

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/06a2367b-4cb1-3ced-a2df-b09325eb91c3>

Bibliografie

Titel	Technische Regeln für Gefahrstoffe Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition TRGS 402
Amtliche Abkürzung	TRGS 402
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	keine FN

Abschnitt 5 TRGS 402 - Beurteilung der Exposition und der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen

5.1 Beurteilungsmaßstäbe der inhalativen Exposition

(1) Beurteilungsmaßstäbe sind bei der Beurteilung der inhalativen Exposition an Arbeitsplätzen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung und zur Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen heranzuziehen. Es gibt die folgenden verbindlichen Beurteilungsmaßstäbe:

1. Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) gemäß TRGS 900 "Arbeitsplatzgrenzwerte",
2. Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen für krebserzeugende Gefahrstoffe im Rahmen des risikobasierten Maßnahmenkonzepts nach TRGS 910 "Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen", die aus Exposition-Risiko-Beziehungen (ERB) abgeleitet wurden,
3. Beurteilungsmaßstäbe aus stoffspezifischen TRGS.

(2) Stehen keine verbindlichen Beurteilungsmaßstäbe zur Verfügung, können folgende Beurteilungsmaßstäbe zur Bewertung der Exposition herangezogen werden:

1. Grenzwertvorschläge der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe ("MAK-Kommission") bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) [2],
2. Grenzwerte für chemische Belastungen am Arbeitsplatz anderer Länder oder anderer wissenschaftlicher Expertenkommissionen. Eine Zusammenstellung internationaler Grenzwerte enthält z. B. die Datenbank "GESTIS-Internationale Grenzwerte für chemische Substanzen" des IFA, [3],
3. "Derived no effect level" (DNEL) nach der REACH-Verordnung [4],
4. firmeninterne oder branchenweite Beurteilungswerte, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgelegt wurden (z. B. nach dem Konzept zur Ableitung von Arbeitsplatzgrenzwerten gemäß BekGS 901 "Kriterien zur Ableitung von Arbeitsplatzgrenzwerten").

5.2

Beurteilungszeiträume

5.2.1

Schichtmittelwerte

(1) Beurteilungsmaßstäbe nach Abschnitt 5.1 sind in der Regel für einen Beurteilungszeitraum von 8 Stunden als Schichtmittelwerte definiert. Dies soll die Dauer einer Arbeitsschicht widerspiegeln.

(2) Bei einer Mittelungsdauer von 8 Stunden entspricht das Messergebnis dem Schichtmittelwert.

(3) Bei einer von der Schichtlänge abweichenden Mittelungsdauer gilt folgendes (siehe auch [Anhang 2](#) Abschnitt 4.3):

1. Bei gleichförmiger Exposition über die gesamte Schicht kann der während eines bestimmten Teils der Schicht erhaltene Messwert dem Schichtmittelwert gleichgesetzt werden. Dies gilt auch, wenn der gewählte Zeitraum die Exposition während der Schicht repräsentativ beschreibt. Die Mittelungsdauer muss mindestens zwei Stunden betragen und kann sich aus mehreren einzelnen Messungen zusammensetzen.
2. Wenn während einer Schicht mehrere voneinander unterscheidbare Expositionszeiträume vorkommen können, sind für diese Zeiträume jeweils einzeln die Gefahrstoff-Konzentrationen zu ermitteln. Aus den einzelnen Messwerten wird unter Berücksichtigung der Expositionsauern der Schichtmittelwert als zeitlich gewichteter arithmetischer Mittelwert berechnet:

$$\text{Schichtmittelwert } \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \sum_i \left(\text{Messwert}_i \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] \times \frac{\text{Expositionsdauer}_i \text{ [min]}}{480 \text{ min}} \right)$$

Wenn während eines oder mehrerer dieser Expositionszeiträume keine Gefahrstoffexposition vorliegt, gehen diese mit der Konzentration "Null" in die Berechnung ein (verkürzte Exposition).

(4) Wenn die Schichtlänge von 8 h abweicht (z. B. bei abweichenden Arbeitszeitregelungen), ist die maximal mögliche Schichtdauer zur Beurteilung heranzuziehen. Der Messwert für diese Schichtlänge ist auf eine achtstündige Exposition (Schichtmittelwert) umzurechnen:

$$\text{Schichtmittelwert } \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \text{Messwert } \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] \times \frac{\text{tatsächliche Schichtlänge [min]}}{480 \text{ [min]}}$$

5.2.2

Kurzzeitwerte

(1) Kurzzeitwerte (KZW) beziehen sich in der Regel auf einen Beurteilungszeitraum von 15 Minuten. Sie werden als Überschreitungsfaktor angegeben, der zur Berechnung der Kurzzeitwertkonzentration mit dem Beurteilungsmaßstab zu multiplizieren ist. Bei der Erhebung des Befundes sind zusätzlich die Dauer und der zeitliche Abstand zwischen den Expositionsspitzen innerhalb der Schicht zu berücksichtigen.

