



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Eidgenössische Koordinationskommission
für Arbeitssicherheit EKAS**



Spritzlackieren von isocyanathaltigen Farben und Lacken in Karosseriebetrieben

Ausgangslage

Isocyanate sind organische chemische Stoffe, mit einer oder mehreren reaktiver Isocyanat-Gruppen (NCO). Die meisten Decklacke und auch viele andere Lacksysteme basieren auf Polyurethanbasis und beinhalten gesundheitsgefährliche Isocyanate.

Gefahr von Isocyanaten

Beim Spritzen von Lacksystemen auf Polyurethanbasis bilden sich feinste Partikel (Aerosole) die Isocyanate enthalten. Isocyanate können gesundheitliche Auswirkungen auf Haut und Atemwege haben. Es handelt sich um stark reizende und sensibilisierende Stoffe, die häufig zu Allergien (Asthma) führen. Sie werden über die Haut aufgenommen oder gelangen über die Atmung in die Lungen. Ist eine Sensibilisierung als Folge der Exposition eingetreten, kommt es bei kleinsten Mengen von Isocyanaten zum Asthma und weiteren Beschwerden (z.B. Fieber). Eine einmal erworbene Sensibilisierung bleibt in der Regel lebenslang bestehen. Bei Vorliegen eines Isocyanat-Asthmas wird sehr oft ein Arbeitsplatz- oder gar ein Berufswechsel notwendig, mit einschneidenden sozialen und wirtschaftlichen Folgen für alle Betroffenen. Neben dem Allergierisiko kommen Reizungen der Haut, der Augen und der Atemwege vor. Zusätzlich ist die Brand- und Explosionsgefahr zu beachten.

Erkennen / Kennzeichnung

Die betroffenen Lacksysteme haben unterschiedliche Benennungen. Häufig sind die folgenden Bezeichnungen: Polyurethanlack 2-K-PUR, 2-Komponenten-Lack, PU-Lack, DD-Lack. Daneben enthalten aber auch Wasserlacke oder Primer häufig Isocyanate. In der Regel finden sich die folgenden Kennzeichnungen:



H 332 Gesundheitschädlich beim Einatmen

H 334 Kann beim Einatmen Allergien, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen

Studie

Neu liegt die Kontrolle der Umsetzung der Gesetze zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in der Branche bei den Kantonen. Die Suva ist aber nach wie vor für die arbeitsmedizinische Vorsorge sowie für die Prophylaxe von Berufskrankheiten zuständig. In der Romandie wurde das Thema aufgenommen und eine grosse Studie zum Thema verfasst. Zu den Verfassern gehören:

Catherine Tomicic, IST Lausanne; Chantal Scheen, ORCT Neuenburg; Jean Parrat, SEE Delémont; Christophe Iseli, ICT Freiburg; Stéphane Glassey, DAA Sitten; Patrick Gerber, ORCT Neuenburg.

Literaturstudie

Im Rahmen der Studie wurde die bekannte Literatur zur Thematik gesichtet. Einige wichtige Aspekte:

Gesundheit

Isocyanate wirken sich auf drei unterschiedliche Arten auf die Gesundheit aus. Sie weisen folgende Eigenschaften auf¹:

- sie haben eine reizende Wirkung auf die Haut und alle Schleimhäute, mit denen sie in Kontakt kommen,
- sie haben insofern eine immunologische Wirkung, als sie sich an ein Protein binden können, um ein Antigen zu erzeugen und einen allergischen Vorgang auszulösen. Der Mechanismus der allergischen Reaktion gegen Isocyanate bleibt bis auf weiteres unverstanden. Es besteht keine Korrelation zwischen dem Vorhandensein von Immunglobulin E (IgE) im Blut eines Arbeitnehmers und der Entstehung von isocyanatbedingtem Asthma,
- sie haben eine pharmakologische Wirkung und führen über die Kontraktion der glatten Bronchialmuskulatur zu einer Verengung der Bronchien.

Isocyanate werden sowohl über die Haut als auch über die Atmung aufgenommen. Sie haben akut eine reizende Wirkung auf die Haut (Rötungen und gelegentlich sogar Verbrennungen 3. Grades), die Augenschleimhäute (Tränenfluss, Bindehautentzündung, Verletzung der Hornhaut) und die Schleimhäute in den Atemwegen (Trockenheit der Nase, der Kehle und gelegentlich Husten) und führen zu bronchialen Reizungen. Bei den chronischen Auswirkungen handelt es sich vor allem um Allergien, die Asthma auslösen.

