

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

LV-Nr.	Titel	Herausgabe	
1	Leitlinien des Arbeitsschutzes in Wertstoffsortieranlagen (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)	April 2001	Neuaufgabe
			*
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)	März 2001	Neuaufgabe
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	*

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

Impressum: LASI-Veröffentlichung - LV 27
Manuelle Zerlegung von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten
Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Arbeitsbereichs-
überwachung 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
Dostojewskistrasse 4
65187 Wiesbaden

Redaktion: Arbeitskreis BG/BIA - LASI/ALMA "Elektronikschrott-Recycling"

Dr. H. Kleine (Vorsitz)
Dr. M. Berges
M. Stückrath
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit - BIA
Alte Heerstrasse 111
53757 Sankt Augustin

Dr. M. Tischer
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
Friedrich Henkel-Weg 1-25
44149 Dortmund

Dipl.-Ing. G. Ott
Landesanstalt für Umweltschutz Baden Württemberg (LfU)
Referat 34/Abteilung 3
Hertzstraße 173
76183 Karlsruhe

Dipl. Chem. H. Faller
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Amt für Arbeits- und Umweltschutz
Hebelstrasse 1-3
76133 Karlsruhe

Dipl.-Ing. J. Wehde
Zentralstelle für Arbeitsschutz (ZfA) im
Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie
Ludwig-Mond-Strasse 33
34121 Kassel

Prof. Dr. D.F. Ihrig
Märkische Fachhochschule
Labor für Umwelttechnik
Frauenstuhlweg 31
58644 Iserlohn

Dipl.-Ing. K.E. Sinner
Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen
Ottenser Hauptstrasse 54
22765 Hamburg

Dipl.-Ing. W. Wegscheider
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege
Bonner Strasse 337
50968 Köln

Dr. J. Hüdepohl
Dr. W. Schunk
Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln

Dr. H. Wildgans
IAS Institut für Arbeits- und Sozialhygiene Stiftung
Lothstrasse 19
80797 München

Dipl.-Ing. M. Hoor
Obmann des Sachgebietes Metallschrott
Erbenhäuschen 84
42651 Solingen

Dipl.-Ing. N. Panek
Kluge Umweltschutz GmbH
Hülsermannshof 36
47179 Duisburg

Bildnachweis: Zentralstelle für Arbeitsschutz Kassel

Herausgabedatum: April 2002

ISBN 3-936415-23-4

Vorwort

Jährlich fallen in der Bundesrepublik Deutschland rund 2 Millionen Tonnen Elektro- und Elektronikschrott mit rund 5 Millionen Bildröhren an. Mit dem in Kraft treten des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes unterliegen die Hersteller und Vertreiber von Elektrogeräten dem Verwertungsgebot. Altgeräte werden zerlegt und in Wertstofffraktionen getrennt, um diesem Verwertungsgebot zu entsprechen.

An diesen Reinigungs- und Zerlegearbeitsplätzen kann eine Vielzahl von Stoffen auftreten, die z.B. krebserzeugend, giftig, fruchtschädigend oder sensibilisierend sind. Deshalb bedarf es weitreichender Schutzmaßnahmen damit die Grenzwerte für die auftretenden Gefahrstoffe eingehalten, die Unterbindung des Hautkontaktes und die Vermeidung der oralen Aufnahme sichergestellt werden kann.

In der vorliegenden LASI/ALMA-Empfehlung werden die Kriterien für die Einhaltung von Grenzwerten festgelegt, unter denen bei bestimmten Zerlegearbeiten von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten der Unterhaltungs- und Haushaltselektronik, Datenverarbeitung und Bürotechnik bzw. deren zugehörigen Baugruppen Kontrollmessungen durch Kontrollmaßnahmen ersetzt werden können. Bei Zerlegearbeiten im Sinne dieser LASI/ALMA-Empfehlungen handelt es sich um Arbeiten, bei denen

- Bildschirmgeräte (z.B. Fernseher, Computermonitore, Oszillographen und ähnliches) und andere Elektrogeräte (z.B. Telefone, Computer, Staubsauger, Unterhaltungselektronik) bereitgestellt und unter Verwendung von Handwerkzeugen demontiert werden,
- Bildröhren belüftet werden,
- schadstoffhaltige Bauteile entfernt werden.

Diese LASI/ALMA-Empfehlungen werden in die TRGS 420 übernommen 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 bei der manuellen Zerlegung von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten

Inhaltlich identisch mit der BG/BIA-Empfehlung Nr. 1037 "Manuelle Zerlegung von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten"

LASI/ALMA-Empfehlungen

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

Umgang mit Gefahrstoffen bei der manuellen Zerlegung von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten

Inhalt

- 1 Allgemeines
- 2 Anwendungsbereich
- 3 Arbeitsverfahren/Tätigkeiten
- 4 Gefahrstoffexposition
 - 4.1 Gefahrstoffe
 - 4.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition
- 5 Maßnahmen
- 6 Anwendungshinweise

Anhang

- 1 Gefahrstoffe/Grenzwerte
- 2 Gefahrstoffexpositionsmessungen
 - 2.1 Expositionsmessungen in Betrieben mit geschlossenen Reinigungskabinen
 - 2.2 Expositionsmessungen in Betrieben ohne geschlossenen Reinigungskabinen

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 Konzentrationen 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-Empfehlungen¹ unterstützen den Arbeitgeber bei seiner Überwachungspflicht. Im Rahmen einer Branchenuntersuchung 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 Maßnahmen zur Expositionsminimierung 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 Grenzwerteinhalten nicht möglich ist. Hier sind vom Arbeitgeber unmittelbar persönliche und/oder organisatorische Schutzmaßnahmen einzuleiten, durch die die Grenzwerteinhalten für die Beschäftigten gesichert wird. Es kommt dann darauf an, den Stand der Technik weiter zu entwickeln.

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.

1 LASI = Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
ALMA = Arbeitskreis der Ländermessstellen für chemischen Arbeitsschutz

2 Anwendungsbereich

In der vorliegenden LASI/ALMA-Empfehlung werden die Kriterien für die Einhaltung von Grenzwerten festgelegt, unter denen bei bestimmten Zerlegearbeiten von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten der Unterhaltungs- und Haushaltselektronik, Datenverarbeitung und Bürotechnik bzw. deren zugehörigen Baugruppen Kontrollmessungen durch Kontrollmaßnahmen ersetzt werden können.

