Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis

Kraftfahrzeugrecycling - Tätigkeiten mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen

Die Kapitel 1 - 7 dieser Handlungsanleitung stellen ein vom AGS als VSK anerkanntes standardisiertes Arbeitsverfahren dar

FREISTAAT THÜRINGEN

Baden-Württemberg

baua: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

bvse

Handlungsanleitung
zur guten Arbeitspraxis

Kraftfahrzeugrecycling - Tätigkeiten mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen

Die Kapitel 1 - 7 dieser Handlungsanleitung stellen ein vom AGS als VSK anerkanntes standardisiertes Arbeitsverfahren dar.

Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis
„Tätigkeiten mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen“

Die Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis wurde von der Arbeitsgruppe Kraftfahrzeugrecycling auf Basis der LASI/ALMA-Empfehlungen LV 26 erstellt.

Die Kapitel 1-7 dieser Handlungsanleitung stellen ein vom AGS als VSK anerkanntes standardisiertes Arbeitsverfahren dar

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1-25
44149 Dortmund
www.baua.de

Redaktion: Arbeitsgruppe „Kraftfahrzeugrecycling“

Dr. Ralph Hebisch (Vorsitz)
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
Gefahrstofflabor
Friedrich-Henkel-Weg 1-25
44149 Dortmund

Dipl.-Ing. Gerhard Ott
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz
Baden-Württemberg
Hertzstraße 173
76187 Karlsruhe

Dipl.-Chem. Henning Müller
Dipl.-Ing. Lutz Peter
Thüringer Landesbetrieb für Arbeitsschutz und technischen
Verbraucherschutz (TLAtV)
Fachbereich 22, Arbeitsschutz
Karl-Liebknecht-Str. 4
98527 Suhl

Dipl.-Ing. Andreas Habel
bvse-Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.
Hohe Straße 73
53119 Bonn

Titelbild: Thüringer Landesbetrieb für Arbeitsschutz und technischen
Verbraucherschutz (TLAtV), Suhl

Stand: Mai 2014

Inhalt

1	Allgemeines	7
2	Anwendungsbereich	8
3	Informationsermittlung	9
3.1	Tätigkeiten	9
3.1.1	Vorbehandlung	9
3.1.2	Trockenlegung	10
3.1.3	Demontage	11
3.1.4	Ausbau von Klimaanlagen	11
3.2	Auftretende Stoffe	12
4	Beurteilung	13
5	Schutzmaßnahmen	14
5.1	Auslösen und Ausbau von Airbags und Gurtstraffern	14
5.2	Trockenlegung von Fahrzeugen	17
5.3	Demontage trocken gelegter Fahrzeuge	19
5.4	Ausbau von Klimaanlagen	19
5.5	Ausbau von Gastanks bei Flüssiggas (LPG)-Fahrzeugen	20
5.6	Hautschutz	20
6	Wirksamkeitsüberprüfung	22
7	Literatur	23
8	Anhang: Grundlagen der Beurteilung	26

1 Allgemeines

Gehen Beschäftigte Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nach oder werden bei Tätigkeiten Gefahrstoffe freigesetzt, so ist der Arbeitgeber nach der Gefahrstoffverordnung [2] verpflichtet, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach dem Arbeitsschutzgesetz Maßnahmen zur Sicherheit und zum Schutz der Gesundheit der Beschäftigten zu treffen.

Bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen ist die Rangfolge Substitution (Ersatz durch weniger gefährliche Stoffe oder Verfahren), technische Minimierung der Expositionen, organisatorische Maßnahmen und personenbezogene Maßnahmen zu beachten. Für Gefahrstoffe mit Arbeitsplatzgrenzwert ist deren Einhaltung durch Arbeitsplatzmessungen zu ermitteln (TRGS 402 [3]), sofern keine gleichwertigen Beurteilungsverfahren beschrieben sind.

Die Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis „Tätigkeiten mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen“ ist eine branchenspezifische Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung und für die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in Betrieben, die Altfahrzeuge verwerten. Sie wurde von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), den Messstellen der Bundesländer Baden-Württemberg und Thüringen und dem Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (bvse) erarbeitet und vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) in den Anhang der TRGS 420 aufgenommen.

Die Handlungsanleitung kann im Zusammenhang mit Gefährdungen durch freigesetzte Stäube als standardisiertes Arbeitsverfahren nach TRGS 400 [1] auf der Grundlage der Gefahrstoffverordnung [2] angewendet werden.

Die vorgegebenen Schutzmaßnahmen wurden auf der Grundlage von Arbeitsplatzmessungen nach der TRGS 402 [3] abgeleitet. Bei ihrer Anwendung kann von einer Einhaltung des Allgemeinen Staubgrenzwertes nach TRGS 900 [4] und Anhang I Nr. 2.3 Abs. 2 der Gefahrstoffverordnung und des Arbeitsplatzgrenzwertes für Ethanol ausgegangen werden. Arbeitsplatzmessungen sind dann im Regelfall nicht erforderlich.

Für Benzol wird die Toleranzkonzentration gemäß TRGS 910 [13] eingehalten. Eine Entscheidung, ob die Akzeptanzkonzentration eingehalten wird oder ob im Betrieb weitere Maßnahmen erforderlich sind, um innerhalb von 3 Jahren eine Einhaltung der Akzeptanzkonzentration zu erreichen, erfordert eine personengetragene Arbeitsplatzmessungen von Benzol bei der Trockenlegung.

Um die dauerhafte Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen sicherzustellen, müssen diese regelmäßig überprüft werden. Dies kann mit Hilfe dieser Handlungsanleitung erfolgen. Der Anwender muss daher in mindestens jährlichem Abstand prüfen, ob die Voraussetzungen dieser Handlungsanleitung für seinen Arbeitsbereich unverändert gültig sind und das Ergebnis dieser Überprüfung dokumentieren.

2 Anwendungsbereich

Diese Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis gilt für Verwertungsbetriebe für Kraftfahrzeuge, die über eine Bescheinigung nach § 4 Abs. 2 AltfahrzeugV [5] verfügen oder Entsorgungsfachbetrieb sind.

Mit den Empfehlungen dieser Handlungsanleitung werden alle Tätigkeiten, bei denen Altfahrzeuge, Unfall- und Testfahrzeuge trocken gelegt und demontiert werden, abgedeckt. Erfolgen in den Arbeitsbereichen gleichzeitig Reparaturarbeiten (z. B. Einbau von Gebrauchtteilen) an Kraftfahrzeugen, so liefern diese Empfehlungen nur Hinweise darauf, in welchem Umfang die durchgeführten Tätigkeiten bei der Trockenlegung und Demontage zur Gesamtexposition der Beschäftigten beitragen. Da bei den Reparaturarbeiten Expositionen auch durch andere Stoffe auftreten können, sind hier zusätzlich die BG/BIA-Empfehlungen für Instandhaltungsarbeiten an Personenkraftwagen in Werkstätten [6] heranzuziehen.

Für die Trockenlegung wurden auch Messergebnisse für Benzol oberhalb der Akzeptanzkonzentration von 0,2 mg/m³ ermittelt. Bei der Trockenlegung ist daher eine personengetragene Arbeitsplatzmessung von Benzol durchzuführen. Liegt das Ergebnis dieser Messung unterhalb der Akzeptanzkonzentration von 0,2 mg/m³, sind keine über diese Handlungsanleitung hinaus gehenden Maßnahmen erforderlich. Wird der Wert von 0,2 mg/m³ überschritten, so ist ein Maßnahmenplan aufzustellen, um die Akzeptanzkonzentration für Benzol innerhalb von 3 Jahren einzuhalten.

Tätigkeiten mit pyrotechnischen Bauteilen (Gurtstraffer, Airbags) gehören aufgrund der serienmäßigen Ausstattung der Fahrzeuge seit ca. einem Jahrzehnt zu den typischen Tätigkeiten beim Recycling von Fahrzeugen. Die Entnahme von Kältemitteln aus Klimaanlagen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Fahrzeuge mit Klimaanlage werden dazu häufig vor der Trockenlegung an entsprechende Fachbetriebe weiter gegeben. Die Entnahme von Kältemitteln aus Klimaanlagen kann allerdings auch in den Recyclingbetrieben erfolgen.

Reinigungs- und Wartungsarbeiten, soweit diese zum täglichen Arbeitsablauf gehören (z. B. Reinigungsarbeiten zum Schichtende), fallen ebenfalls in den Geltungsbereich der Handlungsanleitung.

Betriebsstörungen sind nicht Gegenstand dieser Handlungsanleitung. Insbesondere bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten im Rahmen von Betriebsstörungen sind zusätzliche Schutzmaßnahmen zu treffen. Diese sind betriebsspezifisch festzulegen.