Expositionsmessungen Luft

Zur Bestimmung der Belastung der Luft werden das Hexamethylendiisocyanat (HDI) und die HDI-Oligomere bestimmt. Dabei werden Proben genommen (Probenahmemedium: Filter aus Glasfaser, getränkt mit 1 mg 1-(2-Methoxyphenyl)piperazine; Volumenstrom 1l/min für 15 Minuten) und diese durch Hochdruckflüssigchromatographie mit UV-Detektor (HPLC/UV) ausgewertet. Die Nachweisgrenze des Verfahrens liegt bei 0,07 µg/ml. Die Isocyanatkonzentrationen werden als Gesamt-NCO gemessen (HDI Mono- und Oligomere). Der Grenzwert (MAK-Wert) beträgt 0.02 mg/m³.

Biologische Überwachung

Die biologische Expositionsüberwachung oder das «Biomonitoring» besteht in der Messung von biologischen Expositionsindikatoren entweder für das Toxin selbst oder eines Metabolits (entstehendes Stoffwechselprodukt) in biologischen Medien (im Wesentlichen Blut, Urin, Ausatemluft und Speichel) von Arbeitnehmern, die chemischen Substanzen ausgesetzt sind. Zur Bestimmung der Isocyanatexposition wird gängiger Weise Hexamethyldiamin (HDA) im Urin bestimmt. Ein HDA-Wert von unter 0.7 µg/g entspricht dem «Normalwert» unbelasteter Personen. Der biologische Grenzwert (BAT-Grenzwert) beträgt 15 µg/g.

Studiendesign

Im Rahmen der Studie wurden nach einem Pilotversuch 31 repräsentative Karosseriebetriebe ausgewählt und bewertet. Im Rahmen der Untersuchung sind folgende Erhebungen erfolgt:

¹ Daniel Nadeau. Les isocyanates et leurs effets sur la santé DSP. Montréal, Herbst 2000.

- Technischer Fragebogen: Der technische Fragebogen erlaubte es unter anderem, einheitliche Informationen zum Umgang mit Chemikalien im Unternehmen, zur Wartung der Spritzkabine, zur Prozedur des Spritzlackierens, zur Reinigung des verwendeten Materials sowie zur Art des verwendeten persönlichen Schutzes zu erhalten. Die Nutzer wurden ebenfalls zu ihrer Risikowahrnehmung und der erhaltenen Schulung zum Tragen von Atemschutzgeräten befragt.
- Arbeitshygienische Messungen (Probenahme an festen Orten oder am Mitarbeiter). Die Analytik wurde am LIST (Laboratoire intercantonal de santé au travail) durchgeführt.
- Medizinischer Fragebogen: Der medizinische Fragebogen enthielt Fragen zur Art der Arbeit und der persönlichen Schutzausrüstung, zum Rauchen, der Vorgeschichte, den beobachteten Symptomen und ihrem zeitlichen Zusammenhang mit der Arbeit.
- Biomonitoring: Es wurden Urinproben im Karosseriebetrieb am Ende des Arbeitseinsatzes, d. h. am Ende des Vormittags, oder am Ende des Tages genommen. Die Auswertungen wurden am IST (Institut du Santé au Travail) durchgeführt.

Ergebnisse (Details sind dem Studienbericht zu entnehmen)

Technischer Fragebogen

- 85 % verfügen über Sicherheitsdatenblätter
- 97% haben Spritzkabine, diese wird in 93% regelmässig gewartet
- 90% verfügen über separaten Mischraum
- 75% der Mischräume verfügen über eine Absaugung am Reinigungsplatz
- 65% der Reinigungsvorgänge für Spritzpistolen werden im Mischraum durchgeführt
- 30% der Reinigungsbecken sind nicht belüftet und offen
- 87% führen Grundierungsarbeiten teilweise ausserhalb der Spritzkabine durch
- 17% führen Lackierungen teilweise ausserhalb der Spritzkabine durch
- 58% der Betriebe halten die Wartezeiten nach dem Spritzvorgang nicht ein
- 65% der Mitarbeitenden tragen beim Spritzvorgang keine Schutzbrille
- 20% kennen die Grundlagen der Prävention (SUVA Broschüre Nr. 44054)

Medizinischer Fragebogen

97 Personen haben an der Studie teilgenommen, davon waren 92 Männer und 4 Frauen. Das Durchschnittsalter beträgt 31 Jahre. Das Mindestalter beträgt 15 Jahre und das Höchstalter 65 Jahre.