Bei Zerlegearbeiten im Sinne dieser LASI/ALMA-Empfehlungen handelt es sich um Arbeiten, bei denen

- Bildschirmgeräte (z. B. Fernseher, Computermonitore, Oszillographen und ähnliches) und andere Elektrogeräte (z. B. Telefone, Computer, Staubsauger, Unterhaltungselektronik) bereitgestellt und unter Verwendung von Handwerkzeugen demontiert werden,
- Bildröhren belüftet werden,
- schadstoffhaltige Bauteile entfernt werden.

Diese LASI/ALMA-Empfehlungen gelten nicht für Arbeitsbereiche, in denen

- Geräte zerlegt werden, bei denen besondere Gefährdungen, z. B. chemischer, biologischer oder radioaktiver Natur, auftreten können. Dies kann bei Geräten der Fall sein, die z. B. in der chemischen Industrie, Medizin, Halbleiterfertigung in Galvanikanlagen, kerntechnischen Anlagen eingesetzt wurden
- Leuchtstoffröhren zerlegt werden
- Bildröhren zerlegt und die Leuchtschicht entfernt wird
- Geräte, die asbesthaltige Erzeugnisse enthalten, zerlegt werden
- Geräte aus Havarien (z. B. Brandschäden) zerlegt werden
- größere Geräte der „weißen Ware“ (z. B. Kühlgeräte, Waschmaschinen, Herde) zerlegt werden
- komplette Geräte oder aus Elektro- und Elektronik-Geräten gewonnene Materialien bis zur Rohstoffebene weiterverarbeitet werden (z. B. Shreddern).

3 Arbeitsverfahren/Tätigkeit

Jährlich fallen in der Bundesrepublik Deutschland rund 2 Millionen Tonnen Elektro- und Elektronikschrott mit rund 5 Millionen Bildröhren an. Mit dem in Kraft treten des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG [5]) unterliegen die Hersteller und Vertrieber von Elektrogeräten dem Verwertungsgebot. Altgeräte werden zerlegt und in Wertstofffraktionen getrennt, um diesem Verwertungsgebot zu entsprechen.

Der Ablauf der Zerlegung des angelieferten Materials gliedert sich in der Regel in folgende Schritte:

- Bereitstellung
- grobe Vorsortierung des angelieferten Materials
- Reinigung des Materials (z. B. in geschlossenen Reinigungskabinen)
- Belüften der Bildröhren (z. B. in geschlossenen Reinigungskabinen)
- Manuelle Zerlegung und Separierung in einzelne Fraktionen (z. B. in Baugruppen wie Gehäuse, Leiterplatten, Bildröhren, Steuerungselektronik) mit nachfolgender weiterer Zerlegung der Baugruppen
- Entfernung schadstoffhaltiger Bauteile (z.B. Kondensatoren, Batterien, Akkus, Displays oder quecksilberhaltige Schalter)
- Lagerung und Entsorgung der verschiedenen Fraktionen.

4 Gefahrstoffexposition

Der im Verlauf der Gerätebetriebszeit sich im Inneren der Geräte abgelagerte Staub kann mit Gefahrstoffen belastet sein, der beim Öffnen der Geräte und bei der anschließenden Zerlegung freigesetzt werden kann. Darüber hinaus können Gefahrstoffe bei Kontakt mit kontaminierten Geräten aufgenommen werden. Hier sind insbesondere Bildschirmgeräte mit zerbrochenen Bildröhren (cadmiumhaltige Leuchtschicht), schadhafte Kondensatoren (PCB) oder quecksilberhaltige Schalter zu erwähnen. Bei der Zusammenlagerung und dem Transport von gering oder wenig belasteten Geräten mit stark verschmutzten Geräten bzw. Geräten, die defekte Bauteile enthalten, besteht die Gefahr, dass auch diese kontaminiert werden.

Bei Arbeiten an den Geräten kann es somit zu einer Gefahrstoffaufnahme über die Haut, die Atemwege und den Mund kommen (dermale, inhalative und orale Aufnahme). Grundsätzlich ist zu beachten, dass bei Stoffen mit TRK-Wert auch bei Einhaltung des Luftgrenzwertes ein gesundheitliches Restrisiko besteht.

4.1 Gefahrstoffe

An Reinigungs-/Zerlegearbeitsplätzen kann eine Vielzahl verschiedener Gefahrstoffe freigesetzt werden (s. Tabelle 1 im Anhang). Vorkommen und Gefährdungspotenzial ausgewählter Stoffe sind nachfolgend beschrieben.

- Azobenzole können in LC-Displays enthalten sein. Einige Azobenzole und andere Azoverbindungen sind als krebserzeugend beim Menschen eingestuft. Eine inhalative Belastung ist unwahrscheinlich. Der Hautkontakt muss jedoch vermieden werden.
- Beryllium findet u.a. als Legierungsbestandteil (z.B. in Kollektoren und mechanischen Bauteilen) und in der Röntgentechnik Verwendung. Beryllium kann sensibilisierend wirken, erzeugt granulome Hautveränderungen und ist, wie seine Verbindungen, krebserzeugend.
- Blei ist Bestandteil des Bildröhrenglases (Hals- und Konusglas) und wird zur Verbindung des Front- und Konusglases in Form von Glaslot eingesetzt. Weiterhin ist es in Weichloten enthalten. Bleiverbindungen wirken beim Menschen fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) und beeinträchtigen möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit des Menschen. Auch bei Einhaltung des Luftgrenzwertes kann eine Fruchtschädigung bei Exposition Schwangerer nicht ausgeschlossen werden. Bleiverbindungen können sich im Körper anreichern und dadurch in besonderer Weise auf ihn einwirken.
- Cadmium befindet sich in Akkumulatoren, Weichloten, Platinen und in Form von Cadmiumsulfid in der Leuchtschicht, die auf der Innenseite des Frontglases von Bildröhren aufgebracht ist. Cadmium und seine Verbindungen sind krebserzeugend und giftig beim Einatmen und Verschlucken. Cadmiumverbindungen können sich im Körper anreichern und dadurch in besonderer Weise auf ihn einwirken.
- Cobalt kann in Farbstoffen und Lackierungen vorkommen. Cobalt kann sensibilisierend wirken und ist wie seine Verbindungen krebserzeugend.

