

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung



BG-Information

BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung

Tätigkeiten mit Toluol im Illustrationstiefdruck



BGI 790-017 Oktober 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich.....	3
2	Begriffsbestimmungen	3
3	Arbeitsverfahren/Tätigkeiten	3
	3.1 Druckformherstellung.....	4
	3.2 Druckbereich	5
	3.3 Weiterverarbeitung	7
	3.4 Reinigungsbereiche.....	8
	3.5 Sonstige Arbeitsbereiche	8
4	Gefahrstoffexposition.....	8
	4.1 Gefahrstoffe.....	8
	4.2 Expositionsbeschreibungen	10
	4.3 Bewertung der Gefahrstoffexposition	12
5	Schutzmaßnahmen.....	12
	5.1 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen.....	13
	5.2 Persönliche Schutzausrüstungen	14
	5.3 Brand- und Explosionsschutz.....	16
	5.4 Messtechnische Überwachung mit Photoionisationsdetektoren	18
6	Anwendungshinweise	20
7	Überprüfung.....	20
8	Weiterführende Literatur	21
	Anhang 1: Gefahrstoffexposition im Illustrationstiefdruck	23
	Anhang 2: Mustermessprotokoll	25
	Anhang 3: Musterbetriebsanweisung	27
	Anhang 4: Checkliste „Gute Praxis“	28

Berufsgenossenschaftliche Informationen (BG-Informationen) enthalten Hinweise und Empfehlungen, die die praktische Anwendung von Regelungen zu einem bestimmten Sachgebiet oder Sachverhalt erleichtern sollen.

BG-Informationen richten sich in erster Linie an den Unternehmer und sollen ihm Hilfestellung bei der Umsetzung seiner Pflichten aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und ggf. Regeln geben sowie Wege aufzeigen, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können.

Der Unternehmer kann bei Beachtung der in diesen BG-Informationen enthaltenen Empfehlungen, insbesondere den beispielhaften Lösungsmöglichkeiten, davon ausgehen, dass er damit geeignete Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren getroffen hat. Andere Lösungen sind möglich, wenn Sicherheit und Gesundheitsschutz in gleicher Weise gewährleistet sind. Sind zur Konkretisierung staatlicher Arbeitsschutzvorschriften von den dafür eingerichteten Ausschüssen technische Regeln ermittelt worden, sind diese vorrangig zu beachten.

Vorbemerkung

BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung werden von

- den Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung
und
- dem BGIA – Institut für Arbeitsschutz

in Abstimmung mit den Ländern und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) herausgegeben. Sie haben das Ziel, den Unternehmen eine Hilfe für den auf Tätigkeiten mit Gefahrstoffen bezogenen Teil der Gefährdungsbeurteilung zu geben und werden als BG-Informationen in das Sammelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter der Bestellnummer BGI 790-001 ff. aufgenommen.

Diese BG/BGIA-Empfehlungen wurden erarbeitet in Zusammenarbeit zwischen

- Bundesverband Druck und Medien (Fachbereich Tiefdruck), Wiesbaden,
- Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung, Wiesbaden,
- Verband der Druckfarbenindustrie im Verband der Mineralfarbenindustrie (VdMi), Frankfurt/Main,
- BGIA – Institut für Arbeitsschutz, Sankt Augustin.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese BG/BGIA-Empfehlungen beziehen sich auf Arbeitsverfahren und Tätigkeiten mit Toluol in Illustrationstiefdruckereien. In diesen Betrieben werden Kataloge, Zeitschriften, Prospekte und ähnliche Druckprodukte unter Verwendung von ausschließlich toluolhaltigen Druckfarben im Tiefdruckverfahren hergestellt.

Diese BG/BGIA-Empfehlungen beschreiben technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen, die den Stand der Technik definieren. Sie geben Hinweise im Sinne einer „Guten Praxis“ im Illustrationstiefdruck. Die Einhaltung dieser Schutzmaßnahmen legt eine sichere Arbeitsweise fest und gilt als Empfehlung zur Erfüllung der Schutzzielanforderungen gemäß Gefahrstoffverordnung. Ein vereinfachtes Verfahren zur messtechnischen Überwachung wird beschrieben.

1.2 Diese BG/BGIA-Empfehlungen finden keine Anwendung auf

- Tätigkeiten mit Druckfarbensystemen, die andere Lösemittel enthalten, z.B. im Verpackungstiefdruck,
- Tätigkeiten zur Herstellung von Spezialprodukten, z.B. Tapeten,
- Tätigkeiten mit anderen Gefahrstoffen.

2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser BG-Information werden folgende Begriffe bestimmt:

1. **Perkutane Penetration** ist die Aufnahme eines Stoffes in den Körper über die Haut. Beim direkten Hautkontakt kann Toluol in nennenswertem Umfang in den menschlichen Körper gelangen. Daher muss ein direkter Hautkontakt vermieden werden.
2. **Photoionisationsdetektor (PID)** ist ein direkt anzeigendes Messgerät für ionisierbare Verbindungen in der Luft. Im Illustrationstiefdruck kann man mit einem PID die Konzentration von Toluol in der Luft am Arbeitsplatz messen.

3 Arbeitsverfahren/Tätigkeiten

Im Illustrationstiefdruck werden Produkte, wie Kataloge, Zeitschriften und Prospekte, in hohen Auflagen hergestellt. Dabei kommen derzeit Rollenrotations-Tiefdruckmaschinen mit einer Druckbreite bis zu 4320 mm zum Einsatz. Die verwendeten Druckfarben und Verschnitte enthalten als Lösemittel ausschließlich Toluol. Zur Einstellung der Viskosität wird zusätzlich Toluol benötigt. Auch als Reinigungsmittel und in Einzelfällen zur Verdünnung der Rollenkleber wird Toluol in geringen Mengen verwendet. Über Rückgewin-

nungsanlagen wird das im Druckprozess eingesetzte Toluol im Kreislauf geführt.

Beim Tiefdruck liegen die druckenden Elemente (Näpfchen) vertieft in der Druckformoberfläche. Der Tiefdruckzylinder übernimmt die Druckfarbe aus der Farbwanne. Die niedrigviskose Druckfarbe füllt die Näpfchen des rotierenden Tiefdruckzylinders. Ein oszillierendes Rakelmesser zieht die überschüssige Druckfarbe von der Druckformoberfläche ab, so dass die Druckfarbe nur in den Näpfchen verbleibt. Eine Gummiwalze (der Presseur) drückt die durchlaufende Papierbahn gegen den Druckformzylinder. Die Druckfarbe wird direkt durch Druck und mittels einer elektrostatischen Druckhilfe auf das Papier übertragen. Anschließend wird die Papierbahn in einen vertikalen Trockenkanal geführt. Die beheizte Luft verdampft das Toluol aus der Druckfarbschicht, die Druckfarbe trocknet rein physikalisch, bevor sie das nächste Druckwerk erreicht. Die mit Toluol beladene Trocknerabluft wird einer Lösemittelrückgewinnungsanlage (Aktivkohleadsorber) zugeführt. Um eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in den Trockenkammern und im Abluftsystem zu vermeiden, wird die Abluftmenge dort mittels Konzentrationsmessung geregelt. Die an den Druckwerken benötigte Zuluftmenge wird über eine Klimaanlage gefiltert, beheizt und befeuchtet. Der im Druckwerk bzw. in der Maschinenkapsel durch hohe Absaugleistungen erzeugte Unterdruck verhindert weitgehend das Ausbreiten der Toluoldämpfe aus den Druckwerken in die Umgebungsbereiche.

Dem eigentlichen Druckbereich in Illustrationstiefdruckereien sind meist die Bereiche zur Herstellung der Druckformen und Anlagen der Druckweiterverarbeitung angegliedert.

3.1 Druckformherstellung

Zur Druckformherstellung werden alle Arbeitsbereiche gerechnet, die erforderlich sind, um die an der Tiefdruckmaschine benötigten Druckformen herzustellen. Hierzu zählen die Bereiche Zylindervorbereitung, Galvanik, Gravur und Zylinderkorrektur. Die Gefährdungsbeurteilung für den Bereich Galvanik kann auf der Basis der BG-Information „BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung-Galvanotechnik und Eloxieren“ (BGI 790-016) erfolgen. Nur in der Zylinderkorrektur wird Toluol verwendet.