Nicht in den Anwendungsbereich dieser Handlungsanleitung fallen:

- das Auslösen von pyrotechnischen Gegenständen sowie die Entleerung von Klimaanlagen, da diese Tätigkeiten nur sehr selten beobachtet wurden und deshalb messtechnisch nicht erfasst werden konnten,
- die Verwertung von Kraftfahrzeugen, die mit Erdgas als Kraftstoff oder mit Brennstoffzellen unter Verwendung von Wasserstoff angetrieben werden, da hierzu bisher keine Erkenntnisse vorliegen,
- Betriebe, die Lastkraftwagen verwerten,
- Schredderanlagen oder sonstige Anlagen zur weiteren Verwertung von Restkarossen sowie
- das Recycling und die Verwertung von Abgasanlagen.

3 Informationsermittlung

Von Verwertungsbetrieben werden Kraftfahrzeuge verwertet, deren Zweckbestimmung - die Teilnahme am Straßenverkehr - nicht mehr besteht. Die Fahrzeuge werden entweder vom Letztbesitzer (i. d. R. Fahrzeugeigentümer oder Fahrzeughersteller bei normaler Stilllegung bzw. bei Testfahrzeugen) zum Verwertungsbetrieb transportiert oder von diesem entsprechend einem erteilten Auftrag abtransportiert (i. d. R. bei Unfallfahrzeugen). Der Verwertungsbetrieb stellt dem letzten Eigentümer einen Verwertungsnachweis aus, der eine ordnungsgemäße Abmeldung des Fahrzeugs ermöglicht.

Die Trockenlegung und die Demontage der Altfahrzeuge können an getrennten Arbeitsplätzen erfolgen oder aber an Mischarbeitsplätzen, die beide Prozesse beinhalten.

Der Transport der trockenzulegenden und zu demontierenden Fahrzeuge erfolgt z. B. mit einem Transportschlitten oder einem Flurförderzeug, das in der Regel mit Gas oder elektrisch betrieben wird. Wenn das eingesetzte Flurförderzeug mit Dieselkraftstoff betrieben wird, so ist zusätzlich zu den in diesen Empfehlungen aufgeführten Stoffen die Exposition durch krebserzeugende Dieselmotoremissionen zu berücksichtigen. Es wird in diesem Zusammenhang auf die TRGS 554 verwiesen [7], insbesondere ist zu beachten, dass die verwendeten Flurförderzeuge dann mit Partikelfiltern auszurüsten sind.

3.1 Tätigkeiten

Fahrzeughersteller stellen technische Unterlagen für die fachgerechte Behandlung von Altfahrzeugen ausschließlich über das Internationale Demontage Informationssystem (IDIS) zur Verfügung. Um die benötigten Informationen und Unterlagen zu erhalten, muss sich der Verwertungsbetrieb unter www.idis2.com beim IDIS-Konsortium anmelden. Die Behandlung der Altfahrzeuge muss dann nach der jeweils aktuellen Fassung erfolgen.

3.1.1 Vorbehandlung

Vor der Trockenlegung wird die Starterbatterie aus dem Altfahrzeug ausgebaut. Falls das Fahrzeug einen Gastank enthält, ist dieser zu entleeren ebenfalls auszubauen.

Fahrzeuge, die zur Entsorgung vorgesehen sind, sind in der Regel mit Personenrückhaltesystemen - wie Airbags und Gurtstraffern - ausgerüstet. Diese enthalten pyrotechnische Bauteile und unterliegen somit hinsichtlich der Handhabung bei der Entsorgung von Fahrzeugen den Regelungen des Sprengstoffrechts. Vor der Trockenlegung müssen alle pyrotechnischen Bauteile neutralisiert werden. Ist dies nicht möglich, sind sie zu demontieren und zugelassenen Fachbetrieben zur weiteren Behandlung zu übergeben.

Hinweise über serienmäßig verbaute Sicherheitssysteme sind grundsätzlich den Fahrzeugbedienungsanleitungen bzw. Herstellerinformationen zu entnehmen. Airbags sind auf der Außenabdeckung eines jeden Airbagmoduls mit den Angaben „Airbag“ oder „SRS“ (Supplemental Restraint System) gekennzeichnet. Darüber hinaus kann eine Kontrollleuchte in der Instrumententafel mit der Aufschrift SRS bzw. Airbag installiert sein, die nach dem Einschalten der Zündung kurz aufleuchtet. Hin-

sichtlich der Gurtstraffer sind an den Fahnen auf den Sicherheitsgurten entsprechende Hinweise genannt.

Das Auslösen der pyrotechnischen Gegenstände in einem zu verwertenden Fahrzeug dient dazu, den Treibsatz nach Möglichkeit direkt vor Ort unschädlich zu machen. Mit diesem kontrollierten Zünden sind Emissionen (Gase, Rauch und Schall) verbunden, die bei der Gefährdungsbeurteilung gesondert betrachtet werden müssen.

Die Verwertung oder Beseitigung pyrotechnischer Bauteile unterliegen gesetzlichen Bestimmungen. Die Bauteile sind im Europäischen Abfallkatalog (EAK 2002) [35]. unter der Schlüsselnummer 16 01 10 „explosive Bauteile (z. B. aus Airbags)“ eingeordnet. Vor Beauftragung eines Entsorgungsunternehmens ist vom Abfallerzeuger (Werkstatt, Verwerter usw.) zu prüfen, ob der Auftragnehmer die erforderlichen behördlichen Genehmigungen besitzt, um pyrotechnische Bauteile der genannten Schlüsselnummer einzusammeln und zu transportieren sowie zu verwerten oder zu beseitigen. Darüber hinaus muss dieses Unternehmen im Besitz einer sprengstoffrechtlichen Erlaubnis gemäß § 7 SprengG [8] sein.

Betreiber von Demontagebetrieben müssen nach Auslösen und Ausbauen der pyrotechnischen Bauteile vor der weiteren Behandlung folgende Stoffe, Materialien und Bauteile wegen ihres Schad- und Störstoffcharakters entfernen:

- den Latentwärmespeicher nach Vorgabe des Herstellers,
- Stoßdämpfer, wenn nicht trocken gelegt,
- asbesthaltige Bauteile (Oldtimer)
- quecksilberhaltige Bauteile wie z. B. Schalter, soweit durchführbar, und
- nach Anhang II der Richtlinie 2000/53/EG in der jeweils geltenden Fassung gekennzeichnete Bauteile und Werkstoffe, die nach dem 1. Juli 2003 in den Verkehrgebracht wurden, sowie
- kraftfahrzeugfremde Stoffe.

Für diese Tätigkeiten sind eine gesonderte Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und entsprechende Schutzmaßnahmen festzulegen.

3.1.2 Trockenlegung

Unter Trockenlegung versteht man die Entfernung vorhandener Kraftstoffreste sowie sämtlicher Betriebsflüssigkeiten aus Altfahrzeugen. In der Praxis ist dies jedoch nicht vollständig umsetzbar, so dass immer geringe Reste im Fahrzeug bleiben, die dann auch eine Exposition der Beschäftigten bei der Demontage verursachen können.

Im Einzelnen werden in den Verwertungsbetrieben neben Benzin oder Dieselkraftstoff bei der Trockenlegung die folgenden Betriebsflüssigkeiten entnommen [9]:

- Motor-, Getriebe-, Differentialgetriebe- und Servolenkungsöl
- Stoßdämpferöl
- Bremsflüssigkeit
- Kühlflüssigkeit
- Kältemittel (Klimaanlage)

- Scheibenwaschwasser

Die Trockenlegung erfolgt in der Regel derart, dass das Fahrzeug auf eine Hebebühne oder eine speziell für die Trockenlegung gestaltete Entnahmestation gestellt wird. Die Entnahme der verschiedenen Flüssigkeiten erfolgt getrennt nach den einzelnen Sorten. Je nach Ausführung der einzelnen Fahrzeugtypen und der Gestaltung der entsprechenden Systeme oder Vorratsbehälter werden diese dazu an vorhandenen Ablassöffnungen geöffnet, angestochen, angebohrt oder aufgeschnitten. Bei der Trockenlegung ist insbesondere die Tropffreiheit aller Aggregate zu erreichen.

Der Kraftstoff ist über eine emissionsgeminderte, an der Entnahmestelle abgedichtete Fall- und/oder Saugstrecke in nach Bauart zugelassene, geschlossene Lagerbehälter verlustfrei zu überführen. Diese sind so konstruiert, dass sie gleichzeitig als Sammelbehältnis fungieren können oder über ein zugehöriges Leitungssystem sofort in ein Sammellager abgesaugt werden. Vom Kfz.-Kraftstoffbehälter über die Entnahmetechnik bis zum Lagerbehälter ist während des Entnahmevorgangs ein Potentialausgleich (Erdung der gesamten Entnahmestrecke) sicherzustellen.

