

## Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) LASI-Veröffentlichungen (LV)

LV-Nr.	Titel	Herausgabe
1	<del>Leitlinien des Arbeitsschutzes in Wertstoffsortieranlagen</del> (ersetzt durch LV 15)	Juli 1995
2.1	Richtlinien für die Akkreditierung von Messstellen zum Vollzug des Gefahrstoffrechts gemäß § 18 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung (ersetzt LV 2 vom April 1995)	Okt. 1999
3	Musterleitfaden zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung und der TRGS 553 „Holzstaub“ zum Schutz vor den Gefahren durch Holzstaub (überholt, wird überarbeitet)	Febr. 1996
4	Qualitätssicherungs-Handbuch (QSH)	März 1996
5	Arbeitsschutzmaßnahmen bei Ozonbelastung am Arbeitsplatz	Juli 1996
6	Leitfaden für den sicheren Umgang mit Mikroorganismen der Risikogruppe 3** (ersetzt durch TRBA 105, März 1998)	Aug. 1996
7	Leitfaden zur Ermittlung und Beurteilung der Konzentration von Bakterien und Pilzen in der Luft in Arbeitsbereichen (ersetzt durch TRBA 405, Mai 2001)	Sept. 1996
8	Mehlstaub in Backbetrieben Handlungsanleitung der Länderarbeitsschutzbehörden und der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten	Nov. 1996
9	Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten – (Erstauflage Dez. 1996) <span style="float: right;">Neuaufgabe</span>	April 2001
10	Umsetzung der Gleichwertigkeitsklausel bei überwachungsbedürftigen Anlagen	Febr. 1997
11	Schutz schwangerer Frauen vor Benzolexposition in Verkaufsräumen von Tankstellen und anderen Arbeitsplätzen	Juli 1997
12	Leitfaden „Ersatzstoffe und Verwendungsbeschränkungen in der Reinigungstechnik im Offsetdruck“	Juli 1997
13	Leitlinien für den Arbeitsschutz in biologischen Abfallbehandlungsanlagen (wird derzeit überarbeitet, in Teilen inhaltsgleich mit TRBA 211, Mai 2001)	Okt. 1997
14	Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei der Bildschirmarbeit	Okt. 1997
15	Leitlinien des Arbeitsschutzes in Abfallbehandlungsanlagen (wird derzeit überarbeitet, in Teilen inhaltsgleich mit TRBA 210, Juni 1999)	Nov. 1998
16	Kenngrößen zur Beurteilung raumklimatischer Grundparameter	Mai 1999
17	Leitfaden „Künstliche Mineralfasern“ - Handlungsanleitung für die Beurteilung von und den Umgang mit Mineralfaserprodukten	Mai 1999
18	Leitfaden „Schutz vor Latexallergien“	Mai 1999
19	Beschichten von Industriefußböden und anderen großen Flächen in Innenräumen mit Methylmethacrylat (MMA)-Harzen (LASI-ALMA-Empfehlungen, als VSK anerkannt nach TRGS 420)	Okt. 1999
20	Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen an Kassenarbeitsplätzen	Nov. 1999
21	Spezifikation zur freiwilligen Einführung, Anwendung und Weiterentwicklung von Arbeitsschutzmanagementsystemen (AMS) – (Erstauflage April 2000) <span style="float: right;">Neuaufgabe</span>	März 2001
22	Arbeitsschutzmanagementsysteme – Handlungshilfe zur freiwilligen Anwendung von Arbeitsschutzmanagementsystemen (AMS) für kleine und mittlere Unternehmen (KMU)	Sept. 2001
23	Handlungshilfe zur Umsetzung der Biostoffverordnung	Aug. 2001
24	Umgang mit Lösemitteln im Siebdruck ( LASI-ALMA-Empfehlungen )	Sept. 2001
25	Ersatzstoffe in der Metallreinigung	Sept. 2001

\* Im Internet abzurufen unter: <http://lasi.osha.de/publications>

LV-Nr.	Titel	Herausgabe
26	Umgang mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen (LASI/ALMA-Empfehlungen)	April 2002
27	Manuelle Zerlegung von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten (LASI/ALMA-Empfehlungen)	April 2002

*Impressum:* LASI-Veröffentlichung – LV 26  
**Umgang mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen**  
*Verfahrens- und stoffspezifischen Kriterien (VSK) für die Arbeitsbereichsüberwachung einschließlich Empfehlungen zur Minimierung der Belastung durch Gefahrstoffe ( LASI/ALMA-Empfehlungen )*  
*Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.*  
*Den an der Erarbeitung der Regelungen beteiligten Institutionen ist der Nachdruck erlaubt.*

*Herausgeber:* *Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI)*

*LASI-Vorsitzender:* *MinR Gerd Rink*  
*Ministerium für Frauen, Arbeit,*  
*Gesundheit und Soziales*  
*des Landes Saarland*  
*Franz-Josef-Röder-Strasse 23*  
*66119 Saarbrücken*

*Verantwortlich:* *MinDirig Gerd Albracht*  
*Vorsitzender des LASI-Unterausschusses 2, „Gefahrstoffe“*  
*Hessisches Sozialministerium*  
*Abteilung III: Arbeitsschutz, Sicherheitstechnik,*  
*betrieblicher Gesundheitsschutz*  
*Dostojewskistraße 4*  
*65187 Wiesbaden*

*Redaktion:* *Arbeitskreis „VSK Kfz-Recycling“*

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

*Dipl.-Ing. Gerhard Ott*  
*Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg*  
*Hertzstraße 173*  
*76187 Karlsruhe*

*Dr. Edith Jorg*  
*Staatliches Amt für Arbeitsschutz Essen*  
*Ruhrallee 55*  
*45138 Essen*

*Dr. Klaus-Dieter Schmidt*  
*Landesanstalt für Arbeitsschutz*  
*Ulenbergstraße 127-131*  
*40225 Düsseldorf*

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

***Bildnachweis:***  
*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund*

*Herausgabedatum: April 2002*

*ISBN 3-936415-22-6*

## Vorwort

Im Rahmen einer Branchenuntersuchung wurden durch systematisches Erheben und Bewerten von Expositionsmesswerten in Arbeitsbereichen von Verwertungsbetrieben Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt. Der Arbeitgeber kann nach Prüfung der Anwendbarkeit auf seine betriebliche Situation die Ergebnisse der Untersuchungen übernehmen. Dadurch wird der einzelbetriebliche messtechnische Ermittlungsaufwand erheblich reduziert, u. U. sogar ganz aufgehoben. Die vorliegenden LASI/ALMA-Empfehlungen unterstützen ihn bei seiner Überwachungspflicht entsprechend der Gefahrstoffverordnung.

