

„Einsatz von PU-Bodenbeschichtungen“

10. Oktober 2018

1 Allgemeines

Die Gefahrstoffverordnung fordert vom Arbeitgeber in den §§ 7, 9 und 10, zu ermitteln, ob die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) eingehalten sind. Dies kann durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere geeignete Methoden zur Ermittlung der Exposition erfolgen. Diese Expositionsbeschreibung stellt eine solche geeignete Methode dar. Es liegt für die beschriebenen Tätigkeiten eine ausreichende Zahl repräsentativer Arbeitsplatzmessungen mit eindeutigen Befund vor, und es sind auch verfahrensbedingt in Zukunft keine Änderungen zu erwarten. Daher können diese Ergebnisse unmittelbar zur Beurteilung der Konzentrationen in der Luft in Arbeitsbereichen herangezogen werden, weitere Messungen sind nicht erforderlich.

Ungeachtet der hier vorgelegten Ergebnisse ist die Gefährdungsbeurteilung gemäß § 5 Arbeitsschutzgesetz § 6 Gefahrstoffverordnung bzw. § 3 Betriebssicherheitsverordnung für die entsprechenden Tätigkeiten durchzuführen. Die Verpflichtungen zum Einsatz von Stoffen und/oder Verfahren mit geringerem Risiko, zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen und zur Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten usw. bleiben bestehen.

2 Anwendungsbereich

Diese Expositionsbeschreibung legt Kriterien für einen Verzicht auf die messtechnische Überwachung beim Einsatz von PU-Beschichtungen auf Böden, außer auf Parkett und anderen Holzfußböden (dazu siehe Expositionsbeschreibung „Oberflächenbehandlung von Parkett und anderen Holzfußböden“), fest.

3 Arbeitsverfahren

PU-Beschichtungen sind zweikomponentige Produkte. Sie werden gemischt, zum Beschichtungsort transportiert und dort mit einem Raket verteilt.

4 Gefahrstoffe

PU-Beschichtungen werden v.a. aus Diphenylmethandiisocyanat (MDI), teilweise auch aus Hexamethyldiisocyanat (HDI) und Toluoldiisocyanat (TDI), hergestellt.

Die Messverfahren für die Diisocyanate beziehen sich auf die monomeren Diisocyanate. Auch die Arbeitsplatzgrenzwerte und die biologischen Grenzwerte (Tab. 1) gelten nur für diese monomeren Diisocyanate. Sobald die Polymerisation eingesetzt hat, also das monomere Diisocyanat zu Oligomeren bzw. Polymeren reagiert hat, findet das Messverfahren nichts mehr. Obwohl natürlich weiterhin reaktive NCO-Gruppen im Produkt vorliegen.

Daher empfiehlt die TRGS 430 das TRIG-Verfahren (Totalkonzentration Reaktiver Isocyanat-Gruppen). Dabei werden alle NCO-Gruppen bestimmt, unabhängig davon, ob sie an einem monomeren Diisocyanat, einem Dimeren, einem Trimeren oder einem Aerosoltröpfchen hängen. Mit dem TRIG-Verfahren werden somit alle NCO-Gruppen erfasst, die eingeatmet werden und Schädigungen im Körper verursachen können. Als Expositionsleitwert (ELW) gibt die TRGS 430 0,018 mg NCO/m³ (18 µg/m³) an.

Tabelle 1: Grenzwerte für Isocyanate

Stoff	CAS	GHS-Einstufung	AGW $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mg/m^3)	Biologische Grenzwerte*	Dampfdruck 20°C [Pa]
Diphenylmethan-2,2'-diisocyanat	2536-05-2	Karzinogenität Kategorie 2; H315, H317, H332, H334, H335, H373, H351, H319	50 (0,05)	BLW, Urin: 10 $\mu\text{g}/\text{l}$	0,0081
Diphenylmethan-2,4'-diisocyanat	5873-54-1			Früher 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ Kreatinin	0,0014
Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat	101-68-8			AEW, Blut: 10 ng/l	0,00062
2,4-Toluoldiisocyanat	584-84-9	Karzinogenität Kategorie 2; H315, H317, H319, H330, H334, H335, H351, H412	35 (0,035)	AEW, Urin: 10 $\mu\text{g}/\text{l}$	0,014-0,021
2,6-Toluoldiisocyanat	91-08-7			AEW, Blut: 10 ng/l	~0,02
Hexamethylen-1,6-diisocyanat	822-06-0	H331, H319, H335, H315 H334, H317	35 (0,035)	BGW, Urin: 15 $\mu\text{g}/\text{g}$ Kreatinin	0,7
TRIG Totalkonzentration Reaktiver Isocyanat-Gruppen			18 Expositionsleit-		

*BLW: Biologischer Leitwert; BGW: Biologischer Grenzwert; AEW: betriebsinterner arbeitsmedizinischer Erfahrungswert

5 Gefahrstoffexpositionen

In dieser Expositionsbeschreibung werden die Ergebnisse von Arbeitsplatz-Messungen der Isocyanat-Expositionen beim Verarbeiten von PU-Beschichtungen dargestellt.