3.1.3 Demontage

Bei der Demontage befindet sich das Fahrzeug entweder auf einer Hebebühne oder ebenerdig. Dabei werden je nach Demontagetiefe die verschiedensten Werkzeuge eingesetzt. Allgemein kann festgestellt werden, dass die Demontagetiefe mit zunehmendem Alter des Fahrzeugs und schlechterem Zustand (Unfallwagen) sinkt. Bei der Demontage werden manchmal auch Schweißbrenner für Trennarbeiten verwendet. Deren Einsatz erstreckt sich nur über kurze Zeiträume von wenigen Minuten und hat keinen signifikanten Einfluss auf die gemessenen Staubbelastungen.

Die demontierten Teile (z. B. Räder, Motor und Lichtmaschine) werden in speziellen Lagerräumen oder in Behältnissen (z. B. Kleinteile) im Betrieb gesammelt. Sie stehen dann zum Verkauf an den Kunden bereit. Die recyclingfähigen Stoffe werden möglichst sortenrein gesammelt und dann einem Entsorger zugeführt.

Nach der Demontage wird das Fahrzeug im Zwischenlager für trocken gelegte Fahrzeuge oder im Restkarossenlager gelagert. Das Schreddern der Restkarossen wird durch Fachbetriebe durchgeführt und ist nicht Bestandteil dieser Empfehlungen.

3.1.4 Ausbau von Klimaanlagen

Die Entleerung von Klimaanlagen wurde in dieser Handlungsanleitung nicht berücksichtigt, da dies nur sehr selten beobachtet werden konnte. Diese Tätigkeit muss bei der Gefährdungsbeurteilung gesondert betrachtet werden. Da der Anteil von Fahrzeugen mit Klimaanlage steigt, ist davon auszugehen, dass zukünftig auch die Freisetzung von Stoffen beim Entleeren der Klimaanlage (für den Treibhauseffekt relevante Fluorchlorkohlenwasserstoffe) zu berücksichtigen ist. Für die an Klimaanlagen anfallenden Arbeiten ist eine entsprechende Sachkunde erforderlich [10, 11]. Es wird in diesem Zusammenhang auch auf das DGUV Merkblatt „Kältemittel in Fahrzeugklimaanlagen“ verwiesen [12].

Ist im Verwertungsbetrieb keine eigene Anlage zur Entnahme von Kältemitteln aus Klimaanlagen vorhanden, so kann sich der Betrieb Dritter bedienen, sofern deren Anlagen die obigen Anforderungen erfüllen und die Entsorgung ordnungsgemäß, transparent und nachvollziehbar dokumentiert ist.

3.2 Auftretende Gefahrstoffe

Tabelle 1 führt die bei der Altfahrzeugverwertung relevanten Gefahrstoffe auf. Gegenüber der früheren Messkampagne wurde zusätzlich Ethanol ermittelt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass den Ottokraftstoffen mittlerweile verstärkt Ethanol zugesetzt wird.

Tab. 1 Zusammenstellung der relevanten Gefahrstoffe bei der Altfahrzeugverwertung

Gefahrstoff	Arbeitsplatzgrenzwert ppm	Arbeitsplatzgrenzwert mg/m^3	Spitzenbegrenzung	Bemerkungen
Benzol				kein Arbeitsplatzgrenzwert; entsprechend TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ [13] gilt: Akzeptanzkonzentration (Risiko 4 x 10^{-4}): 0,2 mg/m³ (60 ppb) Toleranzkonzentration (Risiko 4 x 10^{-3}): 1,9 mg/m³ (0,6 ppm)
Kohlenwasserstoffgemische		100		Beurteilungsmaßstab (Nach TRGS 900, Nr. 2.9 auf Aromaten bezogen; abweichend davon können auch z. B. olefinische Kohlenwasserstoffe enthalten sein; dient einer „worst case“-Abschätzung)
Ethanol	500	960	2	Arbeitsplatzgrenzwert
alveolengängige Staubfraktion (A)		1,25		Arbeitsplatzgrenzwert
einatembare Staubfraktion (E)		10	2	Arbeitsplatzgrenzwert

4 Beurteilung

Bei Erfüllung der im Kapitel 5 beschriebenen Schutzmaßnahmen werden die Arbeitsplatzgrenzwerte für die in Tabelle 1 (siehe 3.2) aufgeführten Einzelstoffe eingehalten.

Für Benzol ist die bei der Trockenlegung bei Einhaltung der Maßnahmen nach Kapitel 5 gemessene Exposition zu verwenden. Liegt das Ergebnis dieser Messung oberhalb der Akzeptanzkonzentration von 0,2 mg/m³, so muss ein Maßnahmenplan aufgestellt werden, wie in den nächsten 3 Jahren die Akzeptanzkonzentration für Benzol erreicht werden kann. Der Befund lautet dann „Toleranzkonzentration eingehalten“. Liegt das Messergebnis im Betrieb unter 0,2 mg/m³, dann lautet der Befund nach TRGS 402 „Akzeptanzkonzentration eingehalten“.

Für alle anderen auftretenden Gefahrstoffe lautet der Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“. Für die Übernahme dieses Befundes für den einzelnen Betrieb muss die Dokumentation der Gefahrstoffe und die Beschreibung der Tätigkeiten und Schutzmaßnahmen die Einhaltung der in diesen Empfehlungen beschriebenen Bedingungen bestätigen. Sind bei der Altfahrzeugverwertung diese Empfehlungen berücksichtigt, müssen für alle anderen Stoffe (siehe Tabelle 1) keine Arbeitsplatzmessungen durchgeführt werden.

Unbeschadet dieser Handlungsanleitung bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung für hier nicht erfasste Arbeitsbereiche des Betriebes, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen erfolgen und für die diese Handlungsanleitung nicht gilt, bestehen.

Für mögliche andere Arbeitsbereiche des Betriebes, insbesondere Kfz-Reparaturwerkstätten, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen erfolgen, wird auf einschlägige Empfehlungen verwiesen (Reihe BGI 790).

5 Schutzmaßnahmen

Die nachfolgenden Bedingungen müssen in einem Betrieb, der Altfahrzeuge verwertet, erfüllt sein. Dabei ist keine Unterscheidung erforderlich zwischen Betrieben mit Trockenlegung und Demontage an getrennten Arbeitsplätzen und solchen, an denen dies am gleichen Arbeitsplatz erfolgt. Mindestens sind die Anforderungen der ASR A 3.6 [37] einzuhalten.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Entfernung der pyrotechnischen Bauteile vor der Trockenlegung und diese immer vor der Demontage durchzuführen ist.

Die Zwischenlagerung von im Rahmen der Trockenlegung und Demontage anfallenden Betriebsmitteln oder Produkten (Kraftstoffreste, Putzwolle, Bindemittel u. a.), die Gefahrstoffe freisetzen können, ist im unmittelbaren Arbeitsbereich auf ein Minimum zu beschränken. Für das Lagern ist die TRGS 510 [14] zu beachten.

Für alle Arbeitsbereiche sind Betriebsanweisungen in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache zu erstellen und auszuhängen. In der Betriebsanweisung sind auch Art und Häufigkeit der Reinigungstätigkeiten und der Einsatz persönlicher Schutzausrüstungen festzulegen. Die Beschäftigten sind mindestens einmal jährlich arbeitsplatzbezogen an Hand der Betriebsanweisung zu unterweisen [15].

Die Beschäftigten sind mit Sicherheitsschuhen und geeigneter Arbeitskleidung auszustatten. Weiterhin sind für die Trockenlegung und Demontage jeweils geeignete Schutzhandschuhe zur Verfügung zu stellen. Verschmutzte Arbeitskleidung ist vom Arbeitgeber regelmäßig zu reinigen.

An den Arbeitsplätzen ist Essen, Trinken, Rauchen und Schnupfen nicht zulässig.

5.1 Auslösen und Ausbau von Airbags und Gurtstraffern

Jeder Betrieb, der Altfahrzeuge entsorgt und pyrotechnische Bauteile in zu verwertenden Fahrzeugen auslöst oder die ausgebauten, ungezündeten Bauteile einem speziellen Entsorgungsfachbetrieb überlässt, muss dies entsprechend § 14 Sprengstoffgesetz (SprengG) [8] mindestens zwei Wochen vor Beginn dieser Arbeiten der zuständigen Behörde schriftlich anzeigen. In der Anzeige sind die mit der Leitung des Betriebes oder einer Filiale beauftragten Personen anzugeben. Aufgabe des Betriebes sowie der Wechsel einer verantwortlichen Person sind ebenfalls anzeigepflichtig.