Tätigkeiten mit anderen Stoffen sind nicht Gegenstand dieser BG/BGIA-Empfehlungen und bedürfen einer eigenen Gefährdungsbeurteilung. Nachfolgend sind die Verfahren kurz beschrieben:

– Zylindervorbereitung (in geschlossenen Anlagen)

Für die eigentliche Druckformherstellung muss der Druckformzylinder vorbereitet werden. Zuerst wird der Druckformzylinder entfettet und gründlich mit Wasser abgespült, anschließend mit verdünnter Schwefelsäure dekapiert und nochmals abgespült. Danach wird der Druckformzylinder in eine galvanische Anlage überführt.

- **Dünnschicht-/Starkkupferverfahren**

Hierbei wird durch Elektrolyse eine Kupferschicht bzw. eine Zinkschicht (für die Lasergravur) auf einen entsprechend vorbereiteten Druckformzylinder aufgalvanisiert.

- **Ballardhautverfahren**

Dieses Verfahren ist eine Dünnschichtverkupferung. Es wird im Unterschied zum herkömmlichen Verfahren mit einer festhaftenden Kupferschicht eine abreibare Kupferhaut gefertigt. Vor dem Aufbringen der gravurfähigen Ballardhaut wird zunächst eine Trennschicht auf das Grundkupfer aufgebracht und so ein Verwachsen mit dem Grundkupfer verhindert.

- **Gravur (Druckbildübertragung)**

Im Anschluss an die Zylindervorbereitung erfolgt die eigentliche Herstellung der Druckform. Auf dem verkupferten/verzinkten Druckformzylinder werden die farbführenden Elemente in Form von vertieften Nöpfchen mittels filmloser Gravur erzeugt. Ausgangspunkt für die Gravur sind digitalisierte Daten. Mit diesen Bilddaten wird ein Diamantstichel bzw. Laser gesteuert, der die Bildinformationen in Form verschieden großer Nöpfchen in das Kupfer oder Zink der Druckformzylinder graviert.

- **Verchromung**

Ist der gravierte Druckformzylinder fehlerfrei, wird er zur Oberflächenhärtung elektrolytisch verchromt, poliert und ist damit druckfertig. Da beim Verchromen gesundheitsschädliche Dämpfe und Aerosole freigesetzt werden können, können geschlossene Bäder mit Absaugungen und Abscheidetechnik zum Einsatz.

- **Zylinderkorrektur**

Mitunter machen Mängel in der Konvertierung der Bilddaten, Fehler in der Druckformherstellung oder nachträgliche Kundenwünsche eine Korrektur am Druckformzylinder notwendig. Die Druckformzylinder werden dann manuell in einer Korrekturstation mit Absaugung oder direkt in der Druckmaschine korrigiert. Im Rahmen der Korrektur wird Toluol zum Reinigen der Zylinder verwendet.

3.2 Druckbereich

Der Druckbereich besteht aus den Rollenrotations-Tiefdruckmaschinen sowie vereinzelt vorhandenen Andruckmaschinen. Die Tiefdruckmaschinen bestehen im Wesentlichen aus den Komponenten Rollenzuführung, Druckwerke, Überbau, Falzapparat und Auslage. Hinzu kommen diverse Zusatzaggregate und -einrichtungen zur Medienver- und -entsorgung sowie sicheren Steuerung der Maschine. Moderne Tiefdruckrotationen werden zentral von einem Leitstand aus überwacht und gesteuert.

Farbbehälter mit Umlaufpumpen versorgen die Druckwerke im Umlaufsystem ständig mit Druckfarbe. Für gleichbleibende Druckqualität wird die Druck-

farbe gekühlt, die Farbzusammensetzung und Viskosität in der Regel automatisch überwacht und nachdosiert.

Zylinder- oder Presseureinigungen erfolgen weitestgehend in der Maschine oder in einer speziellen Wascheinrichtung, Nachreinigungen von Hand sind gegebenenfalls notwendig. Daneben sind beim Beseitigen von Störungen auch Reinigungsarbeiten von Hand mit einem toluolgetränkten Putzlappen erforderlich.

Der Druck z.B. einer mehrfarbigen Zeitschrift läuft in der Tiefdruckmaschine wie folgt ab: Von einer Abrollung wird die Papierbahn zu den Druckwerken geführt, wo nacheinander die Druckfarben Gelb-Rot-Blau-Schwarz auf die Schöndruckseite der Bahn, anschließend in gleicher Reihenfolge auf die Widerdruckseite aufgebracht werden. Somit ist für einen beidseitig vierfarbigen Druck für jede Farbe mindestens ein Druckwerk erforderlich.

Nach dem Druckvorgang erreicht die Bahn den Überbau, wo durch Längsschnitte seitenbreite Stränge erzeugt, durch rechtwinklige Umlenkungen übereinander gelegt und dann als mehrlagiges Strangpaket dem Falzapparat zugeführt werden.

Hier werden zuerst die übereinander liegenden Stränge sektionsweise quer abgeschnitten. Zwischen dem Sammel- und dem Falzklappenzyylinder erfolgt der Falzvorgang. Die gefalzten Produkte kommen in einem Schaufelrad schuppenförmig zur Auslage. Ausgelegt werden in der Regel Zwischenprodukte von Hand als Päckchen auf Palette, als Stange auf Stangenbildner oder auf eine Speicherrolle. Eine direkte Auslage der Zwischenprodukte in die Weiterverarbeitung ist wegen der Störanfälligkeit nicht üblich.

- **Rückgewinnung**

Das in den Trockenkammern verdampfte Toluol wird mit einem Teil der Umluft abgesaugt und durch eine mit Aktivkohle gefüllte Adsorberanlage gedrückt. Das Toluol lagert sich an der Aktivkohle an und wird mit sehr hoher Effizienz für den erneuten Einsatz bzw. zum Verdünnen der Druckfarbe oder zur Herstellung von Druckfarben zurückgewonnen.

- **Tätigkeiten Drucker**

Drucken: Druckprodukt kontrollieren/Farbauftrag steuern, Register kontrollieren/steuern, Maschinenstörungen beseitigen, Farbviskosität kontrollieren/einstellen.

Maschine rüsten: Zylinder wechseln, Papierbahn einziehen, Farbrakel wechseln, Farbe und Register stellen, Reinigungsarbeiten, Druckwerke/Überbauten und Falzapparate umstellen.

- **Tätigkeiten Helfer**

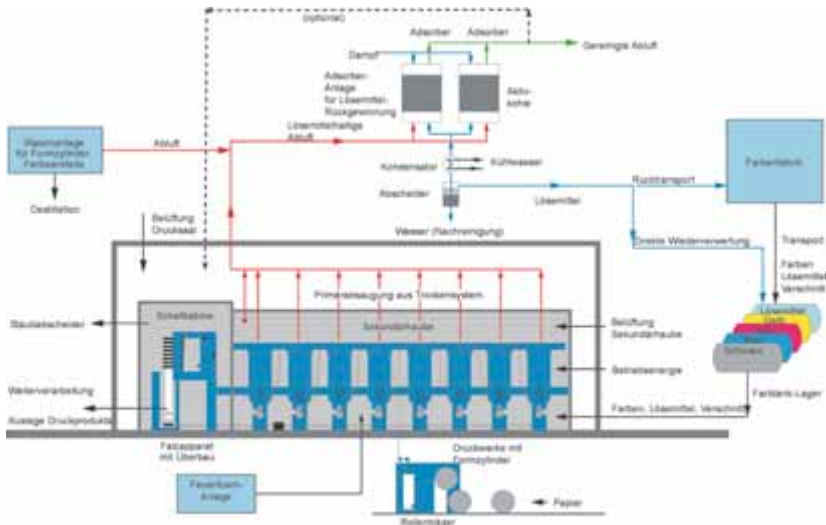
Ab stapeln der Druckprodukte. Maschinenteile, Farbwerke, Druckformzylinder, Presseure, Leitwalzen reinigen. Mithilfe bei Druckformzylinder-/Farbrakelwechsel und Störungsbeseitigung.

