BG RCI
Berufsgenossenschaft
Rohstoffe und chemische Industrie

Anwendbarkeit der TRGS 430 „Isocyanate“ in der betrieblichen Praxis

42. Münchner Gefahrstoff- und Sicherheitstage
18.-19.11.2026 in Unterhaching
Dr. Gernot Frackmann

Quelle: BG RCI M044, Ausgabe 10/2026

Was sind Isocyanate?

- Isocyanate sind **hochreaktive organische Verbindungen** mit einem gemeinsamen strukturellen Merkmal: der Isocyanat-Gruppe (-N=C=O).
- **Aromatische Isocyanate:** z.B. TDI, MDI und NDI
- **(Cyclo)aliphatische Isocyanate:** z.B. IPDI, H_{12}MDI oder HDI
- Mono-, Di-, Tri- oder Polyisocyanate je nach Vernetzung der NCO-Gruppen
- zentraler Ausgangsstoff für die **Herstellung von Polyurethan-Kunststoffen**
- Beispiele: Lacke, Klebstoffe, Schäume, Beschichtungen etc.

GEFAHRBILD

- Isocyanate gefährden vor allem Atemwege und Haut — auch bei kurzen Spitzen.
- Die Bewertung muss Aufnahmeweg, akute Wirkung und Sensibilisierung gemeinsam betrachten.

AUFNAHMEWEGE

Inhalativ
und dermal

Orale Aufnahme ist bei konsequenter Hygiene nachrangig.

AKUT

Reizung
und Atemnot

Husten, Schnupfen und Augenreizungen; schwere Verläufe können verzögert auftreten (z.B.: Lungenödem).

Chronisch

Sensibilisierung

Isocyanat-Asthma (Sensibilisierung der Atemwege) und allergisches Kontaktekzem auf der Haut sind auch unterhalb des AGW nicht ausgeschlossen.

Aufbau der TRGS 430: Isocyanate - Struktur

7 Hauptkapitel mit folgenden Inhalten und 3 Anhänge



Information

Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen



Bewertung

Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation



Schutz

Substitution und Schutzmaßnahmen



Exposition

Inhalative und dermale Exposition ermitteln.



Unterrichtung & Schulung
Vorsorge nach ArbMedVV

Anhänge: Stoffdaten und Grenzwerte / Ermittlungsverfahren / REACH-Beschränkung

GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG und GEFÄHRDUNGSSTUFEN

- Die Gefährdungsbeurteilung unterscheidet zwischen **drei Gefährdungsstufen**
  Ermittlung getrennt für die beiden Aufnahmewege (Einatmen und Hautkontakt)

GERING	**MITTEL**	**HOCH**
Geringe Dampfexposition	Mittlere Exposition	Hohe Exposition
Meist bei nicht aerosolbildender Verarbeitung, etwa bei bestimmten MDI- oder p-MDI-Systemen.	Zum Beispiel durch Erwärmung, Aerosole, Spritzapplikation oder Nachbearbeitung.	Unter anderem bei TDI, HDI, sowie bei hoher Konzentration durch Aerosole oder Wärme.
Maßnahmenumfang: vereinfachte Dokumentation; Grundmaßnahmen, Exposition ermitteln.	Maßnahmenumfang: technische, organisatorische und persönliche Maßnahmen; Mittel und Hoch: Exposition regelmäßig ermitteln.	Maßnahmenumfang: zusätzliche technische Maß-nahmen, Notfallorganisation und Prüfung auf umluftunab-hängigen Atemschutz

MAßNAHMENHIERARCHIE

- **S**ubstitution
  - Emissionsarme Produkte oder Verfahren zuerst prüfen
- **T**echnik
  - Geschlossene Anlagen, Einhausung, wirksame Absaugung, sichere Dosierung, Temperaturbegrenzung und Störungserkennung
- **O**rganisation
  - Unterweisung und Notfallplanung verankern
- **P**ersönlich
  - Geeignete Schutzhandschuhe, Augen- und Körperschutz sowie Atemschutz

Welche Unterweisung/Schulung für Isocyanate?

