



Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis

Kraftfahrzeugrecycling - Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
beim Recycling von Kraftfahrzeugen

FREISTAAT
THÜRINGEN



Baden-Württemberg

baua:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin



Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis

Kraftfahrzeugrecycling - Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
beim Recycling von Kraftfahrzeugen

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.

Herausgeber: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz
Baden-Württemberg
Griesbachstr. 1
D-76185 Karlsruhe
www.lubw.baden-wuerttemberg.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: Oktober 2011

Inhalt

1	Allgemeines	7
2	Anwendungsbereich	8
3	Informationsermittlung	9
3.1	Tätigkeiten	9
3.1.1	Vorbehandlung	9
3.1.2	Trockenlegung	9
3.1.3	Demontage	10
3.1.4	Ausbau von Airbags und Gurtstraffern	10
3.1.5	Ausbau von Klimaanlage	11
3.2	Auftretende Stoffe	11
4	Beurteilung	12
5	Schutzmaßnahmen	13
5.1	Trockenlegung von Fahrzeugen	13
5.2	Demontage trocken gelegter Fahrzeuge	14
5.3	Ausbau von Airbags und Gurtstraffern	15
5.4	Ausbau von Klimaanlage	17
5.5	Ausbau von Gastanks bei Flüssiggas (LPG)-Fahrzeugen	18
5.6	Hautschutz	19
6	Wirksamkeitsüberprüfung	20
7	Literatur	21
8	Anhang:Grundlagen der Beurteilung	23

1 Allgemeines

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.

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 Kohlenwasserstoffe ausgegangen werden.

Um die dauerhafte Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen sicherzustellen, müssen diese regelmäßig überprüft werden. Dies kann mit Hilfe dieser Handlungsanleitung erfolgen [2]. Arbeitsplatzmessungen sind im Regelfall nicht erforderlich.

2 Anwendungsbereich

Diese Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis gilt für Verwertungsbetriebe für Kraftfahrzeuge, die über eine Bescheinigung nach § 4 Abs. 2 AltautoV [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 Gesamtbelastung der Beschäftigten beitragen. Da bei den Reparaturarbeiten Belastungen auch durch andere Stoffe – insbesondere durch die Abgase (z. B. Kohlenmonoxid, Dieselmotoremissionen) – auftreten, sind hier zusätzlich die BG/BIA-Empfehlungen für Instandhaltungsarbeiten an Personenkraftwagen in Werkstätten [6] heranzuziehen.

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 Klimaanlage gewinnt zunehmend an Bedeutung. Fahrzeuge mit Klimaanlage werden dazu häufig vor der Trockenlegung an entsprechende Fachbetriebe weiter gegeben. Die Entnahme von Kältemitteln aus Klimaanlage kann allerdings auch in den Recyclingbetrieben erfolgen.

Zur Verwertung von Kraftfahrzeugen, die mit Erdgas als Kraftstoff oder mit Brennstoffzellen unter Verwendung von Wasserstoff angetrieben werden, liegen bisher keine Erkenntnisse vor. Die Handlungsanleitung gilt daher nicht für die Verwertung derartiger Fahrzeuge.

Betriebe, die Lastkraftwagen verwerten, werden von dieser Handlungsanleitung nicht erfasst. Ebenfalls nicht in den Geltungsbereich dieser Handlungsanleitung fallen Schredderanlagen oder sonstige Anlagen zur weiteren Verwertung von Restkarossen.

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 trocken zu legenden 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 Belastung durch 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

3.1.1 Vorbehandlung

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

3.1.2 Trockenlegung

Ziel der Trockenlegung ist es, in den Altfahrzeugen vorhandene Kraftstoffreste sowie sämtliche Betriebsflüssigkeiten zu entfernen. In der Praxis ist dies jedoch nicht vollständig umsetzbar, so dass immer geringe Reste im Fahrzeug bleiben, die dann auch Belastungen der Beschäftigten bei der Demontage verursachen können.

Im Einzelnen werden in den Verwertungsbetrieben neben Benzin oder Dieselkraftstoff bei der Trockenlegung die folgenden Betriebsflüssigkeiten entnommen [8]:

- 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.

