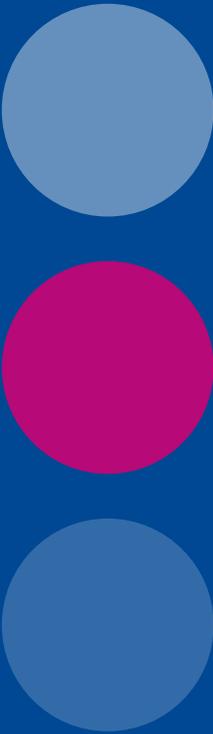


213-710

## DGUV Information 213-710



### **Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung**

Verwendung von Trichlorethen bei  
der Extraktion von Bitumen aus Asphalt  
nach dem Waschtrommelverfahren

**kommmit**mensch ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter [www.kommmitmensch.de](http://www.kommmitmensch.de)

---

## Impressum

### Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40

10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

Fax: 030 13001-9876

E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)

Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet Gefahrstoffe des Fachbereichs Rohstoffe und  
chemische Industrie der DGUV

Ausgabe: März 2020

DGUV Information 213-710

zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter  
[www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen) Webcode: p213710

# **Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung**

Verwendung von Trichlorethen bei der Extraktion von Bitumen  
aus Asphalt nach dem Waschtrommelverfahren

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Anwendungsbereich und Hinweise</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Begriffsbestimmungen</b> .....	<b>9</b>
<b>4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten</b> .....	<b>12</b>
4.1 Extraktion des Bindemittels .....	12
4.2 Rückgewinnung des Bindemittels .....	13
4.3 Bestimmung der Rohdichte von Asphalt .....	13
<b>5 Gefährdungsermittlung und Beurteilung</b> .....	<b>14</b>
5.1 Gefahrstoffe .....	14
5.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition .....	15
<b>6 Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsprüfung</b> .....	<b>16</b>
6.1 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen .....	16
6.2 Persönliche Schutzausrüstungen .....	18
6.3 Arbeitsmedizinische Vorsorge .....	19
<b>Literatur</b> .....	<b>20</b>
<b>Anhang 1</b> .....	<b>23</b>
Gefahrstoffbelastung bei der Extraktion von Bitumen aus Asphalt nach dem Waschtrommelverfahren .....	23

# Vorbemerkung

Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) werden von der antragstellenden Organisation erarbeitet in Zusammenarbeit mit

- den gesetzlichen Unfallversicherungsträgern (UVT) und dem
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) gemeinsam mit der
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und gegebenenfalls weiteren Messstellen z. B. der Bundesländer.

EGU werden im Abstand von fünf Jahren durch die Projektgruppe „EGU“ des Sachgebietes „Gefahrstoffe“ überprüft. Sollten Änderungen (dies betrifft Überarbeiten oder auch Zurückziehen einer EGU) notwendig, werden diese veröffentlicht.

EGU werden herausgegeben durch das Sachgebiet „Gefahrstoffe“ im Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ der Deutschen Ge-

setzlichen Unfallversicherung (DGUV) und in das Regelwerk als DGUV Information 213-701ff. aufgenommen. Darüber hinaus erfolgt eine Verbreitung über das Internet sowie branchenbezogen durch die einzelnen Unfallversicherungsträger.

Diese Empfehlungen wurden erstmals im Mai 2005 verabschiedet. Sie wurden im Juli 2018 in Zusammenarbeit mit der

- Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG Bau)
- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI)
- Hessischen Ländermessstelle für Gefahrstoffe, Regierungspräsidium Kassel aktualisiert und in überarbeiteter Form 2019 verabschiedet.

Diese Empfehlungen ersetzen die „BG-Information BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung – Verwendung von Trichlorethylen bei der Prüfung von Asphalt – Waschtrommelverfahren“ vom August 2005.

# 1 Allgemeines

Maßnahmen aus dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) [1] und 7. Sozialgesetzbuch (SGB VII) [2] gegen arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren werden in der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) [3] und den zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) konkretisiert sowie durch Regeln, Vorschriften und Informationen der DGUV erläutert.

Die in den EGU nach GefStoffV beschriebenen Verfahren, Tätigkeiten und Schutzmaßnahmen sind vorrangig auf die GefStoffV und auf chemische Arbeitsstoffe gerichtet. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind weitere Gefährdungen zu ermitteln. Darüber hinaus ist in Absprache mit dem zuständigen Facharzt oder -ärztin für Arbeits- oder Betriebsmedizin die arbeitsmedizinische Vorsorge gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) festzulegen [4].