Unterweisung nach Gefahrstoffverordnung

- Unterweisung auf Grundlage der Betriebsanweisung nach § 14 GefStoffV vor Aufnahme der Tätigkeit + **allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung**.
- **Wichtig:** vor Aufnahme der Beschäftigung und danach **mindestens jährlich**

Schulungspflicht nach REACH-Verordnung

- Seit dem **24. August 2023** gesonderte **Schulungspflicht** nach der REACH-VO für Stoffe oder Gemische mit einem Diisocyanatgehalt von ≥ 0,1 Gewichtsprozent. Die Schulungen müssen **mindestens alle 5 Jahre** wiederholt werden.
  ⇨ Handlungshilfe dazu: FB-AKTUELL-Schrift FBRCI-024

Grenzwertsystematik und Definitionen

BOELV: Binding Occupational Exposure Level Value

- BOELV: EU - Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) im Sinne von RL 98/24/EG
- Verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert der EU, als Mindeststandard zu übernehmen und wird in Deutschland über § 7 Abs. 11 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) in nationales Recht überführt.
- Bei Festlegung des BOELV berücksichtigt die EU nicht ausschließlich wissenschaftlichen Daten zum Gesundheitsschutz, sondern auch sozioökonomische Aspekte.
- BOELV für Diisocyanate in der EU-Richtlinie 2024/869/EU festgelegt.
- Bis 31.12.2028: **0,010 mg NCO/m³**, danach **0,006 mg NCO/m³**

Grenzwertsystematik und Definitionen

AGW: Arbeitsplatzgrenzwert nach TRGS 900

Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum - in der Regel 8 Stunden an 5 Tagen die Woche auf die Lebensarbeitszeit gerechnet.

- Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes im Allgemeinen keine akuten oder chronischen schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit zu erwarten sind.
- Expositionsspitzen während einer Schicht werden mit Kurzzeitwerten beurteilt.

Grenzwertsystematik und Definitionen

TRIG (Totalkonzentration reaktiver Isocyanatgruppen = Gesamt-NCO)

- Die Bestimmung der TRIG dient der Abschätzung einer potenziellen Exposition durch Isocyanate an Arbeitsplätzen.
- Monomere Isocyanate mit zwei oder mehreren NCO-Gruppen, Prepolymere und komplexe Gemische wechselnder Zusammensetzung, die während des Polymerisierungsprozesses entstehen können, finden bei der Bestimmung gleichermaßen Berücksichtigung, sodass auch Isocyanate ohne AGW erfasst werden.
- Der analytische Aufwand ist erheblich reduziert.

Grenzwertsystematik und Definitionen

Expositionsleitwert (ELW):

- Ein Wert, der ausschließlich für Isocyanate in der TRGS 430 festgelegt wurde.
- Der ELW ist eine Konzentration zur Beurteilung der Summe aller reaktionsfähigen NCO-Gruppen (siehe auch TRIG) von Monomeren und Polymeren in der Atemluft.
- Für Isocyanate unklarer Identität und für alle (Poly-)Isocyanate ohne eigenen AGW.
- Der ELW entspricht in seiner Höhe dem EU-Arbeitsplatzgrenzwert (BOELV) für Diisocyanate, besitzt aber einen erweiterten anwendungsbereich.
- Als Expositionsleitwert (ELW) wurde eine TRIG von **0,010 mg NCO/m³** festgelegt (Änderung v. 19.12.2025). Dieser sinkt ab dem 01.01.2029 auf **0,006 mg NCO/m³**.

Grenzwertsystematik (Historie)

- TRGS 430 von März 2009 – Enthält bereits den Expositionsleitwert (ELW)
  Als ELW wurde 2009 ein Wert (Anhang 2: eine TRIG) von 0,018 mg NCO/m^3 festgelegt.
- Toxische Wirkung der Isocyanate wird weitgehend von den NCO-Gruppen bestimmt. Eine Überschreitung des ELW kann erste Hinweise auf eine gesundheitsschädliche Exposition durch ein komplexes Isocyanatgemisch am Arbeitsplatz geben.
- Mit Hilfe des Expositionsleitwerts können Arbeitsplätze mit erheblich reduziertem analytischem Aufwand überprüft werden. Eine Einhaltung des ELW bedeutet immer, dass auch die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten sind.