Die Kraftstoffe und Betriebsflüssigkeiten werden jeweils in entsprechenden Behältern aufgefangen. Diese sind so konstruiert, dass sie gleichzeitig als Sammelbehälter fungieren können oder über ein zugehöriges Leitungssystem sofort in ein Sammelager abgesaugt werden.

3.1.3 Demontage

Es werden aus den Altfahrzeugen gebrauchsfähige Ersatzteile sowie die recyclingfähigen Stoffe (z. B. Glas, Kunststoffe) teilweise ausgebaut.

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. Testfahrzeuge werden vollständig in ihre Einzelteile zerlegt.

Die demontierten Teile werden in speziellen Lagerräumen (z. B. Räder, Motor und Lichtmaschine) 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 Allgemeinen in Regalsystemen gelagert. Das Schreddern der Restkarossen wird durch Fachbetriebe durchgeführt und ist nicht Bestandteil dieser Empfehlungen.

3.1.4 Ausbau von Airbags und Gurtstraffern

Fahrzeuge, die zur Entsorgung vorgesehen sind, können mit Personenrückhaltesystemen - wie Airbags und Gurtstraffern - ausgerüstet sein. Diese enthalten pyrotechnische Bauteile und unterliegen somit hinsichtlich der Handhabung bei der Entsorgung von Fahrzeugen den Regelungen des Sprengstoffrechts. 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. Hinsichtlich der Gurtstraffer sind an den auf den Sicherheitsgurten angehängten Fahnen entsprechende Hinweise genannt.

Das Auslösen der pyrotechnischen Gegenstände in einem zu verwertenden Fahrzeug dient dazu, den Treibsatz direkt vor Ort unschädlich zu machen. Mit dem Auslösen sind Emissionen (Gase, Rauch und Schall) verbunden.

Die Verwertung oder Beseitigung nicht ausgelöster pyrotechnischer Bauteile unterliegt den Bestimmungen des Abfallrechts. Pyrotechnische Abfälle sind unter der Schlüsselnummer 59101 (LAGA, alt) bzw. 16 04 03 „Andere gebrauchte Explosivstoffe“ (LAGA, neu) eingeordnet. Vor Beauftragung eines Entsorgungsunternehmens ist vom Abfallzeuger (Hersteller, Werkstatt, Verwerter usw.) zu prüfen, ob das beauftragte Entsorgungsunternehmen die erforderlichen abfallrechtlichen Genehmigungen besitzt, um pyrotechnische Bauteile der genannten Schlüsselnummern einzusammeln, zu transportieren und zu verwerten oder zu beseitigen. Darüber hinaus muss dieses Unternehmen im Besitz einer sprengstoffrechtlichen Erlaubnis gemäß § 7 SprengG [9] sein.

3.1.5 Ausbau von Klimaanlage

Die Entleerung von Klimaanlage wurde in dieser Handlungsanleitung nicht berücksichtigt, da dies nur sehr selten beobachtet werden konnte. 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 Klimaanlage anfallenden Arbeiten ist eine entsprechende Sachkunde erforderlich [10].

Ist im Verwertungsbetrieb keine eigene Anlage zur Entnahme von Kältemitteln aus Klimaanlage 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 Stoffe

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

Tab. 1 Zusammenstellung der relevanten Stoffe bei der Altautoverwertung

Stoff	Arbeitsplatzgrenzwert		Spitzenbegrenzung	Bemerkungen
	ppm	mg/m ³		
Benzol	1	3,25		Grenzwert entsprechend Richtlinie 2004/37/EG [11] (kein gesundheitsbasierter Arbeitsplatzgrenzwert), hautresorptiv
Kohlenwasserstoffgemische		100		abweichend von TRGS 900, Nr. 2.9 auch z. B. olefinische Kohlenwasserstoffe enthalten
Ethanol	500	960	2	
alveolengängige Staubfraktion (A)		3	2	
einatembare Staubfraktion (E)		10	2	Bestimmung von Metallen in der einatembaren Staubfraktion

4 Beurteilung

Bei Erfüllung der im Abschnitt 5 beschriebenen Schutzmaßnahmen werden die Arbeitsplatzgrenzwerte für alle in Tabelle 1 (siehe 3.2) aufgeführten Einzelstoffe eingehalten. Wird entsprechend den in dieser Handlungsanleitung aufgeführten Bedingungen gearbeitet, so gilt entsprechend TRGS 402 [3] 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 Altautoverwertung diese Empfehlungen berücksichtigt, müssen keine Arbeitsplatzmessungen durchgeführt werden. Die Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen kann entsprechend dieser Handlungsanleitung mit dem Befund **„Schutzmaßnahmen ausreichend“** abgeschlossen werden.