- Das Entsorgungsunternehmen muss im Besitz einer sprengstoffrechtlichen Erlaubnis gemäß § 7 SprengG sein.
- Alle pyrotechnischen Bauteile müssen vor der Demontage durch sachkundiges Personal entweder im eingebauten Zustand ausgelöst, d. h. gezündet oder ausgebaut werden.
- Beim Auslösen pyrotechnischer Bauteile im Fahrzeug dürfen sich keine Personen im Innenraum des Fahrzeuges aufhalten, Türen und Fenster sind geschlossen zu halten. Die vom Fahrzeughersteller vorgegebenen erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen für das Auslösen von Zündvorrichtungen und spezielle Arbeitsanweisungen sind unbedingt zu beachten.
- Das Auslösen von ausgebauten pyrotechnischen Gegenständen und die damit verbundenen Tätigkeiten dürfen nur von verantwortlichen Personen durchgeführt werden, die im Besitz eines Befähigungsscheines gemäß § 20 SprengG sind und erfolgreich an einem staatlich anerkannten Fachkundelehrgang gemäß § 9

SprengG für den „Umgang mit pyrotechnischen Gegenständen für technische Zwecke, ausgenommen das Bearbeiten, Verarbeiten und Wiedergewinnen“ teilgenommen haben.

- Das Auslösen ist nur auf geeigneten freien Plätzen und nicht in abgeschlossenen Räumen durchzuführen. Die Schallentwicklung ist bei den möglicherweise betroffenen Beschäftigten im Betriebsbereich vorher anzukündigen.
- Beim Auslösen ist Augen- und Gehörschutz zu tragen. Die in den Herstellerangaben genannten Sicherheitsabstände zum Fahrzeug sind einzuhalten.
- Beim Berühren von gezündeten pyrotechnischen Bauteilen ist persönliche Schutzausrüstung, z. B. geeignete Schutzhandschuhe, zu verwenden.
- Das Fahrzeug ist nach dem Zünden entsprechend Herstellerangaben so lange zu lüften (mind. 10 Minuten), bis der Gasgenerator abgekühlt ist und Produkte aus dem Zündvorgang entwichen sind.
- Die herstellerspezifischen Sicherheitsmaßnahmen sind zu beachten und Feinstaubmasken der Filterklasse FFP3 zu tragen. (Airbags können z. B. Talkumpuder enthalten.)
- Der Ausbau pyrotechnischer Gegenstände darf nur nach Vorgaben des Herstellers erfolgen. Die Unterweisung hat über die Funktionsweise der Airbag- und Gurtstraffereinheiten, insbesondere zu den Eigenschaften der enthaltenen explosionsgefährlichen Stoffe, über Gefahrenmerkmale, Handhabung, Lagerung und Entsorgung einschließlich praktischer Übungen zu erfolgen. (Für den Ausbau pyrotechnischer Gegenstände ist keine sprengstoffrechtliche Erlaubnis gemäß § 7 bzw. kein Befähigungsschein gemäß § 20 SprengG erforderlich.)
- Ausgebaute pyrotechnische Bauteile dürfen nicht unbeaufsichtigt liegen gelassen werden. Die Bauteile sind einzeln abzulegen, jedoch nicht zu stapeln. Airbags dürfen nicht auf die Abdeckung des Luftsackes gelegt werden.
- Ungezündete pyrotechnische Gegenstände dürfen nicht geöffnet, verändert, repariert, manipuliert oder zur Ersatzteilgewinnung ausgebaut oder zum Wiedereinbau in andere Fahrzeuge verwendet werden.
- Die mit dem pyrotechnischen Gurtstraffer fest verbundenen Einheiten (Aufroller, Gurtschloss oder Endbeschlag) dürfen nicht vom Gurtstraffer demontiert werden. Falls bei Unfallfahrzeugen nicht sichergestellt werden kann, ob Airbags oder Gurtstraffer vollständig ausgelöst wurden, gelten die gleichen Sicherheitsmaßnahmen wie bei ungezündeten pyrotechnischen Bauteilen.
- Airbags und pyrotechnische Gurtstraffereinheiten dürfen auch kurzzeitig keiner Temperatur über 100 °C ausgesetzt sein. Sie müssen vor Hitzequellen, offenen Flammen, elektrischen Funken, elektrostatischer Aufladung, elektromagnetischer Strahlung und mechanischer Belastung (z. B. Herunterfallen und Anstoßen) geschützt werden, um ein unbeabsichtigtes Auslösen zu vermeiden.
- Ausgebaute pyrotechnische Bauteile sind nach den Vorschriften der Sprengstofflagerrichtlinie LR 240 [16] aufzubewahren. Folgende Lagermengen dürfen in gewerblich genutzten Gebäuden nicht überschritten werden:

Arbeitsraum	10 kg (Netto)
Lagerraum, der nicht F30/T30 erreicht	10 kg (Netto)
Lagerraum mit mindestens F30/T30:	100 kg (Netto)

ortsbewegliche Aufbewahrungseinrichtung 100 kg (Netto)[1]

- Bei der Lagerung pyrotechnischer Bauteile sind folgende Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen zu beachten:
  - Die Lagerräume müssen sicher verschließbar sein oder die pyrotechnischen Bauteile müssen in abschließbaren Aufbewahrungsbehältnissen oder Schränken aufbewahrt werden, so dass Unbefugten kein Zugriff möglich ist.
  - Aufbewahrungsbehältnisse und Schränke für Airbag- und Gurtstraffereinheiten sind entsprechend Anhang V, Nr. 1.1 der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 von außen mit dem Gefahrenpiktogramm „GHS01“ zu kennzeichnen. Bis zum 31.5.2015 kann das Behältnis stattdessen mit dem Gefahrensymbol „E“ nach Anhang II der Richtlinie 67/548 EWG gekennzeichnet sein. Das Gefahrenpiktogramm bzw. Gefahrensymbol muss dauerhaft und sichtbar sein (2. SprengV) [17].
  - Die elektrischen Einrichtungen des Lagerraumes müssen bei der Lagerung von Airbags und Gurtstraffern in Versandverpackungen der DIN VDE 0100 [18] für Starkstromanlagen bis 1.000 Volt Nennspannung entsprechen sowie in unverpacktem Zustand der DIN VDE 0166 [19] für explosionsgefährdete Räume.
  - In den Lagerräumen darf nicht geraucht und keine offene Flamme verwendet werden.
  - Es darf keine Zusammenlagerung mit anderen Gefahrstoffen erfolgen.
  - Es müssen geeignete Einrichtungen zur Brandbekämpfung vorhanden sein.
  - Bei der Lagereinrichtung und Stahlschränken für die Aufbewahrung ist die TRBS 2153 [36] einzuhalten.

- Ausgebaute pyrotechnische Bauteile sind einem Entsorgungsfachbetrieb zu überlassen, der über eine sprengstoffrechtliche Erlaubnis gemäß § 7 SprengG und fachkundiges Personal verfügt, das einen Befähigungsschein nach § 20 SprengG [8] besitz.

- Die ausgebauten Bauteile dürfen nur in nach den Gefahrgutvorschriften zugelassenen Transportverpackungen befördert werden.

- Die Beförderung von ausgebauten Airbags und Gurtstraffereinheiten richtet sich nach den Vorschriften des Gesetzes zur Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgutbeförderungsgesetz - GGBefG) [20]. Für die Beförderung auf Straße, Schiene und Binnenschiffe gelten entsprechend Tabelle 2 die Regelungen der Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt - GGVSEB) [21].

[1] Die Mengenangaben beziehen sich auf die Nettoexplosivstoffmasse der pyrotechnischen Bauteile

Tab. 2 Gefahrgutklassen für pyrotechnische Erzeugnisse

UN-Nr.	Benennung und Beschreibung	Klasse	Klassifizierungscode	Verpackungsgruppe
0431	PYROTECHNISCHE GEGENSTÄNDE für technische Zwecke	1	1.4 G	
0432	PYROTECHNISCHE GEGENSTÄNDE für technische Zwecke	1	1.4 S	
0503	AIRBAG-GASGENERATOREN oder AIRBAG-MODULE oder GURTSTRAFFER	1	1.4 G	
3268	AIRBAG-GASGENERATOREN, pyrotechnisch oder AIRBAG-MODULE, pyrotechnisch oder GURTSTRAFFER, pyrotechnisch	9	M 5	III

5.2 Trockenlegung

Zur Gewährleistung einer einwandfreien und vorschriftsmäßigen Trockenlegung hat der Arbeitgeber sicherzustellen, dass die Geräte und Vorrichtungen zur Trockenlegung den vom Hersteller vorgegebenen Installations- und Betriebsbedingungen entsprechen.

