

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/32e04fa7-46e1-3af5-84fd-894321f1e07f>

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

## Anlage 2 TRGS 402 - Nichtmesstechnische Ermittlungsmethoden der Exposition

### 1 Allgemeines

(1) Unter nichtmesstechnischen Ermittlungsmethoden werden insbesondere verstanden:

1. die Übertragung von Ergebnissen vergleichbarer Arbeitsplätze und
2. der Einsatz geeigneter Rechenmodelle

(2) Bei der Anwendung nichtmesstechnischer Ermittlungsmethoden muss der Einfluss der relevanten Randbedingungen auf das Ermittlungsergebnis beurteilt und dokumentiert werden. Fallweise ist dazu die Quantifizierung des Einflusses einzelner oder aller Randbedingungen erforderlich.

### 2 Messergebnisse von Arbeitsplätzen mit gleichartigen Arbeitsbedingungen

(1) Messergebnisse von Arbeitsplätzen können auf andere Arbeitsplätze übertragen werden, sofern die Expositionsbedingungen vergleichbar sind. Die Entscheidung über die Vergleichbarkeit wird vom Arbeitgeber gemäß [TRGS 400](#) Nummer 3.2 getroffen und dokumentiert.

(2) Vergleichbare Expositionsbedingungen an Arbeitsplätzen liegen vor, wenn bei vergleichbaren Tätigkeiten mit Gefahrstoffen die detaillierte Beurteilung des Einflusses der relevanten Randbedingungen entsprechend Nummer 4.2 Abs. 3 dieser TRGS ergibt, dass keine Abweichung gegenüber dem zu übertragenden Ermittlungsergebnis zu erwarten ist.

(3) Messergebnisse von vergleichbaren Arbeitsplätzen können aus

1. demselben Betrieb,
2. anderen Betrieben (Messberichte),
3. Messdatenbanken oder
4. Expositionsbeschreibungen in der Fachliteratur

stammen.

(4) Für die Übertragungen von Messergebnissen besonders geeignet sind die Ergebnisse so genannter Worst-Case-Messungen. Nummer 1 und 4 der [Anlage 5](#) dieser TRGS enthalten Beispiele für die Beurteilung von Expositionen bei Vorliegen vergleichbarer Arbeitsplätze.

### 3

#### **Berechnung der Exposition**

(1) Konzentrationen lassen sich rechnerisch abschätzen, wenn die relevanten Randbedingungen durch ein geeignetes Modell miteinander verknüpft werden können und diese für den konkreten Anwendungsfall bekannt sind. Dies betrifft sowohl die kurzzeitigen (Kurzzeitwerte) als auch länger andauernde Expositionen (Schichtmittelwerte).

(2) Expositionsmodelle bauen in der Regel auf drei wesentlichen Elementen auf:

1. der Beschreibung der Gefahrstoffemission,
2. der räumlichen und zeitlichen Ausbreitung und Verteilung der Gefahrstoffe und
3. der Berücksichtigung der arbeitsorganisatorischen Rahmenbedingungen.

(3) Die Ergebnisse von Modellrechnungen müssen plausibel sein. Daher ist bei jeder Anwendung zu begründen, warum die Modellrechnung im konkreten Fall geeignet ist,

1. die Gefahrstoffemission,
2. die Ausbreitung und Verteilung der Gefahrstoffe im Raum und
3. die arbeitsorganisatorischen Rahmenbedingungen

zu beschreiben.

(4) Durch die Variation der relevanten Randbedingungen können ihr Einfluss auf die Höhe der Exposition abgeschätzt und somit kritische Randbedingungen erkannt werden. Dazu ist es notwendig, ihre Spannweite am zu beurteilenden Arbeitsplatz zu beschreiben und ggf. durch weitere Ermittlungen genauer zu bestimmen.

(5) Das Berechnungsverfahren ist so darzustellen, dass die Berechnungen nachvollzogen werden können. Ergebnisse und Erkenntnisse, die durch eine Variation von Randbedingungen abgeleitet wurden, sind darzustellen.

(6) In bestimmten Fällen ist eine Überprüfung von Berechnungen durch Expositionsmessungen zu empfehlen. Wenn beim Vergleich gemessener und berechneter Expositionen

1. die gemessene Luftkonzentration oberhalb der Ergebnisse einer Worst-Case-Berechnung liegt oder
2. die Ergebnisse der Expositionsmessungen oberhalb der berechneten Expositions-Bandbreite liegen,

ist die Überprüfung des Rechenmodells und der Messung erforderlich.

