBl. Heft 6/1994 S. 53-56) zuletzt geändert BArbBl. Heft 11/1997 S.
- ⁴ TRGS 101 "Begriffsbestimmungen" Ausgabe Juli 1995 (BArbBl. Heft 7-8/1995 S.53) zuletzt geändert BArbBl. Heft 11/1996 S. 64
- ⁵ TRGS 403 "Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz" Ausgabe Okt. 1989 (BArbBl. Heft 10/1989 S. 71-72)
- ⁶ TRGS 901 "Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz" Teil II lfd. Nr. 72 Teil 2 Ausgabe April 1997 (BArbBl. Heft 4/1997 S. 45)
- ⁷ Siehe auch DIN/EN 482 "Arbeitsplatzatmosphäre: Allgemeine Anforderungen an Verfahren zur Messung von chemischen Arbeitsstoffen", zu beziehen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin.

-
- ⁸ TRGS 440 "Ermitteln und Beurteilen von Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Vorgehensweise (-Ermittlungspflichten-) Ausgabe Okt. 1996 (BArbBl. Heft 10/1996 S. 88-96))
- ⁹ Siehe auch DIN/EN 689 "Arbeitsplatzatmosphäre: Anleitung zur Ermittlung der inhalativen Exposition gegenüber chemischen Stoffen zum Vergleich mit Grenzwerten und Messstrategie", zu beziehen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin.
- ¹⁰ Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin - Gefährliche Arbeitsstoffe - GA 50 "Stoffbelastungen im KFZ-Gewerbe" Dortmund, Berlin 1997
- ¹¹ LV 1 "Leitlinien des Arbeitsschutzes in Wertstoffsortieranlagen" Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), Juli 1995
- ¹² LV 3 "Musterleitfaden zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung und der TRGS 553 "Holzstaub" zum Schutz vor den Gefahren durch Holzstaub" Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), Febr. 1996
- ¹³ TRGS 420 Anhang, lfd. Nr. I "Verfahrens- und stoffspezifisches Kriterium zur dauerhaft sicheren Einhaltung von Luftgrenzwerten (VSK) für die Abfüllung von organischen Flüssigkeiten in Gebinde bis 250 l Inhalt" BArbBl. Ausgabe Sept. 1993 (BArbBl. Heft 9/1993 S. 64-65)
- ¹⁴ TRGS 617 "Ersatzstoffe und Ersatzverfahren für stark lösemittelhaltige Oberflächenbehandlungsmittel für Parkett und andere Holzfußböden" Ausgabe Sept. 1993 (BArbBl. Heft 9/1993 S.61-63)