- Der Transport der Fahrzeuge in den Arbeitsbereich wird nur mit geeigneten Transportmitteln (z. B. Transportschlitten oder Gabelstapler) durchgeführt. Bei Verwendung dieselgetriebener Transportmittel in geschlossenen Arbeitsbereichen müssen diese über einen Partikelfilter verfügen.
- Es werden geeignete Schutzhandschuhe verwendet, um unmittelbaren Hautkontakt mit Kraftstoff und Betriebsflüssigkeiten so weit als möglich zu vermeiden.[2] Beschädigte Schutzhandschuhe dürfen nicht verwendet werden.
- Bei Arbeiten unter dem Fahrzeugboden ist Augen- bzw. Gesichtsschutz zu tragen.
- Die Öffnung der Systeme, die Kraftstoff und Betriebsflüssigkeiten enthalten, erfolgt nur mit geeignetem Werkzeug. Dazu sind insbesondere Quetschzangen mit Fixierung und Sauganschluss oder Spezialgeräte mit Hohldorn zu verwenden. Das Aufschneiden von Schläuchen darf nur mit einem Sicherheitsmesser erfolgen. Diese Tätigkeit ist jedoch auf ein Mindestmaß zu beschränken.
- Anlagen und Anlagenteile, die zur Entnahme von Kraftstoffen dienen, müssen explosionsgeschützt ausgeführt und dementsprechend installiert sein (z. B. Erdung).

[2] Geeignet sind Chemikalienschutzhandschuhe aus Fluorkautschuk mit einer Schichtdicke 0,7 mm und einer Durchbruchszeit größer 480 min (Hinweis: die maximale Tragedauer eines Chemikalienschutzhandschuhs ist i. d. R. kürzer als die von den Herstellern angegebenen Durchbruchzeiten und von verschiedenen Parametern abhängig [22]), z. B. Vitoject® der Fa. KCL GmbH, Eichenzell

- Entsprechend TRBS 2153 [36] ist vom Kraftfahrzeug-Kraftstoffbehälter über die Entnahmetechnik bis zum Lagerbehälter während des Entnahmevorgangs die Vermeidung von Zündgefahren sicherzustellen.
- Die Trockenlegung erfolgt am Fahrzeug i. d. R. von unten. Teilweise kann eine direkte Absaugung von Betriebsflüssigkeiten oder eine Beaufschlagung mit Druckluft auch von oben erfolgen (insbesondere im Motorraum). Eine Kraftstoffentnahme von der Fahrgastzelle aus entspricht nicht dem Stand der Technik und ist daher unzulässig (Bei der Kraftstoffentnahme von der Fahrgastzelle aus ist die Exposition der Beschäftigten signifikant erhöht.).
- Die Betriebsflüssigkeiten sind entweder direkt abzusaugen oder verlustfrei aufzufangen und anschließend sofort aus dem Arbeitsbereich zu entfernen. Kraftstoffe sind entweder direkt abzusaugen oder mit abgedichteten Systemen aufzufangen und anschließend aus dem Arbeitsbereich zu entfernen. Die Entnahme-Öffnungen sind nach dem Ablassen sofort wieder zu verschließen.
- Das freie Ablassen von Flüssigkeiten, insbesondere der Ottokraftstoffe, in offene Gefäße ist nicht zulässig.
- Wenn mobile Auffangvorrichtungen verwendet werden, sind diese spätestens zum Schichtende im Gefahrstofflager in die entsprechenden Sammelbehälter zu entleeren. Während der Standzeiten im Arbeitsbereich sind diese Auffangvorrichtungen zu verschließen.
- Vorrichtungen zur Entnahme von Flüssigkeiten und mobile Auffangvorrichtungen für die einzelnen Flüssigkeiten sind eindeutig gemäß TRGS 201 [23] zu kennzeichnen.
- Bei der Trockenlegung ist insbesondere die Tropffreiheit aller Aggregate zu erzielen. Kraftstoffführende Teile sind zu verschließen.
- Verschüttete Betriebsflüssigkeiten, insbesondere Kraftstoffe und Öl, stellen nicht nur eine Expositionsquelle, sondern auch eine erhebliche Rutschgefahr dar. Unabhängig von der Forderung nach mineralölundurchlässiger und säurebeständiger Bodenbefestigung im Anhang der Altfahrzeug-Verordnung, Ziffer 3.1.2, Nr. 2 – Platzausrüstung [5], muss der Arbeitsplatz mit Auffangwannen für abtropfende Flüssigkeiten versehen sein. Diese Wannen sind mit Gitterrosten zu versehen, die begangen werden können. Wenn Betriebsflüssigkeiten oder Kraftstoffe in diese Wannen gelaufen sind, so sind sie spätestens zum Schichtende zu reinigen.
- Bindemittel, mit denen Kraftstoffe oder Betriebsflüssigkeiten aufgenommen wurden, sind nach Anwendung sofort in für Arbeitsstätten und selbstentzündliche Stoffe zugelassene Sammelbehälter zu füllen, die geschlossen zu halten sind. Zum Schichtende sind diese verunreinigten Bindemittel aus den Arbeitsräumen zu entfernen.
- Verwendete Putzmittel (z. B. Lappen) sind nach Gebrauch in geschlossenen, nicht brennbaren Behältern aufzubewahren. Nach Schichtende ist der Behälter in einen Sammelbehälter zu entleeren, der außerhalb der Arbeitsräume steht.
- Die Reinigung des Arbeitsplatzes, von Teilen oder der Hände darf nicht mit Kraftstoffen durchgeführt werden.
- Die Trockenlegung hat möglichst vollständig zu erfolgen, um eine unnötige Exposition bei der nachfolgenden Demontage zu vermeiden.

5.3 Demontage

- Die Demontage darf nur an geeigneten Arbeitsplätzen erfolgen, d. h. entweder ebenerdig oder auf Hebebühnen. Befinden sich Altfahrzeuge z. B. auf Flurförderzeugen, ist eine Demontage nicht zulässig.
- Zur Demontage ist das in der Betriebsanweisung für die jeweilige Tätigkeit festgelegte Werkzeug zu verwenden. Demontierte Teile sind vom Arbeitsplatz zu entfernen und an den dafür vorgesehenen Lagerplätzen aufzubewahren.
- Wird die Anwendung spanender Arbeitsverfahren (z. B. Flexen) oder der Einsatz von Schweißgeräten erforderlich, sind auf Grund der möglicherweise noch vorhandenen Reste an Betriebsflüssigkeiten besondere Sicherheitsmaßnahmen zu beachten. Insbesondere sind folgende berufsgenossenschaftliche Vorschriften zu berücksichtigen:
  - BGV A1 „Allgemeine Vorschriften“ (früher VBG 1) [24]
  - BGR 500 „Betreiben von Arbeitsmitteln [25]

    Wegen der hierbei auftretenden mechanischen Gefährdungen muss eine gesonderte Gefährdungsbeurteilung erstellt werden.
- Die Verwendung von Schutzhandschuhen, die in erster Linie dem mechanischen Schutz vor Verletzungen dienen (Lederhandschuhe mit CE-Zeichen), ist erforderlich. Ggf. sind bei einzelnen Tätigkeiten Schutzhandschuhe zu tragen, die für Tätigkeiten mit aromatenhaltigen Kraftstoffen bei gleichzeitigem Schutz gegen mechanische Gefährdungen empfohlen werden.[3] Beschädigte Schutzhandschuhe dürfen nicht getragen werden.
- Wegen möglicher Reste an Kraftstoffen und Betriebsflüssigkeiten muss der Boden des Arbeitsplatzes für diese undurchlässig sein. Wenn noch Restflüssigkeiten aus dem Fahrzeug auslaufen, so sind diese in verschließbaren Behältern aufzufangen und spätestens zum Schichtende aus dem Arbeitsbereich zu entfernen.
- Sollten Flüssigkeiten auf den Boden abtropfen, so sind sie sofort nach dem Abtropfen mit Bindemittel aufzunehmen. Ausgelaufene Restflüssigkeiten stellen neben der Gesundheitsgefahr auch eine Rutschgefahr dar.
- Bindemittel, mit denen Kraftstoffe oder Betriebsflüssigkeiten aufgenommen wurden, sind sofort nach Anwendung in zugelassene Sammelbehälter für Gefahrgut zu füllen, die geschlossen zu halten sind. Zum Schichtende sind diese Bindemittel aus den Arbeitsräumen zu entfernen.

5.4 Ausbau von Klimaanlagen

- Die Arbeiten sind unter Vermeidung jeglicher Kältemittelverluste auszuführen.
- Die Entnahme von Kältemitteln erfolgt mit handelsüblichen Absauggeräten, die ausschließlich als geschlossenes System arbeiten.
- Die Kältemittel aus Klimaanlagen sind über eine Saugstrecke in einen nach Bauart zugelassenen, gasdichten Lagerbehälter verlustfrei zu überführen.