Bei Anwendung 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 (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.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Trockenlegung immer vor der Demontage durchzuführen ist.

Die Zwischenlagerung von im Rahmen der Trockenlegung und Demontage anfallenden Betriebsmitteln oder Produkten (Putzwolle, Bindemittel u. a.), die Gefahrstoffe freisetzen können, ist im unmittelbaren Arbeitsbereich auf ein Minimum zu beschränken. Für das Lagern im Allgemeinen sind die gesetzlichen Vorschriften bezüglich Sicherheitstechnik und Brandschutzmaßnahmen [12] zu beachten.

Für die Trockenlegung und die Demontage ist jeweils eine Betriebsanweisung zu erstellen und auszuhängen. Die Beschäftigten sind auf deren Grundlage zu unterweisen [13].

Die Beschäftigten sind mit Sicherheitsschuhen und geeigneter Arbeitskleidung auszustatten. Weiterhin sind für die Trockenlegung und Demontage jeweils geeignete Schutzhandschuhe bereitzustellen.

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

5.1 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.¹ Beschädigte Schutzhandschuhe dürfen nicht verwendet werden.
- 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 mit dem Messer ist auf ein Mindestmaß zu beschränken.
- Die Trockenlegung erfolgt am Fahrzeug von unten. Eine Kraftstoffentnahme von der Fahrgastzelle aus entspricht nicht dem Stand der Technik und ist daher unzulässig (Bei der Kraftstoffentnahme von der Fahrgastzelle aus sind die Belastungen der Beschäftigten signifikant erhöht.).
- Die Betriebsflüssigkeiten und Kraftstoffe sind entweder direkt abzusaugen oder in geschlossenen Systemen aufzufangen und anschließend sofort aus dem Arbeitsbe-

¹ z. B. Empfehlung der Fa. KCL GmbH, Eichenzell: Chemikalienschutzhandschuh Vitoject mit einer Schichtdicke 0,7 mm und einer Durchbruchzeit von über 480 min

- reich 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 zu kennzeichnen.
 - Unabhängig von der Forderung nach mineralölundurchlässiger und säurebeständiger Bodenbefestigung im Anhang der Altauto-Verordnung, Ziffer 3.1.2, Nr. 2 – Platzausrüstung [5], sollte 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. Sind keine Auffangwannen am Arbeitsplatz vorhanden, sind die abtropfenden Flüssigkeiten sofort nach dem Abtropfen mit Bindemittel aufzunehmen.
 - Bindemittel, mit denen Kraftstoffe oder Betriebsflüssigkeiten aufgenommen wurden, sind sofort nach Anwendung in geeignete Behältnisse zu füllen, die geschlossen zu halten sind. Zum Schichtende sind diese Bindemittel aus den Arbeitsräumen zu entfernen.
 - Verwendete Putzmittel (z. B. Lappen) sind nach Gebrauch in geschlossenen, nicht brennbaren Behältern aufzubewahren.
 - Die Reinigung des Arbeitsplatzes, von Teilen oder der Hände darf nicht mit Kraftstoffen durchgeführt werden.
 - Die Trockenlegung hat möglichst vollständig zu erfolgen, um unnötige Belastungen bei der nachfolgenden Demontage zu vermeiden.

5.2 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 geeignetes 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) [14]
 - BGR 500 „Betreiben von Arbeitsmitteln [15]

Die Verwendung geeigneter Schutzhandschuhe, die in erster Linie dem mechanischen Schutz vor Verletzungen dienen (Lederhandschuhe mit CE-Zeichen), ist erforderlich. Darunter sollten ggf. noch Chemikalienschutzhandschuhe getragen werden, die für Tätigkeiten mit aromatenhaltigen Kraftstoffen empfohlen werden.² 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.
- Bindemittel, mit denen Kraftstoffe oder Betriebsflüssigkeiten aufgenommen wurden, sind sofort nach Anwendung in geeignete Behältnisse zu füllen, die geschlossen zu halten sind. Zum Schichtende sind diese Bindemittel aus den Arbeitsräumen zu entfernen.