Bei vielen dieser Arbeitsplätze, an denen die Exposition der Beschäftigten bestimmt wurden, wurde parallel auch Biomonitoring durchgeführt werden. Dabei wird das Urin hydrolysiert und dann als Parameter MDA (4,4'-Diaminodiphenylmethan), TDA (Toluylendiamin) bzw. HDA (Hexamethylendiamin) bestimmt.

TDI - Toluoldiisocyanat

Messung 1: Frankfurt, 2015; Raum 60 x 15 x 4 m^3 ; Mischen, Aufbringen mit Rakel, Absanden.

Messung 2: München, 2016; Raum 500 m^2 , 4 m hoch; Mischen, Beschichten (z. T. knieend).

Messung 4: Sindelfingen, 2013; Parkebene, im Freien bzw. im Treppenhaus.

Messung 5: Frankfurt, 2008; Tiefgarage, 90 x 80 x 2,6 m^3 ; Streicher, Glätter, Absander.

Tabelle 2: TDI- und TRIG-Expositionen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) beim Beschichten von Böden

	Anzahl	Min	50%	95%	Max
2,4 TDI	18	<0,6	0,9	2,1	2,2
2,6 TDI	18	<2	7,2	14,2	21
TRIG	18	<1	4,1	8,6	11

Beim Biomonitoring lag bei den TDA-Nachschichtwerten das Maximum für 2,4-TDA bei 3,8 $\mu\text{g}/\text{l}$ (28 Werte; 95%-Wert 3,3 $\mu\text{g}/\text{l}$), für 2,6-TDA bei 9,7 $\mu\text{g}/\text{l}$ (28 Werte; 95%-Wert 6,7 $\mu\text{g}/\text{l}$).

Bezogen auf Kreatinin wurden maximal 1,28 μg 2,4 TDA pro g Kreatinin gefunden (24 Werte; 95%-Wert bei 0,45 μg 2,4 TDA pro g Kreatinin) bzw. 1,06 μg 2,6 TDA pro g Kreatinin (24 Werte, 95%-Wert bei 0,81 μg 2,6 TDA pro g Kreatinin).

HDI - Hexamethylendiisocyanat

Messung 3: Kierspe, 2016; Schulräume (etwa 10x6x3 m³); Mischen, Beschichten.

Messung 6: Erolzheim, 2017; Raum (10 x 10 x 4 m³); Mischen, Beschichten.

Tabelle 3: HDI- und TRIG-Expositionen (µg/m³) beim Beschichten von Böden

	Anzahl						
HDI	6	<1,2	3,4	5,0	<2,9	<2,9	<2,9
TRIG	6	<0,8	1,7	2,5	<2,0	<2,0	<2,0

Bei Biomonitoring betrug bei neun HDA-Nachschichtwerten das Maximum 19,6 µg/g Kreatinin. Allerdings war bei diesem Wert die Vorschichtkonzentration schon bei 5,7 µg/g Kreatinin. Bei den beiden nächsthöheren Nachschichtwerten (17,1 und 14,5 µg/g Kreatinin) lagen die Vorschichtwerte z.T. deutlich höher (48,5 und 17,1 µg/g Kreatinin).

MDI - Diphenylmethandiisocyanat

Messung 2: München, 2016; Raum 500 m², 4 m hoch; Mischen, Beschichten (z. T. knieend).

Messung 3: Kierspe, 2016; Schulräume (etwa 10x6x3 m³); Mischen, Beschichten.

Messung 6: Erolzheim, 2017; Raum (14,3 x 10 x 4 m³); Mischen, Beschichten.

Messung 7: Ulm, 2018; Raum 13,8 x 7 x 2,5 m³; Beschichten.

Tabelle 4: MDI- und TRIG-Expositionen (µg/m³) beim Beschichten von Böden

Airmonitoring	Anzahl	< BSG	µg/m ³
2,2 MDI	13	13	-
2,4 MDI	13	11	1,4; 1,4
4,4 MDI	13	11	1,1; 1,1
TRIG	13	9	0,8; 0,8; 1,9; 1,9

Beim Biomonitoring waren bei 66 MDA-Nachschichtwerten 33 Werte unter der Nachweisgrenze. Das Maximum der 33 Werte über der Nachweisgrenze lag bei 0,4 µg/g Kreatinin.

Alte Messung: Aldingen, 1990; Sporthalle, 50x30x8 m³; Spachteln, Rollen (µg/m³)

	7.6.	8.6.	8.6.	8.6.	11.6.	12.6.	12.6.
HDI	<2	<1,5	<2	<5	<2	3	20
4,4 MDI	<3	<2	<3	<7	<3	<2	<5
2,4 TDI	<2	<1,5	<2	<5	<2	1	<4
2,6 TDI	<2	<1,5	<2	<5	<2	<1	<4

Spritzen von PU-Beschichtungen

Beim Spritzen einer PU-Beschichtung wurden 2016 deutlich höhere Konzentrationen gemessen wie beim Beschichten mit Rakel oder Spachtel. 2,2 MDI 48 µg/m³, 2,4 MDI 270 µg/m³; 4,4 MDI 880 µg/m³, insgesamt somit 1.198µg/m³ und 170 µg/m³ TRIG. Der AGW für MDI wird somit um das 24fache, der Expositionsleitwert für TRIG um das 10fache überschritten. Bei diesen Arbeiten wurde Atemschutz getragen.