- Nickel kommt u. a. in Leiterplatten, Thermoelementen, Akkumulatoren und in den Lochmasken von Bildröhren vor. Nickel kann sensibilisierend wirken und ist wie seine Verbindungen krebserzeugend.
- Polychlorierte Biphenyle (PCB) können in Kondensatoren enthalten sein. Sie sind gesundheitsschädlich und möglicherweise krebserzeugend. Sie werden auch über die Haut aufgenommen. PCB wirken beim Menschen fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) und beeinträchtigen möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit des Menschen. Auch bei Einhaltung des Luftgrenzwertes kann eine Fruchtschädigung bei Exposition Schwangerer nicht ausgeschlossen werden. PCB können sich im Körper anreichern und dadurch in besonderer Weise auf ihn einwirken.
- Quecksilber kann in Schaltern und Leuchtstoffröhren enthalten sein und ist giftig beim Einatmen. Quecksilber kann sich im Körper anreichern und dadurch in besonderer Weise auf ihn einwirken.
- Yttrium kann in der Leuchtschicht der Bildröhren enthalten sein. Yttriumverbindungen wirken u.a. reizend auf Augen und Lunge.
- Staub, der keine Gefahrstoffe als Inhaltsstoffe enthält, kann bei der Zerlegung der Geräte freigesetzt werden. Es ist mit unspezifischen Wirkungen auf die Atmungsorgane zu rechnen.

4.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition

Von den gewerblichen Berufsgenossenschaften, der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, der Zentralstelle für Arbeitsschutz Kassel im Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin wurden in zahlreichen Betrieben umfangreiche Messungen durchgeführt.

Die Auswertung des vorliegenden Datenkollektivs zeigte, dass von der Vielzahl der auftretenden Gefahrstoffe in der Luft am Arbeitsplatz insbesondere Cadmium und Blei einen relevanten Beitrag zur Exposition leisten können. Quecksilber ist dann von Bedeutung, wenn entsprechende quecksilberhaltige defekte Bauteile am Arbeitsplatz auftreten.

Die Höhe der Exposition kann von verschiedenen Parametern beeinflusst werden (u.a. Alter und Verschmutzungsgrad der Geräte, Gerätedurchsatz am Arbeitsplatz, Art und Gestaltung der Schutztechnik, individuelle Arbeitsweise). Diese Heterogenität macht es schwierig, die Bedeutung einzelner Einflussfaktoren auf die Höhe der gemessenen Gefahrstoffkonzentrationen in der Luft statistisch sicher zu belegen. Die Auswertung zeigt jedoch, dass bei einer Vorreinigung von Bildschirmgeräten in geschlossenen Reinigungskabinen ein insgesamt niedrigeres Expositionsniveau (mit Grenzwerteinhalten für die Leitparameter Cadmium und Blei) zu beobachten ist.

Auf die separate messtechnische Ermittlung von verfahrensbedingt auftretenden Expositionsspitzen im Sinne der TRGS 402 [2] wurde bei den durchgeführten betrieblichen Messungen verzichtet, da diese hinsichtlich ihrer Intensität und Häufigkeit von den verschiedenen bereits genannten Einflussgrößen abhängig sind und sich nicht reproduzierbar wiederholen. Das Auftreten von Expositionsspitzen beim Belüften der Bildröhren wird durch die Verwendung einer geschlossenen Reinigungskabine verhindert.

Unter der Voraussetzung, dass die Freisetzung von Stäuben bzw. Quecksilberdämpfen durch sachgerechte Arbeitstechniken bei entsprechender Arbeitsorganisation vermieden wird und gefahrstoffhaltige Bauteile sachgerecht ausgebaut werden, ist es möglich, die Luftgrenzwerte für Cadmium, Blei und Quecksilber und den Bewertungsindex gemäß TRGS 403 [3] einzuhalten. Auf Kontrollmessungen kann bei Anwendung der in Kapitel 5 genannten Empfehlungen verzichtet werden.

5 Maßnahmen

Die nachfolgend beschriebenen technischen, organisatorischen, hygienischen und persönlichen Schutzmaßnahmen für das Zerlegen von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten lassen die Einhaltung des Grenzwertes für die auftretenden relevanten Gefahrstoffe, die Unterbindung des Hautkontaktes und die Vermeidung der oralen Aufnahme erwarten.

Grundsätzlich sind die in der TRGS 500 [6] beschriebenen allgemeinen arbeitshygienischen Grundsätze zu beachten.

Technische Schutzmaßnahmen:

- Bildschirmgeräte sowie Elektrogeräte, die durch die gemeinsame Lagerung mit Bildschirmgeräten, die zerbrochene Bildröhren enthalten, verunreinigt sind, müssen in einer geschlossenen Reinigungskabine von außen und innen anhaftendem Staub mittels Druckluft gereinigt werden.
- Die Belüftung der Bildröhren erfolgt in der Reinigungskabine. Vor dem Belüften der Bildröhre ist diese mit einem hochohmigen ($> 1 \text{ M}\Omega$) Widerstand von Restspannung zu entladen [7].
- Die Reinigungskabine muss in den Arbeitsablauf integriert sein.
- Damit die Arbeitsoberflächen (Tische) leicht zu reinigen sind, sollen diese mit glatter Oberfläche und umlaufendem Rand versehen sein.
- Der Fußboden des Arbeitsbereichs muss so beschaffen sein, dass freiwerdende Stoffe erkannt und vollständig beseitigt werden können (z.B. Quecksilber). Weiterhin muss der Boden leicht zu reinigen sein.