Diese LASI/ALMA-Empfehlungen gelten für Verwertungsbetriebe für Kraftfahrzeuge, die über eine Bescheinigung nach § 4 Abs. 2 AltautoV verfügen oder Entsorgungsfachbetrieb sind. Mit diesen Empfehlungen werden alle Tätigkeiten, bei denen Altfahrzeuge, Unfall- und Testfahrzeuge trocken gelegt und demontiert werden, abgedeckt. Darüber hinaus enthalten die Empfehlungen weitere Hinweise für den Arbeitgeber, wie z. B. zusätzliche Gefahrstoffinformationen einschließlich Informationen über Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren, technische Minimierungsmaßnahmen und andere Maßnahmen des stoffbezogenen Arbeitsschutzes.

LASI/ALMA-Empfehlungen werden in die TRGS 420 aufgenommen und ins Internet eingestellt (<http://lasi.osha.de/publications>).

Wiesbaden, April 2002



Gerd Albracht

## **LASI/ALMA-Empfehlungen**

Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Arbeitsbereichsüberwachung  
Empfehlungen zur Minimierung der Belastungen durch Gefahrstoffe

### **Umgang mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen**

## **LASI/ALMA-Empfehlungen**

Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Arbeitsbereichsüberwachung  
Empfehlungen zur Minimierung der Belastungen durch Gefahrstoffe

### **Umgang mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen**

#### Inhalt

- 1 Allgemeines
- 2 Anwendungsbereich
- 3 Umgang mit pyrotechnischen Gegenständen (Airbags und Gurtstraffer) und Klimaanlage
- 3.1 Pyrotechnische Gegenstände
- 3.2 Klimaanlage
- 4 Arbeitsverfahren
- 5 Verfahrens- und stoffspezifische Bedingungen
- 6 Expositionsmessungen und Befund
- 7 Hautbelastungen
- 8 Überprüfung
- 9 Anwendungshinweise
- 10 Literatur

## 1 Allgemeines

Wird an Arbeitsplätzen mit Gefahrstoffen direkt umgegangen oder treten Gefahrstoffe in der Luft an Arbeitsplätzen verfahrensbedingt auf, ist der Arbeitgeber nach der Gefahrstoffverordnung [1] verpflichtet, angemessene Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit der Beschäftigten durchzuführen. Hierzu gehört insbesondere die Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten, wie es die Technischen Regeln für Gefahrstoffe „Ermittlung und Beurteilung der Konzentration gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“ (TRGS 402) näher beschreiben [2]. Treten Stoffgemische gleichzeitig oder nacheinander während einer Schicht in der Luft am Arbeitsplatz auf, so ist ergänzend die TRGS 403 [3] anzuwenden.

LASI/ALMA-Empfehlungen<sup>1</sup> unterstützen den Arbeitgeber bei seiner Überwachungspflicht. Im Rahmen einer Branchenuntersuchung unter Federführung eines ALMA-Mitgliedes werden durch systematisches Erheben und Bewerten von Expositionsmesswerten in Arbeitsbereichen Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt, die der Arbeitgeber nach Prüfung der Anwendbarkeit auf seine betriebliche Situation übernehmen kann. Im Ergebnis wird dadurch der einzelbetriebliche messtechnische Ermittlungsaufwand erheblich reduziert, u. U. sogar ganz aufgehoben. Darüber hinaus enthalten die Empfehlungen weitere Hinweise für den Arbeitgeber, wie z.B. zusätzliche Gefahrstoffinformationen einschließlich Informationen über Ersatzstoffe oder Ersatzverfahren, technische Minimierungsmaßnahmen und andere Maßnahmen des stoffbezogenen Arbeitsschutzes.

Grundlage für die Erstellung der Empfehlungen sind u. a. die Technischen Regeln für Gefahrstoffe „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die betriebliche Arbeitsbereichsüberwachung“ (TRGS 420) [4]. Solche Kriterien können für alle Befunde nach der TRGS 402 aufgestellt werden, nämlich

- dauerhaft sichere Einhaltung des Grenzwertes
- Einhaltung des Grenzwertes
- Überschreitung des Grenzwertes.

Letzteres gilt aber nur für den Fall, dass nach dem derzeitigen Stand der Technik die Grenzwerteinhaltung nicht möglich ist. Hier sind vom Arbeitgeber unmittelbar persönliche und/oder organisatorische Schutzmaßnahmen einzuleiten, durch die die Grenzwerteinhaltung für die Beschäftigten gesichert wird. Es kommt dann darauf an, den Stand der Technik weiter zu entwickeln.

---

<sup>1</sup> LASI = Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik  
ALMA = Arbeitskreis der Ländermessstellen für chemischen Arbeitsschutz

Die TRGS 420 (3. Abschnitt) wendet sich aber auch unmittelbar an den Arbeitgeber, indem die Bedingungen beschrieben sind, unter denen er VSK für die betriebliche Arbeitsbereichsüberwachung einsetzen kann. Hierzu gehören insbesondere regelmäßige Überprüfungsmaßnahmen. Die Empfehlungen enthalten hierzu alle erforderlichen Angaben. Insbesondere ist dargestellt, wie der Arbeitgeber im Rahmen seiner Arbeitsbereichsanalyse die Anwendbarkeit der VSK feststellt und dokumentiert.

Empfehlungen werden als LASI-Veröffentlichung (LV) herausgegeben. Sie sind auch über das Internet unter <http://lasi.osha.de/publications> zugänglich. Sie werden regelmäßig überprüft und dem Stand der technischen und arbeitsschutzrechtlichen Entwicklung (z. B. bei neuen Grenzwertsetzungen) angepasst. Der Anwender dieser Empfehlungen ist gehalten, diese Fortschreibungen zu beachten.



---

## 2 Anwendungsbereich

Diese LASI/ALMA-Empfehlungen gelten für Verwertungsbetriebe für Kraftfahrzeuge, die über eine Bescheinigung nach § 4 Abs. 2 AltautoV [5] verfügen oder Entsorgungsfachbetrieb sind.

Betriebe, die Lastkraftwagen verwerten, werden von diesen Empfehlungen nicht erfasst.

Mit diesen Empfehlungen 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 Gebrauchsteilen) 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.

Der Umgang mit pyrotechnischen Erzeugnissen (Gurtstraffer, Airbags) gewinnt zunehmend an Bedeutung beim Recycling von Fahrzeugen, da diese mittlerweile bei den Fahrzeugherstellern zur Serienausstattung gehören. Hierbei auftretende mögliche Belastungen sind in der Regel nur kurzzeitig (wenige Sekunden) und messtechnisch nicht erfassbar. Gleiches trifft für die Entnahme von Kältemitteln aus Klimaanlage zu. Wegen des bisher noch seltenen Auftretens dieser Tätigkeit können daher in diesen Empfehlungen noch keine Messergebnisse und dementsprechend auch keine Beurteilung der Belastungen aufgeführt werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass zukünftig das Absaugen von Klimaanlage deutlich zunimmt und somit die Empfehlungen dementsprechend zu ergänzen sind. In einem gesonderten Kapitel werden jedoch Hinweise zum Umgang mit pyrotechnischen Erzeugnissen und Klimaanlage gegeben.

Nicht in den Geltungsbereich dieser Empfehlungen fallen Schredderanlagen oder sonstige Anlagen zur weiteren Verwertung von Restkarossen.

Bei Erfüllung der im Abschnitt 4 beschriebenen verfahrens- und stoffspezifischen Bedingungen ergibt sich der Befund „Einhaltung des Luftgrenzwertes“ für alle Einzelstoffe und vorliegenden Stoffgemische in der Luft am Arbeitsplatz. Für die Übernahme dieses Befundes für den einzelnen Betrieb muss die Erfassung der Gefahrstoffe und die Beschaffung des Grundwissens die Einhaltung der in diesen Empfehlungen beschriebenen verfahrens- und stoffspezifischen Bedingungen bestätigen.

Der Befund „Einhaltung des Luftgrenzwertes“ wird auf der Grundlage der jeweiligen Maximalwerte für die vorliegenden Messkollektive aus der durchgeführten Branchenuntersuchung abgeleitet. Tabelle 1 liefert eine Übersicht über die Maximalwerte für die Stoffbelastungen in Verwertungsbetrieben.

Tab. 1 Maxima [mg/m<sup>3</sup>] der Schichtmittelwerte für Stoffe bei der Altautoverwertung in den verschiedenen Arbeitsbereichen (siehe auch Tab. 4-6)

Stoff	Arbeitsbereich		
	Trockenlegung	Demontage	Trockenlegung und Demontage <sup>2</sup>
Benzol (bis 31.12.1999) <sup>3</sup>	2,24	1,11	2,50
Benzol (ab 1.1.2000) <sup>3</sup>	1,12	0,49	1,10
Ottokraftstoffe (ab 1.1.2000) <sup>4</sup>	80,7	66,5	46,9
Kohlenwasserstoffgemische (bis 31.12.1999) <sup>5</sup>	177	35,2	113
alveolengängige Staubfraktion	-	0,75	0,11
einatembare Staubfraktion	-	5,70	8,40

<sup>2</sup> Trockenlegung und Demontage finden am gleichen Arbeitsplatz statt

<sup>3</sup> getrennte Betrachtung infolge der Absenkung des zulässigen Benzolgehalts von 5 Vol.-% auf 1 Vol.-% im Ottokraftstoff zum 1.1.2000 [7]

<sup>4</sup> entsprechend TRGS 901, Nr.72, Teil 3 [8], einschließlich Benzol

<sup>5</sup> entsprechend TRGS 901, Nr.72, Teil 2 [9], ohne Benzol

### **3 Umgang mit pyrotechnischen Gegenständen (Airbags und Gurtstraffer) und Klimaanlage**

#### **3.1 Pyrotechnische Gegenstände [22 - 28]**

##### **Wo kommen pyrotechnische Gegenstände in Fahrzeugen vor ?**

Fahrzeuge, die zur Entsorgung vorgesehen sind, können mit pyrotechnischen Gegenständen, sogenannten Personenrückhaltesystemen - wie Airbag- und Gurtstraffereinheiten -, ausgerüstet sein. Diese enthalten pyrotechnische Sätze 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 angenähten Fahnen entsprechende Hinweise genannt.

Bevor an Altfahrzeugen Demontage- oder Zerlegearbeiten erfolgen, müssen alle darin enthaltenen pyrotechnischen Gegenstände wie Airbag- und Gurtstraffereinheiten entweder im eingebauten Zustand ausgelöst (gezündet) oder ausgebaut werden. Bauteile mit pyrotechnische Gegenständen dürfen nicht verändert, repariert, manipuliert oder gar zur Ersatzteilerzeugung 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 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.

##### **Verfahren zur Entsorgung pyrotechnischer Gegenstände**

Jeder Betrieb, der Altautos entsorgt und dabei die in den zu verwertenden Fahrzeugen enthaltenen pyrotechnischen Gegenstände auslöst oder und die ungezündeten Bauteile einem speziellen Entsorgungsfachbetrieb überlässt, muss dies entsprechend § 14 Sprengstoffgesetz (SprengG) mindestens zwei Wochen vor Beginn dieser Arbeiten der zuständigen Behörde (beispielsweise Staatliches Amt für Arbeitsschutz oder Staatliches Gewerbeaufsichtsamt) 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.

### **a) Auslösen im Fahrzeug**

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. Das Fahrzeug ist zu schließen und es dürfen sich keine Personen im Innenraum des Fahrzeuges aufhalten. Die vom Fahrzeughersteller erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen für das Auslösen von Zündvorrichtungen und spezielle Arbeitsanweisungen sind unbedingt zu beachten. Das Auslösen darf nur im eingebauten Zustand erfolgen und die damit verbundenen Tätigkeiten dürfen nur von dafür von geschultem Personal im Rahmen einer gewerblichen Tätigkeit durchgeführt werden.

Entsprechende Schulungen werden u.a. von Fahrzeugherstellern und Kfz-Innungen angeboten. Die Schulungen sollen insbesondere folgende Inhalte vermitteln:

- Aufbau und Funktionsweise von Gasgeneratoren, Airbag- und Gurtstraffereinheiten nach Vorgaben des Herstellers
- Charakterisierung der verwendeten explosionsgefährlichen Stoffe
- Sprengstoffrechtliche Anforderungen für den Umgang
- Handhabung, Gefahrenmerkmale
- Lagerung, Beförderung, Entsorgung
- Praktischer Teil.

Ein Nachweis über die durchgeführten Schulungen muss im Betrieb vorliegen und ist der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzuzeigen.

Während des Auslösevorgangs sind Türen und Fenster geschlossen zu halten (sofern die Herstellervorgaben keine anderweitigen Regelungen vorsehen). 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. Beim Auslösen ist Augen- und Gehörschutz zu tragen. Die in den Herstellerangaben genannte Sicherheitsabstände zum Fahrzeug sind einzuhalten. Beim Berühren von gezündeten pyrotechnischen Bauteilen ist persönliche Schutzausrüstung, z.B. geeignete Handschuhe, zu verwenden. Das Fahrzeug ist nach Herstellerangaben so lange zu lüften (mind. 10 Minuten), bis der Gasgenerator abgekühlt ist und Produkte aus dem Zündvorgang entwichen sind. Die gezündeten pyrotechnischen Komponenten können im zu verschrottenden Fahrzeug verbleiben.

Kann aufgrund der Herstellerangaben nicht sicher ausgeschlossen werden, dass das im Airbag befindliche Talkumpuder, das das Verkleben der Gewebelagen des Airbagluftsaacks ausschließen soll, schädliche Substanzen enthält, sind die hersteller-spezifischen Sicherheitsmaßnahmen zu beachten und Feinstaubmasken zu tragen.

### **b) Ausbau pyrotechnischer Gegenstände, Zündung außerhalb des Fahrzeuges oder Weitergabe an spezielle zugelassene Entsorgungsfachbetriebe**

Bei einem Zündversagen oder ungenügenden Voraussetzungen für eine gefahrlose Auslösung im Fahrzeug sind die pyrotechnischen Gegenstände auszubauen. Der Ausbau pyrotechnischer Gegenstände darf nur nach Vorgaben des Herstellers erfolgen.

Pyrotechnische Gegenstände dürfen nur von dafür geschultem Personal ausgebaut werden. Die Inhalte der Schulungen entsprechen den Anforderungen die in a) genannt sind.

Das spätere Vernichten (Zünden außerhalb des Fahrzeuges) im eigenen Betrieb oder bei Weitergabe in einem Entsorgungsfachbetrieb darf nur im Rahmen einer nach § 7 SprengG erlaubten Tätigkeit durch den Erlaubnisinhaber oder durch Personen erfolgen, die erfolgreich die Fachkunde „Umgang mit pyrotechnischen Gegenständen für technische Zwecke- ausgenommen das Bearbeiten, Verarbeiten und Wiedergewinnen“ nachgewiesen haben und über einen Befähigungsschein nach § 20 SprengG verfügen.

Ausgebaute pyrotechnische Gegenstände dürfen nicht unbeaufsichtigt liegen gelassen, nicht geöffnet und nicht repariert werden. Die Bauteile sind einzeln abzulegen, jedoch nicht zu stapeln. Sie dürfen auch kurzzeitig keiner Temperatur über 100 °C ausgesetzt sein, um eine unbeabsichtigte Zündung zu vermeiden.

Für den Ausbau der pyrotechnischen Gegenstände ist keine sprengstoffrechtliche Erlaubnis gemäß § 7 bzw. kein Befähigungsschein gemäß § 20 SprengG erforderlich.

### **Abfallrechtliche Bestimmungen**

Die Verwertung oder Beseitigung nicht ausgelöster pyrotechnischer Gegenstände unterliegt auch 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 externer Dienstleister ist vom Abfallerzeuger (Hersteller, Werkstatt, Verwerter usw.) zu prüfen, ob der beauftragte Dienstleister die erforderlichen abfallrechtlichen Genehmigungen besitzt, um pyrotechnische Gegenstände 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 sein.

## Lagerung

Ausgebaute pyrotechnische Gegenstände sind nach den Vorschriften der Sprengstofflagerrichtlinie LR 240 aufzubewahren. Folgende Lagermengen (kleine Mengen) dürfen in gewerblich genutzten Gebäuden nicht überschritten werden:

Arbeitsraum	10 kg (Netto)
Lagerraum	100 kg (Netto)
ortsbewegliche Aufbewahrungseinrichtung	100 kg (Netto)

(Die Mengenangaben beziehen sich auf die Nettoexplosivstoffmasse der pyrotechnischen Gegenstände)

Größere Lagermengen bedürfen der Genehmigung durch die zuständige Behörde (Staatliches Amt für Arbeitsschutz oder Staatliches Gewerbeaufsichtsamt).

Bei der Lagerung pyrotechnischer Gegenstände sind folgende Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen zu beachten:

1. Die Lagerräume müssen sicher verschließbar sein, so dass Unbefugten kein Zugriff möglich ist. Aufbewahrungsbehältnisse bzw. Schränke für Airbag- und Gurtstraffereinheiten sind von außen mit entsprechenden Gefahrensymbol „Explosionsgefährlich“ gemäß Anlage 4 Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz (1. SprengV) zu kennzeichnen. Die Aufbewahrung ausgebaute pyrotechnischer Gegenstände darf nur in Versandpackungen erfolgen. Die Entsorger müssen daher entsprechende Behältnisse bereithalten.
2. Die elektrischen Einrichtungen des Lagerraumes müssen bei der Lagerung von Airbag- und Gurtstraffereinheiten in Versandverpackungen der DIN VDE 0100 für Starkstromanlagen bis 1.000 Volt Nennspannung entsprechen.
3. In den Lagerräumen darf nicht geraucht und keine offene Flamme verwendet werden.
4. Es darf keine Zusammenlagerung von Airbag- und Gurtstraffereinheiten mit Automobilteilen oder Materialien, die explosionsgefährlich, brandfördernd, hochentzündlich, leichtentzündlich und/oder entzündlich im Sinne von § 4 Abs.1 Gefahrstoffverordnung sind, erfolgen.
5. Der direkte Kontakt von Funksendern (Mobiltelefon oder Funksprechgeräte) mit Airbag- oder Gurtstraffereinheiten mit elektrischer Auslösung ist zu vermeiden.
6. Es müssen geeignete Einrichtungen zur Brandbekämpfung vorhanden sein.

### Vorschriften zur Beförderung (außerhalb von Betriebsstätten)

Die Beförderung von ausgebauten Airbag- und Gurtstraffereinheiten richtet sich nach den Vorschriften des Gesetzes zur Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgutbeförderungsgesetz - GGBefG). Für die Beförderung auf dem Verkehrsträger Straße und Schiene gelten die Regelungen der Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit Eisenbahnen (Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn - GGVSE)

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

Die ausgebauten pyrotechnischen Gegenstände dürfen nur in nach den Gefahrgutvorschriften zugelassenen Außenverpackungen befördert werden, die von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) baumustergeprüft sind.



## 3.2 Klimaanlage

Die Entleerung von Klimaanlage wurde in den vorliegenden Empfehlungen 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 [12].

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.

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.

## 4 Arbeitsverfahren

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 Dieselmotorkraftstoff 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 [10], insbesondere ist zu beachten, dass die verwendeten Flurförderzeuge dann mit Partikelfiltern auszurüsten sind.

### Trockenlegung

Ziel der Trockenlegung ist es, in den Altfahrzeugen vorhandene Kraftstoffreste sowie sämtliche Betriebsflüssigkeiten möglichst vollständig 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.

Vor der Trockenlegung wird die Batterie aus dem Altfahrzeug ausgebaut.

Im Einzelnen werden neben Benzin oder Dieselmotorkraftstoff bei der Trockenlegung die folgenden Betriebsflüssigkeiten entnommen [11]:

- Motor-, Getriebe-, Differentialgetriebe- und Servolenkungsöl
- Stoßdämpferöl
- Bremsflüssigkeit
- Kühflüssigkeit
- 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 Sammelbehältnis fungieren können oder über ein zugehöriges Leitungssystem sofort in ein Sammel-lager abgesaugt werden.

### 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.

## 5 Verfahren- und stoffspezifische Bedingungen

Die nachfolgenden Bedingungen müssen in einem Betrieb, der Altfahrzeuge verwertet, erfüllt sein. Dabei ist keine Unterscheidung zwischen Betrieben mit Trockenlegung und Demontage an getrennten Arbeitsplätzen und solchen, an denen dies am gleichen Arbeitsplatz erfolgt, erforderlich.

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.

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 [13] zu beachten.

Für die Trockenlegung und die Demontage ist jeweils eine Betriebsanweisung zu erstellen und auszuhängen. Die Beschäftigten sind auf deren Grundlage zu unterweisen [21].

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.

### Trockenlegung

- Transport der Fahrzeuge in den Arbeitsbereich nur mit geeigneten Transportmitteln (z. B. Transportschlitten oder Gabelstapler). Bei Verwendung dieselgetriebener Transportmittel in geschlossenen Arbeitsbereichen müssen diese über einen Partikelfilter verfügen
- Verwendung geeigneter Schutzhandschuhe, um unmittelbaren Hautkontakt mit Kraftstoff und Betriebsflüssigkeiten so weit als möglich zu vermeiden.<sup>6</sup> Beschädigte Schutzhandschuhe dürfen nicht verwendet werden.
- Öffnung der Systeme, die Kraftstoff und Betriebsflüssigkeiten enthalten, nur mit geeignetem Werkzeug. Dazu sind insbesondere Quetschzangen mit Fixierung und Sauganschluss oder Spezialgeräte mit Hohlhorn zu verwenden. Das Aufschneiden von Schläuchen mit dem Messer ist auf ein Mindestmaß zu beschränken.

---

<sup>6</sup> z. B. Empfehlung der Fa. Kächele-Cama-Latex GmbH, Eichenzell: Viton-Chemikalienschutzhandschuh mit einer Schichtdicke 0,7 mm und einer Durchbruchzeit von über 480 min

- 
- Die Betriebsflüssigkeiten und Kraftstoffe sind entweder direkt abzusaugen oder in Systemen aufzufangen, die verschlossen sind, und anschließend sofort aus dem Arbeitsbereich entfernt werden können. Die Öffnungen für Betriebsflüssigkeiten und Kraftstoffe 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 dieser Auffangvorrichtungen im Arbeitsbereich sind sie zu verschließen.
  - Vorrichtungen zur Entnahme von Flüssigkeiten und mobile Auffangvorrichtungen sind für die einzelnen Flüssigkeiten 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.

### 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),
  - BGV D1 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ (früher VBG 15),
  - BGV D12 „Schleif- und Bürstenwerkzeuge“ (früher VBG 49)
- Verwendung geeigneter Schutzhandschuhe, die in erster Linie dem mechanischen Schutz vor Verletzungen dienen (Lederhandschuhe mit CE-Zeichen). Darunter sollten ggf. noch Chemikalienschutzhandschuhe getragen werden, die für den Umgang mit aromatenhaltigen Kraftstoffen empfohlen werden.<sup>6</sup> 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.

---

<sup>6</sup> z. B. Empfehlung der Fa. Kächele-Cama-Latex GmbH, Eichenzell: Viton-Chemikalienschutzhandschuh mit einer Schichtdicke 0,7 mm und einer Durchbruchzeit von über 480 min

## 6 Expositionsmessungen und Befund

Von den Messstellen der Bundesländer Baden-Württemberg [14-16] und Nordrhein-Westfalen [17] sowie der Bundesanstalt für Arbeitsschutz [18,19] 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, wo dies am gleichen Arbeitsplatz erfolgte. Ebenso wurden die Inselfdemontage, d.h. alle Demontearbeiten am selben Arbeitsplatz, und die Banddemontage, d. h. Demontage einzelner Teile und Baugruppen an verschiedenen Arbeitsplätzen, in die Messprogramme einbezogen.

Tab. 3 Zusammenstellung der Luftgrenzwerte der untersuchten Stoffe [20]

Stoff	Luftgrenzwert		Spitzenbegrenzung	Bemerkungen
	ppm	mg/m <sup>3</sup>		
Benzol	1	3,2	4	TRK, H
Kohlenwasserstoffgemische	50	200	4	für Messergebnisse bis 31.12.1999 entsprechend TRGS 901, Teil 2, Gruppe 3 [9]
Ottokraftstoffe (nach DIN EN 228)		250	4	einschließlich Benzol, für Messergebnisse ab 1.1.2000 entsprechend TRGS 901, Teil 3, Gruppe 1 [8]
alveolengängige Staubfraktion (A)		3	4	
einatembare Staubfraktion (E)		10	4	Festlegung als Schichtmittelwert ab dem 1.4.2004

Die Arbeitsplatzmessungen erfolgten ortsfest oder personengetragen. Da keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen diesen auftraten, wurden alle Messergebnisse jeweils zusammengefasst. Es wurden sowohl Schichtmittelwerte als auch Kurzzeitwerte gemessen. Die Messung der Kurzzeitwerte erfolgte nur für die Belastungen durch Lösemitteldämpfe (bis 31.12.1999: Kohlenwasserstoffgemische [9] und Benzol; ab 1.1.2000: Ottokraftstoffe), wobei die Kurzzeitwerte überwiegend jeweils für die Trockenlegung eines Fahrzeugs gemessen wurden. Die Trockenlegung eines Fahrzeugs dauerte durchschnittlich 15-30 Minuten. Bei der Demontage wurden Kurzzeitwerte nur gemessen, wenn die Tätigkeiten besonders expositionsintensiv waren, d. h. bei Demontearbeiten am Motor und an der Kraftstoffanlage.

Die Messergebnisse wurden getrennt betrachtet nach Arbeitsplätzen zur Trockenlegung, zur Demontage und solchen, wo Trockenlegung und Demontage am gleichen Arbeitsplatz erfolgten. Eine weitere Untergliederung erwies sich als nicht erforderlich.

Entsprechend dem Luftgrenzwert für Ottokraftstoffe nach TRGS 901 [8] wurde Benzol für die Messergebnisse ab dem 1.1.2000 mit den anderen Kraftstoffkomponenten zusammengefasst. Für die vor diesem Termin durchgeführten Messungen wurden die ermittelten Kohlenwasserstoffe ohne Benzol zusammengefasst. Eine Bewertung erfolgte dann entsprechend dem Grenzwert für Kohlenwasserstoffgemische nach TRGS 901, Teil 2 [9]. Infolge eines Aromatengehaltes größer 25 % in den Kraftstoffen wurde dabei der Luftgrenzwert von 200 mg/m<sup>3</sup> herangezogen.

Zusätzlich wurden die Belastungen durch Benzol neben einer Gesamtbetrachtung noch einzeln für den Zeitraum bis zum 31.12.1999 und den Zeitraum ab dem 1.1.2000 betrachtet, da entsprechend DIN EN 228 [7] der Benzolgehalt in Ottokraftstoff zum 1.1.2000 von max. 5 % auf max. 1 % abgesenkt wurde. Diese vergleichende Betrachtung zeigt, wie durch Absenkung des Benzolgehaltes im Ottokraftstoff gleichzeitig eine Verringerung der Belastungen durch krebserzeugendes Benzol einhergeht.

Tab. 4 Zusammenstellung der Messergebnisse [mg/m<sup>3</sup>] für Arbeitsplätze der Trockenlegung

Stoffe	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	arithmet. Mittel	Median	95-Perzentil	max. Wert
Ottokraftstoffe (Kurzzeitwerte, ab 1.1.2000)	41	10	11,8	2,8	38,7	84,9
Ottokraftstoffe (Schichtmittelwerte, ab 1.1.2000)	43	12	20,1	14,4	66,9	80,7
Benzol (Kurzzeitwerte) gesamt	37	13	0,36	0,19	2,09	2,62
bis 31.12.1999	8	3	1,12	0,56	-	2,62
ab 1.1.2000	29	10	0,15	0,12	0,30	0,44
Benzol (Schichtmittelwerte) gesamt	64	17	0,40	0,26	1,45	2,24
bis 31.12.1999	26	5	0,67	0,56	1,65	2,24
ab 1.1.2000	38	12	0,22	0,10	0,69	1,12
Kohlenwasserstoffgemische (Kurzzeitwerte, bis 31.12.1999)	8	3	26,4	11,0	71,2	78,2
Kohlenwasserstoffgemische (Schichtmittelwerte, bis 31.12.1999)	26	5	28,2	22,2	71,9	177



Als Stoffe, die den größten Beitrag zur Belastung durch Ottokraftstoffe liefern, wurden u. a. ermittelt: Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol, 2-Methylpentan, 3-Methylpentan, Butan, Pentan, Hexan, Heptan.

Staubbelastungen sind bei der Trockenlegung vernachlässigbar. Messungen, die im Anfangsstadium der Untersuchungen durchgeführt wurden, lieferten Belastungen unterhalb 1 % der jeweiligen Luftgrenzwerte von  $3 \text{ mg/m}^3$  und  $10 \text{ mg/m}^3$  für die alveolengängige bzw. die einatembare Staubfraktion. Im Fortgang der Messprogramme erfolgten daher keine weiteren Messungen der Staubbelastungen bei der Trockenlegung.

Tab. 5 Zusammenstellung der Messergebnisse [ $\text{mg/m}^3$ ] für Demontagearbeitsplätze

Stoffe	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	arithmet. Mittel	Median	95-Perzentil	max. Wert
Ottokraftstoffe (Kurzzeitwerte, ab 1.1.2000)	29	6	8,50	0,56	68,7	86,9
Ottokraftstoffe (Schichtmittelwerte, ab 1.1.2000)	41	7	5,71	1,48	33,2	66,5
Benzol (Kurzzeitwerte) alle ab 1.1.2000	18	6	0,10	0,04	0,57	0,59
Benzol (Schichtmittelwerte) gesamt	53	12	0,20	0,04	0,67	1,11
bis 31.12.1999	13	4	0,43	0,27	0,89	1,11
ab 1.1.2000	40	8	0,07	0,02	0,32	0,49
Kohlenwasserstoffgemische (Schichtmittelwerte, bis 31.12.1999)	13	4	15,4	13,7	33,8	35,2
alveolengängige Staubfraktion (Schichtmittelwerte)	23	7	0,10	0,07	0,60	0,75
einatembare Staubfraktion (Schichtmittelwerte)	49	12	0,65	0,43	1,80	5,70

Für den Arbeitsbereich Demontage wurde eine vorliegende Messung, die Schichtmittelwerte von  $14 \text{ mg/m}^3$  und  $620 \text{ mg/m}^3$  für Benzol bzw. Ottokraftstoffe lieferte, nicht berücksichtigt.

Diese hohen Messergebnisse sind darauf zurückzuführen, dass dem Beschäftigten unmittelbar neben der Probenahmeverrichtung Kraftstoff auf die Arbeitskleidung tropfte, was zu einer nicht repräsentativen Belastung führte.

Tab. 6 Zusammenstellung der Messergebnisse [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ] für Arbeitsplätze mit Trockenlegung und Demontage

Stoffe	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	arithmet. Mittel	Median	95-Perzentil	max. Wert
Ottokraftstoffe (Kurzzeitwerte, ab 1.1.2000)	4	2	8,27	0,95	25,9	30,3
Ottokraftstoffe (Schichtmittelwerte, ab 1.1.2000)	18	6	7,10	2,13	28,9	46,9
Benzol (Kurzzeitwerte) gesamt	8	4	0,55	0,40	1,41	1,54
bis 31.12.1999	5	2	0,85	0,71	1,47	1,54
ab 1.1.2000	3	2	0,04	0,03	0,07	0,07
Benzol (Schichtmittelwerte) gesamt	46	14	0,27	0,12	1,01	2,50
bis 31.12.1999	29	8	0,33	0,14	1,16	2,50
ab 1.1.2000	17	6	0,17	0,05	0,54	1,10
Kohlenwasserstoffgemische (Kurzzeitwerte, bis 31.12.1999)	8	4	19,7	14,5	47,2	49,4
Kohlenwasserstoffgemische (Schichtmittelwerte, bis 31.12.1999)	47	14	13,0	5,45	38,9	113
alveolengängige Staubfraktion (Schichtmittelwerte)	9	5	0,06	0,06	0,10	0,11
einatembare Staubfraktion (Schichtmittelwerte)	31	12	0,97	0,62	2,58	8,40

Für den Befund wird in allen Fällen der Maximalwert der Messwertkollektive herangezogen.

Die ermittelten Belastungen lagen bei allen untersuchten Tätigkeiten unterhalb der Luftgrenzwerte.

Tabelle 7 liefert eine Übersicht über die einzelnen Stoffindices für die Trockenlegung, die Demontage und solche Arbeitsplätze, an denen beide Tätigkeiten ausgeführt werden.

Tab. 7 Zusammenstellung der Stoffindices für die Maximalwerte

Stoff	Arbeitsbereich		
	Trockenlegung	Demontage	Trockenlegung und Demontage
alveolengängige Staubfraktion	< 0,01	0,25	0,04
einatembare Staubfraktion	< 0,01	0,57	0,84
<u>nach 2000</u>			
Ottokraftstoffe	0,32	0,27	0,19
<u>vor 2000<sup>7</sup></u>			
Kohlenwasserstoffe	0,89	0,18	0,57
Benzol	0,70	0,35	0,48

Staubbelastungen sind bei der Altautoverwertung nur an den Arbeitsplätzen relevant, an denen die Demontage erfolgt. Dabei ist von untergeordneter Bedeutung, ob neben der Demontage an diesen Arbeitsplätzen noch eine Trockenlegung durchgeführt wird.

Belastungen durch Ottokraftstoffe treten sowohl bei der Trockenlegung als auch bei der Demontage auf. Die höchsten Belastungen wurden an Arbeitsplätzen zur Trockenlegung ermittelt. Die niedrigsten Belastungen traten an reinen Demontagearbeitsplätzen auf.

Die gleiche Bewertung ergibt sich, wenn man die Belastung durch Kohlenwasserstoffe an diesen Arbeitsplätzen bis zum 31.12.1999 betrachtet. Zur Bewertung der Stoffbelastungen waren bis zu diesem Zeitpunkt die jeweiligen Luftgrenzwerte für Kohlenwasserstoffgemische und Benzol zu verwenden. Die ermittelten Belastungen lagen auch hier bei Arbeitsplätzen mit ausschließlicher Trockenlegung am höchsten und an Demontgearbeitsplätzen am niedrigsten.

Entsprechend den Tabellen 3 bis 5 wird deutlich, dass mit der Absenkung des maximalen Benzolgehaltes im Ottokraftstoff auf 1 % zum 1.1.2000 eine signifikante Verringerung der Benzolbelastungen auf weniger als die Hälfte einherging.

<sup>7</sup> Die Indices werden entsprechend TRGS 403 [3] nicht addiert

Die Kurzzeitwertbedingungen sind an allen Arbeitsplätzen zur Trockenlegung und Demontage erfüllt. Nach der zum 1.1.2000 erfolgten Absenkung des maximalen Benzolgehaltes im Ottokraftstoff lagen die Belastungen durch Ottokraftstoffe durchweg unterhalb 5 % des zulässigen Kurzzeitwertes von 1000 mg/m<sup>3</sup>. Davor wurden bei der Trockenlegung für Kohlenwasserstoffgemische Belastungen bis zu 7 % und für Benzol bis zu 12 % der zulässigen Kurzzeitwerte von 800 mg/m<sup>3</sup> bzw. 12,8 mg/m<sup>3</sup> ermittelt.

Bei der Altautoverwertung lautet der Befund „**Einhaltung der Luftgrenzwerte**“ für alle Arbeitsplätze zur Trockenlegung und Demontage von Altfahrzeugen bei Erfüllung der verfahrens- und stoffspezifischen Bedingungen nach Punkt 4.

---

## 7 Hautbelastungen

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 besteht bei der Trockenlegung und der Demontage von Altfahrzeugen eine nicht zu unterschätzende dermale Belastung von Händen und Armen durch Kraftstoffe, Öle und andere Betriebsflüssigkeiten. 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 (Leder-)Handschuhen dar.

Neben den in Kap. 4 festgelegten verfahrens- und stoffspezifischen Bedingungen 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. 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.

Durch Öl oder Kraftstoff benetzte Hautpartien sind unmittelbar nach Kontakt zu reinigen.

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.

## **8 Überprüfung**

Bei der Anwendung dieser LASI/ALMA-Empfehlungen sind die unter 4 festgelegten verfahrens- und stoffspezifischen Bedingungen einzuhalten.

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.

Sind bei der Altautoverwertung diese Empfehlungen berücksichtigt, müssen keine Arbeitsplatzmessungen durchgeführt werden. Die Arbeitsbereichsanalyse kann entsprechend diesen LASI/ALMA-Empfehlungen mit dem Befund „Einhaltung der Luftgrenzwerte“ abgeschlossen werden.

## **9 Anwendungshinweise**

Der Anwender dieser Empfehlungen 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 dieser Empfehlungen. Die Empfehlungen sind im Internet auf der Webseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin [www.baua.de](http://www.baua.de) und des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik unter <http://lasi.osha.de/publications> verfügbar. Die Überprüfung kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz erfolgen.

Bei Anwendung dieser Empfehlungen bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere die Ermittlungspflichten (§ 16 GefStoffV), die Verpflichtung zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen (§ 19 GefStoffV), sowie zur Erstellung von Betriebsanweisungen und zur regelmäßigen Unterweisung der Beschäftigten (§ 20 GefStoffV) bestehen. Für mögliche andere Arbeitsbereiche des Betriebes (z. B. Kfz-Reparaturwerkstatt), in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird und für die diese Empfehlungen nicht gelten, besteht weiterhin die Überwachungspflicht nach § 18 GefStoffV.

---

## 10 Literatur

- [1] Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung), Neufassung vom 15. Nov. 1999 (BGBl. I vom 29.11.1999, S. 2233 - 2281)
- [2] TRGS 402: Ermittlung und Beurteilung der Konzentration gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen, BArbBl. 11/1997, S. 27 - 33
- [3] TRGS 403: Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz, BArbBl. 10/1989, S. 71 - 72
- [4] TRGS 420: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien für die betriebliche Arbeitsbereichsüberwachung, BArbBl. 9/1999, S. 53 - 58, letzte Änderung BArbBl. 7-8/2000, S. 42
- [5] Verordnung über die Überlassung und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen (Altfahrzeug-Verordnung – AltfahrzeugV), BGBl. I vom 10.7.1997, S. 1666 - 1678
- [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] DIN EN 228: Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge. Unverbleite Ottokraftstoffe – Anforderungen und Prüfverfahren, Beuth Verlag, Berlin, Feb. 2000
- [8] TRGS 901: Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz, Nr. 72, Teil 3: Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren – Gruppe 1: Ottokraftstoffe, BArbBl. 10/2000, S. 64
- [9] TRGS 901: Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz, Nr. 72, Teil 2: „Kohlenwasserstoffgemische“, BArbBl. 4/1997, S. 45
- [10] TRGS 554: Dieselmotoremissionen (DME), BArbBl. 3/2001, S. 112 - 129
- [11] 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
- [12] 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 –
- [13] TRGS 515: Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern, BArbBl. Heft 9/1998, S. 60 - 66



- 
- [14] Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg: Arbeitsschutz und Chemikaliensicherheit bei der Autoverwertung, Schlussbericht zum Forschungsanwendungsvorhaben, 4. August 2000
- [15] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Arbeitsschutz bei der Verwertung von Altautos (Projektbericht), Karlsruhe, Sept. 2000
- [16] H. Faller, G. Ott, U. Wurster: Gefahrstoffbelastung beim Kfz-Recycling, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 62, Heft 3 (2002), S.107 - 111
- [17] Ministerium für Arbeit und Soziales, Qualifikation und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen: Arbeitsschutz in Nordrhein-Westfalen, Jahresbericht 2000, Düsseldorf
- [18] J. Auffarth, R. Hebisch, A. Johnen: Stoffbelastungen bei der Altautoverwertung, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Gefährliche Arbeitsstoffe, in Vorbereitung
- [19] R. Hebisch, A. Johnen: Belastungen durch Gefahrstoffe beim Kfz-Recycling, Technische Überwachung 41(6) (2000), S. 48 - 51
- [20] TRGS 900: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz - Luftgrenzwerte, BArbBl. 10/2000, S. 34 - 63
- [21] TRGS 555: Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV, BArbBl. Heft 12/1997, S. 49 - 58
- [22] Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. April 1986 (BGBl. I S. 577), zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes zur Änderung des Sprengstoffgesetzes und anderer Vorschriften - SprengÄndG 1997 vom 23. Juni 1998 (BGBl. I S. 1530)
- [23] Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz (1. SprengV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Januar 1991 (BGBl. I S. 169), zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes zur Änderung des Sprengstoffgesetzes und anderer Vorschriften (SprengÄndG 1997) vom 23. Juni 1998, BGBl. I S. 1530
- [24] Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (2. SprengV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 05. September 1989 (BGBl. I S. 1620, 2458), zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes zur Änderung des Sprengstoffgesetzes (SprengÄndG 1997) vom 23. Juni 1998, BGBl. I S. 1530
- [25] Richtlinie Lagerung von Airbag- und Gurtstraffereinheiten – SprengRL 240, Juni 1997 (BGBl. 9/1997, S. 82 und 11/1997, S. 75)
- [26] Verwertung und Entsorgung von Airbag- und Gurtstraffereinheiten. Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA), 3. Auflage, April 2001
- [27] Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (GGBefG), Neufassung vom 29. September 1998, BGBl. I S. 3114

- [28] 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)

Auskünfte zu Fragen des Arbeitsschutzes erteilen die zuständigen obersten Landesbehörden bzw. deren nachgeordnete Ämter für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik/Gewerbeaufsichtsämter

Ministerium für Umwelt  
und Verkehr des Landes  
Baden-Württemberg  
Kernerplatz 9  
  
70182 Stuttgart

Behörde für Umwelt und Gesundheit  
Amt für Gesundheit und  
Verbraucherschutz  
Amt für Arbeitsschutz, Ministerial- und  
Rechtsangelegenheiten  
Adolph-Schönfelder-Straße 5  
  
22083 Hamburg

Ministerium für Umwelt und Forsten  
des Landes Rheinland-Pfalz  
Kaiser-Friedrich-Straße 1  
  
55116 Mainz

Sozialministerium  
Baden-Württemberg  
Schellingstraße 15  
  
70174 Stuttgart

Hessisches Sozialministerium  
Dostojewskistraße 4  
  
65187 Wiesbaden

Ministerium für Frauen,  
Arbeit, Gesundheit und Soziales  
des Saarlandes  
Franz-Josef-Röder-Straße 23  
  
66119 Saarbrücken

Bayerisches Staatsministerium  
für Gesundheit, Ernährung und  
Verbraucherschutz  
Abt.5  
Schelling Straße 155  
  
80797 München

Sozialministerium des Landes  
Mecklenburg-Vorpommern  
Werderstraße 124  
  
19055 Schwerin

Sächsisches Staatsministerium  
für Wirtschaft und Arbeit  
Wilhelm-Buck-Straße 2  
  
01097 Dresden

Senatsverwaltung für Gesundheit,  
Soziales und Verbraucherschutz  
Oranienstraße 106  
  
10969 Berlin

Niedersächsisches Ministerium für  
Frauen, Arbeit und Soziales  
Abteilung 5 - Arbeit -  
Postfach 1 41  
  
30001 Hannover

Ministerium für Arbeit, Frauen,  
Gesundheit und Soziales  
des Landes Sachsen-Anhalt  
Turmschanzenstraße 25  
  
39114 Magdeburg

Ministerium für Arbeit,  
Soziales, Gesundheit und Frauen  
des Landes Brandenburg  
Heinrich-Mann-Allee 103  
  
14473 Potsdam

Ministerium für Arbeit und Soziales,  
Qualifikation und Technologie des  
Landes Nordrhein-Westfalen  
Abt. Arbeit  
Horionplatz 1  
  
40213 Düsseldorf

Ministerium für Arbeit, Soziales,  
Gesundheit und Verbraucherschutz  
des Landes Schleswig-Holstein  
Adolf-Westphal-Straße 4  
  
24143 Kiel

Senator für Arbeit, Frauen,  
Gesundheit, Jugend und Soziales  
Referat 25  
Faulenstraße 69  
  
28195 Bremen

Ministerium für Arbeit, Soziales  
und Gesundheit  
des Landes Rheinland-Pfalz  
Bauhofstr. 9  
  
55116 Mainz

Thüringer Ministerium für  
Soziales, Familie und Gesundheit  
Werner-Seelenbinder-Straße 6  
  
99096 Erfurt