- 28% klagen über Husten, Rhinitis, Kribbeln im Hals oder in den Augen oder über Hautreizungen, bei 68 % der Betroffenen standen diese Symptome im zeitlichen Zusammenhang mit der Arbeit.
- 43% haben eine Expositionszeit <3 h
- 30% haben eine Expositionszeit 3-6 h
- 27% haben eine Expositionszeit >6 h

Verwendete Maskentypen:

- 68% Filter-Halbmaske
- 15% Gebläsefiltergerät
- 8% Staubmaske
- 2% Filter-Vollmaske

Den Empfehlungen ein Gebläsefiltergerät oder ein Druckluftgerät zu verwenden, wird selten nachgekommen.

Ergebnisse der Luftanalysen

Isocyanatkonzentrationen während des Spritzvorgangs in der Spritzkabine

- 100% liegen über dem Grenzwert (MAK-Wert) von 0.02 mg/m³
- 60% liegen über dem 10-fachen Grenzwert (über 0.2 mg/m³), wobei die höchsten Werte über 1 mg/m³ betragen.
- Ausserhalb der Spritzkabinen liegt die Konzentration im Allgemeinen unter 50% des MAK-Wertes.

Der Grenzwert wird immer überschritten, die Überschreitungen sind meist massiv.

Ergebnisse des Biomonitorings

- 39% haben einen Wert unter 0.7 µg/g (Keine Mehrbelastung)
- 45% haben einen Wert zwischen 0.7 und 7.5 µg/g (kleiner 0.5 BAT)
- 3% haben einen Wert zwischen 7 und 15 µg/g (grösser 0.5 BAT)
- 5% haben einen Wert grösser 15 µg/g (Überschreitung Grenzwert)

Bei Mitarbeitenden, die mit Halbmaske (n=65) arbeiten, sind die Belastungen signifikant höher als bei Mitarbeitenden, die mit Gebläsefiltermasken arbeiten. Alle Grenzwertüberschreitungen stammen von Mitarbeitenden, die mit Halbmaske arbeiten.

Diskussion

Eine gute Infrastruktur mit einem den Anforderungen entsprechenden Mischraum und einer entsprechenden Kabine ist in der Mehrzahl der Betriebe vorhanden. Spritzkabinen stellen trotz guter funktionsweise keinen ausreichenden Schutz gegenüber Isocyanaten dar. So zeigen alle Messungen in den Kabinen Konzentrationen über dem MAK-Wert. Bei der Mehrzahl der Mitarbeitenden führt die Arbeit zu erhöhten Werten beim Biomonitoring. Dies bedeutet, dass Isocyanate in erhöhten Mengen aufgenommen wurden. Bei 5% werden die kritischen Werte überschritten. 28% klagen über Beschwerden.

Die Aufnahme der Isocyanate erfolgt aus verschiedenen Gründen:

- Fehlende oder nicht geeignete Infrastruktur (z.B. fehlende Absaugung Reinigungsplatz)
- Spritzen ausserhalb der Kabine bei ungenügenden Schutzmassnahmen
- Geeignete Hautschutzkonzepte sind häufig nicht vorhanden
- Ein geeigneter Atemschutz wird häufig nicht verwendet
- Die Mitarbeitenden sind zu wenig aufgeklärt und verhalten sich daher nicht immer korrekt:
 - Kein Tragen geeignet PSA (Schutzbrille, Hautschutz, Atemschutz,...)
 - Hochklappen Visier / Abnehmen Atemschutz direkt nach Spritzprozess (nicht einhalten der Wartezeit)
 - Nichtverschliessen Gebinde

Empfehlungen

Allgemein:

- Der Schutz der Haut beim Einsatz von isocyanathaltigen Produkten ist ein zentrales Thema. Aktuell haben nur wenige Karosseriebetriebe ein Konzept für den Hautschutz; Das Konzept beinhaltet den Körperschutz (insbesondere das Tragen von Handschuhen, von langärmeliger Kleidung und ggf. von Schutzbrillen). Zudem ist ein Konzept zum Hautschutz (Schutz, Reinigung und Pflege) für alle Betriebe zwingend notwendig.