---

[3] Geeignet sind Chemikalienschutzhandschuhe aus Fluorkautschuk mit einer Schichtdicke 0,7 mm und einer Durchbruchszeit größer 480 min (Hinweis: die maximale Tragedauer eines Chemikalienschutzhandschuhs ist i. d. R. kürzer als die von den Herstellern angegebenen Durchbruchzeiten und von verschiedenen Parametern abhängig [22]), z. B. Vitoject® der Fa. KCL GmbH, Eichenzell

5.5 Ausbau von Gastanks bei Flüssiggas (LPG)-Fahrzeugen

- Arbeiten an der Gasanlage dürfen nur von geschultem Personal durchgeführt werden (Qualifizierung z. B. durch Akademie Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe).
- Autogasbehälter dürfen nicht in Räumen entleert werden. Zur Entleerung des Tanks ist das Fahrzeug ins Freie zu bringen. Je nach Art der Tankentleerung ist ein Sicherheitsbereich als Schutzmaßnahme für den Explosionsschutz einzurichten. Im Sicherheitsbereich dürfen sich keine Gruben oder andere Bodenvertiefungen (z. B. Schächte oder Kellerzugänge…) befinden, in denen sich schweres LPG-Gas ansammeln könnte.

  <u>Radius des Sicherheitsbereiches 5 m</u>
  - Entleerungsanlage für LPG mit anschließendem Abbrennen der Gasphase
  - ausschließliches Abbrennen der Flüssig- und Gasphase

  <u>Radius des Sicherheitsbereiches 10 m</u>
  - Entleerungsanlage für LPG mit anschließendem Ablassen der Gasphase mittels Abblasleitung
  - Ausschließliches Ablassen der Gasphase mittels Abblasleitung
- Innerhalb des Sicherheitsbereiches dürfen keine wirksamen Zündquellen und heißen Oberflächen vorhanden sein.
- Der Sicherheitsbereich ist mit Flatterband abzusperren und an den Zugängen deutlich erkennbar mit der Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre zu kennzeichnen.
- Das Altfahrzeug darf beim Entleeren des Gastanks und beim Abbrennen von Flüssig- und Gasphase nicht unbeaufsichtigt sein.
- Beim Lösen von Flanschschrauben am Gastank sind Kälteschutzhandschuhe mit einer Stulpenlänge von mindestens 20 cm zu verwenden, da Flüssiggas zu Erfrierungen führen kann. Die Augen sind mit einer Korbschutzbrille zu schützen.
- Die erforderlichen Arbeitsschritte sind entsprechend dem „Praxisratgeber Tankentleerung bei Flüssiggas (LPG)-Fahrzeugen“ [26] des Fachausschusses Metall- und Oberflächenbehandlung der DGUV auszuführen.

5.6 Hautschutz

Gefahrstoffe können nicht nur über den Atemtrakt sondern auch über die Haut in den Körper gelangen und über diesen Aufnahmepfad zu einer Gesundheitsschädigung führen. Die TRGS 401 [22] enthält Hilfen zur Einschätzung der Gefährdung und zur Auswahl und Bewertung von persönlichen Schutzausrüstungen. Das Ergebnis der Beurteilung ist zu dokumentieren.

Neben der inhalativen Aufnahme von Gefahrstoffen können bei der Trockenlegung und der Demontage von Altfahrzeugen dermale Belastungen von Händen und Armen durch Kraftstoffe, Öle und andere Betriebsflüssigkeiten auftreten. Weiterhin sind die Fahrzeuge mit z. B. öldurchsetztem Straßenstaub verschmutzt, der dann ebenfalls bei den Arbeiten zu Belastungen der Haut führt. Oftmals ist nicht bekannt, welche Stoffe am Fahrzeug anhaften oder welche konkreten Betriebsflüssigkeiten verwendet

wurden. Daher sind Aussagen zur Art der Stoffe, mit denen Hautkontakt besteht, immer nur mit Einschränkungen möglich.

Die Dauer des Hautkontaktes liegt im Allgemeinen nur wenig unter der Schichtlänge, da die verschmutzten Körperpartien oft nur vor Pausen und zum Schichtende gereinigt werden. Ein weiteres Problem stellt der länger andauernde Kontakt durch das Tragen verschmutzter und teilweise durchtränkter Arbeitsbekleidung, insbesondere von Lederhandschuhen dar, die während der Demontage zum mechanischen Schutz getragen werden (siehe 5.3). Es sind daher Hygiene- und Hautschutzmaßnahmen zur Minimierung der Hautbelastungen zu treffen.

Das Tragen von Arbeitskleidung, die den notwendigen Schutz vor Hautkontakt in ausreichendem Maße gewährleistet, ist bei allen Tätigkeiten der Trockenlegung und Demontage sicherzustellen. Durch Öl oder Kraftstoffe kontaminierte Arbeitskleidung ist möglichst umgehend zu wechseln und bis zur Reinigung in dafür vorgesehenen geschlossenen Aufbewahrungsbehältnissen zu lagern. Bei Arbeiten über Kopf (z. B. Ablassen von Öl) ist dabei darauf zu achten, dass Kraftstoff oder Betriebsflüssigkeiten bei den Arbeiten nicht auf der Haut unter die Arbeitskleidung laufen können.

Bei der Trockenlegung sind zur Vermeidung des Hautkontaktes mit Kraftstoffen und Betriebsflüssigkeiten Chemikalienschutzhandschuhe mit einer Durchbruchszeit von mehr als 480 min zu tragen. Durch Öl oder Kraftstoff benetzte Hautpartien sind unmittelbar nach Kontakt zu reinigen (siehe 5.2).

Bei der Demontage müssen geeignete Schutzhandschuhe getragen werden, die für Tätigkeiten mit aromatenhaltigen Kraftstoffen empfohlen werden und auch mechanischen Schutz bieten (Siehe 5.3).

Beim Ausbau von Gastanks sind Kälteschutzhandschuhe mit einer Stulpenlänge von mindestens 20 cm zu verwenden (Siehe 5.5).

Im Betrieb ist ein tätigkeitsbezogener Hautschutzplan zu erstellen und auszuhängen. Im Hautschutzplan sind in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache die erforderlichen Schutz-, Reinigungs- und Pflegemaßnahmen den entsprechenden hautgefährdenden Arbeiten zuzuordnen. Bei der Erstellung des Hautschutzplanes ist arbeitsmedizinische Unterstützung angeraten.

6 Wirksamkeitsüberprüfung

Prüfungen und Instandsetzungsmaßnahmen an Anlagen zur Demontage und Trockenlegung sind zu dokumentieren. Insbesondere sind die von den Herstellern vorgeschriebenen Intervalle für Prüfungen und Wartungen einzuhalten.

Der Anwender dieser Handlungsanleitung muss bei Verfahrensänderungen und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Voraussetzungen der unveränderten Anwendbarkeit dieser Handlungsanleitung überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählen u. a. die unveränderte Gültigkeit dieser Handlungsanleitung, einschließlich der Arbeitsplatzgrenzwerte und Beurteilungsmaßstäbe, und die Prüfung, ob diese Handlungsanleitung noch für die betrieblichen Tätigkeiten zutrifft. Insbesondere ist zu überprüfen, inwieweit sich die eingesetzten Stoffe verändert haben.

Unbeschadet dieser Handlungsanleitung bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung für hier nicht genannte Arbeitsbereiche des Betriebes, in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen erfolgen und für die diese Handlungsanleitung nicht gilt, bestehen.

Diese Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis ist im Internet auf der Webseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin unter www.baua.de verfügbar. Sie wird regelmäßig überprüft und dem Stand der technischen und rechtlichen Entwicklung angepasst. Der Anwender dieser Handlungsanleitung sollte daher immer auf die Verwendung der aktuellen Fassung achten.

7 Literatur

[1] TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen. Ausgabe: Dezember 2010, GMBl 2011 S. 19-32 (Nr. 2) vom 31.1.2011, zuletzt geändert und ergänzt: GMBl 2012, S. 715 (Nr. 40) vom 13.9.2012

[2] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl. I S 1643), geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S 1622), durch Artikel 2 der Verordnung vom 24. April 2013 (BGBl. I S. 944) und Artikel 2 der Verordnung vom 15. Juli 2013 (BGBl. I S. 2514)

[3] TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition. GMBl 2010 S. 231-253 (Nr. 12) vom 25.02.2010, , geändert und ergänzt: GMBl 2014 S. 254-257 (Nr. 12) vom 2.4.2014

[4] TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte. Ausgabe Januar 2006, BArbBl. 1/2006 S. 41, zuletzt geändert und ergänzt: GMBl 2014 S. 271-276 (Nr. 12) vom 2.4.2014

[5] Altfahrzeug-Verordnung (AltfahrzeugV): Verordnung über die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen, BGBl. I Nr. 41 vom 28.6.2002 S. 2214, zuletzt geändert durch Art. 3 der Verordnung vom 5. Dezember 2013, BGBl. I S. 4043

[6] Messung von Gefahrstoffen - BIA-Arbeitsmappe: Expositionsermittlung bei chemischen und biologischen Einwirkungen, Band 1, Kennzahl 1035: BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen: Instandhaltungsarbeiten an Personenkraftwagen in Werkstätten (Stand: Oktober 1999), 24. Lfg. III/00, Erich Schmidt Verlag