- **Tätigkeiten Rolleur**

Rollen auspacken, vorbereiten („abschwärzen“, Klebung aufbringen), spindeln. Rollen in Maschine einbringen. Restrollen und Verpackungsmaterial zur Entsorgung bereitstellen, Mithilfe bei Störungsbeseitigung.

- **Tätigkeiten Farbmacher**

Kontrolle der Einstellung der Druckfarben, Grundeinstellung bzw. Umstellung bei Produktwechsel. Maschinenteile, Farbwerke, Druckformzylinder, Presseure, Leitwalzen reinigen. Mithilfe bei Druckformzylinder-/Farbrakelwechsel und Störungsbeseitigung.



Schematische Beispielanstellung Druckprozess Illustrationstiefdruck.

(Graphik: Koenig & Bauer AG)

3.3 Weiterverarbeitung

Im Bereich der Weiterverarbeitung wird das Zwischenprodukt aus der Druckmaschine zu einem fertigen Druckprodukt weiterverarbeitet und verpackt. Hierzu gehören die Bereiche mit Einsteck-, Zusammentrag- und Sammelheftmaschinen sowie Klebebindern, Stanz- und Schneidemaschinen. Anschließend werden in Bereichen mit Kreuzlegern, Einschweiß- und Schrumpfmaschinen, Umwickelmaschinen, Bündelpresen sowie Palettieranlagen die Druckprodukte verpackt.

Obwohl die bedruckte Papierbahn nach dem Verlassen der Trocknerkammern schon berührungstrocken ist, verbleibt ein geringer Rest an Toluol gebunden

in der aufgedruckten Druckfarbe sowie den Papierfasern und wird teilweise diffus an die Umgebungsluft in der Weiterverarbeitung abgegeben.

3.4 Reinigungsbereiche

Separate Reinigungsbereiche umfassen hauptsächlich Waschanlagen für Teile und Druckformzylinder. Die geschlossenen Anlagen arbeiten automatisch, müssen jedoch von Mitarbeitern be- und entladen werden.

3.5 Sonstige Arbeitsbereiche

Zu den sonstigen Arbeitsbereichen zählen insbesondere Farblager, Farbaufbereitung und Lösemittelrückgewinnung. In diesen Bereichen erfolgt kein offener Umgang mit Toluol oder toluolhaltigen Zubereitungen.

Des Weiteren gibt es Klimazentralen, Büros, Papier-, Zylinder- und Produktlager sowie Werkstattbereiche. In diesen Bereichen gibt es keine Tätigkeiten mit Toluol.

4 Gefahrstoffexposition

4.1 Gefahrstoffe

Im Tiefdruck wird ausschließlich Reintoluol eingesetzt. Reintoluol bezeichnet ein im Unterschied zu technischem Toluol besonders reines Produkt. Die Qualitätsanforderungen sind in der Norm DIN 16513 „Reintoluol als Lösemittel für Tiefdruckfarben“ festgelegt.

Toluol ist ein leichtentzündlicher und gesundheitsschädlicher Arbeitsstoff, der mit den folgenden R-Sätzen gekennzeichnet ist:

- R11 Leichtentzündlich
- R38 Reizt die Haut
- R48/20 Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen
- R63 Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen
- R65 Kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen
- R67 Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

Siehe Richtlinie 67/548/EWG „Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung von Stoffen“.

Entsprechend der Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ gilt für Toluol folgender Arbeitsplatzgrenzwert:

AGW = 50 ml/m³ (190 mg/m³)

Spitzenbegrenzung: Kurzzeitwertkategorie II, Überschreitungsfaktor 4*).

Die mittlere Konzentration soll in keinem 15-Minuten-Zeitraum die 4fache Grenzwertkonzentration überschreiten. Für die Intervalle zwischen den Perioden mit einer Konzentration oberhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes (Kurzzeitwertphase) ist ein Zeitraum von einer Stunde anzustreben.

Bemerkung H: Hautresorptiv**)

Bemerkung Y: Ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes und des biologischen Grenzwertes (BGW) nicht befürchtet zu werden.

*) Im Rahmen der Feldstudie „Toluol in Tiefdruckereien“ in den Jahren 1993 bis 2002 führte die Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung in Zusammenarbeit mit renommierten Forschungsinstituten und den deutschen Tiefdruckereien sehr umfangreiche Untersuchungen hinsichtlich möglicher akuter oder chronischer Wirkungen von Toluol durch. Die damaligen Schichtmittelwerte lagen unter dem bis 1994 gültigen Grenzwert von 100 ppm, aber auch teilweise über dem heutigen Grenzwert. Ein Kollektiv von „Hochexponierten“ zeigte im Vergleich zu einem Kollektiv von „Niedrigexponierten“ keine reproduzierbaren Leistungs- und Befindlichkeitsstörungen. Insbesondere auf der Basis dieser Untersuchungen konnte der Überschreitungsfaktor auf 4 festgesetzt werden.

***) Die perkutane Penetration von flüssigem Toluol liegt bei direktem Hautkontakt grundsätzlich so hoch, dass die Einhaltung des Luftgrenzwertes nicht ausreicht. Im Rahmen der Feldstudie „Toluol in Tiefdruckereien“ konnte jedoch gezeigt werden, dass unter den Praxisbedingungen des Illustrationstiefdruckes der dermalen Exposition auf Grund der eingesetzten Arbeitsverfahren und des konsequenten Einsatzes von Schutzhandschuhen keine Bedeutung zukommt. Dies zeigte sich auch in einer guten Korrelation von Luftexpositionsdaten mit den im Blut bestimmten Toluolkonzentrationen. Die perkutane Penetration von gasförmigem Toluol führt zudem grundsätzlich nur zu einer im Vergleich zur inhalativen Aufnahme geringen inneren Toluolbelastung.

Die wissenschaftliche Begründung zum Arbeitsplatzgrenzwert und der Spitzenbegrenzung sowie zur Hautresorption findet sich in den „Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Diese stützen sich unter anderem auf die Ergebnisse der Feldstudie „Toluol in Tiefdruckereien“.

Siehe auch Abschnitt 8 „Weitere Informationen“ (Seite 22).

4.2 Expositionsbeschreibungen

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über Dauer und Höhe der Toluolexposition bei den verschiedenen Arbeitsverfahren/Tätigkeiten. Dabei werden die Dauer und die Höhe der Exposition jeweils in vier Kategorien beschrieben.

Druckformherstellung	Toluol- exposition [ml/m³]	Dauer [min]
Zylinderkorrektur Im Bereich der Zylinderkorrektur wird Toluol in Kleinstmengen zur Tiefenreinigung der Nöpfchen vor Korrekturbeginn verwendet. Der für die Korrektur in geringen Mengen benötigte Abdecklack enthält ebenfalls Toluol. Bevorratung von schichtüblichen Mengen in geeigneten Behältnissen; Reinigungsarbeiten mit benetzten Mehrwegtüchern und Zellstoff; Entsorgung in geeignete feuersichere Behälter; Technische Belüftung der Arbeitsräume; aktive Trogabsaugung	20-50	1-15
Druckbereich		
Fortdruck		
Der Bereich Leitstand kann auf Grund der Maschinenkapselung und geeigneter technischer Be- und Entlüftungsmaßnahmen als expositionsarm angesehen werden. Während des Fortdrucks müssen regelmäßig Probeprodukte entnommen werden	< 5-20	> 60
Arbeiten in der Maschinenkapselung in den Seitenbereichen der Maschine (z.B. Zugabe von Sonderdruckfarben)	20-50	1-15
Arbeiten im Maschinenbereich zwischen den Druckwerken (z.B. Entfernen von Raketstreifen)	> 50	< 1
Entstörung bei Papierbahnreißern	5-50	15-60
Beheben von technischen Störungen (z.B. Wickler), verbunden mit punktueller Toluolanwendung	> 60	1-15
Arbeiten am Rollenstern (Rolleur)	< 5-20	> 60
Arbeiten an der Auslage der Druckprodukte (Helfer)	< 5-20	> 60
Rüsten und Reinigen Eine Grundabsaugung der Maschinen/Umhausungen ist bei Maschinenstillstand gewährleistet. Für den Rüstvorgang läuft die Druckfarbe aus der Farbwanne in den Farbkasten zurück		