Die GefStoffV fordert die Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen unter anderem auf, Art und Ausmaß der Exposition der Beschäftigten zu bewerten. Dies kann durch Arbeitsplatzmessungen oder

gleichwertige, auch nichtmesstechnische Ermittlungsverfahren erfolgen. EGU nach GefStoffV sind eine Hilfe bei der Gefährdungsbeurteilung, da sie für abzuleitende Schutzmaßnahmen und deren Wirksamkeitsüberprüfung entsprechend der TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ [5] mit herangezogen werden können. Darüber hinaus können diese EGU als nichtmesstechnisches Verfahren bei der Informationsermittlung und Durchführung der Expositionsbeurteilung nach der TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“ [6] verwendet werden. Somit können Unternehmen den eigenen Ermittlungsaufwand erheblich reduzieren. Dies ist insbesondere bei messtechnischen Ermittlungen von Bedeutung, die im Einzelfall ganz entfallen können.

Bei Anwendung dieser EGU bleiben andere Anforderungen der GefStoffV, insbesondere die Informationsermittlung (§ 6) und die Verpflichtung zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen (§ 7), bestehen.

## 2 Anwendungsbereich und Hinweise

Diese EGU geben dem Betrieb praxisgerechte Hinweise wie sichergestellt werden kann, dass Arbeitsplatzgrenzwerte und andere Beurteilungsmaßstäbe eingehalten sind oder anderweitig davon ausgegangen werden kann, dass ein Stand der Technik erreicht ist. Werden die in der EGU beschriebenen Verfahrensparameter sowie die Schutzmaßnahmen eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass das Minimierungsgebot nach § 7 Abs. 4 der GefStoffV erfüllt wird.

Diese EGU beziehen sich auf den Einsatz von Trichlorethen (Trichlorethylen, Tri) in Laboratorien bei der Prüfung von Asphalt. Trichlorethen wird hier als Lösemittel bei der Extraktion des Bitumens aus dem Asphalt nach dem Waschtrommelverfahren eingesetzt. Gemäß REACH-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1907/2006) [7] ist Trichlorethen seit dem 21.04.2016 zulassungspflichtig. Für alle nachgeschalteten Verwendungen, für die keine fristgerechte Zulassung beantragt wurde, gilt seit dem Stichtag ein Verwendungsverbot für Trichlorethen. Die Zulassung als Extraktionsmittel für Bitumen in der Asphalt-

analytik wurde rechtzeitig durch einen Hersteller bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) beantragt. Zulassungsbedingungen können Maßnahmen vorschreiben, die nicht in den EGU enthalten sind, z. B. eine Verpflichtung in regelmäßigen Abständen Messungen durchzuführen. Die Anwendung dieser EGU entbindet nicht von der Einhaltung der in einer Zulassung aufgeführten Bedingungen. Nachgeschaltete Anwendungen, die Trichlorethen im Rahmen wissenschaftlicher Forschung und Entwicklung unter kontrollierten Bedingungen und mit einer Menge von nicht mehr als einer Tonne pro Jahr verwenden, können sich auf eine Ausnahme der Zulassungspflicht nach Artikel 56 (3) der REACH-Verordnung berufen. Die ECHA versteht darunter auch ausdrücklich analytische Untersuchungen zur Überwachung und Qualitätskontrolle, wie es bei der Asphaltanalytik der Fall ist.

Diese EGU finden keine Anwendung bei Verwendung anderer Lösemittel wie z. B. Caprylsäuremethylester (Methyloctanoat, Methylcaprylat, CSME), Tetrachlorethen (Perchlorethylen, PER), Dichlormethan, Toluol oder Xylol.

Diese EGU behandeln ausschließlich die inhalative Gefährdung. Es sind auch andere, z. B. dermale, orale oder psychische Gefährdungen möglich. Diese sind in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

Die Anwenderin oder der Anwender dieser EGU muss bei Änderungen im Arbeitsbereich oder bei Verfahrensänderungen sofort und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen dieser EGU überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt

unter anderem die Prüfung der unveränderten Gültigkeit der Empfehlungen. Die Überprüfung erfolgt im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung. Als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind auch Methoden und Fristen zur Überprüfung der Wirksamkeit bestehender und zu treffender Schutzmaßnahmen festzulegen. Grundsätze hierzu sind umfassend in der TRGS 500 [8] dargestellt. Gibt es Besonderheiten werden diese in den EGU bei den Schutzmaßnahmen in Nummer 6 zusätzlich beschrieben.