Die befragten Arbeitnehmer sind sich insgesamt der Auswirkungen der Isocyanate auf ihre Gesundheit wenig bewusst, eine Sensibilisierung der Mitarbeitenden und Instruktionen zum richtigen Verhalten sind notwendig. Die Exposition gegenüber Substanzen auf der Basis von Isocyanaten, sowie die Verwendung von Produkten für die Vorbereitung und Reinigung stellen gefährliche Arbeiten dar. Es ist daher untersagt, Jugendliche unter 18 Jahren für diese Arbeiten einzustellen (Art. 4 Abs. 1 der Verordnung 5 zum Arbeitsgesetz / Jugendarbeitsschutzverordnung – ArGV5 – SR 822.115). Im Rahmen der beruflichen Grundausbildung können Jugendliche ab 15 Jahren eingesetzt werden, sofern die definierten begleitenden Massnahmen vom Lehrbetrieb umgesetzt sind. Die für den Auszubildenden in Anhang 2 zum Ausbildungsplan vorgesehene Massnahmen müssen unbedingt ab dem ersten Ausbildungsjahr umgesetzt werden. Diese Schutzmassnahmen fallen zum grössten Teil mit den unten genannten Schutzmassnahmen zusammen.

Vorbereitungs-/Mischraum (T-Gesichtspunkte):

- Natürliche oder künstliche Lüftung gemäss EKAS 1825
- Im Wesentlichen Ex-geschützter Raum: Gemäss Absprache mit der SUVA können die Waage und der Computer, die zur Zubereitung dienen, hier toleriert werden
- Höher gelegte Leuchten (und Wandsteckdosen) (ausserhalb des Ex-Bereichs) mit Trennschalter aussen
- Geschlossene Reinigungsbecken, die in einiger Entfernung von elektr. Geräten aufgestellt sind
- Ordnungsgemäss an die Lüftung/Absaugung angeschlossene Reinigungsgeräte
- Automatischer Türschliesser

Vorbereitungs-/Mischraum (O-, P-Gesichtspunkte):

- Tragen von geeigneten Schutzhandschuhen für den Umgang mit und die Vorbereitung von Produkten
- Tragen von Handschuhen (z. B. Nitrilhandschuhe) und Brille (gemäss Herstellerangaben) für die Reinigung der Werkzeuge mit den zu diesem Zweck vorgesehenen Geräten
- Tragen des vorgeschriebenen Atemschutzes während der Vorbereitungsarbeiten und vor allem während der Reinigung der Werkzeuge.

Spritzkabinen (T-Gesichtspunkte):

- Die Dichtigkeit der Spritzkabinen muss zu jedem Zeitpunkt gesichert sein und regelmässig überprüft werden
- Regelmässiger Austausch der Filter (zu dokumentieren)
- Regelmässige Kontrolle der Funktionsfähigkeit, entweder:
 - Regelung der Druckluft für die Lüftung
 - Über- oder Unterdruck
 - Dichtigkeit und Verriegelung der Tür (bei Überdruck)

Spritzkabinen (O-, P-Gesichtspunkte):

- Tragen von Handschuhen und geschlossenem Overall während des Spritzens von Produkten mit Isocyanaten
- Nutzung von Druckluft-Schlauchgeräten oder Gebläsefiltermasken für das Spritzen von Produkten mit Isocyanaten (Masken mit Filterpatronen oder Halbmasken sind nicht ausreichend)
- Visier oder Maske nicht direkt nach dem Spritzen hochklappen bzw. abnehmen
- Instruktion der Mitarbeitenden zur Arbeit mit Atemschutz (Filterwechsel, Rasur,)
- Regelmässige Kontrolle und Austausch der PSA (zu dokumentieren)
- Wartezeit von 10 Min. vor dem Wiederbetreten der Kabine ohne Atemschutz

Blechbearbeitungswerkstatt (T-Gesichtspunkte):

- Falls Reinigungseinrichtung (oder -becken) in der Werkstatt vorhanden: 2 m Abstand von Zündquellen bei künstlicher Lüftung, andernfalls 5 m (gemäss SUVA 2153)
- Nutzung von Vorbereitungsbereichen (Foto nebenstehend) mit geschlossenen Trennwänden und Spritzbereich möglichst nah an der Absaugung

Blechbearbeitungswerkstatt (O-/P-Gesichtspunkte):

- Keine Spritzarbeiten, selbst eingeschränkt, ausserhalb der Kabine oder des Vorbereitungsbereichs
- Sollte dies doch der Fall sein (gemäss HSE INDG473):
 - Abstand von 10 m zu anderen Personen oder Tragen von PSA durch diese Personen (passive Exposition)
 - Mindest-Sicherheitsabstand von nicht weniger als 5 m, um Explosionen zu vermeiden (gemäss SUVA 2153) - gleichzeitiges Ausführen mehrerer Aufgaben!
 - Wartezeit von 30 Min. nach dem Spritzen vor dem Ablegen der PSA (oder Zutritt zum Bereich ohne PSA)
- Konzept zum Hautschutz (Seife, Cremes, Handschuhe) für alle zwingend