Druckformherstellung	Toluol- exposition [ml/m³]	Dauer [min]
Beim Rüsten werden Zylinder und unter anderem auch Presseure und andere Maschinenteile gewechselt. In einigen Fällen muss die restliche Druckfarbe aus den Farbkästen abgepumpt werden. Restdruckfarbenhaftungen im Bereich der Farbwan- nen bedingen dort eine Freisetzung von Toluol	5-50	15-60
Manuelles Nachreinigen von fest installierten Maschinenteilen, die direkt in der Druckmaschine verbaut sind oder direktem Kontakt mit der Druckfarbe ausgesetzt sind (z.B. Presseure, Spritzschutze, Raketel), erfordert das Arbeiten mit toluolgetränk- ten Putzlappen	> 50	1-15
Manuelles Reinigen von fest installierten Maschinenteilen oder Betriebsmitteln, <u>die nicht direkt der Druckfarbe ausgesetzt sind</u> (z.B. Boden, Maschinengehäuse, Falzapparat, Falzklappenzylin- der), wird unter Einsatz von Reinigern auf Tensidbasis durchge- führt. Die Reinigung mit Toluol ist für diese Bereiche nicht zulässig	5-20	15-60
Weiterverarbeitung		
Der Bereich der Weiterverarbeitung ist räumlich von den Druckwerken/der Druckmaschine getrennt. Aufgrund der schnellen physikalischen Trocknung der Druckfarbe (innerhalb der Druckmaschinenumhausung) setzen die frischen Druckpro- dukte nur noch geringe Mengen an Toluol frei	< 5-20	> 60
Reinigungsbereiche		
Arbeiten beim Bestücken/Entnehmen von/aus Teilewaschanla- gen (die Waschanlagen sind mit einem Nachlauf der Absaug- ung ausgestattet)	20-50	1-15
Manuelle Nachreinigung	> 50	1-60
Instandhaltung/Instandsetzung		
Reparaturarbeiten in der betriebsbereiten Maschine Eine Grundabsaugung der Maschinen/Umhausungen ist bei Maschinenstillstand gewährleistet. Während des Instandhal- tungsvorgangs befindet sich innerhalb des Druckwerkes keine Druckfarbe in den Farbwan- nen	20-50	15-60

Tabelle 1: Dauer und Höhe der Toluolexposition bei den verschiedenen Arbeitsverfahren/Tätigkeiten

4.3 Bewertung der Gefahrstoffexposition

Die Ergebnisse der im Druckbereich und in den Reinigungsbereichen durchgeführten Expositionsmessungen (siehe Anhang) zeigen, dass bezogen auf eine 8-stündige Arbeitsschicht die Arbeitsplatzkonzentration von Toluol bei allen Tätigkeiten unterhalb von 50 ppm liegt. Die Kurzzeitwertbedingungen werden eingehalten.

Da im Druckbereich und in den Reinigungsbereichen die ermittelte Konzentration teilweise jedoch in der Nähe des Grenzwertes liegt, ist hier eine regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen erforderlich. Hierfür kann ein einfaches Messverfahren zum Einsatz kommen.

In den Bereichen Druckformherstellung, Weiterverarbeitung sowie sonstigen Bereichen sind verfahrensbedingt keine höheren Expositionswerte zu erwarten. Dies wurde bereits in den 1998 erschienenen BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen im Illustrationstiefdruck belegt. Seitdem ist die Exposition in diesen Bereichen auf Grund verfahrenstechnischer Optimierungen weiter gesunken. Auf Kontrollmessungen kann daher in diesen Bereichen verzichtet werden.

Obwohl Toluol gut über die Haut aufgenommen werden kann und dementsprechend auch in der TRGS 900 als „hautresorptiv“ eingestuft ist, steht im Illustrationstiefdruck der inhalative Aufnahmeweg ganz im Vordergrund.

Die toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung für Toluol belegt, dass die Aufnahme von gasförmigem Toluol über die Haut nicht nennenswert ist. Ein direkter Hautkontakt zu flüssigem Toluol kann auf Grund des Arbeitsverfahrens und des konsequenten Einsatzes von Chemikalienschutzhandschuhen weitgehend ausgeschlossen werden. Im Rahmen der Feldstudie „Toluol in Tiefdruckereien“ konnte eine positive Korrelation der Luftexposition mit der Toluolkonzentration im Blut nachgewiesen werden. Der dermale Aufnahmeweg ist daher nur von untergeordneter Bedeutung.

Siehe auch Abschnitt 8 „Weitere Informationen“ (Seite 22).

Als Ergebnis der Bewertung ist festzustellen, dass der Grenzwert in allen Bereichen eingehalten ist.

5 Schutzmaßnahmen

Die Tätigkeiten mit Toluol im Illustrationstiefdruck setzen eine Reihe von Schutzmaßnahmen hinsichtlich der inhalativen und dermalen Gefährdung sowie zum Brand- und Explosionsschutz voraus. Der Umfang der erforderlichen Schutzmaßnahmen ist abhängig vom jeweiligen Arbeitsbereich bzw. der jeweiligen Tätigkeit.

5.1 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen

- Druckformherstellung

- Die Arbeitsräume müssen über eine technische Be- und Entlüftung verfügen.
- Die Korrekturstände für die Zylinderkorrektur müssen mit einer aktiven Trogabsaugung ausgestattet sein.

- Druckbereich

- Im gesamten Bereich der Druckmaschinen muss eine ausreichende Zuluftmenge gewährleistet sein. Rückgeführte Luft ist vorzugsweise dem Druckwerkbereich zuzuführen und darf an den Arbeitsplätzen im Mittel maximal 5 ppm Toluol enthalten. Eine nicht beeinträchtigte Zuluft und die Wirksamkeit von Luftschleiern sind regelmäßig zu überprüfen.
- Alle vorhandenen Türen, Fenster und Klappen der Schallschutzkapsel müssen beim Fortdruck geschlossen sein.
- Innerhalb der Schallschutzkapsel muss ein Unterdruck gewährleistet sein. Bei der Teilkapselung (unterer Bereich offen) muss sichergestellt sein, dass der Luftstrom in Richtung der Maschine führt.
- Soweit vorhanden, müssen Papierbahn- und Druckwerkskapselungen während des Fortdrucks geschlossen sein.
- Geschlossene Leitstände dürfen nur unter Gewährleistung eines ausreichenden Überdrucks belüftet werden.
- Bei Reinigungsarbeiten mit Toluol an einem Druckwerk ist die maximale Absaugleistung am jeweiligen Druckwerk zu erbringen.
- Bei Arbeiten im Bereich von geöffneten Farbwannen in Druckwerken muss ein schneller Rücklauf der Druckfarbe in die Farbkästen gewährleistet sein.
- Tätigkeiten im maschinennahen Bereich müssen auf das absolut Notwendigste beschränkt werden.
- Die Grundreinigung von Zylindern muss in der Maschine oder in einer speziellen Wascheinrichtung erfolgen, Nachreinigungen von Hand sind teilweise notwendig.
- Bei manueller Presseureinigung muss zum Entfernen von Papierablagerungen ein wässriger Spezialreiniger eingesetzt werden. Beim Entfernen von Farbverunreinigungen ist eine Reinigung mit Toluol erforderlich, dabei müssen die in Abschnitt 5.2 genannten Schutzhandschuhe getragen werden.