5.3 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 Entsorgungsbetrieb überlässt, muss dies entsprechend § 14 Sprengstoffgesetz (SprengG) [9] mindestens zwei Wochen vor Beginn dieser Arbeiten der zuständigen Aufsichtsbehörde (Gewerbeaufsicht) 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 entweder im eingebauten Zustand ausgelöst, d. h. gezündet werden oder durch sachkundiges Personal 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 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 Fachkundenlehrgang gemäß § 9 SprengG für den „Umgang mit pyrotechnischen Gegenständen für technische Zwecke, ausgenommen das Bearbeiten, Verarbeiten und Wiedergewinnen“ teilgenommen haben.
- Die Zündung ist nur auf geeigneten freien Plätzen und nicht in abgeschlossenen Räumen durchzuführen. Die Schallentwicklung ist bei den möglicherweise betroffenen Beschäftigten im Betriebsbereich vorher anzukündigen.

² z. B. Empfehlung der Fa. KCL GmbH, Eichenzell: Chemikalienschutzhandschuh Vitoject mit einer Schichtdicke 0,7 mm und einer Durchbruchzeit von über 480 min

- 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.
- Kann aufgrund der Herstellerangaben nicht sicher ausgeschlossen werden, dass das im Airbag befindliche Talkumpuder, das das Verkleben der Gewebelagen des Airbagluftsacks ausschließen soll, schädliche Substanzen enthält, sind die herstelllerspezifischen Sicherheitsmaßnahmen zu beachten und Feinstaubmasken der Filterklasse FFP3 zu tragen.
- 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.
- 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 nicht vollständig oder nicht 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	100 kg (Netto)
ortsbewegliche Aufbewahrungseinrichtung	100 kg (Netto) ³

³ Die Mengenangaben beziehen sich auf die Nettoexplosivstoffmasse der pyrotechnischen Bauteile

- Bei der Lagerung pyrotechnischer Bauteile sind folgende Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen zu beachten:
 - Die Lagerräume müssen sicher verschließbar sein, so dass Unbefugten kein Zugriff möglich ist.
 - Aufbewahrungsbehältnisse und Schränke für Airbag- und Gurtstraffereinheiten sind von außen mit dem entsprechenden Gefahrensymbol „Explosionsgefährlich“ gemäß Anlage 4 Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz (1. SprengV) [17] zu kennzeichnen.
 - 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 ausgepacktem 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 brandfördernden Materialien erfolgen.
 - Der direkte Kontakt von Funksendern (Mobiltelefone oder Funksprechgeräte) mit Airbags oder Gurtstraffereinheiten mit elektrischer Auslösung ist zu vermeiden.
 - Es müssen geeignete Einrichtungen zur Brandbekämpfung vorhanden sein.
- ausgebaute pyrotechnische Bauteile sind einem Entsorgungsfachbetrieb, der über eine sprengstoffrechtliche Erlaubnis gemäß § 7 SprengG und fachkundiges Personal verfügt, das einen Befähigungsschein nach § 20 SprengG [9] besitzt, zu überlassen.
- 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 und Schiene gelten entsprechend Tabelle 2 die Regelungen der Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit Eisenbahnen (Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn - GGVSE) [21].
- Die ausgebauten Bauteile dürfen nur in nach den Gefahrgutvorschriften zugelassenen Außenverpackungen befördert werden, die von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) baumustergeprüft sind.

5.4 Ausbau von Klimaanlage

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

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	
3353	AIRBAG-GASGENERATOREN ; VERDICHETES GAS oder, AIRBAG-MODULE, VERDICHETES GAS oder GURTSTRAFFER, VERDICHETES GAS	2	6 A	
3268	AIRBAG-GASGENERATOREN, pyrotechnisch oder AIRBAG-MODULE, pyrotechnisch oder GURTSTRAFFER, pyrotechnisch	9	M 5	III

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 einzurichten.