Auch bei einer Messung 2003 wurde beim Spritzen einer HDI-Beschichtung mit 42 µg/m³ der AGW für HDI überschritten.

6 Befund

Bei der Bewertung der Messergebnisse sind die Bewertungsindizes der verschiedenen, in einem PU-Produkt enthaltenen Diisocyanate zu addieren. Für die Beurteilung der Arbeitsplätze sind zudem die Arbeitsplatzbedingungen bzw. das Arbeitsverfahren zu berücksichtigen.

Die Ergebnisse der Messungen auf MDI zeigen sehr niedrige Expositionen (meist unter der Bestimmungsgrenze), die auch durch das Biomonitoring bestätigt werden.

Bei TDI besteht i.d.R. eine Exposition, bis zu zwei Drittel des AGW. Der 95%-Wert für 2,4- + 2,6-TDI liegt ebenso wie der TRIG-Wert bei der Hälfte der Grenzwerte. Das Biomonitoring bestätigt diese Belastung. Die Summe der Maximalwerte für TDA liegt mit 14,5 µg/l deutlich über, die Summe der 95%-Werte genau beim AEW.

Für HDI liegen zu wenige Messungen für einen eindeutigen Befund vor. In der Luft wurde z.T. HDI gefunden, beim Biomonitoring lagen mehrere Vorschichtwerte deutlich über dem BGW, auch einige Nachschichtwerte. Bei einer älteren Messung wurde 1990 die Hälfte des HDI-AGW überschritten.

Neben diesen Messwerten ist besonders die Gefahr der Verschmutzung der Hose und damit der dermalen Exposition beim Mischen der PU-Komponenten zu beachten (Abb. 1).

Werden Bodenbeschichtungen im Spritzverfahren aufgebracht, werden die AGW überschritten.



Abbildung 1: Mischen der PU-Komponenten

7. Maßnahmen und Empfehlungen

Die Messungen zeigen grundsätzlich eine Unterschreitung der Grenzwerte. Allerdings fehlen insbesondere bei HDI-haltigen Beschichtungen ausreichend Messungen, um dies valide zu belegen.

Beim Mischen der PU-Komponenten ist Schutzkleidung zu tragen, Schutzhose, Schutzanzug oder Schürze.

Werden Bodenbeschichtungen im Spritzverfahren aufgebracht, sind immer Schutzmaßnahmen zu ergreifen, insbesondere ist Atemschutz zu tragen.

8. Anwendungshinweise

Der Anwender dieser Expositionsbeschreibung muss bei Verfahrensänderungen und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt u.a. die Prüfung der unveränderten Gültigkeit dieser Expositionsbeschreibung. Die Überprüfung kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz, § 6 Gefahrstoffverordnung bzw. § 3 Betriebssicherheitsverordnung erfolgen.

Diese Expositionsbeschreibung gibt dem Arbeitgeber praxisgerechte Hinweise, wie er seinen Pflichten insbesondere nach § 7(8) der Gefahrstoffverordnung nachkommen kann. Bei Anwendung dieser Expositionsbeschreibung bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung bestehen, insbesondere zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung (§ 6), zum Einsatz von Verfahren mit geringerem Risiko, einschließlich der Dokumentation eines Verzichts auf eine Substitution (§ 7(3)), die Verpflichtung zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen (§ 7(4)), sowie die Verpflichtung zur Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten einschließlich der Erstellung schriftlicher Betriebsanweisungen (§ 14).

9 Überprüfung

Diese Expositionsbeschreibung wurde im Dezember 2017 verabschiedet und im Oktober 2018 aktualisiert. Sie wird in mindestens jährlichen Abständen überprüft. Sollten Änderungen notwendig werden, werden diese veröffentlicht.

10 Literatur

1. Expositionsbeschreibung ‚Oberflächenbehandlung von Parkett und anderen Holzfußböden‘. BG BAU, 2006, www.GISBAU.de
2. Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) vom 7.8.1996 (BGBl 1, 1246 ff.); zuletzt geändert durch Art. 15 Abs. 89 G v. 5.2.2009, BGBl 1, 160
3. Technische Regel für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). BArbBl (2006) Nr. 1, S. 41 – 55; zuletzt geändert GMBI 2016 S. 886-889 [Nr. 45] vom 04.11.2016
4. Technische Regel für Gefahrstoffe: Isocyanate (TRGS 430). GMBI Nr. 18/19 (04.05.2009)
5. Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl 1, 1643); zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 15. November 2016 (BGBl. 1, 2549)
6. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV) vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 15. November 2016 (BGBl. I S. 2549)

Diese Expositionsbeschreibung wurde von der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft erarbeitet.