- Teile und Spritzschutze müssen in einer separaten Teilereinigungsanlage gereinigt werden.
 - Maschinen- und Bodenreinigung muss vorzugsweise mechanisch oder mit wassermischbaren Spezialreinigern durchgeführt werden; Toluol darf nur in kleinen Mengen verwendet werden.
 - Deckel von Behältnissen für Druckfarbe, Toluol und Putzlappen sind geschlossen zu halten.
 - Für die Rollenanklebung sind vorzugsweise Klebebänder zu verwenden.
- **Reinigungsbereiche**
- Zylinder und Maschinenteile müssen in geschlossenen Anlagen gereinigt werden; die Anlagen müssen über einen separaten Tank, in den das Waschmittel nach jedem Waschen gepumpt wird, verfügen. Vor dem Öffnen der Anlage muss eine Trocknungsphase erfolgen.
 - Arbeitsbereiche vor den Reinigungsanlagen müssen gezielt mit Zuluft versorgt werden.
 - Reinigungsarbeiten von Hand zum Zweck der Nachreinigung dürfen nur in geringem Umfang und mit Benutzung von geeignetem Hand- und Atemschutz erfolgen; an entsprechend wirksam abgesaugten Reinigungsständen kann auf Atemschutz verzichtet werden.
- **Weiterverarbeitung**
- Der Weiterverarbeitungsbereich muss von den Druckwerken/Druckmaschinen räumlich getrennt sein.
 - Eine ausreichende Be- und Entlüftung muss gewährleistet sein.

5.2 Persönliche Schutzausrüstungen

Um einen optimalen Schutz der Mitarbeiter gegenüber Gefahrstoffen und mechanischen Gefährdungen zu realisieren, werden vom Unternehmer arbeitsbereichsbezogene persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung gestellt.

Die arbeitsbereichs- und tätigkeitsbezogene, korrekte und konsequente Anwendung dieser persönlichen Schutzausrüstungen wird durch regelmäßige Unterweisung der Mitarbeiter sichergestellt. Die Unterweisung erfolgt auch mit Hinblick auf allgemeine Verhaltensregeln zu Hygiene und Sauberkeit am Arbeitsplatz.

Die eingesetzte persönlichen Schutzausrüstungen müssen für den Anwendungszweck geeignet sein. Zur Auswahl sollten die Empfehlungen des Sicherheitsdatenblattes der verwendeten Zubereitung (Druckfarben, Reiniger, oder dergleichen) mit einbezogen werden.

- **Druckformherstellung**

Verwendung zertifizierter (CE-Zeichen!) und nach DIN EN 374-3 („Erlenmeyer“-Piktogramm) geprüfter Chemikalienschutzhandschuhe, beständig gegen Toluol, bei kurzer Expositionsdauer z.B. aus Nitril oder PVC mit guten Griffeigenschaften.

Aushang eines Hautschutzplanes mit Benennung eines geeigneten Hautschutzmittels im Umgang mit wasserlöslichen Arbeitsstoffen (Säuren und Laugen), mildem Hautreinigungsmittel bei geringer Verschmutzung, gegebenenfalls notwendigem Hautreinigungsmittel bei starken Verschmutzungen sowie einem Hautpflegemittel (siehe auch Muster Hand- und Hautschutzplan Allgemein Nr. 531.0 der Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung).

- **Druckbereich/Reinigungsbereiche**

Verwendung zertifizierter (CE-Zeichen!) und nach DIN EN 374-3 („Erlenmeyer“-Piktogramm) geprüfter Chemikalienschutzhandschuhe, beständig gegen Toluol, bei kurzer Expositionsdauer z.B. aus Nitril oder PVC mit guten Griffeigenschaften.

Verwendung zertifizierter (CE-Zeichen!) und nach DIN EN 374-3 („Erlenmeyer“-Piktogramm) geprüfter Chemikalienschutzhandschuhe, beständig gegen Toluol bei längerer Expositionsdauer z.B. aus PVA (Polyvinylalkohol), Fluorkautschuk bzw. Verwendung spezieller Folienhandschuhe (Durchbruchzeit gegenüber Toluol muss über 480 Minuten betragen).

Aushang eines Hautschutzplanes mit Benennung eines geeigneten Hautschutzmittels im Umgang mit wasserunlöslichen Arbeitsstoffen (Toluol), mildem Hautreinigungsmittel bei geringer Verschmutzung, gegebenenfalls notwendigem Hautreinigungsmittel bei starken Verschmutzungen sowie einem Hautpflegemittel (siehe auch Information „Hand- und Hautschutz Allgemein“ Nr. 531.0 der Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung).

Verwendung von Atemschutz mit Gasfilter Typ A, Kennfarbe: braun, bei Störfällen bzw. längeren Arbeiten mit hoher Exposition entsprechend Abschnitt 4.2.

- **Weiterverarbeitung**

Aushang eines Hautschutzplanes mit Benennung eines geeigneten abdruckfreien Hautschutzmittels, milden Hautreinigungsmittels sowie eines Hautpflegemittels (siehe auch Information „Hand- und Hautschutz in der Weiterverarbeitung“ Nr. 531.9 der Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung).

5.3 Brand- und Explosionsschutz

Das verwendete Lösemittel Toluol (Flammpunkt 6 °C) ist leichtentzündlich und kann somit bereits unter Normalbedingungen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden. Nach § 12 der Betriebssicherheitsverordnung ist der Hersteller/Betreiber verpflichtet, ein Explosionsschutzdokument für gefährdete Bereiche zu erstellen. Darin sind folgende Maßnahmen zu beschreiben:

- Maßnahmen des primären Explosionsschutzes

Die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre muss sicher verhindert oder eingeschränkt werden, z.B. durch Absaugungen oder Lüftungstechnische Maßnahmen.

Um dies sicherzustellen, muss die Tiefdruckrotation mit einer ausfallüberwachten Absaugung betrieben werden.

Im Bereich des Druckwerkes zwischen den Druckwerksseitenwänden, im Bedienungsgang zwischen den Druckwerken, im Bereich der Farbwanne, des Farbtanks und des Vorratsbehälters und der Papierbahn besteht Zone 1. Lediglich direkt oberhalb des Farbspiegels liegt Zone 0 vor.

Die bei der Produktion innerhalb des Trockners anfallenden Toluoldämpfe müssen direkt im oberen Teil des Trockners an der Papiereinlauf- und -auslaufseite abgesaugt und in Lösemittlrückgewinnungsanlagen aus der Luft gefiltert werden. Durch Sensoren in den Abluftkanälen muss dabei die Toluolkonzentration ständig überwacht werden.

Es muss sichergestellt werden, dass Toluol nur bestimmungsgemäß verwendet wird (nicht zur Reinigung großer Flächen, z.B. Fußböden). Farb- und Toluolbehälter sind geschlossen zu halten, die Lagerung darf nur in gut durchlüfteten Räumen erfolgen.

Mitunter ist es erforderlich, Farbreste aus den Farbkästen in Vorratsbehälter abzupumpen und bei einem späteren Einsatz wieder bereitzustellen. Für den Transport und die Bereitstellung dieser so genannten „Beckenfarbe“ dürfen nur geschlossene und entsprechend gekennzeichnete Farbbehälter verwendet werden. Diese Behälter müssen stehend und gegen Umfallen und Auslaufen gesichert transportiert werden. Die kurzzeitige Bereitstellung in der Rotation muss außerhalb der Ex-Zonen der Maschinen und außerhalb der Transportwege erfolgen.

Verschüttete/ausgelaufene Druckfarbe ist mit geeigneten Saugmitteln umgehend aufzunehmen, die verunreinigten Saugmittel müssen in verschließbaren Behältern gesammelt und in belüfteten Bereichen zur ordnungsgemäßen Entsorgung bereitgestellt werden.

Gebrauchte, mit Lösemittel oder Farbe kontaminierte Putzlappen müssen in Putzlappensammelboxen gesammelt und dem Recycling übergeben werden. Die Boxen sind geschlossen zu halten.

- **Maßnahmen des sekundären Explosionsschutzes** (= Vermeidung wirksamer Zündquellen durch z.B. explosions sichere Betriebsmittel und Einrichtungen)

Für Arbeiten, die Zündquellen mit sich bringen können (z.B. Reinigungs-, Instandhaltungs-, Montage- oder ähnliche Tätigkeiten) sind Verfahren zur Genehmigung von Schweiß-, Schleif-, und Trennarbeiten (Feuererlaubnischein) und Arbeitsfreigabe für gefährliche Arbeiten (Arbeitsfreigabe-schein) anzuwenden. Die Arbeiten dürfen erst dann freigegeben werden, wenn sichergestellt ist, dass keine explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Das kann z.B. durch eine Messung auf explosionsfähige Atmosphäre geschehen, die während der Arbeiten kontinuierlich überprüft wird (Ex-Mess-/Ex-Warngerät).