Radius des Sicherheitsbereiches 5 m

- Entleerungsanlage für LPG mit anschließendem Abbrennen der Gasphase
- ausschließliches Abbrennen der Flüssig- und Gasphase

Radius des Sicherheitsbereiches 10 m

- 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 gelassen werden.
- Beim Lösen von Flanschschrauben am Gastank sind Handschuhe mit einer Stulplänge von mindestens 20 cm zum Schutz gegen Kälte 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“ [22] 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 Belastung führen.

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 5.2). 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 chemikalienbeständige Schutzhandschuhe mit einer Durchbruchzeit von mehr als 480 min zu tragen. Durch Öl oder Kraftstoff benetzte Hautpartien sind unmittelbar nach Kontakt zu reinigen (siehe 5.1).

Im Betrieb ist ein tätigkeitsbezogener Hautschutzplan zu erstellen und auszuhängen. Im Hautschutzplan sind in übersichtlicher und verständlicher Form 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 Gültigkeit der Voraussetzungen überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt u. a. die Prüfung der unveränderten Gültigkeit der aufgeführten Empfehlungen. Die Handlungsanleitung ist im Internet auf der Webseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin www.baua.de verfügbar. Die Überprüfung kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz erfolgen.

7 Literatur

- [1] TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen. GMBI Nr. 11/12 vom 13.03.2008, S. 210-223
- [2] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl. I S 1643)
- [3] TRGS 402: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition. GMBI 2010 Nr. 12 vom 25.2.2010, S. 231-253
- [4] TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte. Ausgabe Januar 2006, BArbBl. 1/2006 S. 41, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2010 Nr. 34 vom 21.6.2010, S. 746-747; berichtigt: GMBI 2010 Nr. 43 vom 4.8.2010, S. 912-913
- [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. 17 G v. 31.7.2009 BGBl. I S. 2585
- [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, GMBI. Nr. 56/58/2008 vom 08.12.2008 S. 1179; berichtigt: GMBI Nr. 28 vom 2.7.2009, S. 604
- [8] 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
- [9] 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 G v. 11.8.2009 I 2723
- [10] Hinweise und Empfehlungen zum Vollzug des § 8 der FCKW-Halon-Verbotsverordnung vom 6. Mai 1991 (BGBl. I S.1090 ff): Bekanntmachung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 15.9.1993 – IG II 5 – 61024/13 –
- [11] Richtlinie 2004/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit (Sechste Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG des Rates) (ber. ABI. Nr. L 229 vom 29.06.2004 S. 23, ber. ABI. Nr. L 204 vom: 4.08.2007 S. 28)
- [12] TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern. GMBI 2010 Nr. 81-83 vom 13.12.2010, S. 1693-1721
- [13] TRGS 555: Betriebsanweisung und Unterweisung der Beschäftigten, Ausgabe Februar 2008 (GMBI. Nr. 14 vom 25.3.2008 S. 287; mit Änderungen und Ergänzungen GMBI Nr. 28 S. 608 (2.7.2009)
- [14] BGV A1: Grundsätze der Prävention, Stand Januar 2004
- [15] BGR 500: Betreiben von Arbeitsmitteln, Stand Januar 2004
- [16] Richtlinie Lagerung von Airbag- und Gurtstraffereinheiten – SprengRL 240; Juni 1997 (BGBl. 9/1997 S. 82 und 11/1997 S. 75)

-
- [17] Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz (1. SprengV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Januar 1991 (BGBl. I S. 169), zuletzt geändert 31.10.2006 S. 2407)
 - [18] DIN VDE 0100-550: Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel, Steckvorrichtungen, Schalter und Installationsgeräte, Ausgabe 1988, VDE-Verlag, Berlin-Offenbach
 - [19] DIN VDE 0166: Elektrische Anlagen und deren Betriebsmittel in explosivstoffgefährdeten Bereichen, Ausgabe 1981, VDE-Verlag, Berlin-Offenbach
 - [20] Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (GGBefG), Neufassung vom 29. September 1998 BGBl. I S. 3114
 - [21] Verordnung zur Änderung gefahrgutrechtlicher Verordnungen (GefÄndV 2001) vom 11. Dezember 2001, BGBl. I S. 3529 Art. 1 Verordnung über die innerstaatlichen und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit Eisenbahnen (Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn - GGVSE)
 - [22] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Fachausschuss Metall und Oberflächenbehandlung: Praxisratgeber Tankentleerung bei Flüssiggas(LPG)-Fahrzeugen, Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd, Mainz, 2009
 - [23] Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg: Arbeitsschutz und Chemikaliensicherheit bei der Autoverwertung, Schlussbericht zum Forschungsanwendungsvorhaben, 4. August 2000
 - [24] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Arbeitsschutz bei der Verwertung von Altautos (Projektbericht), Karlsruhe, Sept. 2000
 - [25] H. Faller, G. Ott, U. Wurster: Gefahrstoffbelastung beim Kfz-Recycling, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 62, Heft 3 (2002), S. 107 - 111
 - [26] Ministerium für Arbeit und Soziales, Qualifikation und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen: Arbeitsschutz in Nordrhein-Westfalen, Jahresbericht 2000, Düsseldorf
 - [27] J. Auffarth, R. Hebisch, A. Johnen: Stoffbelastungen bei der Altautoverwertung, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Gefährliche Arbeitsstoffe, in Vorbereitung
 - [28] R. Hebisch, A. Johnen: Belastungen durch Gefahrstoffe beim Kfz-Recycling, Technische Überwachung 41(6) (2000), S. 48-51
 - [29] Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI): Umgang mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen (LV 26), Wiesbaden, April 2002
 - [30] DIN EN 228: Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Unverbleite Ottokraftstoffe - Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 228:2008, Ausgabe 11/2008, Beuth Verlag, Berlin

8 Anhang: Grundlagen der Beurteilung

Von den Messstellen der Bundesländer Baden-Württemberg [23-25] und Nordrhein-Westfalen [26] sowie der Bundesanstalt für Arbeitsschutz [27, 28] wurden im Zeitraum 1996-2000 Arbeitsplatzmessungen in 23 Betrieben zur Altautoverwertung 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 Altautoverwertung erstellt [29].

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 Demontearbeiten am selben Arbeitsplatz. Die Banddemontage, d. h. die Demontage einzelner Teile und Baugruppen an verschiedenen Arbeitsplätzen, findet heute nicht mehr statt. Bei der Altautoverwertung 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 Altautoverwertung hatten, wurden stationäre Messungen durchgeführt, die als „Hintergrundbelastung“ in der Halle definiert wurden.

Die bei den Arbeitsplatzmessungen in den Jahren 2008/09 ermittelten Lösemittelbelastungen (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 Belastungen 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 Belastungen 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 Benzolbelastungen aus den Kraftstoffen vor 2000 nicht mehr für Vergleichszwecke berücksichtigt, da seit dem 1.1.2000 entspre-

chend DIN EN 228 [30] in Ottokraftstoffen nur noch maximal 1 % Benzol enthalten sein darf.

Messungen der alveolengängigen Staubfraktion wurden nicht durchgeführt. Bereits die vorherigen Untersuchungen [29] zeigten, dass die Belastungen durch die einatembare Staubfraktion (95-Perzentil) nominell unterhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes für die alveolengängige Staubfraktion liegen.

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/m^3] 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/m^3] aus der ehemaligen LV 26 [29] 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 Belastungen bei 4 % des Arbeitsplatzgrenzwertes von 10 mg/m³. Die Belastungen durch Metalle in der einatembaren Staubfraktion lagen unterhalb 0,001 mg/m³. Für Ethanol liegen die Belastungen durchweg unter einem halben Prozent des Arbeitsplatzgrenzwertes von 960 mg/m³.

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

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

Die Benzolbelastungen bei den in 2008/2009 durchgeführten Arbeitsplatzmessungen betragen 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 Belastungen 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 Entfernung des Kraftstoffs in der Fahrgastzelle, so lagen die Benzolbelastungen mit bis zu 0,61 mg/m³ mehr als doppelt so hoch.

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

In Tabelle 6 sind die Belastungen 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.

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