### 4

#### **Befund**

Die Berechnung endet mit einem Befund. Die Anforderungen an die Beurteilung der Exposition und der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen (Nummer 5 dieser TRGS) sowie an die Befundsicherung (Nummer 6 dieser TRGS) gelten, soweit anwendbar,

auch für nichtmesstechnische Ermittlungsmethoden.

## 5 Berechnungsbeispiele

### 5.1 Offset-Druck

Aufgrund vergleichbarer Betriebsbedingungen und sich wiederholender Betriebszustände ist der Offset-Druck für eine Berechnung der Gefahrstoffkonzentration gut geeignet. Für die Anwendung in der Praxis wurde durch die BG Druck und Papierverarbeitung ein einfaches und anschauliches Verfahren entwickelt, um die Luftkonzentrationen der wichtigsten Druckhilfsstoffe, insbesondere 2-Propanol annähernd zu berechnen. Die Zuverlässigkeit des Rechenmodells konnte durch die systematische Durchführung vergleichender Messungen und Berechnungen nachgewiesen werden. Die erhaltenen Ergebnisse zeigen für 2-Propanol eine gute Übereinstimmung zwischen dem praxisnahen Modell und den gemäß dieser TRGS durchgeführten Arbeitsplatzmessungen. Die durchschnittliche Abweichung der berechneten von den gemessenen Ergebnissen beträgt 21 Prozent [1].

### 5.2 Weitere Beispiele für Expositionsrechnungen

Hinweise auf geeignete Berechnungsverfahren zur Expositionsermittlung finden sich in der Literatur. Tabelle 1 führt Beispiele aus der Literatur auf, bei denen verschiedene Berechnungsmethoden an diversen Arbeitsplätzen eingesetzt wurden. Bezüglich der Details wird auf die Literaturstellen verwiesen:

**Tabelle 1:** Beispiele für Berechnungsmethoden und Berechnungsanwendungen zur Ermittlung von Expositionen an Arbeitsplätzen

Nr.	Thema	Quelle
1	Methodenbeschreibung	1, 2, 3
2	Entfettung von Metallen	1, 5
3	Anästhesiearbeitsplätze	1
4	Anwendung von Sprays	6, 7, 8
5	Konsumenten-Belastungen	7
6	Xylol-Exposition im Labor	2
7	Anwendung von motorbetriebenen Geräten in Innenräumen	2
8	Flächendesinfektion	1
9	Expositionen in einem Chemielabor (Uni)	4
10	Vergleich inhalativer und dermalen Belastung (z.B. Xylol)	2
11	Abschätzung der inhalativen Belastung in einem Labor (Xylol)	2
12	CO <sub>2</sub> -Belastung in Innenräumen	2
13	Gefahrstoffe in Staub	1
14	Dieselmotoremissionen	1

## 6 Literatur

- |     |  |
|-----|--|
| [1] | BIA-Report 3/2001: Berechnungsverfahren und Modellbildung in der Arbeitsbereichsanalyse, <a href="http://www.dguv.de/ifa/de/pub/rep/rep01/biar0301/index.jsp">http://www.dguv.de/ifa/de/pub/rep/rep01/biar0301/index.jsp</a> |
|-----|--|
- [2] Eickmann, U.; Methoden der Ermittlung und Bewertung chemischer Expositionen an Arbeitsplätzen. ecomed-Verlag, 2008
- [3] Keil, C.B.; A tiered approach to deterministic models for indoor air exposures. Applied Occupational and Environmental Hygiene, 15 (2000) 1, 145-151.
- [4] Keil, C.B.; Murphy, R.; An application of exposure modeling in exposure assessments for an university teaching laboratory. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. Jg. 2006, H.3, S. 99-106.
- [5] Keil, C.B.; The development and evaluation of an emission factor for a toluene parts-washing process. AIHA Journal 59(1998) January, 14-19.
- [6] Eickmann, U.; Eickmann, J.; Tischer, M.; Exposure to Sprays - Comparison of the available exposure models. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, 67 (2007) 7/8, S. 305-318.
- [7] Delmaar, J.E.; Park, M.V.D.Z.; van Engelen, J.G.M.: ConsExpo 4.0 - Consumer Exposure and Uptake Models. Program Manual. RIVM Report 320104004/2005 Bilthoven, NL, 2005
- [8] Koch, W; Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von Biozid-Produkten - Transformation und Erweiterung eines DV-gestützten Modells zur Abschätzung der inhalativen und dermalen Exposition bei Sprayprozessen. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). Forschungsbericht F2022, Dortmund, 2004