Sammel- oder Einzelbetriebsanweisungen sind in den Arbeitsbereichen auszuhängen. In diesen werden insbesondere Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln konkretisiert (z.B. der Umgang mit Restfarbe oder die Lagerung von Putzlappen in Behältern).

Die erforderliche Kennzeichnung nach Abschnitt 2.4 des Anhangs 4 der Betriebssicherheitsverordnung muss deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht sein (hinsichtlich Verbotsschilder P02 „Feuer und offenes Licht verboten“, Warnschilder W21 „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“ sowie Verbotsschilder P06 „Zutritt für Unbefugte verboten“ siehe Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ [BGV A8]).

Die Tiefdruckrotationsmaschinen müssen alle in sich geerdet sein, so dass kritische elektrische Ströme abgeleitet werden und somit keine Zündungen durch Funkenschläge entstehen können (Potenzialausgleich). Die elektrische Ableitfähigkeit des Bodens muss durch regelmäßige Reinigung sichergestellt sein. Das Betreten der Maschinen darf nur mit ausreichend ableitfähigen Sicherheitsschuhen erfolgen. Nur die Verwendung von funkenfreiem Werkzeug ist zulässig.

- **Maßnahmen des tertiären Explosionsschutzes** (= Begrenzung der Auswirkungen einer möglichen Explosion)

Kann die Zündung eventueller explosionsfähiger Atmosphäre durch die bisher erläuterten Schutzmaßnahmen nicht sicher verhindert werden, so sind konstruktive Maßnahmen zu treffen, durch die Beschäftigte und Dritte vor den Auswirkungen einer Explosion geschützt werden. Diese Schutzmaßnahmen können sowohl einzeln als auch kombiniert angewen-

det werden (z.B. Explosionsdruckentlastung in Verbindung mit vermindert explosionsdruckfester Bauweise).

Solche Maßnahmen sind:

- Explosionsfeste Bauweise,
- Explosionsdruckentlastung,
- Explosionsunterdrückung,
- Verhindern der Flammen- und Explosionsübertragung.

Schutzsysteme sowie Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen, die dem Geltungsbereich der Explosionsschutzverordnung (11. GPSGV) unterliegen, müssen den durch diese Verordnung geregelten Anforderungen entsprechen.

- **Brandschutz**

Die Tiefdruckrotationsmaschinen müssen mit Brandmeldern und Löschanlagen (z.B. CO₂ oder druckwerksbezogene Aerosol-Löschanlage oder dergleichen) ausgestattet sein. Die Brandmelder bzw. die Löschanlagen sind auf die hausinterne und gegebenenfalls auf die Brandmeldeanlage der Feuerwehr aufgeschaltet. Die hauseigenen Brandschutzkräfte oder die Feuerwehr werden alarmiert.

Vor Auslösung einer Löschanlage und einer Flutung der Löschbereiche muss die Warnung der Beschäftigten automatisch über optische und akustische Signalanlagen vor Ort erfolgen. Die Räumung der CO₂-Löschbereiche ist mindestens jährlich zu üben.

Der Drucksaal muss entsprechend der Arbeitsstätten-Verordnung mit der erforderlichen Anzahl geeigneter Handfeuerlöschgeräte für die Entstehungsbrandbekämpfung ausgestattet sein.

Siehe Arbeitsstättenverordnung.

- **Notfallplanung**

Ein aktueller Flucht- und Rettungswegeplan muss vorhanden und dauerhaft angebracht sein. Die Rettungswege müssen als solche gekennzeichnet sein.

Eine Beschreibung aller getroffenen Brandschutzmaßnahmen für das Unternehmen findet sich im Brandschutzkonzept. Die Brandschutzordnung ist allen Mitarbeitern zugänglich zu machen (z.B. als Aushang).

5.4 Messtechnische Überwachung mit Photoionisationsdetektoren

Im Illustrationstiefdruck ist eine regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen durch Messung der Konzentration von Toluol in der

Luft am Arbeitsplatz erforderlich. Eine geeignete Methode stellt die Messung mit Photoionisationsdetektoren dar. Eine regelmäßige Überprüfung der Geräte und die Einhaltung der Kalibrierintervalle entsprechend den Vorgaben der Hersteller sind zu beachten.

Es wird folgende Messstrategie festgelegt:

Stationäre Messpunkte an der Druckmaschine werden in Anlehnung an die Norm DIN EN 13023 „Geräuschmessverfahren für Druck- und Papierverarbeitungs-, Papierherstellungs- und Ausrüstungsmaschinen“ wie folgt ausgewählt:

1. Hauptsteuerpult: Mitte Steuerpult; 0,5 m vor Steuerpult
2. Abrollung: 0,5 m seitlich der Abrollung am Hauptaufenthaltort des Mitarbeiters am Rollenstern
3. Auslage: Hauptaufenthaltort des Mitarbeiters an der Auslage (Speicherrolle, Stangenbildner, Päckchenbildner)
4. Druckwerk: seitlich an der Maschine, nach gelbem Farbwerk, oberhalb des gelben Farbkastens (Messwert repräsentiert die gesamte Aufenthaltszeit innerhalb der Druckmaschine).

Siehe DIN EN 13023

Im Rahmen von Vergleichsmessungen konnte gezeigt werden, dass die Toluolkonzentrationen an den einzelnen Messpunkten relativ konstant sind. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass bei einer Mittelung über 15 Minuten ein für den jeweiligen Messort repräsentativer Messwert erhalten wird.

Für die verschiedenen Tätigkeiten (Drucker, Druckerhelfer, Helfer an der Auslage, Rolleur) sind die mittleren Aufenthaltszeiten an den genannten Messpunkten zu ermitteln. Die resultierende Exposition berechnet sich danach wie folgt:

$$E = \frac{MW_1 \times T_1}{SD} + \frac{MW_2 \times T_2}{SD} + \frac{MW_3 \times T_3}{SD} + \frac{MW_4 \times T_4}{SD} + \dots$$

E	=	Exposition
MW	=	Messwert
T	=	Aufenthaltszeit
SD	=	Schichtdauer.

Die Summe der Aufenthaltszeiten muss dabei der Schichtlänge von in der Regel 480 Minuten, abzüglich der Zeiten außerhalb der Arbeitsräume, ent-

sprechen. In Reinigungsbereichen wird die Exposition tätigkeitsbezogen direkt am Arbeitsplatz ermittelt.

Spitzenexpositionen werden ebenfalls durch stationäre Messung über 15 Minuten bestimmt. Der gemittelte Messwert darf dabei das Vierfache des Grenzwertes (= 200 ppm) nicht überschreiten.

Die zeitlichen Abstände der Wirksamkeitsüberprüfung werden entsprechend der Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“ festgelegt. Liegen die Messergebnisse oberhalb der bisherigen Werte, kann dies ein Hinweis auf eine verminderte Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen sein.

6 Anwendungshinweise

Der Anwender dieser BG/BGIA-Empfehlungen muss bei Verfahrensänderungen und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt unter anderem die Prüfung der unveränderten Gültigkeit dieser BG/BGIA-Empfehlungen. Die Überprüfung erfolgt im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 7 der Gefahrstoffverordnung.

BG/BGIA-Empfehlungen geben dem Arbeitgeber praxisgerechte Hinweise dafür, wie er sicherstellen kann, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) eingehalten sind bzw. der Stand der Technik erreicht ist, wenn keine AGW vorhanden sind. Bei Anwendung dieser BG/BGIA-Empfehlungen bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere die Informationsermittlung (§ 7), die Verpflichtung zur Beachtung der Rangordnung der Schutzmaßnahmen (§ 9), die Verpflichtung zur Erstellung von Betriebsanweisungen und zur regelmäßigen Unterweisung der Beschäftigten (§ 14) sowie zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (§§ 15 und 16) bestehen.