# 3 Begriffsbestimmungen

Begriffe werden so verwendet wie sie im Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetSichV), der Biostoffverordnung (BioStoffV) und der GefStoffV bestimmt sind [9]. Im Sinne dieser EGU werden folgende Begriffe definiert:

- **Abzug**  
Ein Abzug ist ein räumlich abgeteilter Bereich, der so abgesaugt ist, dass bei der Anwendung der Verfahren zur Prüfung von Asphalt Gase, Dämpfe oder Stäube in gefährlicher Konzentration oder Menge nicht aus dem Abzugsinneren in den Atembereich der Beschäftigten gelangen können. Es kommen Abzüge nach DIN EN 14175-2:2003-08 [10] sowie gleichwertige, wirksamkeitsgeprüfte, technische Einrichtungen in Frage. Die Abluft darf dabei nicht in den Raum zurückgeführt werden.
- **Asphalt**  
Asphalt ist ein Gemisch aus dem Bindemittel Bitumen und Mineralstoffen, bei denen das gröbere Gestein verschiedener Körnungen und der sehr feine Füller (Gesteinsmehl) unterschieden werden. Des Weiteren kann Asphalt noch diverse andere

Zuschlagstoffe wie z. B. Gummitteile und Farbstoffe enthalten, die zur verwendungsspezifischen Modifizierung beigelegt werden.

- **Asphaltmischgut**  
Unter Asphaltmischgut wird der frische, noch nicht eingebaute Asphalt verstanden, wie er vom Asphaltmischwerk abgegeben wird.
- **Bindemittel**  
Das Bindemittel verklebt die Mineralstoffe miteinander. Heutzutage wird ausschließlich Bitumen verwendet. Teer ist aufgrund seiner krebserzeugenden Inhaltsstoffe seit 1984 in der Bundesrepublik Deutschland nicht mehr zulässig [11]. Teerhaltiger Fräsasphalt darf daher auch nicht zur Herstellung von Asphaltmischgut wiederverwendet werden.
- **Bitumenspülmaschine**  
Eine Bitumenspülmaschine dient zur vollautomatischen Reinigung und Trocknung von bitumenverunreinigten Arbeitsmitteln wie Rundkolben mit einem Lösemittel im geschlossenen System.

- **Extraktion**

Extraktion ist die chemische Trennung des Bindemittels Bitumen von den mineralischen Bestandteilen einer Asphaltprobe unter Verwendung eines Lösemittels. Extrahiert wird dabei das Bitumen, es wird zunächst als Bindemittel-Lösemittel-Gemisch erhalten.

- **Extraktionsanlage nach dem Waschtrommelverfahren**

In dieser Extraktionsanlage erfolgt die Extraktion des Bitumens aus der Asphaltprobe und die Trocknung der Mineralstoffe wie oben beschrieben vollautomatisch im geschlossenen System. Die Asphaltprobe wird in einer Waschtrommel in die Anlage eingebracht.

- **Fräsasphalt**

Fräsasphalt ist der durch Fräsen kleinstückig gewonnene Ausbauphase [12].

- **Laboratorium**

Unter einem (Asphalt-) Laboratorium wird hier eine Einrichtung verstanden, in der die Prüfungen von Asphalt unter Verwendung der erforderlichen Ausrüstung und Anwendung der Prüfverfahren durchgeführt werden. Solche Laboratorien finden sich in Asphalt-

mischwerken, Auftragslaboratorien und zertifizierten Prüfstellen für Erd- und Straßenbau. Ein Laboratorium, in dem Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausgeführt werden, muss den Anforderungen der TRGS 526 „Laboratorien“ genügen [13].

- **Lösemittelrückgewinnungsanlage**

Die Lösemittelrückgewinnungsanlage ist ein Bauteil einer Extraktionsanlage. Dort findet durch Destillation des Lösemittels eine Einengung des Bindemittel-Lösemittel-Gemisches statt, so dass ein Großteil des zur Extraktion verwendeten Lösemittels wiederverwendet werden kann. Der Begriff „Rückgewinnung“ an dieser Stelle ist nicht zu verwechseln mit der Rückgewinnung des Bindemittels am Rotationsverdampfer, bei dem durch Destillation des Lösemittels das reine Bitumen erhalten wird.

- **Prüfung von Asphalt**

Die Prüfung von Asphalt bezeichnet die Analyse nach DIN EN 12697-1: 2012-09 [14] von frischem Asphaltmischgut, Bohrkernen aus Straßen-decken und Fräsasphalt zur Feststellung bestimmter Eigenschaften der Asphaltmischung, des Bindemittels und der Mineralstoffe.

- **Rotationsverdampfer**

Bei einem Rotationsverdampfer handelt es sich um eine besondere Form einer Destillationsapparatur, bei dem neben der Erhitzung des Ausgangsgemisches zusätzlich der Siedepunkt des abzudestillierenden Lösemittels durch Anlegen eines Vakuums abgesenkt werden kann.

- **Rückgewinnung**

Unter der Rückgewinnung versteht man im Zusammenhang mit der Asphaltanalytik die destillative Trennung des Lösemittels vom Bindemittel, so dass dieses lösemittelfrei, weiteren Untersuchungen unterzogen werden kann.

- **Schleuderhülse**

Die Schleuderhülse sitzt innerhalb der Extraktionsanlage in einer Zentrifuge und dient zum Auffangen des mineralischen Füllers, der nach der Extraktion in der Waschtrommel noch im Bindemittel-Lösemittel-Gemisch enthalten ist.

- **Stabilitätstest**

Trichlorethen zersetzt sich mit der Zeit und unter Wärmeeinwirkung. Der dabei unter anderem entstehende Chlorwasserstoff führt zu einer Absenkung des pH-Wertes des Lösemittels.

Durch regelmäßige Stabilitätstests wird geprüft, ob das in der Extraktionsanlage befindliche Trichlorethen noch verwendbar ist. Bis zu einem gewissen Zersetzungsgrad kann das Lösemittel durch Zusatz eines Stabilisierungsmittels weiterverwendet werden, danach muss es ausgetauscht werden.

- **Trockenschrank**

Ein Trockenschrank dient zur thermischen Nachtrocknung der Mineralstoffe nach Abschluss der Extraktion.

- **Waschtrommel**

Bei der Waschtrommel handelt es sich um einen Siebkörper, in dem die Asphaltprobe in die Wasch- und Trocknungskammer der Extraktionsanlage gegeben wird. So kann die Probe vom Lösemittel umspült und das Bindemittel gelöst werden, während die Mineralstoffe (mit Ausnahme des Füllers) zurückgehalten werden.

- **Zentrifuge**

Die Zentrifuge ist ein Bauteil einer Extraktionsanlage, in die die Schleuderhülse eingesetzt wird und dient zur Abtrennung des Füllers aus dem Bindemittel-Lösemittel-Gemisch.

# 4 Arbeitsverfahren und Tätigkeiten

Trichlorethen wird bei der Prüfung von Asphalt zur Extraktion des Bindemittels aus Asphaltproben in Form von Bohrkernen, Fräsasphalt und Asphaltmischgut mit Bestimmung des Bindemittelgehaltes und anschließender Prüfung der Bindemittelleigenschaften verwendet. Hierzu werden die mineralischen Bestandteile des Asphalts in automatischen Extraktionsanlagen mit geschlossenem Lösemittelkreislauf von dem Bindemittel getrennt. Die Verfahren „Extraktion“ und „Rückgewinnung“ des Bindemittels und damit verbundenen Tätigkeiten werden im Folgenden beschrieben.

Bei Extraktionsanlagen nach dem Waschtrommelverfahren sind die Wasch- und Trocknungskammer, die Zentrifuge, die Lösemittelrückgewinnungsanlage und der Tank mit dem Lösemittel zu einem geschlossenen System vereint. Die Beschäftigten können bei den folgenden Tätigkeiten gegenüber Trichlorethen exponiert sein:

- Entnahme der Waschtrommel mit den Mineralstoffen
- Entnahme der Schleuderhülse mit dem Füller

- Entnahme des Bindemittel-Lösemittel-Gemisches aus der Extraktionsanlage
- Entnahme verbrauchten Lösemittels aus dem Tank
- Rückgewinnung des Bindemittels durch Destillation am Rotationsverdampfer
- Verbringung des abdestillierten Trichlorethens nach der Bindemittelrückgewinnung
- Reinigung der bitumenverunreinigten Arbeitsmittel, insbesondere der Glasware
- Stabilitätstest des Lösemittelvorrats.

## 4.1 Extraktion des Bindemittels

Die zur Extraktion vorbereitete Asphaltprobe wird in die Waschtrommel gefüllt. Nach Einsetzen der befüllten Waschtrommel und der Schleuderhülse sowie der Vorwahl der Anzahl der Wasch- und Trockengänge wird die Extraktionsanlage in Betrieb gesetzt. Das Bindemittel wird mit Unterstützung von Ultraschall durch das Lösemittel von den Mineralstoffen gelöst. Die Extraktionsanlage befindet sich in einem Abzug, der während des Betriebs der Anlage geschlossen ist.

Die Extraktion ist beendet, wenn das neu eingespülte Lösemittel farblos bleibt. Dies kann über ein Schauglas kontrolliert werden. Die groben Anteile der Mineralstoffe werden in der Waschtrommel zurückgehalten, der Füller in der Schleuderhülse der Extraktionsanlage abgetrennt. Im Anschluss an die Extraktion werden die in der Waschtrommel verbliebenen Mineralstoffe unter Vakuum getrocknet und können somit am Ende des Prozesses nahezu lösemittelfrei entnommen werden. In der Schleuderhülse wird der Füller durch Zentrifugation vom Lösemittel-Bindemittel-Gemisch getrennt. Die Dauer des gesamten Prozesses hängt von der Anzahl der Wasch- und Trockengänge ab. Die Anzahl der Trockengänge ist so zu wählen, dass die Mineralstoffe vollständig vom Lösemittel getrocknet sind.

#### **4.2 Rückgewinnung des Bindemittels**

Das Bindemittel-Lösemittel-Gemisch wird von Hand über ein Ablassventil der Lösemittelrückgewinnungsanlage in ein Aufnahmegefäß, z. B. einen Rundkolben, abgelassen. Anschließend wird das Gemisch im Rotationsverdampfer einge-

engt, in dem das Lösemittel abdestilliert wird. Der Druck im Destillierkolben wird zur vollständigen Entfernung des Lösemittels bei einer Temperatur von 175 °C bis auf einen festgelegten Wert abgesenkt und das Vakuum so lange gehalten, bis praktisch kein Lösemittel mehr überdestilliert.

Das so aus der Asphaltprobe rückgewonnene Bindemittel dient zur Berechnung des in der untersuchten Asphaltprobe vorhandenen löslichen Bindemittelanteils und kann weitergehend untersucht werden. Das abdestillierte Lösemittel wird in geschlossenen Behältern zwischengelagert, in den Tank der Extraktionsanlage gegeben oder entsorgt.

#### **4.3 Bestimmung der Rohdichte von Asphalt**

Die Bestimmung der Rohdichte erfolgt im Gegensatz zu früheren Verfahren heutzutage nur noch mit Wasser entsprechend der TP Asphalt-StB Teil 5 [12]. Somit entfällt eine Exposition gegenüber Trichlorethen in diesem Arbeitsschritt.

# 5 Gefährdungsermittlung und Beurteilung

## 5.1 Gefahrstoffe

Nach der Verordnung (EU) 1272/2008 zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (CLP-Verordnung) [15] ist Trichlorethen als Gefahrstoff eingestuft. Zusätzlich ist Trichlorethen mit dem Signalwort „Gefahr“ zu kennzeichnen.

Für Trichlorethen wurde aufgrund seiner möglichen Genotoxizität eine Expositions-Risiko-Beziehung (ERB) mit einer stoffspezifischen Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen nach TRGS 910

„Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ [16] als Beurteilungsmaßstab abgeleitet. Aufgrund der Nierentoxizität erfolgte eine Anpassung der Toleranzkonzentration auf das Niveau der Akzeptanzkonzentration. Eine Anpassung der Akzeptanzkonzentration wurde nicht vorgenommen, so dass für Trichlorethen nur ein Wert genannt wird. TRGS 910 legt zudem einen Überschreitungsfaktor (ÜF) nach Nr. 3.2.6 der TRGS fest. Darüber hinaus wird Trichlorethen in der TRGS 910 als hautresorptiv ausgewiesen.

Tabelle 1 Beurteilungsmaßstab, Einstufung und Kennzeichnung von Trichlorethen

Gefahrstoff (CAS-Nr.)	Beurteilungsmaßstab [mg/m <sup>3</sup> ]	Einstufung nach CLP-Verordnung	Kennzeichnung
Trichlorethen (79-01-6)	33 mg/m <sup>3</sup> (6 ppm) ÜF: 8	Karzinogenität, Kategorie 1B; H350 Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341 Augenreizung, Kategorie 2; H319 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H336 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 3; H412	  „Gefahr“

H315: Verursacht Hautreizungen. H319: Verursacht schwere Augenreizung. H336: Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. H341: Kann vermutlich genetische Defekte verursachen. H350: Kann Krebs erzeugen. H412: Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

## 5.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition

Die Ergebnisse der durchgeführten Expositionsmessungen (siehe Anhang 1) zeigen, dass bezogen auf eine achtstündige Arbeitsschicht die Arbeitsplatzkonzentration von Trichlorethen bei Anwendung des Waschtrommelverfahrens und der Umsetzung der in dieser EGU beschriebenen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen der Schichtmittelwert im 95. Perzentil bei  $1,3 \text{ mg/m}^3$  liegt.

Expositionsspitzen können bei den unter Abschnitt 4 genannten Tätigkeiten auftreten, insbesondere bei der Entnahme des Bindemittel-Lösemittel-Gemischs aus der Extraktionsanlage nach Abschluss des Extraktionsvorgangs und bei der Verbringung des abdestillierten Trichlorethens nach der Bindemittelrückgewinnung. Aufgrund der bei den Expositionsmessungen ermittelten niedrigen Konzentrationen, die deutlich unter einem Zehntel der aktuellen Akzeptanzkonzentration liegen, ist auch von einer Einhaltung der Kurzzeitwertanforderung bei tätigkeitsbedingten Expositionsspitzen auszugehen.

# 6 Schutzmaßnahmen und Wirksamkeitsprüfung

Werden die Verfahrensparameter sowie die Schutzmaßnahmen eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass das Minimierungsgebot nach § 7 der Gefahrstoffverordnung erfüllt wird. Daher sind keine Expositionsmessungen gegenüber Trichlorethen erforderlich, wenn die nachfolgend beschriebenen Bedingungen und Empfehlungen für die emissionsarmen Tätigkeiten und Verfahren mit Trichlorethen bei der Asphaltanalytik beachtet und deren Wirksamkeit regelmäßig oder nach Änderungen von Verfahren und Anlagen vor Aufnahme der Tätigkeiten überprüft werden.

## 6.1 Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen

Bei der Prüfung der Funktion und Wirksamkeit der vorhandenen technischen Schutzmaßnahmen sind die von den Herstellern vorgeschriebenen Intervalle für Prüfungen und Wartungen einzuhalten. Alle Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen an den Anlagen sind zu dokumentieren. Folgende technische und organisatorische Schutzmaßnahmen sind anzuwenden:

- Betrieb des Asphaltlaboratoriums gemäß den Anforderungen der TRGS 526 „Laboratorien“.
- Durchführung sämtlicher Tätigkeiten und Verfahren mit Trichlorethen in Abzügen, die den Anforderungen der DIN EN 14175-2:2003-08 gerecht werden oder in vergleichbaren, wirksamkeitsgeprüften, technischen Einrichtungen. Neben der Extraktionsanlage und dem Rotationsverdampfer gehören dazu auch die Bitumenspülmaschine und der Trockenschrank. Die Container sowohl mit frischem als auch verbrauchtem Trichlorethen sind entsprechend den Vorgaben der TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ [17] zu lagern.
- Die Ausführung von Nebentätigkeiten mit Trichlorethen kann zu zusätzlicher Exposition und damit zur Erhöhung der Grundbelastung führen und sind daher nach diesen EGU nicht zulässig.
- Werden mehrere Anlagen in einem Abzug betrieben, ist dieser mit ausreichenden Schiebern auszustatten, so dass nur ein Teil der Front für den Zugang zum jeweiligen Gerät geöffnet werden muss.

- Aufstellung, Anschluss und Bedienung der Extraktions- und weiteren Anlagen erfolgen nach den Angaben des Anlagenherstellers in der Betriebsanleitung.
- Jährliche Überprüfung und Wartung der Extraktionsanlage durch fachkundige Personen.
- Mindestens jährliche Prüfung des Abzugs auf Funktion und Wirksamkeit [18].
- Für das Befüllen der Extraktionsanlage mit frischem Lösemittel oder das Ablassen von verbrauchtem Trichlorethen und Bindemittel-Lösemittel-Gemisch, das nicht für die Rückgewinnung benötigt wird, sind die Vorrats- oder Abfallbehälter über eine Kupplung direkt an die Extraktionsanlage anzuschließen, so dass das Befüllen und Ablassen im geschlossenen Kreislauf erfolgen kann.
- Beim Ablassen des Bindemittel-Lösemittel-Gemisches ist das Auffanggefäß (üblicherweise ein Rundkolben aus Glas) über eine dichte Kupplung unmittelbar mit dem Ablassventil der Extraktionsanlage zu verbinden. Die Dampfphase des Lösemittels wird über eine Leitung entweder in den Tank der Extraktionsanlage geführt oder in den Abfallbehälter, in dem nicht benötigtes Bindemittel-Lösemittel-Gemisch gesammelt wird (Gaspendelverfahren).
- Der Rundkolben von der Extraktionsanlage zum Rotationsverdampfer sollte auch innerhalb eines Abzuges nur geschlossen, zum Beispiel durch einen Glasstopfen, erfolgen.
- Das bei der Rückgewinnung des Bindemittels abdestillierte Trichlorethen wird der Extraktionsanlage über den Zugang zur Zentrifuge wieder zugeführt.
- Die Reinigung bitumenverunreinigter Arbeitsmittel darf manuell nicht mit Trichlorethen erfolgen. Bei Verwendung von Trichlorethen ist eine geschlossene Bitumenspülmaschine zu verwenden, die in einem Abzug betrieben wird. Für die manuelle Reinigung, die dennoch im Abzug zu erfolgen hat, stehen geeignete Reinigungsmittel zum Beispiel auf der Basis von Pflanzenölestern zur Verfügung.

- Auch wenn die Mineralstoffe (Gestein und Füller) in der Extraktionsanlage nach Abschluss der Extraktion in mehreren Gängen getrocknet werden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass sie noch Reste des Lösemittels enthalten. Zur Vermeidung einer Exposition gegenüber Trichlorethen, müssen die der Extraktionsanlage entnommenen Mineralstoffe innerhalb des Abzuges verbleiben bis sie abgekühlt sind. Es kann auch eine Nachrocknung in einem beheizten Trockenschrank, der innerhalb desselben Abzuges wie die Extraktionsanlage zu betreiben ist, erfolgen.
- Auch innerhalb des Abzuges dürfen die Arbeitsoberflächen nicht mit Trichlorethen gereinigt werden. Für solche Zwecke stehen geeignete Reinigungsmittel zum Beispiel auf der Basis von Pflanzenölestern zur Verfügung.
- Die Bestimmung der Rohdichte von Asphalt erfolgt unter Verwendung von Wasser.

## 6.2 Persönliche Schutzausrüstungen

- Während allen Arbeiten, bei denen es zu einer dermalen Exposition gegenüber Trichlorethen kommen kann, sind geeignete Chemikalienschutzhandschuhe aus Fluorkautschuk (FKM) zu tragen [19].
- Zur gefahrlosen Entsorgung von ausgelaufenem Trichlorethen sind geeignete Chemikalien-Bindemittel, Arbeitsmittel zur Aufnahme des Chemikalien-Bindemittels, verschließbare Entsorgungsbehälter sowie entsprechende persönliche Schutzausrüstung (oben genannte Chemikalienschutzhandschuhe, Atemschutz in Form von Halbmasken mit AX-Filtern oder gebläseunterstützte Atemschutzhauben) vorzuhalten.

## 6.3 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Die arbeitsmedizinische Vorsorge ist in der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) geregelt und unterscheidet zwischen Pflicht-, Angebots- und Wunschvorsorge. Die Anlässe für die Vorsorgearten sind in Anhang I der Verordnung und Abweichungen davon in der AMR 11.1 geregelt.

Da für die inhalative Exposition der Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ getroffen wurde, richtet sich die Art der zu organisierenden Vorsorge nach dem Grad der dermalen und gegebenenfalls oralen Gefährdung. Aufgrund der Einstufung von Trichlorethen und seiner Hautresorptivität ist schon bei kurzfristigem und kleinflächigem Hautkontakt, zum Beispiel durch Spritzer, von einer hohen Gefährdung gemäß TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen“ [20] auszugehen. Da diese dermale Exposition auch bei der Verwendung geeigneter Chemikalienschutzhandschuhe nicht ausgeschlossen werden kann, ist gemäß ArbMedVV eine Pflichtvorsorge erforderlich.

Beim Tragen flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe von regelmäßig mehr als 2 Stunden pro Tag (Feuchtarbeit) wird eine Angebotsvorsorge und bei mehr als 4 Stunden pro Tag eine Pflichtvorsorge gemäß der ArbMedVV erforderlich.

Die Handlungsanleitung für arbeitsmedizinische Untersuchungen nach dem DGUV- Grundsatz G 14 „Trichlorethen (Trichlorethylen) und andere Chlorkohlenwasserstoff-Lösungsmittel“ (DGUV Information 240-140 [21]) enthält Hinweise zu Arbeitsverfahren, Arbeitsbereichen und Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Gefahrstoffen sowie zu Tätigkeiten mit gefährdenden physikalischen Einwirkungen, die der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin für eine angemessene arbeitsmedizinische Vorsorge auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigen sollte.

Die DGUV Grundsätze für arbeitsmedizinische Untersuchungen geben den Betriebsärztinnen und Betriebsärzten Empfehlungen im Sinne der bewährten Praxis mit einem Spielraum zur Gestaltung von Untersuchungen, wie es aufgrund der jeweiligen Gegebenheiten angemessen erscheint.

# Literatur

- [1] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes des Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) Ausg. vom 7. August 1996; Stand August 2015. Im Internet verfügbar unter: <http://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/arbeitsschutzgesetz.html>
- [2] Siebtes Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Unfallversicherung (SGB VII) vom 17.07.2017. Im Internet verfügbar unter <http://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/sozialgesetzbuch-7-gesetzliche-unfallversicherung.html>
- [3] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) Ausg. vom 29.03.2017. Im Internet verfügbar unter <https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/gefahrstoffverordnung.html>
- [4] Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) Ausg. vom 18. Dezember 2008; Stand 12. Juli 2019. Im Internet verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/arbmedvv/BjNR276810008.html>
- [5] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (TRGS 400) Ausg. Dezember 2010. Ausgabe: Juli 2017. Im Internet verfügbar unter <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-400.html>
- [6] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402). Ausg. Januar 2010. Ausgabe: Februar 2010, zuletzt geändert und ergänzt: am 21.10.2016. Im Internet verfügbar unter <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-402.html>
- [7] REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe
- [8] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Schutzmaßnahmen (TRGS 500) Ausgabe 2019. Im Internet verfügbar unter: [https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-500.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-500.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

- [9] Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), der Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV); Stand April 2009 Im Internet verfügbar unter <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/Glossar/Glossar.html>
- [10] DIN EN 14175-2:2003-08: Abzüge – Teil 2: Anforderungen an Sicherheit und Leistungsvermögen. Berlin: Beuth 2003.
- [11] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material (TRGS 551). Ausg. August 2015; geändert und ergänzt: 27.01.2016. Im Internet verfügbar unter <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-551.html>
- [12] Technische Prüfvorschriften für Asphalt (TP-Asphalt-StB) Ausg. Mai 2013.
- [13] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Laboratorien (TRGS 526). Ausg. Februar 2008. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-526.html>
- [14] DIN EN 12697-1:2012-09: „Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 1: Löslicher Bindemittelgehalt“, Berlin: Beuth, 2012.
- [15] CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen. Ausg. 2015.
- [16] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen (TRGS 910) Ausgabe: 2014. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-910.html>
- [17] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern (TRGS 510) Ausgabe: Januar 2013, geändert und ergänzt: 19.11.2014. Im Internet verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-510.html>
- [18] Handlungsanleitung zur Abzugsprüfung nach Abschnitt 11.5 der BG-Regel „Laboratorien“ (BGR 120) des Fachausschusses Chemie.

[19] DGUV Regel 112-195 und 112-995 „Benutzung von Schutzhandschuhen“. Ausgabe 2007. Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V., Sankt Augustin.

[20] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen (TRGS 401) Ausgabe: Juni 2008, zuletzt berichtigt: 30.03.2011. Im Internet verfügbar unter <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-401.html>

[21] DGUV Information 240-140 „Handlungsanleitung für arbeitsmedizinische Untersuchungen“ nach dem DGUV Grundsatz G 14 „Trichlorethen(Trichlorethylen) und andere Chlorkohlenwasserstoff-Lösungsmittel“. Im Internet verfügbar unter <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/informationen/706/handlungsanleitung-fuer-arbeitsmedizinische-untersuchungen-nach-dem-dguv-grundsatz-g-14-trichlorethe>

### **weitere Literatur**

Allin, C. S.; Höber, D.: Arbeitsbelastung durch Trichlorethen in der Asphaltanalytik bei Umsetzung des Stands der Technik, Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 78 (2018) Nr. 11/12. Im Internet verfügbar: [https://rp-kassel.hessen.de/sites/rp-kassel.hessen.de/files/2018%20Allin%20-%20Trichlorethen%20Asphaltanalytik\\_0.pdf](https://rp-kassel.hessen.de/sites/rp-kassel.hessen.de/files/2018%20Allin%20-%20Trichlorethen%20Asphaltanalytik_0.pdf)

# Anhang 1

## Gefahrstoffbelastung bei der Extraktion von Bitumen aus Asphalt nach dem Waschtrommelverfahren

### Gefahrstoffexposition

Diese Empfehlungen beruhen auf Auswertungen von Arbeitsplatzmessungen bei der Extraktion von Bitumen aus Asphalt unter Anwendung des in Abschnitt 4 beschriebenen Waschtrommelverfahrens.

Es wurden insgesamt 21 personenbezogene Messungen in sechs Laboratorien durch die Messstellen der an dieser EGU beteiligten Institutionen durchgeführt. Die personengetragenen Probenahmen erfolgten im Atembereich der Beschäftigten, die ortsfesten Probenahmen erfolgten im Arbeitsbereich in Atemhöhe der Beschäftigten.

Während der Messungen wurden die für die Bitumenextraktion typischen Tätigkeiten durchgeführt. Die Bindemittelrückgewinnung wurde während einiger Messungen zeitgleich zu den Extraktionen vorgenommen.

Tabelle 2 enthält die statistisch ausgewerteten Arbeitsplatzkonzentrationen. Sie geben die schichtbezogene Exposition an, wenn die im Abschnitt 4 beschriebenen Arbeitsvorgänge während der gesamten Schicht ausgeführt werden.

Tabelle 2 Extraktion nach dem Waschtrommelverfahren

Anzahl der Messwerte	Minimalwert [mg/m <sup>3</sup> ]	Maximalwert [mg/m <sup>3</sup> ]	50 %-Wert [mg/m <sup>3</sup> ]	95 %-Wert [mg/m <sup>3</sup> ]
21	0,10	1,5	0,60	1,3

**Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40

10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

Fax: 030 13001-9876

E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)

Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)