Technische Spezifikationen der Reinigungskabine

- Die geschlossene Reinigungskabine muss an eine Ablufführung angeschlossen sein. Das Ausströmen von gefahrstoffbelasteten Stäuben während des Reinigungsvorgangs muss verhindert werden.
- Die Absaugung der ausgeblasenen Stäube aus der Reinigungskabine muss über ein ausreichend leistungsstarkes Absauggerät mit geeignetem Filter verfügen und grundsätzlich im Fortluftbetrieb genutzt werden. Die Leistung des Absauggeräts ist ausreichend, wenn ein 300facher Luftwechsel je Stunde in der Reinigungskabine gewährleistet ist. Aus Gründen der Energieeinsparung sollte das Absauggerät nur während der Reinigung und mit einer entsprechenden Nachlaufzeit (mindestens 30 Sekunden) betrieben werden.
- Sofern die Luftrückführung (Umluftbetrieb) nicht zu vermeiden ist, sind die Anforderungen der TRGS 560 [8] zu beachten. Hiernach sind u.a. Absauggeräte der Kategorie H zu verwenden.
- Zum Ausblasen der abgelagerten Stäube soll Druckluft verwendet werden. Bei Verwendung einer Druckluftpistole erfolgt deren Handhabung in der Regel über entsprechende Eingriffsöffnungen in der Kabine (Verwendung von am Arm anliegenden Ärmelstulpen zur Vermeidung des Hautkontaktes).
- Es muss eine Druckluftverriegelung existieren, die den Betrieb der Druckluft nur bei geschlossener Kabine ermöglicht und einen ausreichenden Nachlauf nach dem Drucklufteinsatz gewährleistet (2- bis 3-facher Luftwechsel).
- Die Kabine muss einen mechanischen Splitterschutz gewährleisten.

Organisatorische Schutzmaßnahmen

Anlieferung/Lagerung

- Mit den Zulieferern von Altgeräten ist im Sinne eines vorbeugenden Arbeits- und Gesundheitsschutzes eine schriftliche Vereinbarung bezüglich folgender Punkte zu treffen:
Die Sammlung und Ablagerung der Geräte in entsprechenden Containern muss möglichst schonend, d. h. zerstörungsfrei erfolgen.
Weiterhin ist die Kontamination von Geräten durch Gefahrstoffe aus anderen defekten Geräten durch entsprechende witterungsgeschützte Zwischenlagerung zu vermeiden (z. B. Abdeckung oder Überdachung der Container).
Eine getrennte Sammlung und Lagerung von Bildschirmgeräten und anderen Elektrogeräten ist wünschenswert.
- Potenziell gefahrstoffemittierende Bauteile (z. B. Kondensatoren, Quecksilberschalter), die in offenen Sammelbehältern am Arbeitsplatz abgelegt werden, sind regelmäßig (mindestens alle 2h) in verschließbare Lagerbehälter zu entsorgen. Die Öffnungsquerschnitte der Sammelbehälter sind möglichst klein zu gestalten, z. B. mittels Gummimanschette. Die Sammelbehälter sind zu kennzeichnen.
- Die Lagerung potenziell gefahrstoffemittierender Bauteile und Fraktionen soll außerhalb des Arbeitsbereiches ausschließlich in verschlossenen und gekennzeichneten Behältern erfolgen.
- Für den Umgang mit Elektronikschrott, der nicht zur Zerlegung vorgesehen ist (z. B. Leuchtstoffröhren, Nassbatterien), sind entsprechende Schutzmaßnahmen und Lagerbedingungen festzulegen.

Zerlegearbeiten

- Die Geräte müssen möglichst wegen der Gefahr der Freisetzung von Gefahrstoffen durch Zerstörung von Bauteilen oder Aufwirbelung von noch anhaftenden Stäuben zerstörungsfrei zerlegt werden, insbesondere
 - sind Hämmer als Zerlegungswerkzeug nur dort einzusetzen, wo eine Zerlegung auf andere Art nicht möglich ist,
 - sollen Elektroschrauber statt pneumatisch betriebener Schrauber verwendet werden und
 - sind die Geräte nicht zu werfen, sondern abzulegen.
- Die Funktionstüchtigkeit der zur Reinigungskabine gehörenden Ablufteinrichtung muss täglich vor Arbeitsbeginn geprüft werden (Nachweis z. B. durch Strömungsprüfer).

Reinigung

- Die Arbeitsplätze und Arbeitsbereiche sind regelmäßig mittels staubarmer Verfahren zu reinigen. Arbeitsplätze, wie Tische oder Fußböden, sind mindestens einmal täglich mit einem Industriestaubsauger der Kategorie H [9], große Hallenböden mit geeigneten Kehrsaugmaschinen zu reinigen.

Sonstige Maßnahmen

- Es sind tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen in verständlicher Form gemäß TRGS 555 [10] zu erstellen.
- Es ist eine Betriebsanweisung für die Wartung, den regelmäßigen Wechsel und die Entsorgung der Filter von Reinigungskabine und Sauggeräten zu erstellen.

- Die Beschäftigten müssen an Hand der Betriebsanweisungen regelmäßig, mindestens einmal jährlich, bezüglich des Umgangs mit Gefahrstoffen unterwiesen werden. Hierbei ist auch auf das Erkennen gefahrstoffbelasteter Bauteile in den Altgeräten (z. B. quecksilberhaltige Schalter, PCB-haltige Kondensatoren) und deren sachgerechte Handhabung einzugehen (Qualifizierung der Beschäftigten).
- Es sind Maßnahmen festzulegen, die beim Austreten von Gefahrstoffen eine Gesundheitsgefährdung verhindern, z. B. durch Absperrungen/Kennzeichnen der Unfallstelle, Aufbringen geeigneter Absorber, z. B. Zinkstaub für Quecksilber in ausreichender Menge, sachgerechte Entsorgung und persönliche Hygiene.
- Absauganlagen sind nach § 53 Arbeitsstättenverordnung und entsprechend Abschnitt 5.9 der TRGS 560 [8] in jährlichem Abstand zu prüfen. Entsprechend den „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz an Arbeitsplätzen mit Arbeitsplatzlüftung“ [11] müssen Lüftungstechnische Anlagen mindestens alle zwei Jahre durch einen Sachkundigen geprüft werden. Das Ergebnis der Prüfung ist zu dokumentieren. Lüftungstechnische Anlagen müssen täglich vor Arbeitsbeginn auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft werden.
- Der Eintrag von Gefahrstoffen aus anderen Arbeitsbereichen, auch durch Flurförderzeuge, ist zu vermeiden, z. B. durch räumliche Trennung von Arbeitsbereichen.
- Es müssen geeignete Hebe- und Transporthilfen verwendet werden.
- Alle Arbeitsabläufe müssen schriftlich festgelegt werden.