7 Überprüfung

Diese BG/BGIA-Empfehlungen sind im Juni 1998 erstmals veröffentlicht, im Zeitraum 2005 bis 2007 überarbeitet und im Oktober 2007 in der vorliegenden Fassung veröffentlicht worden. Sie werden im Abstand von drei Jahren überprüft und bei Bedarf in überarbeiteter Form veröffentlicht.

8 Weiterführende Literatur

Nachstehend sind die in dieser BG-Information in Bezug genommenen Vorschriften und Regeln aufgeführt:

- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV),
- Betriebsicherheitsverordnung (BetrSichV),
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere
 - TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“,
 - TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“,
- RL 67/548/EWG Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe mit Stand Richtlinie 2004/73/EG (29. Anpassungsrichtlinie),
- Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (BGV A8),
- BG-Information „BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung – Galvanotechnik und Eloxieren“ (BGI 790-016),
 - DIN 16513 Reintoluol als Lösemittel für Tiefdruckfarben,
 - DIN EN 13023 Geräuschmessverfahren für Druck- und Papierverarbeitungs-, Papierherstellungs- und Ausrüstungsmaschinen; Genauigkeitsklassen 2 und 3“

Die zitierten Arbeitsschutzvorschriften sind in der jeweils aktuellen Fassung anzuwenden. Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe werden vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales veröffentlicht (Bundesarbeitsblatt bzw. Gemeinsames Ministerialblatt, www.baua.de, Rubrik Gefahrstoffe).

Weitere Informationen enthalten:

- Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe. Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten und Einstufungen. Hrsg.: Greim, H. DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft. Wiley VCH, Weinheim 1981 - Loseblatt-Ausgabe
- Gericke, C.; Hanke, B.; Beckmann, G.; Baltes, M.M.; Kühl, K.P.; Neubert, D. and Toluene Field Study Group: Multicenter field trial on possible health effects of toluene. III. Evaluation of effects after long-term exposure. *Toxicology* 168 (2001) Nr. 2, S. 185-209
- Neubert, D.; Gericke, C.; Hanke, B.; Beckmann, G.; Baltes, M.M.; Kühl, K.P.; Bochert, G.; Hartmann, J. and Toluene Field Study Group: Multicenter field trial on possible health effects of toluene. II. Cross-sectional evaluation of acute low-level exposure. *Toxicology* 168 (2001) Nr. 2, S. 159-183
- Neubert, D.; Bochert, G.; Gericke, C.; Hanke, B.; Beckmann, G. and Toluene Field Study Group: Multicenter field trial on possible health effects of toluene. I. Toluene body burdens in workers of the rotogravure industry. *Toxicology* 168 (2001) Nr. 2, S. 139-157
- Seeber, A.; Blaszkewicz, M.; Demes, P.; Kiesswetter, E.; Schäper, M.; Sietmann, B.; van Thriel, C.; Zupanic, M.: Toluol in Tiefdruckereien - Abschlussbericht zu einem Forschungsprojekt. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2001. Im Internet unter www.dguv.de/bgia Webcode: 499905
- van Thriel, C.: Akute und chronische Wirkungen des Lösemittels Toluol unter realen Betriebsbedingungen im Tiefdruck: Ergebnisse aus zwei quasi-experimentellen Studien zu Kurzzeitwirkungen und einer epidemiologischen Querschnittstudie zu Langzeitwirkungen. Dissertation, Ruhr Universität Bochum. Der Andere Verlag, Bad Iburg 1999
- Feldstudie Toluol in Tiefdruckereien. Best.-Nr. 235. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung, Wiesbaden 2002. Im Internet unter www.bgdp.de/pages/service/download/medien/235.pdf

Anhang 1: Gefahrstoffexposition im Illustrationstiefdruck

Gefahrstoffexposition im Druckbereich und in den Reinigungsbereichen

Diese BG/BGIA-Empfehlungen beruhen auf Auswertungen von Arbeitsplatzmessungen im Illustrationstiefdruck. Ausgehend von den Erkenntnissen der 1998 veröffentlichten BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen im Illustrationstiefdruck wurden die Messungen auf die Druck- und Reinigungsbereiche als die Bereiche mit den höchsten Expositionswerten beschränkt.

Im Zeitraum 2005 bis 2007 wurden in zehn Betrieben an 55 Druckmaschinen und acht Waschanlagen Messungen durchgeführt.

Die Messungen wurden nach dem in Abschnitt 5.4 beschriebenen vereinfachten Messverfahren durchgeführt. Von den so vorliegenden 273 Expositionsmessungen stammen 196 Messergebnisse aus betrieblichen Messungen und 54 Messergebnisse aus Messungen der Berufsgenossenschaft; diese Messungen wurden mit einem Photoionisationsdetektor stationär durchgeführt. Ergänzt wurde das Datenkollektiv um 23 Messergebnisse, die von einer akkreditierten außerbetrieblichen Messstelle in einem weiteren Betrieb erhoben wurden. Diese Messungen wurden personengetragen mit Passivsammlern ORSA bzw. in drei Fällen stationär mit aktiver Probenahme auf Aktivkohle durchgeführt.

Tabelle 2 enthält die statistisch ausgewerteten Arbeitsplatzkonzentrationen. Sie geben die schichtbezogene Exposition wieder. Im Druckbereich erfolgt dabei eine Differenzierung nach verschiedenen Tätigkeiten.

	Anzahl Messwerte	Minimalwert [ppm]	Maximalwert [ppm]	50%-Wert [ppm]	95%-Wert [ppm]
Gesamt	273	0,7	46	8,3	28,3
Druckbereich	265	1	46	8	26
a) Drucker	86	1	33	10	28,1
b) Farbmacher	45	1	46	9,5	34
c) Helfer	66	1	34	9	23,4
d) Rolleur	68	1	29	6	17,6
Reinigungsbereich	8	0,7	40	15	37,6

Tabelle 2: Übersicht Schichtmittelwerte

Zur Ermittlung der kurzzeitig auftretenden höheren Exposition im maschinennahen Bereich wurden darüber hinaus 68 Messungen am Farbkasten des gelben Druckwerkes durchgeführt. Diese Messwerte (siehe Tabelle 3) sind repräsentativ für die mittlere Exposition im maschinennahen Bereich und im Sinne eines 15-minütigen Kurzzeitwertes zu interpretieren.

	Anzahl Messwerte	Minimalwert [ppm]	Maximalwert [ppm]	50%-Wert [ppm]	95%-Wert [ppm]
Druckwerk, gelb	68	1,5	126,1	27	70,9

Tabelle 3: Übersicht Kurzzeitwerte

In den 1998 erschienenen BG/BIA-Empfehlungen für den Illustrationstiefdruck wurden die Bereiche Druckformherstellung, Weiterverarbeitung sowie Sonstige Arbeitsbereiche als Bereiche ohne Kontrollmessverpflichtung ausgewiesen. Seitdem ist die Exposition durch verfahrenstechnische Optimierungen weiter gesunken (siehe Tabelle 4).

Arbeitsbereich	Anzahl Messwerte	Geometrischer Mittelwert	95-Perzentil
Druckformherstellung	120	0,12	0,77
Weiterverarbeitung	430	0,10	0,29
Sonstige Arbeitsbereiche	148	0,21	0,76

Tabelle 4: Eckdaten Messwerte 1998 (Stoffindizes)

Anhang 2: Mustermessprotokoll

Messprotokoll zur Gefahrstoffmessung Toluol gemäß § 9 GefStoffV

Betriebsname	Musterbetrieb
Adresse (Ort)	Musterstadt
Messdatum	30.01.2007

Messgerät/PID	PID 4711
Ausführender	Herr Mustermann
Verantwortlicher	Frau Mustermann

Produktionsbedingungen

Maschinenbezeichnung	KBA xyz
Baujahr	1999
Anzahl Druckwerke	8
Druckbreite [mm], ist/maximal	3000
Zylinderumfang [mm]	952
Druckgeschwindigkeit [Ex/h]	50000
Produkt	TV-Journal
Schichtlänge [Min.]	480
Besonderheiten	

Messwerterfassung

Messpunkte	Wert [ppm]	Besonderheiten
Steuerpult	9	
Rollenträger	5	
Auslage (Art angeben!)	12	Stangenauslage
Druckwerke gelb, Farbkasten	67	
außerhalb Druckbereich	0	

Aufenthaltszeiten von/an [Min.]	Drucker	Farbma-	Helfer	Rolleur
Steuerpult	430	405	15	0
Rollenträger	15	0	0	465
Auslage	20	25	450	0
Druckwerke gelb, Farbkasten	15	50	15	15
außerhalb Druckbereich	0	0	0	0
Kontrollsumme (Schichtlänge)	480	480	480	480
Toluolexposition gesamt	11	15	14	7

Anhang 3: Musterbetriebsanweisung

Firma

Betriebsanweisung

Datum:

Arbeitsbereich

Arbeitsplatz/Tätigkeit:

Unterschrift:

GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG

Toluol (Toluen, Methylbenzol)

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT



Leichtentzündlich

- Leichtentzündlich
- Reizt die Haut
- Gefahr erster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen
- Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen
- Gesundheitsschädlich: kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen
- Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen



Gesundheitsschädlich

SCHUTZMAßNAHMEN UND VERHALTENSREGELN



- Behälter dicht geschlossen halten
- Von offenen Flammen und heißen Oberflächen fernhalten - nicht rauchen
- **Explosionsgefahr beim Umgang mit Toluol**
- Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen (Potenzialausgleich)
- **Arbeitshygiene:** Kontaminierte Kleidung wechseln, nicht essen und nicht trinken
- **Atemschutz:** Erforderlich bei Störfällen/in Bereichen mit hoher Exposition
- **Schutzhandschuhe:** Kurzzeitiger Kontakt (< 15 Min.): Nitrilkauschuk (grün) längere Reinigungsarbeiten: Polyvinylalkohol (braun)
- **Hautschutz und -pflege:** entsprechend ausgehängtem Hautschutzplan



VERHALTEN IM GEFAHRFALL



Feuerwehr: 112

- Bei unbeabsichtigter Freisetzung Raum gut belüften, Zündquellen vermeiden, Maßnahmen gegen statische Elektrizität treffen (leitfähige Kleidung und Schutzschuhe), mit flüssigkeitsbindendem Material aufnehmen
- Geeignete Löschmittel: Kohlendioxid, Pulver, Wassersprühstrahl

ERSTE HILFE



- Ersthelfer: **Herr/Frau**
- Nach Einatmen: Frischluft; bei Unwohlsein Arzt hinzuziehen
- Nach Augenkontakt: Bei geöffnetem Lidspalt gründlich mit Wasser spülen, Augenarzt aufsuchen
- Nach Hautkontakt: Mit Wasser spülen - KEINE Lösemittel verwenden - gegebenenfalls Arzt aufsuchen
- Nach Verschlucken: Sofort Arzt hinzuziehen; kein Erbrechen herbeiführen

Tel. Arzt: Tel. 99999

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

- Nicht in die Kanalisation oder Gewässer gelangen lassen
- Lagerung von Fässern und Kannen nur im gekennzeichneten Lagerbereich
- Gebrauchte Putzlappen nur in den dafür vorgesehenen dicht schließenden Behälter entsorgen
- Reste über Abteilung xyz entsorgen

Anhang 4: Checkliste „Gute Praxis“ zur Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Toluol im Illustrationstiefdruck

Gefährdungsbeurteilung

Firma:

Datum:

Arbeitsbereich:

Maschine:

Gefährdung durch Toluoldämpfe und Hautkontakt mit Toluol

Maßnahmen	Erfüllt ja/Nein	Zuständig- keit/Name	Erledigung/ Datum
Eine ausreichende Zuluftmenge muss gewährleistet sein - Auslässe überprüfen (nicht herunter-schalten, verstellen oder abkleben) - Zugfreiheit beachten! Luftschleier auf Wirksamkeit überprüfen			
Ist sicher gestellt, dass die Zuluft zu den Arbeits-plätzen im Mittel weniger als 5 ppm Toluol ent-hält (Umluftanteile überprüfen, Zuluftströme dürfen nicht durch vorbeilaufende Transportket-ten, Wanddurchbrüche u. a. mit Toluol beladen werden)?			
Sind alle Türen, Fenster, Klappen in der Schall-schutzkapsel (Keller, Druckwerksebene, Überbau) geschlossen?			
Ist der Unterdruck innerhalb der Schallschutzkap-sel der Maschine gewährleistet?			
Papierbahnkapselungen/Druckwerkskapselungen müssen während des Fortdrucks geschlossen sein			
Leitstand wird mit leichtem Überdruck belüftet; keine Emissionsquellen im/am Leitstand; Probe-bogen wird möglichst emissionsarm gezogen; bei Schuppenstrom durch den Leitstand ist gewähr-leistet, dass austretende Emissionen abgeführt werden - keine Verwirbelung durch Frischluft			
Die maximale Absaugleistung am jeweiligen Druckwerk muss bei Reinigungsarbeiten mit Toluol gewährleistet sein			
Umgang mit Toluol bei Umrüstungs- und Reini-gungsarbeiten so sparsam wie möglich			

Maßnahmen	Erfüllt Ja/Nein	Zuständig- keit/Name	Erledigung/ Datum
Ein schneller Rücklauf der Druckfarbe in den Farbkasten ist bei Stillstand der Maschine gewährleistet			
Beschränkung aller Tätigkeiten im maschinennahen Bereich (Viskositätsmessung, Zylinder nachschleifen etc.) auf das absolut Notwendigste			
Zylinderreinigung erfolgt in der Maschine oder in einer separaten Zylinder-Reinigungsmaschine (im geschlossenen System); Nachreinigung der Zapfen und Stirnseiten von Hand überwiegend mit Spachtel und sparsam mit Toluol			
Presseureinigung erfolgt automatisch oder manuell; Papierablagerungen werden mit einem wässrigen Spezialreiniger entfernt; nur für die Entfernung von Farbverunreinigungen wird Toluol eingesetzt - die Druckwerksabsaugung ist eingeschaltet			
Reinigung von Teilen und Spritzschutzen erfolgt automatisch in einer separaten Teilereinigungsanlage; nach der Reinigung wird die Anlage leer gepumpt und abgesaugt, bevor der Deckel geöffnet werden kann			
Maschinenreinigung wird vorzugsweise mit wässrigen Spezialreinigern, Grundreinigung gegebenenfalls mit Trockeneis durchgeführt			
Bodenreinigung erfolgt mechanisch grob mit Bronzeschraper, dann mit Schrubber und wassermischbarem Spezialreiniger. Hartnäckige Rückstände auch mit Toluol (kleinflächig mit Schrubber und Putztuch). Ölrückstände werden mit Ölbinder sofort aufgenommen (Rutschgefahr)			
Deckel von Behältnissen für Toluol müssen geschlossen sein (keine offenen Eimer, Putzlappenbehälter, Behältnisse für Reinigung von Hand)			
Eine emissionsarme Rollenanklebung ist gewährleistet - vorzugsweise werden Klebebänder verwendet			

Maßnahmen	Erfüllt Ja/Nein	Zuständig- keit/Name	Erledigung/ Datum
Bei manuellen Tätigkeiten mit Toluol, z.B. Abwischen der Leitwalzen, Presseure usw. werden immer Schutzhandschuhe und bei längeren Arbeiten auch Atemschutz verwendet			
Zur Verhinderung des Hautkontaktes bei Tätigkeiten mit Toluol werden geeignete Chemikalienschutzhandschuhe verwendet: <ul style="list-style-type: none"> - Längerer Einsatz: Z.B. Flurkautschuk, PVA – Polyvinylalkohol oder spezielle Folienhandschuhe - Kurzzeitiger Einsatz: Z.B. PVC oder Nitrilkautschuk 			
Hautschutzplan ist umgesetzt und wird beachtet: Mildes Hautreinigungsmittel, geeignete Hautschutz- und Hautpflegemittel			
Ess-, Trink-, und Rauchverbot im Arbeitsbereich			
Betriebsanweisungen liegen vor, Mitarbeiter sind unterwiesen			