Auswirkung des neuen Grenzwertes, Beispiele

- Gängige Diisocyanate in der Industrie: MDI, TDI, HDI, IPDI
- AGW (bis 2025), zulässige Stoffkonzentration (ab 19.12.2025)

Diisocyanat	03/2009-12/2025 [mg/m³]	bis 12/2028 [mg/m³]	ab 01/2029 [mg/m³]
MDI (alle Isomere)	0,050	0,0297	0,0178
TDI (alle Isomere)	0,035	0,0207	0,0124
HDI	0,035	0,0200	0,0120
IPDI	0,046	0,0265	0,0159

- Absenkung des ELW für NCO von 0,018 mg/m³ (2009) auf 0,006 mg/m³(2029)

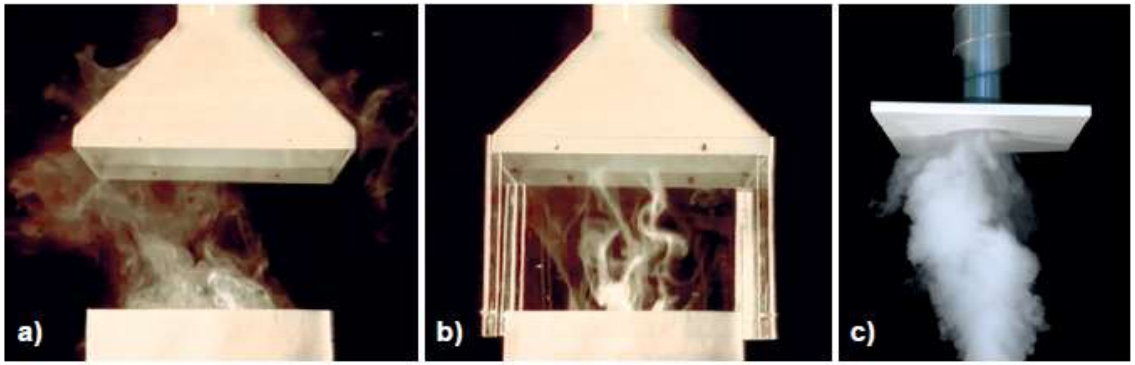
Hinweise zu der aktuellen Fassung der TRGS 430

- Keine AGWs für einzelne Diisocyanate mehr in der TRGS 900, nur in der TRGS 430 sondern ein AGW für Diisocyanant, gemessen als NCO.
- Grenzwerte in der TRGS 430 als „zulässige Stoffkonzentration“ aus AGW berechnet.
- Einstufung der einzelnen Diisocyanate im Anhang 1 weicht teilweise von GESTIS und ECHA ab.
  - Entscheidung BMAS: Anhang wird nicht bei jeder Neueinstufung geändert, wäre ggf. ein Punkt bei der nächsten routinemäßigen Überarbeitung.
- Dicyclohexylmethan-4,4’-diisocyanat (H_{12}MDI): zul. Stoffkonz.: 0,0312 mg/m^3

Technische Schutzmaßnahmen in der Praxis

Absaugungen und lüftungstechnische Maßnahmen

- Falls Substitution nicht möglich ist, sind Absaugungen und lüftungstechnische Maßnahmen bei mittlerer und hoher Gefährdung gefordert.
- Absaugung auch an Probenahmestellen und beim Umfüllen.
- Erfassungselemente von Absaugungen



Quelle: BG RCI M044, Ausgabe 10/2026

a) Ungezielte und b) gezielte Luftführung durch Seitenwände, c) Düsenplatte

Technische Schutzmaßnahmen in der Praxis

Absaugungen im Sprühverfahren

- Applikation erfolgt meist in abgesaugten Spritzständen oder Lackierkabinen.
- Entstehung von Overspray lässt sich nicht vollständig verhindern.
- nicht durch beliebige Erhöhung des Abluftvolumenstroms lösbar ⇨ Turbulenzen
- Wirkungskontrolle erforderlich ⇨ Arbeitsplatzmessungen nach TRGS 402.
- **Verweildauer von Lackaerosolen wesentlich von der Tropfengröße abhängig.**
- Atemschutz daher erst nach Abschluss der erforderliche Nachlauf- beziehungsweise Spülzeit der Lüftungsanlage ablegen.

Technische Schutzmaßnahmen in der Praxis

Kontinuierliche ortsfeste Anlagen (Hart- und Weichschaumanlagen)

- Ortsfeste Absauganlagen erforderlich, um Grenzwerte einzuhalten.
- Weichschaumanlagen, in denen TDI eingesetzt wird, erfordern effektivere Absauganlagen als p-MDI verarbeitende Hartschaumanlagen.

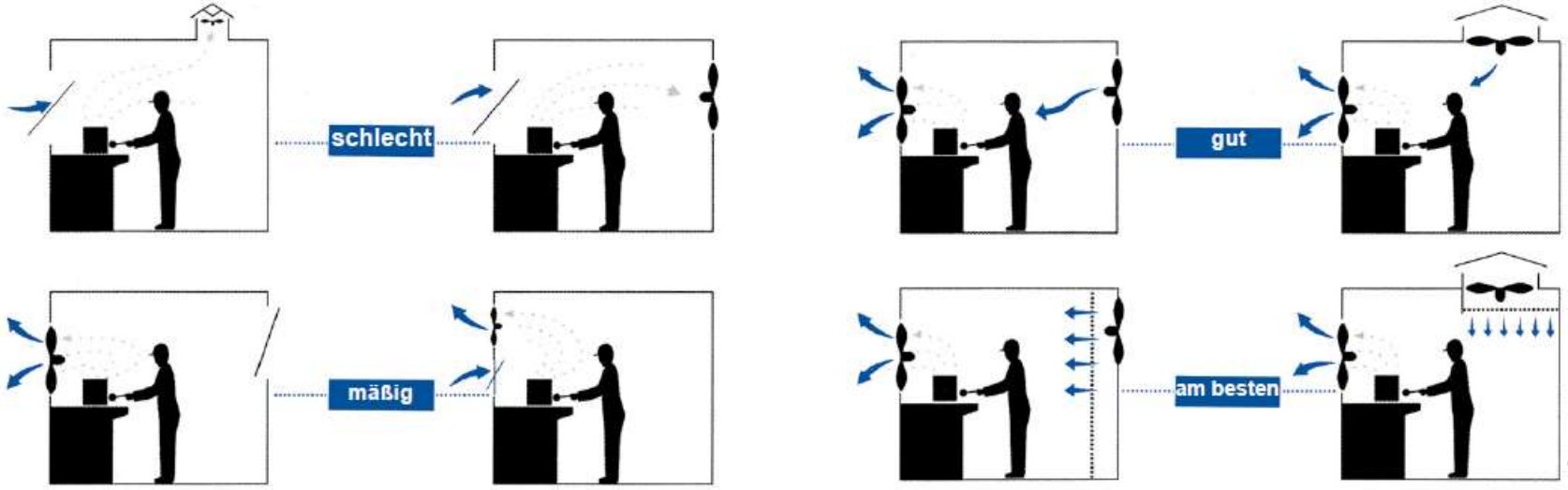
Diskontinuierliche ortsfeste Anlagen (Formschaumanlagen)

- Es ist zweckmäßig, hinter den Formen, gegenüber den Arbeitsplätzen, eine Flächenabsaugung anzubringen.
- Auch oberhalb und unterhalb der Form sollte abgesaugt werden.
- Effektive Absauganlage auch bei der Nachbearbeitung von (Weich-)Schäumen.

Technische Schutzmaßnahmen in der Praxis

Luftzuführung in den Arbeitsbereich

- Ausgeglichene Luftbilanz, d. h. stabile Druckverhältnisse im Arbeitsbereich.
- Gerichtete Luftströmung von der Zuluftöffnung zur Absaugstelle.



Quelle: BG RCI M044, Ausgabe 10/2026

Luftführung bei der Absaugung

Herausforderungen für die Industrie

- Großunternehmen meist gut aufgestellt, größte Herausforderung liegt bei mittleren und kleineren Verarbeitern.
- Auch nach über drei Jahren gibt es noch Betriebe ohne durchgeführte Schulungen.
- Qualifizierung der (z. T. angelernten) Mitarbeiter im Umgang mit Isocyanaten, auch bei Kleinunternehmen, die „auf dem Papier“ geschult haben.
- Geringe Grenzwerte: Messung und Messgenauigkeit nahe der Nachweisgrenze.
  - Verlässlichkeit der Messergebnisse ggf. ausschlaggebend für Messfrequenz, gerade bei der Fragestellung, ob der Wert < oder > 10 % oder 25 % des Grenzwertes ist.


BG RCI
Berufsgenossenschaft
Rohstoffe und chemische Industrie
Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit.
START
Foto: PU-Produkte, BG RCI M044, Ausgabe 10/2026