Hygiene und Persönliche Schutzmaßnahmen

- An den Arbeitsplätzen ist das strikte Rauch-, Schnupf-, Ess- und Trinkverbot einzuhalten, um eine orale Aufnahme von Gefahrstoffen zu vermeiden.
- Es ist Arbeitskleidung zu tragen. Diese muss den notwendigen Schutz vor Hautkontakt mit den Arbeitsstoffen in ausreichendem Maße gewährleisten (s. auch BGR 189 [12]).
- Gemäß § 22 GefStoffV sind Waschräume sowie Räume mit getrennten Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeitskleidung zur Verfügung zu stellen. Die Arbeitskleidung muss durch den Unternehmer gereinigt und in Stand gehalten werden.
- Pausen sollen möglichst ohne Arbeitskleidung (z. B. Schutzkittel) in getrennten Räumen vorgenommen werden.
- Es müssen geeignete Sanitär- und Sozialeinrichtungen zur Verfügung stehen.
- Beim Umgang mit den Filtern der Reinigungskabine muss persönliche Schutzausrüstung getragen werden.
- Bei Gefahr von Splitterverletzungen müssen Schutzbrillen getragen werden.
- Bei den Zerlegearbeiten mit Schnittgefährdung sind schnittfeste Handschuhe zu tragen. Beim Umgang mit Bauteilen, die hautresorptive Stoffe enthalten, sind geprüfte und zertifizierte Nitrit- oder PVC-beschichtete Handschuhe mit CE-Zeichen zu benutzen.
- Es sind wirksame Hautschutzmaßnahmen gemäß den berufsgenossenschaftlichen „Regeln für den Einsatz von Hautschutz“ [13] zu treffen.

6 Anwendungshinweise

Bei der Anwendung dieser LASI/ALMA-Empfehlungen sind die unter Nr. 5 festgelegten verfahrens- und stoffspezifischen Bedingungen einzuhalten.

Werden bei der manuellen Zerlegung von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten diese Empfehlungen berücksichtigt, müssen keine Arbeitsplatzmessungen durchgeführt werden. Die Arbeitsbereichsanalyse kann entsprechend diesen LASI/ALMA-Empfehlungen mit dem Befund "Einhaltung der Luftgrenzwerte" abgeschlossen werden.

Wegen der krebserzeugenden Wirkung von Cadmium bzw. fruchtschädigenden Wirkung von Blei dürfen werdende Mütter nach § 5 Absatz 1 der Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz [14] an diesen Arbeitsplätzen nicht beschäftigt werden.

Zur Bewertung der gesundheitlichen Relevanz durch Gefahrstoffe (innere Belastung) wird im Sinne der TRGS 710 [15] empfohlen, den Beschäftigten die Teilnahme am Biomonitoring zu ermöglichen. Die Notwendigkeit für ein Biomonitoring resultiert aus dem Umgang mit krebserzeugenden und erbgutverändernden Stoffen sowie Stoffen, die über die Haut aufgenommen werden können. Bei vernachlässigter Hygiene am Arbeitsplatz kann zusätzlich auch der orale Aufnahmeweg von Bedeutung sein.

Der Anwender dieser LASI/ALMA-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 LASI/ALMA-Empfehlungen. Die Überprüfung kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz erfolgen [16]. Die Empfehlungen sind im Internet unter <http://lasi.osha.de/publications> verfügbar.

Bei Anwendung dieser LASI/ALMA-Empfehlungen bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere die Ermittlungspflichten (§ 16 GefStoffV), Teile der Überwachungspflicht nach § 18 GefStoffV (z. B. die Gesamtbeurteilung der Exposition bei wechselnden Tätigkeiten der Arbeitnehmer innerhalb einer Schicht oder bei unterschiedlichen Tätigkeiten mit verschiedenen Gefahrstoffen in verschiedenen Arbeitsbereichen), die Verpflichtung zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen (§ 19 GefStoffV) sowie die Verpflichtung zur Erstellung von Betriebsanweisungen und zur regelmäßigen Unterweisung der Beschäftigten (§ 20 GefStoffV), bestehen.

Anhang

Gefahrstoffbelastung bei der manuellen Zerlegung von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten

1 Gefahrstoffe/Grenzwerte

Tabelle 1: Luftgrenzwerte der berücksichtigten Gefahrstoffe [17] [Stand: September 2001]

Gefahrstoff	Luftgrenzwert		Überschreitungs- faktor	Einstufung
	ml/m ³	mg/m ³		
Beryllium		0,002 E	4	K2, S
Bleiverbindungen		0,1 E	4	R _E 1; R _F 3
Cadmium und seine Verbindungen		0,015 E	4	K 2;
Chlorierte Biphenyle (42% Chlor)	0,1	1	4	K 3; R _E 2; R _F 2; H
Chlorierte Biphenyle (54% Chlor)	0,05	0,5	4	K 3; R _E 2; R _F 2; H
Chrom(VI)-Verbindungen		0,05 E	4	K2, S
Cobalt bioverfügbar		0,1 E	4	K3, S
Kupfer und seine Verbindungen		1 E	4	
Mangan		0,5 E	4	
Nickel		0,5 E	4	K3; S
Quecksilber	0,01	0,1	4	
Yttrium und seine Verbindungen		5,0 E	4	
Allgemeiner Staubgrenzwert			4	
A-Staubfraktion		3,0		
E- Staubfraktion		10*		
Faserstäube, anorganische	250 000 F/m ³			s. TRGS 905

E: Einatembare Fraktion

A: Alveolengängige Fraktion

R_E: Fruchtschädigend (entwicklungsschädigend)

R_F: Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit)

K 2: Stoffe; die als krebserzeugend beim Menschen angesehen werden sollten.