[7] TRGS 554: Abgase von Dieselmotoren. GMBl 2008 S. 1179–1212 (Nr. 56/58) vom 08.12.2008, berichtigt: GMBl Nr. 28 S. 604-605 (Nr. 28) vom 2.7.2009

[8] Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG) vom 10. September 2002, BGBl. I Nr. 65 vom 13.9.2002, S. 3518, zuletzt geändert durch Art. 4 Absatz 67 des Gesetzes vom 7. August 2013, BGBl. I S. 3154

[9] V. Mann: Arbeitssicherheit im Bereich Altfahrzeug-Recycling, Teil 1: Sicherheitsingenieur 28(6) (1997), S. 12-17, Teil 2: Sicherheitsingenieur 28(7) (1997), S. 38-40

[10] Verordnung zum Schutz des Klimas vor Veränderungen durch den Eintrag bestimmter fluorierter Treibhausgase (Chemikalien-Klimaschutzverordnung - ChemKlimaschutzV) vom 2. Juli 2008 (BGBl. I S. 1139), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 42 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)

[11] Verordnung (EG) Nr. 842/2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase vom 17. Mai 2006, ABl. EU, L 161/1-161/11

[12] DGUV Informationsblatt „Kältemittel in Fahrzeugklimaanlagen“. TAK, 2010

[13] TRGS 910: Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen. GMBl Nr. 2014 S. 258-270 (Nr. 12) vom 2.4.2014

[14] TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern. GMBl 2013 S. 446-475 (Nr. 22) vom 15.5.2013

[15] TRGS 555: Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten, GMBl 2013 S. 321-327 (Nr. 15) vom 7.3.2013

[16] Richtlinie Lagerung von Airbag- und Gurtstraffereinheiten – SprengRL 240; Juni 1997 (BGBl. 9/1997 S. 82 und 11/1997 S. 75)

[17] Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. September 2002 (BGBl. I S. 3543), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643) geändert worden ist

[18] DIN VDE 0100-550: Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel, Steckvorrichtungen, Schalter und Installationsgeräte. Ausgabe April 1988, VDE-Verlag, Berlin-Offenbach

[19] DIN V VDE V 0166: Errichten elektrischer Anlagen in Bereichen, die durch Stoffe mit explosiven Eigenschaften gefährdet sind. Ausgabe April 2011, Beuth-Verlag, Berlin

[20] Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (GGBefG) vom 6. August 1975. BGBl. I S. 2121, das durch Artikel 2 Absatz 148 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist

[21] Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt - GGVSEB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Januar 12013 (BGBl. I S. 110)

[22] TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen. Ausgabe: Juni 2008, zuletzt berichtigt GMBl 2011 S. 175 (Nr. 9) vom 30.03.2011

[23] TRGS 201: Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen. GMBl 2011 S. 855 (Nr. 42/43) vom 24.11.2011,

[24] BGV A1: Grundsätze der Prävention, Stand Januar 2004

[25] BGR 500: Betreiben von Arbeitsmitteln, Stand April 2008

[26] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Fachausschuss Metall und Oberflächenbehandlung: Praxisratgeber Tankentleerung bei Flüssiggas(LPG)-Fahrzeugen, Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd, Mainz, 2009

[27] Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg: Arbeitsschutz und Chemikaliensicherheit bei der Autoverwertung, Schlussbericht zum Forschungsanwendungsvorhaben, 4. August 2000

[28] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Arbeitsschutz bei der Verwertung von Altautos (Projektbericht), Karlsruhe, Sept. 2000

[29] H. Faller, G. Ott, U. Wurster: Gefahrstoffbelastung beim Kfz-Recycling, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 62, Heft 3 (2002), S. 107 - 111

[30] Ministerium für Arbeit und Soziales, Qualifikation und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen: Arbeitsschutz in Nordrhein-Westfalen, Jahresbericht 2000, Düsseldorf

[31] J. Auffarth, R. Hebisch, A. Johnen: Stoffbelastungen beim Kraftfahrzeugrecycling, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Ge-

fährliche Arbeitsstoffe, Dortmund/Berlin 2002, Wirtschaftsverlag NW Bremerhafen

[32] R. Hebisch, A. Johnen: Belastungen durch Gefahrstoffe beim Kfz-Recycling, Technische Überwachung 41(6) (2000), S. 48-51

[33] Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI): Umgang mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen (LV 26), Wiesbaden, April 2002

[34] DIN EN 228: Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Unverbleite Ottokraftstoffe - Anforderungen und Prüfverfahren. Ausgabe Januar 2013, Beuth-Verlag, Berlin

[35] Europäischer Abfallkatalog (EAK) nach AVV (BGBl. I vom 10.12.2001, S3379, zuletzt geändert durch Verordnung vom 24.7.2002, BGBl. I , S. 2833, Berichtsjahr 2013 - www.statistikportal.de/statistik-portal/Abfallkatalog.pdf

[36] TRBS 2153: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen. GMBl. 2009, S. 278 (Nr. 15/16) vom 9. April 2009

[37] Technische Regeln für Arbeitsstätten: ASR A3.6 Lüftung. Ausgabe: Januar 2012, geändert GMBl 2013, S. 359

Es sind die jeweils aktuellen Fassungen der aufgeführten Literaturstellen zu verwenden.

8 Anhang: Grundlagen der Beurteilung

Von den Messstellen der Bundesländer Baden-Württemberg [27-29] und Nordrhein-Westfalen [30] sowie der Bundesanstalt für Arbeitsschutz [31, 32] wurden im Zeitraum 1996-2000 Arbeitsplatzmessungen in 23 Betrieben zur Altfahrzeugverwertung durchgeführt. Dabei wurden sowohl Betriebe berücksichtigt, die die Trockenlegung und Demontage an verschiedenen Arbeitsplätzen durchführten, als auch solche, bei denen dies am gleichen Arbeitsplatz erfolgte. Auf der Grundlage dieser Messungen wurde seinerzeit eine entsprechende LASI-Veröffentlichung zur Altfahrzeugverwertung erstellt [33].

Zur Überprüfung der Gültigkeit der ermittelten Messergebnisse und der daraus abgeleiteten Empfehlungen wurden 2008/09 von der Messstelle des Bundeslandes Thüringen in zehn weiteren Betrieben Arbeitsplatzmessungen durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen wurden im Gegensatz zu den ursprünglichen Messungen nur noch Betriebe mit einer Inseldemontage vorgefunden, d. h. alle Demontagearbeiten am selben Arbeitsplatz. Die Banddemontage, d. h. die Demontage einzelner Teile und Baugruppen an verschiedenen Arbeitsplätzen, findet heute nicht mehr statt. Bei der Altfahrzeugverwertung wird heutzutage

- nacheinander die Trockenlegung mehrerer Fahrzeuge an einem Arbeitsplatz durchgeführt oder
- nach der Trockenlegung dieses Fahrzeug sofort am gleichen Arbeitsplatz demontiert, bevor das nächste Fahrzeug trocken gelegt und demontiert wird.

Die Arbeitsplatzmessungen vor 2008/2009 wurden ortsfest und personengetragen durchgeführt. Da keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen diesen auftraten, konnten alle Messergebnisse zusammengefasst werden. Es wurden sowohl Schichtmittelwerte als auch Kurzzeitwerte messtechnisch ermittelt.

In der Messkampagne 2008/09 erfolgten bei der Trockenlegung und Demontage personengetragene Messungen, deren Ergebnisse der Dauer dieser Tätigkeiten entsprechen. Die Trockenlegung eines Fahrzeugs dauerte durchschnittlich 15-40 Minuten. Während anderer Tätigkeiten in den Hallen, die nicht unbedingt unmittelbaren Bezug zur Altfahrzeugverwertung hatten, wurden stationäre Messungen durchgeführt, die als „Hintergrundexposition“ in der Halle definiert wurden.

Die bei den Arbeitsplatzmessungen in den Jahren 2008/09 ermittelten Lösemittelexpositionen (einschließlich Ethanol und Benzol) wurden zu einem Summenwert „Lösemittel“ zusammengefasst. Anhand der Messwerte für den Summenparameter „Lösemittel“ war ein Vergleich mit den bei den Messungen in 2000 ermittelten Expositionen durch Ottokraftstoffe möglich.

Als eine zweite Beurteilungsgröße wurde die „**Summe der Kohlenwasserstoffe**“ ermittelt. Diese ergab sich aus dem Messwert für „Lösemittel“ abzüglich der ermittelten Stoffe mit Heteroatomen (einschließlich Ethanol). Aufgrund der großen Vielzahl der in Ottokraftstoffen enthaltenen Kohlenwasserstoffe wurde dabei kein weiterer Aufwand betrieben, um z. B. olefinische Kohlenwasserstoffe ebenfalls nicht zu berücksichtigen. Im Vergleich zur Definition der Kohlenwasserstoffgemische in der TRGS 900 [4] stellen die ermittelten Expositionen für Kohlenwasserstoffgemische daher eher die „worst case“-Situation dar. Als Arbeitsplatzgrenzwert wurde aufgrund des Aromatengehaltes von Ottokraftstoffen (> 25 %) 100 mg/m³ herangezogen.