(2) Bei lokal wirksamen oder atemwegssensibilisierenden Stoffen (Kurzzeitwertkategorie I) ist ein Beurteilungszeitraum von 15 min festgelegt.

(3) Bei resorptiv wirksamen Stoffen (Kurzzeitwertkategorie II) sind auch längere Überschreitungsdauern zulässig. In diesen Fällen ist die Höhe der maximal zulässigen Konzentration in Abhängigkeit von der tatsächlichen Überschreitungsdauer zu berechnen:

$$\text{maximal zulässige Konzentration } \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] = \text{KZW } \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right] \times \frac{15 \text{ [min]}}{\text{Überschreitungsdauer [min]}}$$

(4) Für Stoffe ohne Kurzzeitwert dürfen Expositionen den Zahlenwert des Beurteilungsmaßstabes höchstens um den Faktor 8 übersteigen.

(5) Für krebserzeugende Stoffe ergänzen Kurzzeitwerte die Schichtmittelwerte, indem sie Konzentrationsschwankungen oberhalb

1. der Toleranzkonzentration oder
2. eines Beurteilungsmaßstabes aus einer stoffspezifischen TRGS

nach oben hin sowie in ihrer Dauer begrenzen. Für die Akzeptanzkonzentration sind keine Kurzzeitwerte festgelegt.

(6) Für krebserzeugende Stoffe mit Toleranzkonzentration oder Beurteilungsmaßstäben aus stoffspezifischen Technischen Regeln wird standardmäßig ein Überschreitungsfaktor von 8 für einen Beurteilungszeitraum von 15 Minuten festgelegt; stoffspezifisch sind Überschreitungsfaktoren kleiner 8 möglich. Ein Mindestzeitraum zwischen den einzelnen Kurzzeitwertphasen wird nicht festgelegt.

5.2.3

Momentanwerte

Momentanwerte (Angabe =X= in TRGS 900) dürfen zu keinem Zeitpunkt überschritten werden. Aus messtechnischen Gründen soll jedoch der Beurteilungszeitraum nicht unter einer Minute liegen.

5.3

Bewertung der inhalativen Exposition

5.3.1

Bewertung von Einzelstoffen

(1) Zur Vergleichbarkeit von Ermittlungsergebnissen wird aus dem Schichtmittelwert der Stoffindex I berechnet.

$$I = \frac{\text{Schichtmittelwert} \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right]}{\text{Beurteilungsmaßstab} \left[\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \right]}$$

(2) Bei Messergebnissen unterhalb der Bestimmungsgrenze des Messverfahrens wird der Stoffindex mit der Bestimmungsgrenze berechnet. Der Stoffindex wird dann mit "≤" gekennzeichnet.

(3) Für Kurzzeitwerte wird kein Stoffindex berechnet.

(4) Kann ein Gefahrstoff nicht spezifisch bestimmt werden, ist das aus dem unspezifischen Messverfahren resultierende Messergebnis für die Berechnung des Stoffindex heranzuziehen. Kommen mehrere Beurteilungsmaßstäbe in Frage, ist für die Bewertung nur der größte Stoffindex zu berücksichtigen (z. B. Calciumoxid und Calciumdihydroxid).

(5) Hat eine chemische Verbindung keinen eigenen Beurteilungsmaßstab, sondern nur ihre Bestandteile, ist für die Bewertung nur der Bestandteil mit dem größten Stoffindex zu berücksichtigen (z. B. Zinn(II)fluorid).

5.3.2

Bewertung von mehreren Stoffen oder Stoffgemischen

(1) Treten in der Luft am Arbeitsplatz während einer Schicht gleichzeitig oder nacheinander mehrere Stoffe oder Gemische von Stoffen auf, für die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) festgelegt sind, werden die Stoffindizes dieser Stoffe/Gemische addiert. Das Ergebnis ist der Bewertungsindex BI:

$$BI_{AGW} = \sum I_i = \frac{\text{Schichtmittelwert}_{\text{Stoff 1}}}{AGW_{\text{Stoff 1}}} + \frac{\text{Schichtmittelwert}_{\text{Stoff 2}}}{AGW_{\text{Stoff 2}}} + \dots + \frac{\text{Schichtmittelwert}_{\text{Stoff n}}}{AGW_{\text{Stoff n}}}$$

Von diesem Bewertungsverfahren kann im Einzelfall abgewichen werden, wenn dies arbeitsmedizinisch oder toxikologisch begründet werden kann.