K 3: Stoffe, die wegen möglicher krebserregender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben.

H: Hautresorptive Stoffe

S: Sensibilisierende Stoffe

*: Gültig ab 1.4.2004, jedoch bereits jetzt in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen

2 Gefahrstoffexpositionsmessungen

Von den gewerblichen Berufsgenossenschaften, der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, der Zentralstelle für Arbeitsschutz Kassel im Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin wurden in zahlreichen Betrieben umfangreiche Messungen durchgeführt.

Die Betriebe, in denen Messungen durchgeführt wurden, wiesen hinsichtlich ihrer anlagentechnischen Ausstattung erhebliche Unterschiede auf. In kleineren Betrieben werden die Geräte, insbesondere Bildschirmgeräte, überwiegend manuell zerlegt. In größeren Betrieben existieren halbautomatische Zerlegetraßen, mit deren Hilfe bis zu 300 Bildröhren/Schicht belüftet und zerlegt werden können. Der Durchsatz an Bildschirmgeräten kann in den verschiedenen Betrieben um den Faktor 50 variieren.

Während in einigen Betrieben die Bildröhren nur belüftet werden, zerlegen andere Betriebe diese in weitere Fraktionen (z. B. Front- und Konusglas) und entfernen dabei auch die Leuchtschicht. Beim Absaugen der Leuchtschicht von Bildröhren wurden wiederholt sehr hohe Grenzwertüberschreitungen für Cadmium (bis $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$) beobachtet. Da diese Tätigkeit nicht zum Anwendungsbereich der vorliegenden LASI/ALMA-Empfehlungen gehört, bleiben alle diesbezüglichen Messungen hier unberücksichtigt.

Wie die Auswertung des vorliegenden Datenkollektivs gezeigt hat, kommt der Vermeidung der Staubexposition an den Zerlegearbeitsplätzen eine zentrale Bedeutung zu. Dies lässt sich am effektivsten durch eine Vorreinigung der Bildschirmgeräte in einer an eine Ablufführung angeschlossenen Reinigungskabine realisieren. In der nachfolgenden Darstellung der Messergebnisse wird entsprechend zwischen Betrieben unterschieden, die bereits eine Vorreinigung in den Arbeitsablauf integriert haben und denen, die diese noch nicht eingeführt haben.

2.1 Expositionsmessungen in Betrieben mit geschlossenen Reinigungskabinen

2.1.1 Manuelle Zerlegung von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten

Im Rahmen des berufsgenossenschaftlichen Sondermessprogramms „Elektronikschrott-Recycling“ (s. Tabelle 2) wurden Messungen in Betrieben durchgeführt, die bereits einige der in Kapitel 5 genannten Maßnahmen umgesetzt hatten; insbesondere wurden hier geschlossene Reinigungskabinen eingesetzt. Der Gerätedurchsatz lag zwischen einem und 18 Geräten je Stunde. Grenzwertüberschreitungen wurden nicht festgestellt.

Tabelle 2: Schichtmittelwerte beim Zerlegen von Bildschirm- und anderen Elektronikgeräten in Betrieben mit Reinigungskabine (BG-Sonderprogramm)

Gefahrstoff	Anzahl Messdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert [mg/m ³]	95%-Wert* [mg/m ³]
A-Staubfraktion	5	2		
E-Staubfraktion	29	4	0,36	1,96
Beryllium	19	4	0,0003	0,0004
Blei	28	4	0,001	0,01
Cadmium	28	4	0,0002	0,0036
Chrom (Gesamtchrom)	1,0	1	0,00020	0,0013
Kupfer	10	1	0,0004	0,0016
Quecksilber	3	2		
Nickel	10	1	0,0002	0,0008
Yttrium	18	3	0,004	0,01

* 95%-Perzentil bedeutet, dass 95% der ermittelten Messergebnisse unterhalb des in der Tabelle genannten Zahlenwertes lagen.

Im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) wurden vom Labor für Umwelttechnik der Märkischen Fachhochschule Iserlohn (MFH) in zwei Betrieben mit Reinigungskabinen (12 bzw. 15 Beschäftigte) zehn personengetragene und neun stationäre Probenahmen durchgeführt. In beiden Betrieben wurden in den Zerlegebereichen vergleichsweise niedrige Belastungen vorgefunden (s. Tabelle 3). Grenzwertüberschreitungen wurden nicht festgestellt.

Tabelle 3: Schichtmittelwerte bei der Demontage von Elektronikschrott in Betrieben mit Reinigungskabine und Bewertungsindex für das Stoffgemisch (BAuA/MFH)

Gefahrstoff	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	50%-Wert [mg/m ³]	95%-Wert* [mg/m ³]
A-Staubfraktion	8	2	0,03	0,12
E-Staubfraktion	24	2	0,935	3,64
Blei	24	2	0,002	0,0089
Cobalt	24	2	<NWG	0,01
Mangan	24	2	0,001	0,003
Nickel	24	2	0,001	0,01
Cadmium	24	2	0,0004	0,0023

* 95%-Perzentil bedeutet, dass 95% der ermittelten Messergebnisse unterhalb des in der Tabelle genannten Zahlenwertes lagen.

Der Bewertungsindex I als Summe der Stoffindices (Konzentration / Luftgrenzwert) über alle Einzelmessergebnisse lag für die Stoffe mit MAK-Wert bei 0,09, für die Stoffe mit TRK-Wert bei 0,21 (Grenzwert = 1)

2.1.2 Entstauben von Bildschirmgeräten / Belüftung von Bildröhren in der Reinigungskabine

In den o.g. Betrieben hat die Märkische Fachhochschule Iserlohn (BAuA/MFH) bei dem Arbeitsschritt "Entstauben von Geräten und Belüften von Bildröhren" 4 personengetragene und 6 stationäre Probenahmen in den Reinigungskabinen durchgeführt. Die Messergebnisse weisen ein insgesamt niedriges Belastungsniveau aus (s. Tabelle 4). Grenzwertüberschreitungen wurden nicht beobachtet.