Des Weiteren wurden Messwerte für die Benzolexposition aus den Kraftstoffen vor 2000 nicht mehr für Vergleichszwecke berücksichtigt, da seit dem 1.1.2000 entspre-

chend DIN EN 228 [34] in Ottokraftstoffen nur noch maximal 1 % Benzol enthalten sein darf.

Weitere Messungen der alveolengängigen Staubfraktion wurden nicht durchgeführt. Bereits die vorherigen Untersuchungen [33] zeigten, dass die Exposition durch die alveolengängige Staubfraktion mit maximal 0,11 mg/m³ weit unterhalb des jetzt geltenden Arbeitsplatzgrenzwertes von 1,25 mg/m³ lag. Auch die Ergebnisse der in 2008/2009 durchgeführten Arbeitsplatzmessungen der einatembaren Staubfraktion lagen deutlich unterhalb 1,25 mg/m³, so dass bezüglich der alveolengängigen Staubfraktion keine Änderungen auftraten.

Nachfolgend sind in Tabelle 3 die tätigkeitsbezogenen Messwerte aus dem Zeitraum 2008/2009 für die Trockenlegung und Demontage am gleichen Arbeitsplatz dargestellt.

Tab. 3 Zusammenstellung der Schichtmittelwerte [mg/m³] für die Trockenlegung und Demontage im Zeitraum 2008/2009

Stoffe	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	arithmet. Mittel	Median	95-Perzentil	max. Wert
Benzol	10	8	0,14	0,14	0,25	0,27
Summe der Kohlenwasserstoffe	10	8	10,4	4,66	23,1	26,3
Ethanol	10	8	0,86	0,84	2,02	2,34
„Lösemittel“	10	8	13,9	5,92	32,3	36,5
einatembare Staubfraktion	8	7	0,13	0,09	0,33	0,41

Zum Vergleich sind zusätzlich neben den in Tabelle 4 dargestellten Messergebnissen für die Arbeitsplätze mit Trockenlegung und Demontage im Zeitraum 1996 bis 2000 in Tabelle 5 die Messergebnisse für reine Trockenlegungsarbeitsplätze für den gleichen Zeitraum dargestellt.

Tab. 4 Zusammenstellung der Schichtmittelwerte [mg/m³] aus der ehemaligen LV 26 [34] für Arbeitsplätze mit Trockenlegung und Demontage für den Zeitraum 1996-2000

Stoffe	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	arithmet. Mittel	Median	95-Perzentil	max. Wert
Ottokraftstoffe (ab 1.1.2000)	18	6	7,10	2,13	28,9	46,9
Benzol (ab 1.1.2000)	17	6	0,17	0,05	0,54	1,10
alveolengängige Staubfraktion	9	5	0,06	0,06	0,10	0,11
einatembare Staubfraktion	31	12	0,97	0,62	2,58	8,40

Tab. 5 Zusammenstellung der Schichtmittelwerte [mg/m³] aus der ehemaligen LV 26 [29] für Trockenlegungsarbeitsplätze für den Zeitraum 1996-2000

Stoffe	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	arithmet. Mittel	Median	95-Perzentil	max. Wert
Ottokraftstoffe (ab 1.1.2000)	43	12	20,1	14,4	66,9	80,7
Benzol (ab 1.1.2000)	38	12	0,22	0,10	0,69	1,12

Die Messergebnisse aus den Jahren 2008/2009 zeigen, dass für die einatembare Staubfraktion und Ethanol die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden. Für die einatembare Staubfraktion liegen die höchsten Expositionen bei 4 % des Arbeitsplatzgrenzwertes von 10 mg/m³. Die Expositionen durch Metalle in der einatembaren Staubfraktion (einschließlich der bei kurzzeitigen, wenige Minuten dauernden Trennarbeiten mit Schweißbrennern freigesetzten Metallrauche) lagen unterhalb 0,001 mg/m³. Für Ethanol liegen die Expositionen durchweg unter einem halben Prozent des Arbeitsplatzgrenzwertes von 960 mg/m³. Aus der Höhe der Exposition gegenüber der einatembaren Staubfraktion resultiert gleichzeitig die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes von 1,25 mg/m³ für die alveolengängige Staubfraktion.

Die Expositionen durch die Summe der Kohlenwasserstoffe betragen bis zu 26 % des Arbeitsplatzgrenzwertes. Als Stoffe, die den größten Beitrag zur Exposition durch Kohlenwasserstoffe liefern, wurden ermittelt: Toluol, Xylol, Ethylbenzol, 2-Methylpentan, 3-Methylpentan, Hexan, Heptan.

Sowohl bei den Expositionen durch die einatembare Staubfraktion als auch durch Kohlenwasserstoffe/Lösemittel ist eine deutliche Verringerung gegenüber den früheren Expositionen erkennbar. Ethanol wurde bei den früheren Messungen noch nicht erfasst, spielt allerdings auch von der Expositionshöhe her keine Rolle.

Die Benzolexpositionen bei den in 2008/2009 durchgeführten Arbeitsplatzmessungen betrugen bis zu 0,27 mg/m³. Im Vergleich zu den früheren Messungen ist das eine Verringerung um etwa 75 %. Die Ursachen für die deutliche Verringerung der Expositionen liegen darin, dass mittlerweile in den Betrieben die verwendeten Werkzeuge und Vorrichtungen die Kraftstoffe und sonstigen Lösemittel direkt am Tank und den anderen Behältnissen absaugen. Wurde dies nicht entsprechend dem Stand der Technik durchgeführt, sondern z. B. durch unzulässige Entfernung des Kraftstoffs in der Fahrgastzelle, so lagen die Benzolexpositionen mit bis zu 0,61 mg/m³ mehr als doppelt so hoch.

Das 95-Perzentil der Benzolexposition liegt mit 0,25 mg/m³ knapp oberhalb der Akzeptanzkonzentration von 0,2 mg/m³ entsprechend TRGS 910 [14]. Somit gilt hier der Befund „Toleranzkonzentration eingehalten“.

Für Benzol ist daher bei der Trockenlegung bei Einhaltung der Maßnahmen nach Kapitel 5 eine Arbeitsplatzmessung im Betrieb durchzuführen. Liegt das Messergebnis im Betrieb unter 0,2 mg/m³, dann lautet der Befund nach TRGS 402 „Akzeptanzkonzentration eingehalten“. Liegt das Ergebnis dieser Messung oberhalb der Akzeptanzkonzentration von 0,2 mg/m³, so muss ein Maßnahmenplan aufgestellt werden,

wie in den nächsten 3 Jahren die Akzeptanzkonzentration für Benzol erreicht werden kann.

In Tabelle 6 sind die Expositionen während der Dauer der Trockenlegungs- und Demontagetätigkeiten dargestellt. Mit einem Messwert wurden dabei zwischen einem und drei Fahrzeugen erfasst, die trocken gelegt und demontiert wurden. Die typische Tätigkeitsdauer betrug dabei je Fahrzeug etwa 30 bis 60 Minuten. Die Kurzzeitwertbedingungen für die einatembare Staubfraktion und Ethanol sind an allen Arbeitsplätzen zur Trockenlegung und Demontage erfüllt.

Tab. 6 Zusammenstellung der Messwerte [mg/m³] für die Trockenlegung und Demontage im Zeitraum 2008/2009 (jeweils bezogen auf die unmittelbare Tätigkeitsdauer)

Stoffe	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	arithmet. Mittel	Median	95-Perzentil	max. Wert
Benzol	13	8	0,18	0,14	0,31	0,31
Summe der Kohlenwasserstoffe	13	8	13,2	4,66	32,1	35,3
Ethanol	13	8	1,18	0,84	2,81	3,05
„Lösemittel“	13	8	18,2	7,88	46,5	47,1
einatembare Staubfraktion	8	7	0,13	0,09	0,53	0,76

Für Benzol ist die bei der Trockenlegung bei Einhaltung der Maßnahmen nach Kapitel 5 gemessene Exposition zu verwenden.

Für alle weiteren Stoffe bei der Altfahrzeugverwertung lautet der Befund **„Schutzmaßnahmen ausreichend“** für alle Arbeitsplätze zur Trockenlegung und Demontage von Altfahrzeugen bei Erfüllung der Bedingungen nach Kapitel 5. Dieser Befund wird auf der Grundlage der jeweiligen 95-Perzentile für die vorliegenden Messkollektive aus der durchgeführten Branchenuntersuchung abgeleitet.