(2) Tragen während einer Schicht neben Stoffen mit Arbeitsplatzgrenzwert gleichzeitig oder nacheinander Stoffe oder Gemische zur Exposition im Arbeitsbereich bei, für die ein Beurteilungsmaßstab nach Abschnitt 5.1 Absatz 2 veröffentlicht ist, wird empfohlen, diese bei der Berechnung eines Bewertungsindex auf Grundlage von Absatz 1 Satz 3 ebenfalls zu berücksichtigen.

(3) Stoffindizes $\geq 0,05$ müssen bei der Berechnung des Bewertungsindex berücksichtigt werden. Stoffindizes $< 0,05$ können berücksichtigt werden.

(4) Wird ein geeignetes Messverfahren (siehe [Anhang 2](#) Abschnitt 3.1 Tabelle 5 und 6) eingesetzt und liegt das Messergebnis unter der Bestimmungsgrenze, ist der Stoffindex im Bewertungsindex nicht zu berücksichtigen.

(5) Wird ein bedingt geeignetes Messverfahren (siehe [Anhang 2](#) Abschnitt 3.1 Tabelle 5 und 6) eingesetzt und liegt das Messergebnis unter der Bestimmungsgrenze, ist der für die Bestimmungsgrenze berechnete Stoffindex im Bewertungsindex zu berücksichtigen.

(6) Die nachfolgenden Beurteilungsmaßstäbe werden nicht bei der Berechnung des Bewertungsindex berücksichtigt:

1. Kurzzeitwerte,

2. der allgemeine Staubgrenzwert für die alveolengängige und die einatembare Staubfraktion: Es sind die Regelungen der TRGS 900 zur Beurteilung von Stäuben heranzuziehen. Hat ein Staubinhaltsstoff einen stoffspezifischen Arbeitsplatzgrenzwert, ist dieser in den Bewertungsindex einzubeziehen. Gibt es für einen Staubinhaltsstoff sowohl in der alveolengängigen als auch der einatembaren Staubfraktion einen Arbeitsplatzgrenzwert, ist bei der Berechnung des Bewertungsindex der größere Stoffindex zu berücksichtigen,
3. Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen oder stoffspezifische Beurteilungsmaßstäbe für krebserzeugende Stoffe aus stoffspezifischen TRGS: Gibt es für krebserzeugende Stoffe einen Arbeitsplatzgrenzwert, ist deren Stoffindex bei der Berechnung des Bewertungsindex zu berücksichtigen.

5.3.3

Voraussetzungen für die Erhebung des Befundes

Für die Tätigkeit bzw. den Arbeitsbereich ist die ermittelte Expositionssituation im Hinblick auf eine Gefährdung der Beschäftigten und die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen schrittweise anhand der folgenden Bewertungskriterien zu beurteilen:

1. Bewertung von Stoffen mit Arbeitsplatzgrenzwerten unter Berücksichtigung des Stoffindexes auf Basis der Schichtmittelwerte:
 - a) Ist der Stoffindex $I \leq 1$, lautet das Ergebnis: Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes.
 - b) Ist der Stoffindex $I > 1$, lautet das Ergebnis: Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes.
2. Bewertung von Stoffen mit einem Beurteilungsmaßstab aus stoffspezifischen TRGS sowie bei Stoffen mit Beurteilungsmaßstäben nach Abschnitt 5.1 Absatz 2 auf Basis der Schichtmittelwerte:
 - a) Ist der Stoffindex $I \leq 1$, lautet das Ergebnis: Einhaltung des Beurteilungsmaßstabes.
 - b) Ist der Stoffindex $I > 1$, lautet das Ergebnis: Überschreitung des Beurteilungsmaßstabes.
3. Bewertung von Stoffen mit Akzeptanz- und Toleranzkonzentration auf Basis der Schichtmittelwerte:
 - a) Ist der Schichtmittelwert kleiner oder gleich der Akzeptanzkonzentration, lautet das Ergebnis: Einhaltung der Akzeptanzkonzentration.
 - b) Ist der Schichtmittelwert größer als die Akzeptanzkonzentration und kleiner oder gleich der Toleranzkonzentration, lautet das Ergebnis: Überschreitung der Akzeptanzkonzentration und Einhaltung der Toleranzkonzentration.
 - c) Ist der Schichtmittelwert größer als die Toleranzkonzentration, lautet das Ergebnis: Überschreitung der Toleranzkonzentration.
4. Die Bewertung von Kurzzeitwerten erfolgt unter Berücksichtigung der Expositionshöhe und -dauer und des zeitlichen Abstandes zwischen den Expositionsspitzen innerhalb der Schicht. Die Anforderungen für Kurzzeitwerte sind erfüllt, wenn für einen Stoff
 - a) in keinem 15-Minuten-Intervall der Kurzzeitwert überschritten wird und

- b) maximal vier 15-Minuten-Intervalle oberhalb des Beurteilungsmaßstabes nach Abschnitt 5.1 Absatz 1 oder 2 innerhalb einer Schicht auftreten und
 - c) zwischen jeweils zwei dieser 15-Minuten-Intervalle möglichst ein zeitlicher Abstand von 60 Minuten liegt. Bei Stoffen ohne KZW (Überschreitungsfaktor 8) oder Stoffen der Kurzzeitwertkategorie II sind in Abhängigkeit von der Höhe der ermittelten Konzentration auch längere zusammenhängende Kurzzeitwertphasen bis zu maximal 120 Minuten möglich. In diesem Fall ist die maximal zulässige Konzentration gemäß Abschnitt 5.2.2 Absatz 3 zu berechnen.
5. Für krebserzeugende Stoffe mit Toleranzkonzentration oder Beurteilungsmaßstäben gelten die Regelungen der TRGS 910 sowie Abschnitt 5.2.2 Absatz 6.
6. Die Anforderungen an Momentanwerte sind erfüllt, wenn diese zu keinem Zeitpunkt überschritten werden.
7. Bewertung von Bewertungsindizes:
- a) Ist der Bewertungsindex $BI \leq 1$, lautet das Ergebnis: Einhaltung des Bewertungsindex.
 - b) Ist der Bewertungsindex $BI > 1$, lautet das Ergebnis: Überschreitung des Bewertungsindex.
8. Die Bewertung von Stoffen ohne Beurteilungsmaßstab nach Abschnitt 5.1 kann z. B. anhand nachfolgender Kriterien erfolgen. Eine Einhaltung der Bewertungskriterien liegt vor, wenn
- a) durch Analogieschlüsse von vergleichbaren Tätigkeiten und Stoffen dies fachlich begründet werden kann (z. B. mit einer homologen Verbindung mit einem AGW oder einem Surrogat),
 - b) Schutzmaßnahmen gegenüber chemischen Belastungen am Arbeitsplatz entsprechend branchen- oder tätigkeitsspezifischen Hilfestellungen (z. B. Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) nach TRGS 420 "Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition", Expositionsbeschreibungen der Unfallversicherungsträger, Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) [6], Branchenregelungen, Handlungsanleitungen zur guten Arbeitspraxis, Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe (EMKG) der BAuA [7]) eingehalten sind,
 - c) der Stand der Technik, z. B. beschrieben in Merkblättern der Unfallversicherungsträger, Positivlisten von Geräten [8], umgesetzt ist.

5.3.4

Erhebung des Befundes

(1) Die ermittelte Exposition hat der Arbeitgeber im Hinblick auf eine Gefährdung der Beschäftigten und die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen zu beurteilen, wobei das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung nicht berücksichtigt werden darf. Bei Bedarf sind weitere fachkundige Stellen hinzuzuziehen. Zur Erhebung des Befundes sind alle Bewertungskriterien gemäß Abschnitt 5.3.3 für einen zu beurteilenden Arbeitsbereich oder eine Tätigkeit zusammenzuführen und zu beurteilen. Das Ergebnis dieser Beurteilung ist der Befund. Der Befund zur Beurteilung der Schutzmaßnahmen hinsichtlich der inhalativen Exposition kann lauten:

1. Schutzmaßnahmen ausreichend,

2. Schutzmaßnahmen nicht ausreichend.

Der Befund ist zu begründen und zu dokumentieren (siehe [Abschnitt 7](#) und [Anhang 1 Abschnitt 6](#)). Zum Befund gehören auch Festlegungen zur Befundsicherung nach [Abschnitt 6](#).

(2) Der Befund "Schutzmaßnahmen ausreichend" liegt vor, wenn die Maßnahmen nach [§ 8 der GefStoffV](#) berücksichtigt und alle Bewertungskriterien gemäß Abschnitt 5.3.3 einschließlich der Einhaltung der Akzeptanzkonzentration erfüllt sind und dies beispielsweise anhand eines der nachfolgenden Kriterien auch zukünftig begründet werden kann:

1. Ermittlungen für den ungünstigen Fall (reasonable worst case)

Die Ermittlungen wurden für ungünstige Bedingungen durchgeführt, so dass im Normalfall niedrigere Belastungen zu erwarten sind.

2. Relevante Randbedingungen sind langfristig stabil

Es ist sichergestellt, dass sich die relevanten Randbedingungen langfristig nur unwesentlich ändern, so dass vergleichsweise geringe Schwankungen der Exposition zu erwarten sind.

3. Dauerüberwachung

Durch Dauerüberwachung werden bei Überschreiten einer vorgegebenen Konzentration geeignete Schutzmaßnahmen ausgelöst (siehe [Anhang 4](#)).

4. Fortlaufende Wirksamkeitskontrolle

Durch ständige oder regelmäßige Kontrolle der Wirksamkeit wird gewährleistet, dass die im Befund festgelegten geeigneten Schutzmaßnahmen umgesetzt werden.

5. Erfahrungen von vergleichbaren Arbeitsplätzen

Erfahrungen von vergleichbaren Arbeitsplätzen haben gezeigt, dass langfristig die Erfüllung der Voraussetzungen für den Befund "Schutzmaßnahmen ausreichend" zu erwarten ist.

(3) Der Befund "Schutzmaßnahmen ausreichend" kann auch getroffen werden, wenn die Toleranzkonzentration eingehalten wird und dargelegt werden kann, dass alle technischen, organisatorischen und hygienischen Schutzmaßnahmen ausgeschöpft und weitere Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik absehbar nicht möglich sind. Gemäß A2.2.2 Tabelle 4 werden Kontrollmessungen empfohlen.

(4) Bei Stoffen mit Beurteilungsmaßstäben aus stoffspezifischen TRGS liegt der Befund "Schutzmaßnahmen ausreichend" vor, wenn der Beurteilungsmaßstab eingehalten wird und die Vorgaben der jeweiligen stoffspezifischen Schutzmaßnahmen-TRGS erfüllt sind.

(5) Der Befund "Schutzmaßnahmen ausreichend" kann auch getroffen werden, wenn gewährleistet wird, dass die Verhältnisse am Arbeitsplatz repräsentativ widerspiegelt werden und

1. bei einer einzelnen Arbeitsplatzmessung der Stoffindex I bzw. der Bewertungsindex BI während einer Schicht kleiner oder gleich 0,10 sind oder
2. für mindestens drei Arbeitsplatzmessungen in verschiedenen Schichten die Ergebnisse vorliegen und alle Stoffindizes bzw. die Bewertungsindizes kleiner oder gleich 0,25 sind und
3. zusätzlich zu 1. und 2. die Kurzzeitwertanforderungen erfüllt sind.

(6) Bei einer einzelnen Arbeitsplatzmessung von krebserzeugenden Stoffen mit ERB kann der Befund "Schutzmaßnahmen ausreichend" getroffen werden, wenn gewährleistet ist, dass die Verhältnisse am Arbeitsplatz repräsentativ wiedergespiegelt werden und der Schichtmittelwert kleiner oder gleich 0,20 ² der Akzeptanzkonzentration ist.

(7) Der Befund "Schutzmaßnahmen nicht ausreichend" liegt vor, sobald eines der Bewertungskriterien gemäß Abschnitt 5.3.3 und die Anforderungen gemäß Abschnitt 5.3.4 Absatz 3 und 4 nicht erfüllt sind. Im Befund sind alle betrachteten Stoffe oder Tätigkeiten möglichst differenziert darzustellen, um expositionsminimierende Maßnahmen festlegen zu können.

(8) Ein Befund nach Absatz 2 bis 7 kann nicht abgeleitet werden, wenn z. B.

1. die Randbedingungen nicht repräsentativ sind,
2. das Ermittlungsergebnis nicht repräsentativ ist,
3. noch keine ausreichenden Erkenntnisse zur Exposition vorliegen,
4. die Ergebnisse der Expositionsermittlung stark schwanken oder
5. Ermittlungsergebnisse nicht plausibel sind.

Es sind alle betrachteten Stoffe oder Tätigkeiten möglichst differenziert darzustellen, um die weitere Vorgehensweise festlegen zu können, wie der Befund "Schutzmaßnahmen ausreichend" erreicht werden kann.

(9) Lautet der Befund "Schutzmaßnahmen nicht ausreichend", sind unverzüglich expositionsminimierende Maßnahmen und anschließend eine erneute Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition vorzunehmen.

Fußnoten

² Nur bei Anwendung eines geeigneten Messverfahrens (s. Anhang 2 Abschnitt 3.1) kann dieser Wert erreicht werden.