Tabelle 4: Schichtmittelwerte für Tätigkeiten an der Reinigungskabine und Bewertungsindex für das Stoffgemisch (BAuA/MFH)

Gefahrstoff	Anzahl. Messungen	Anzahl Betriebe	50-Perzentil [mg/m ³]	95-Perzentil* [mg/m ³]
A-Staubfraktion	2	2	<NWG	<NWG
E-Staubfraktion	10	2	0,605	1,24
Blei	10	2	0,001	0,003
Cobalt	10	2	<NWG	0,011
Mangan	10	2	<NWG	<NWG
Nickel	10	2	<NWG	0,0025
Cadmium	10	2	0,0003	0,0006

* 95%-Perzentil bedeutet, dass 95% der ermittelten Messergebnisse unterhalb des in der Tabelle genannten Zahlenwertes lagen.

Der Bewertungsindex I als Summe der Stoffindices (Konzentration / Luftgrenzwert) über alle Einzelmessergebnisse lag für die Stoffe mit MAK-Wert bei 0,14 und für die Stoffe mit TRK-Wert bei 0,04 (Grenzwert = 1)

Beim Entstauben von Bildschirmgeräten in Betrieben mit Reinigungskabinen wurden auch von den Berufsgenossenschaften Messungen durchgeführt (s. Tabelle 5).

Tabelle 5: Schichtmittelwerte für Tätigkeiten an der Reinigungskabine (BG-Sonderprogramm)

Gefahrstoff	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	Schichtmittelwert [mg/m ³]
A-Staubfraktion	1	1	< 0,16
E-Staubfraktion	5	3	0,22 - 1,21
Beryllium	5	3	< 0,00017- 0,0007
Blei	5	3	< 0,001 - 0,0029
Cadmium	5	3	< 0,0002 - 0,005
Faserstäube	2	2	60 000 - 100 000 allgemein*
Nickel	1	1	0,00013
Quecksilber	3	3	< 0,002
Yttrium	5	3	0,00016- < 0,02

* in Fasern/m³

2.2 Expositionsmessungen in Betrieben ohne geschlossenen Reinigungskabinen

Im Rahmen des berufsgenossenschaftlichen Sondermessprogramms „Elektronikschrott-Recycling“ wurden auch Messungen in Betrieben durchgeführt, die keine geschlossene Reinigungskabine einsetzen. Die Messergebnisse der stationären und personengetragenen Probenahmen bei der manuellen Zerlegung von Elektronikschrott in diesen Betrieben werden in Tabelle 6 gezeigt. Sie zeigen, dass die Grenzwerte der meisten Stoffe (z. B. Kupfer, Nickel, Yttrium, Allgemeiner Staubgrenzwert) eingehalten werden. Bei Cadmium und Quecksilber wurde jedoch in jeweils einem Fall eine Grenzwertüberschreitung beobachtet.

Tabelle 6: Schichtmittelwerte beim Zerlegen von Bildschirm- und anderen Elektronikgeräten in Betrieben ohne Reinigungskabine (BG-Sonderprogramm)

Gefahrstoff	Anzahl Messdaten	Anzahl Betriebe	50%-Wert [mg/m ³]	95%-Wert [mg/m ³]
A-Staubfraktion	26	14	0,25	0,94
E-Staubfraktion	28	13	1,55	4,99
Barium**	23	11	0,02	0,07
Beryllium	20	9	0,0001	0,0005
Blei	29	15	0,005	0,03
Cadmium	30	15	0,0009	0,0075

* 95%-Perzentil bedeutet, dass 95% der ermittelten Messergebnisse unterhalb des in der Tabelle genannten Zahlenwertes lagen.

** Barium, nicht lösliche Verbindungen: kein Grenzwert

Die Märkische Fachhochschule Iserlohn (BAu/MFH) hat in Betrieben ohne Reinigungskabine die Belastungssituation der Beschäftigten (4 bis 18 Arbeitnehmer) bei der manuellen Zerlegung von Elektronikschrott erhoben. Grenzwertüberschreitungen für Cadmium, Blei und die einatembare Staubfraktion (gültig ab 1.4.2004) wurden in Arbeitsbereichen festgestellt, in denen Bildschirmgeräte demontiert wurden (s. Tabelle 7) [18].

Tabelle 7: Schichtmittelwerte bei der Demontage von Elektronikschrott ohne weiße Ware (BAu/MFH)

Gefahrstoff	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	50%-Wert [mg/m ³]	95%-Wert* [mg/m ³]
A-Staubfraktion	30	7	0,11	0,9
E-Staubfraktion	89	8	1,48	14,8
Blei	89	8	0,007	0,061
Cobalt	87	8	<NWG	0,007
Mangan	89	8	0,001	0,014
Nickel	87	8	<NWG	0,005
Cadmium	89	8	0,0015	0,055

* 95%-Perzentil bedeutet, dass 95% der ermittelten Messergebnisse unterhalb des in der Tabelle genannten Zahlenwertes lagen.

Der Bewertungsindex I als Summe der Stoffindices (Konzentration / Luftgrenzwert) über alle Einzelmessergebnisse lag für die Stoffe mit MAK-Wert bei 0,64, für die Stoffe mit TRK-Wert bei 3,69 (Grenzwert = 1)

Die Zentralstelle für Arbeitsschutz Kassel hat in sechs Betrieben ohne Raumlufttechnische Anlage mit 5 bis 150 Beschäftigten mit 64 Probenahmen (personengetragen und ortsfest) die Belastung durch Blei, Cadmium und die einatembare Staubfraktion im Bereich der Demontage von Bildschirmgeräten untersucht (siehe Tabelle 8). In zwei der sechs Betriebe wurden die Bildschirme nach dem Belüften der Bildröhre in einer geschlossenen Kabine mit Druckluft gereinigt. In vier der Betriebe wurden die Arbeitsbereiche mittels Besen gereinigt. Der tägliche Durchsatz an belüfteten Bildröhren lag in den Betrieben zwischen 40 und 325.

Tabelle 8a: Schichtmittelwerte beim Zerlegen von Bildschirm- und anderen Elektronikgeräten in Betrieben mit Reinigungskabine (ZfA)

Gefahrstoff	Anzahl der Messwerte und der Schichtmittelwerte (in Klammern)	Anzahl Betriebe	Schichtmittelwerte [mg/m ³]
E-Staub	9 (2)	2	0,4 / 0,6
Cadmium	14 (5)	2	0,0005 - 0,005 *
Blei	14 (5)	2	< 0,001 - 0,01

* In einem Betrieb wurden im Bereich der Grobdemontage bei einer Doppelbestimmung im Mittel 0,124 mg Cadmium/m³ gemessen. Die Emissionsursache konnte nicht eindeutig identifiziert werden.

Tabelle 8b: Schichtmittelwerte beim Zerlegen von Bildschirm- und anderen Elektronikgeräten in Betrieben ohne Reinigungskabine (ZfA)

Gefahrstoff	Anzahl der Messwerte und der Schichtmittelwerte (in Klammern)	Anzahl Betriebe	Schichtmittelwerte [mg/m ³]
E-Staub	8 (3)	4	0,2 / 0,5 / 1,6
Cadmium	26 (10)	4	0,0002 - 0,003
Blei	26 (10)	4	< 0,003 - 0,02

Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) Karlsruhe hat in fünf Kleinbetrieben, in denen keine Reinigungskabinen eingesetzt wurden, Messungen auf Staub (einatembare und alveolengängige Fraktion), Schwermetalle, Fasern, VOC und PCB durchgeführt. Tabelle 9 gibt einen Überblick über die wesentlichen Ergebnisse [19].

- Alle Staubmessungen ergaben Werte unter den zur Zeit gültigen oder diskutierten Grenzwerten.
- Neben den in Tabelle 8 angeführten Schwermetallen wurden 20 weitere gemessen, doch waren deren Beiträge zur Gesamtbelastung vernachlässigbar. Unter den Schwermetallen waren nur Cadmium, Blei und Quecksilber von Bedeutung.
- Die direkt anzeigend gemessenen Quecksilberkonzentrationen an den Arbeitsplätzen lagen in der Regel unter 0,01 mg/m³, an einem Arbeitsplatz mit 0,21 mg/m³ jedoch über dem Grenzwert.
- Bei den anorganischen Fasern lag der Messwert in 15 von 18 Fällen unter der Bestimmungsgrenze von 4200 F/m³. Asbestfasern wurden in keinem Fall gefunden.
- Die Lösungsmittelbelastung (leicht- und mittelflüchtige organische Verbindungen) war in den Betrieben in der Regel im Bereich der normalen Außenluftbelastung, der Bewertungsindex war immer kleiner 0,1.
- Von den PCB konnten nur einzelne Kongenere in Spuren nachgewiesen werden. Der Gesamtbeitrag der PCB zum Bewertungsindex I_{MAK} nach TRGS 403 war in allen Betrieben < 0,1.

Tabelle 9: Schichtmittelwerte beim Zerlegen von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten (LfU)

Gefahrstoff	Anzahl Messungen	Anzahl Betriebe	Schichtmittelwerte [mg/m ³]
A-Staubfraktion	10	5	< 0,5
E-Staubfraktion	55 (31 pers., 24 ortsfest)	5	0,46 - 5,3 < 0,5 - 2,1
Blei	55	5	< 0,001 - 0,023
Cadmium	55	5	< 0,001 - 0,005
Chrom	55	5	< 0,001 - 0,003
Quecksilber	direktanzeigend	5	< 0,005 - 0,21
Fasern	18	5	< 4200 - 27600 F/m ³
PCB	15	5	< 0,05

Literatur

- [1] Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung) vom 15.11.1999, BGBl. I, S. 2233, geändert 15.05.2000, BGBl. I, S. 739
- [2] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (TRGS 402), BArbBl. 11/1997
- [3] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz (TRGS 403), BArbBl. 10/1989
- [4] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die betriebliche Arbeitsbereichsüberwachung (TRGS 420), BArbBl. 9/1999, zuletzt geändert BArbBl. 7-8/2000
- [5] Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen, Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (KrW-/AbfG), vom 27.9.1994 (BGBl. I, S. 2705), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 03. Mai 2000 (BGBl. I, S. 632)
- [6] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Schutzmaßnahmen: Mindeststandards (TRGS 500). BArbBl. 3/1998, S. 57
- [7] Merkblatt 30 Radio und Fernsehtechnik, Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Köln 1999
- [8] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Luftrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen, (TRGS 560). BArbBl. 5/1996, S. 54
- [9] Heimann, M.; Otto, M.: Maschinen zur Beseitigung gesundheitsgefährlicher Stäube - Positivliste. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 510 210 In: BIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 32. Lfg. V/98. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit - BIA, Erich Schmidt Bielefeld 1985
- [10] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV (TRGS 555). BArbBl. 12/1997, S. 49
- [11] Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Arbeitsplätze mit Arbeitsplatzlüftung, (BGR 121, bisher ZH 1/140). Carl Heymanns, Köln
- [12] Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Einsatz von Schutzkleidung (BGR 189, bisher ZH 1/700). Carl Heymanns, Köln
- [13] Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Einsatz von Hautschutz (BGR 197, bisher ZH 1/708). Carl Heymanns, Köln
- [14] Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz. (Mutterschutzrichtlinienverordnung) vom 15.04.1997, BGBl. I, S. 782

-
- [15] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Biomonitoring (TRGS 710), BArbBl. 2/2000, S. 60
- [16] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG) vom 7.08.1996, BGBl. I, S. 1246; geändert 21.12.2000, BGBl. I, S. 1983 und 29.10.2001, BGBl. I, S. 2785
- [17] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz - Luftgrenzwerte (TRGS 900), BArbBl. 10/2000, S. 34, zuletzt geändert BArbBl. 9/2001
- [18] Hanke, M.; Ihrig, Ch.; Ihrig, D. F.: Stoffbelastung beim Elektronikschrott-Recycling. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin - Gefährliche Arbeitsstoffe - GA 56. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven 2001
- [19] Arbeitsschutz beim Recycling von Elektro- und Elektronikschrott, Projektbericht-Nr.: 34-5534.417/97.1001. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe 1999

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 Schellingstr. 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 01069 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

Stand: