



LÄNDERAUSSCHUSS FÜR ARBEITSSCHUTZ UND SICHERHEITSTECHNIK

L A S I

Handlungsanleitung Spritzlackieren von Hand bei der Holzbe- und -verarbeitung



LV 43

Impressum: LASI-Veröffentlichung – LV 43
Handlungsanleitung „Spritzlackieren von Hand bei der Holzbe- und –verarbeitung“

*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: *Ltd MinR Dr. Helmut Deden
Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales
des Landes Nordrhein-Westfalen
Horionplatz 1
40213 Düsseldorf*

Verantwortlich: *Dr. Bernhard Brückner
Koordinator „Gefahrstoffe“
Hessisches Sozialministerium
Dostojewskistraße 4
65187 Wiesbaden*

Redaktion: *Arbeitsgruppe „Spritzlackieren im Holzgewerbe“*

*Dr. Bernd Wüstefeld (Vorsitz)
Behörde für Wissenschaft und Gesundheit
Amt für Arbeitsschutz / Arbeitsschutzlabor
Marckmannstraße 129 b
20539 Hamburg*

*Dr. Markus Berges
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz
BGIA – Fachbereich Gefahrstoffe
Alte Heerstraße 111
53757 Sankt Augustin*

*Erolf Brucksch
Regierungspräsidium Kassel – Dezernat 35.3 –
Fachzentrum für Produktsicherheit
und Gefahrstoffe
Ludwig-Mond-Straße 33
34121 Kassel*

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

*Dipl.-Chem. Michael Seumel
Holz-Berufsgenossenschaft
Prävention
Am Knie 8
81241 München*

*Dipl.-Ing. (FH) Ralf Spiekers
Bundesverband Holz und Kunststoff
Littenstr. 10
10179 Berlin*

*Bildnachweis: Regierungspräsidium Kassel –Dezernat 35.3 -
Herausgabedatum: September 2005
ISBN: 3-936415-42-0*

Vorwort

Mit der Handlungsanleitung „Spritzlackieren von Hand bei der Holzbe- und –verarbeitung“ setzt der LASI die Reihe seiner Veröffentlichungen fort, mit denen insbesondere Klein- und Mittelunternehmen bei der Durchführung ihrer gefahrstoffbezogenen Gefährdungsbeurteilung unterstützt werden sollen.

Mit Inkrafttreten der neuen Gefahrstoffverordnung am 01. Januar 2005 ist das Gefahrstoffrecht grundlegend geändert worden. Infolge dieser Änderungen muss auch das technische Regelwerk angepasst werden.

Für Spritzaerosole (Lacktröpfchen) gibt es bisher keinen Luftgrenzwert. Die Handlungsanleitung gilt für das Spritzlackieren von Hand im Holzbe- und –verarbeitendem Gewerbe bei Verwendung branchenüblicher Lacksysteme und Farben einschließlich Beizen, und zwar bevorzugt beim Einsatz abgesaugter Spritzeinrichtungen wie Kabinen oder Spritzstände mit Trocken- oder Nasswand.

Bei Anwendung dieser Empfehlungen ist sichergestellt, dass eine Belastung durch Lack-Aerosole im Schichtmittel unter 3 mg/m^3 einatembare Aerosole bleibt und folglich messtechnische Ermittlungen der Luftbelastung im Betrieb nicht erforderlich sind.

Darüber hinaus enthält die Handlungsanleitung auch Aussagen zum gefahrstoffbezogenen Arbeitsschutz in kleinen Betrieben, die abweichend vom Stand der Lufttechnik nicht über abgesaugte Spritzkabinen oder -stände verfügen und nur gelegentlich im begrenzten Umfang spritzlackieren. Hierfür werden die Lackmengen beschränkt und im übrigen insbesondere organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen beschrieben.

Die hier vorgeschlagenen Maßnahmen sollen dem Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) zur arbeitsmedizinisch-toxikologischen Bewertung vorgelegt werden.

Zu beachten ist, dass die Handlungsanleitung primäre Schutzmaßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz enthält. Sie verweist deshalb auch auf entsprechende andere sicherheitstechnische Regeln.

Dr. Helmut Deden
LASI-Vorsitzender

Düsseldorf im September 2005

Handlungsanleitung

„Spritzlackieren von Hand bei der Holzbe- und -verarbeitung“

Inhalt

Vorbemerkung	1
1. Allgemeines	1
2. Anwendungsbereich	2
3. Arbeitsverfahren/Tätigkeit	2
4. Gefahrstoffe, Gefahrstoffexposition	4
4.1 Gefahrstoffe	
4.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition	
5. Maßnahmen	7
5.1 Technische Maßnahmen	
5.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen	
5.3 Persönliche Schutzmaßnahmen	
5.4 Wartung/Technische Prüfungen	
6. Anwendungshinweise	11
7. Ausblick	11
8. Literatur	13
Anhang: Darstellung und Beurteilung der Messkollektive	15

Anmerkungen:

Die Abschnitte 2 – 8 dieser LASI-Empfehlungen werden mit identischem Inhalt in der Schriftenreihe BGI 790 veröffentlicht.

Bezüglich der Lackaerosol-Belastung ohne AGW werden die Empfehlungen dem AGS-UA III zur arbeitsmedizinisch-toxikologischen Bewertung und insgesamt dem AGS zur Konformitätsbewertung nach der TRGS 420 zur Prüfung vorgelegt, mit dem Ziel der Anerkennung als Verfahrens- und Stoffspezifische Kriterien (VSK) nach der Gefahrstoffverordnung.

Vorbemerkung

Mit der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) vom 23.12.2004 wurde in Umsetzung mehrerer EG-Richtlinien der Arbeitsschutz bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen neu geregelt. Insbesondere wurde zur Begrenzung der Luftbelastung von Beschäftigten der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) eingeführt. Eine hervorgehobene Stellung wird den vom AGS für bestimmte Tätigkeiten und Verfahren beschlossenen verfahrens- und stoffspezifischen Kriterien (VSK) eingeräumt, die als Technische Regeln vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit veröffentlicht werden. Verfährt der Arbeitgeber entsprechend diesen VSK, kann er bei Tätigkeiten und Stoffen mit AGW von ihrer Einhaltung ausgehen. Die Erstellung von VSK ist auch bei fehlendem AGW möglich. Bei VSK für Tätigkeiten und Stoffe ohne Grenzwert kann der Arbeitgeber davon ausgehen, dass er die einschlägigen Anforderungen der GefStoffV erfüllt, wenn er die Maßnahmen der VSK umgesetzt hat. Zu beachten ist, dass die bisherigen VSK im Sinne der TRGS 420 (s. u.) nicht mit denen nach GefStoffV identisch sind, da diese u. a. auch Verfahren beschreiben, bei denen die festgelegten Grenzwerte überschritten werden und eine Gefährdung der Arbeitnehmer nicht ausgeschlossen ist. Deshalb werden alte VSK vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) überprüft und neu verabschiedet werden müssen.

Insgesamt wird das Technische Regelwerk an die neue GefStoffV anzupassen sein. Wenn nachstehend Technische Regeln zitiert werden, so wird deren Anwendung im Sinne der neuen GefStoffV vorausgesetzt. Z. B. werden bisherige MAK-Wert als AGW (Arbeitsplatzgrenzwerte nach der neuen Gefahrstoffverordnung) interpretiert und bestehende Kurzzeitregelungen angewendet.

1. Allgemeines

Gehen die Beschäftigten Tätigkeiten mit Gefahrstoffen nach oder werden Gefahrstoffe bei diesen Tätigkeiten freigesetzt, so ist der Arbeitgeber nach der Gefahrstoffverordnung [1] verpflichtet, die Gefährdung zu ermitteln und Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit der Beschäftigten durchzuführen. Hierzu gehört neben der Beachtung der Substitution (Ersatz durch weniger gefährliche Stoffe oder Verfahren) und der Durchführung von Maßnahmen nach dem Stand der Technik 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 sind ergänzend die TRGS 403 [3] anzuwenden.

Bestimmte LASI-Veröffentlichungen machen Aussagen zur Exposition und zum Stand der Technik und unterstützen den Arbeitgeber bei der Durchführung der Gefährdungsermittlung und –beurteilung sowie seiner Überwachungspflicht/Wirksamkeitsprüfung. Dazu werden im Rahmen von Branchenuntersuchungen unter Federführung des *Arbeitskreises der Ländermessenstellen für den chemischen Arbeitsschutz (ALMA)* durch systematisches Erheben und Bewerten von Expositionsmesswerten in Arbeitsbereichen Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt und vom LASI bekannt gemacht. Diese kann der Arbeitgeber nach Prüfung der Anwendbarkeit auf die betriebliche Situation übernehmen. 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, ggf. werden auch gefahrstoffrechtliche Maßnahmen des Brand- und Explosions-schutzes formuliert.

Eine Grundlage für die Erstellung der Empfehlungen und Expositionsbeschreibungen können 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] sein. Erarbeitete Empfehlungen und Expositionsbeschreibungen können dem AGS zur Konformitätsprüfung bzw. Risikobewertung vorgelegt und als VSK verabschiedet werden. Andere Empfehlungen, z. B. solche in denen nach dem Stand der Technik z. Z. AGW nicht eingehalten werden können oder eine Gefährdung der Arbeitnehmer nicht auszuschließen ist und deshalb Körperschutzmaßnahmen getroffen werden müssen, werden - da sie keine VSK im Sinne der GefStoffV sind - unabhängig veröffentlicht und können insbesondere den Betrieben im Rahmen ihrer Gefährdungsbeurteilung dienen.

LASI-Veröffentlichungen 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 Empfehlungen gelten für das Spritzlackieren von Hand im holzbe- und –verarbeitendem Gewerbe bei Verwendung branchenüblicher Lacksysteme und Farben einschließlich Beizen, und zwar bevorzugt beim Einsatz abgesaugter Spritzeinrichtungen wie Kabinen und Spritzstände mit Trocken- oder Nasswand. Bei Anwendung dieser Empfehlungen ist sichergestellt, dass Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) eingehalten sind und eine Belastung durch Lack-Aerosole (kein AGW) im Schichtmittel unter $3 \text{ mg/m}^3 \text{ E}$ bleibt und folglich betriebliche messtechnische Ermittlungen der Luftbelastung nicht erforderlich sind.

Diese Empfehlungen enthalten auch Aussagen zum gefahrstoffbezogenen Arbeitsschutz bei kleinen Betrieben, die abweichend vom Stand der Lufttechnik nicht über abgesaugte Spritzeinrichtungen verfügen, aber nur gelegentlich im begrenzten Umfang diese Tätigkeiten ausführen. Hier werden die Lackmengen, die ohne Spritzkabinen oder –stände gespritzt werden dürfen, beschränkt und im übrigen insbesondere organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen beschrieben.

Diese Empfehlungen enthalten zu Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen nur grundsätzliche gefahrstoffrechtliche Aussagen (primäre Schutzmaßnahmen). Siehe aber ergänzend auch die Bestimmungen des Kapitel 2.29 „Verarbeiten von Beschichtungsstoffen“ der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) und der BGI 740 „Lackierräume und –einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe“. Auf die Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung und auf die Brandschutzvorschriften der Länder wird nicht näher eingegangen. Regelungen zum Explosionsschutz finden sich bezüglich Bau und Ausrüstung (Maschinen) in den entsprechenden harmonisierten europäischen Normen (EN 12215 - Spritzkabinen, EN 13355 – kombinierte Spritz- und Trocknungskabinen, EN 1539 - Trockner), die in erster Linie von Herstellern und Lieferanten zu beachten sind.

3. Arbeitsverfahren/Tätigkeit

Zum Zwecke der Oberflächenveredelung werden mit unterschiedlichen Techniken Beschichtungssysteme (Beschichtungsstoffe) auf Werkstücke aufgebracht. Häufiges Verfahren ist das Spritzen von Hand mit „Spritzpistolen“. In der Regel geschieht dieses in abgesaugten Spritzkabinen oder –ständen. Diese befinden sich in getrennten Spritzräumen oder gesonderten Bereichen von Arbeitsräumen. Siehe auch BGI 740 [5].

Spritzkabinen sind dadurch gekennzeichnet, dass sich der Lackierer während der Spritzarbeiten mit dem zu beschichtenden Werkstück in einem geschlossenen Raum mit technischer Lüftung (Zuluft, Abluft) befindet. Die Luftführung kann vertikal, horizontal oder eine Kombination davon sein. Kabinen mit Zuluftdecke und Unterflurabsaugung werden für hohen Lackverbrauch und das Erzielen hochwertiger Oberflächen und die Oberflächenbehandlung von

großflächigen Werkstücken eingesetzt und lassen Spritzlackierarbeiten um das Werkstück herum zu.

Der Bodenbereich der Kabine, mit begehbaren Gitterrosten ausgelegt, wird hierbei (fast) ganzflächig abgesaugt; die Zuluftdecke (verwirbelungsfreie Zufuhr von temperierter Frischluft) unterstützt die senkrechte Strömungsrichtung. Unterhalb der Gitterroste befinden sich Filtermatten (in der Regel Kombination aus Faltkarton und Glasfaservlies), welche die festen Partikeln aus der Abluft herausfiltern.

Der **Spritzstand** ist dadurch gekennzeichnet, dass sich das zu beschichtende Werkstück innerhalb eines mit einer Absaugwand versehenen und bis auf die offene Zugangsseite geschlossenen Bereiches befindet. Das Werkstück reicht nicht über den Spritzstand hinaus. Die offene Zugangsseite ist Einlassöffnung für die Zuluft und Zugang für den Lackierer. Dieser steht während des Spritzens vor der offenen Zugangsseite, das Werkstück befindet sich immer zwischen Lackierer und Absaugwand, dies macht ggf. den Einsatz eines Drehgestelles erforderlich. Die Lacknebelabscheidung (Rückprall, Overspray) erfolgt trocken oder nass.

Spritzstände mit Trockenwand werden überwiegend dort eingesetzt, wo am Tag bzw. in der Woche nur stundenweise lackiert wird. Die Farbnebel werden vor der Wand erfasst und treffen zunächst auf die sogenannte Prallwand (hier werden die groben Farbpartikel abgeschieden und die Luftgeschwindigkeit abgesenkt). Diese besteht entweder aus Lamellen oder aus einem Faltkartonfilter (Zickzacksystem). Nachgeschaltet ist in der Regel noch ein Glasfaservlies. Danach gelangt die Abluft in den Ventilator und wird nach außen geleitet.

Spritzstände mit wasserberieselter Wand werden überwiegend in Betrieben mit hohem Lackverbrauch eingesetzt. Die Farbnebel gelangen durch den Absaugluftstrom in einen Wasserschleier, der von oben nach unten an der Wand hinunter läuft, und werden durch ein Koagulierungsmittel gebunden. Die Lösemitteldämpfe werden mit der Abluft durch den Ventilator ins Freie geleitet. Der entstehende Lackschlamm wird mechanisch ausgetragen. Der Spritzstand kann wahlweise mit nach vorn verlängertem Wasserbecken und zusätzlich wasserberieselten Seitenwänden ausgestattet sein.

Die **Spritzwand** ist eine Erfassungseinrichtung ohne größere seitliche und/oder obere Bekleidung. Die Position des Spritzlackierers zu Absaugwand und Strömungsrichtung ist nicht festgelegt, auch nicht die Richtung des Spritzstrahles zur Strömungsrichtung. Wegen der größeren freien Fläche ist der Erfassungsgrad gegenüber dem Spritzstand gering.

Hinsichtlich der **Lackzerstäubungstechnik** unterscheidet man

- Luftspritzverfahren: Niederdruck (HVLV), optimierter Hochdruck (RP), Hochdruck (HP, Becher)
- Luftfreies Verfahren: Airless
- Kombinierte Verfahren: Aircombi (Airmix, Aircoat),
Luft nur zur Verbesserung des Spritzstrahles.

Diese Verfahren unterscheiden sich u. a. in der Lackübertragungsrate: Während das klassische HP-Verfahren nur 30-40 % erreicht, sind z. B. beim Niederdruck 60-70 % mit entsprechend niedrigem Overspray möglich. Bei luftfreien und kombinierten Spritzverfahren sind allgemein Overspray und Rückprall am geringsten.

Eine Zuordnung von Spritzverfahren zu bestimmten Betriebstypen bzw. Produktionsarten ist nicht gegeben. Der Einsatz hängt sowohl vom Lackiergut als auch von der individuellen Entscheidung der Betriebe ab. Die Verfahren können sich aber deutlich in der Verarbeitungsgeschwindigkeit und/oder im Handling unterscheiden. Insbesondere beim Einsatz von Luftspritzverfahren sind Optimierungsbemühungen hinsichtlich der Zerstäubungstechnik der Betriebe erforderlich.

In einer TAB-Arbeit der Holz-BG aus 1996 zu „Gefahrstoffe in Schreinereien bis 20 Beschäftigte“ wurde festgestellt, dass 13 von 44 untersuchten Betriebe (30 %) nicht über eine Absaugung (Spritzstand, Spritzwand) beim Spritzen verfügten. Vor allem kleinere Betriebe waren technisch schlechter ausgestattet: Im Mittel hatten die Betriebe ohne Absaugung 2-3

Beschäftigte, Betriebe mit Absaugwand 7 Beschäftigte. Für sehr kleine Betriebe (bis zu 3 Beschäftigte) hat die Holz-BG in 2004 eine neue Erhebung durchgeführt, die Ergebnisse sind im Anhang detailliert beschrieben.

4. Gefahrstoffe, Gefahrstoffexposition

Gefahrstoff	Grenzwert/Bewertungsmaßstäbe	Bemerkungen
Lösemittel [6] gesamt	Index I = 1	TRGS 403 für AGW der LM
Monomere Isocyanate	0.035 mg/m ³ , Überschreitungs-faktor =1=	AGW für Hexamethylen-diisocyanat
Polymere Isocyanate	Index I = 1	TRGS 430 mit APF und EBW
Lack-Aerosole		kein AGW

Tab. 1 Grenzwerte/Bewertungsmaßstäbe

Einhaltung des Grenzwertes für einen Gefahrstoff bedeutet nach TRGS 402 [2] die Erfüllung von 3 Anforderungen gleichzeitig

- Einhaltung des Grenzwertes als Schichtmittelwert
- Begrenzung der Expositionspitzen auf die zugelassene Kurzzeitwerthöhe (als 15-Minuten-Mittelwert) für Einzelstoffe
- Begrenzung der Zeitdauer der erhöhten Exposition (>1 x Grenzwert) auf 1 Stunde pro Schicht für Einzelstoffe.

Der Bewertungsindex für polymere Isocyanate ergibt sich nach TRGS 430 [7] zu

$$I_{\text{poly}} = C_{\text{poly}} \times \text{APF} / \text{EBW}$$

mit **C_{poly}** gemessene Luftkonzentration
APF Aerosolpenetrationsfaktor, berücksichtigt die Tröpfchengröße
EBW Expositionsbeurteilungswert, berücksichtigt die geringere gesundheitliche Wirkung des polymeren Isocyanats im Vergleich zum monomeren.

Im Rahmen der hier beschriebenen Untersuchung wird ein EBW von 10 x AGW des monomeren Hexamethylen-diisocyanat verwendet und mit folgenden APF gerechnet:

Hochdruckverfahren 1,0
 Airlessverfahren 0,4
 Aircombiverfahren 0,2.

Neben der inhalativen Belastung der Beschäftigten kann es beim Spritzlackieren auch zu Belastungen der Haut kommen. Die Lackaerosole können dabei auf die durch Kleidung bedeckten und die unbedeckten Körperpartien des Beschäftigten gelangen. Insbesondere sind die Hände und Unterarme betroffen, in geringerem Umfang auch das Gesicht sowie die Vorderseite des Oberkörpers und der Beine.

Da Beschichtungsstoffe in der Regel brennbar sind, können Brand- und Explosionsgefahren auftreten. Beim Spritzlackieren eingesetzte Zubereitungen sind überwiegend entsprechend ihrem Flammpunkt als leicht entzündlich oder entzündlich einzustufen. Unabhängig von ihrem Flammpunkt sind aber – abgesehen von Wasserlacken mit niedrigem Anteil brennbarer Komponenten - Beschichtungsstoffe im feinverteilten Zustand (z. B. als Spritzwolke) entzündbar. Auch die meisten ausgehärteten Lackstäube, z. B. Nitrozellulose-stäube, sind unter bestimmten Bedingungen als Staub – Luft – Gemische explosionsfähig. Stark beladene

Filtermatten und mit ausgehärteten Lacken verschmutzte Absaugeinrichtungen stellen eine hohe Brandlast dar.

4.1 Gefahrstoffe

Nach Angaben eines bedeutenden Herstellers von Spritzlacksystemen für den Holzbereich im Handwerk ergibt sich die Aufteilung der verarbeiteten Menge in die verschiedenen Lack- und Beizmaterialien (bei Betrieben bis ca. 5 Personen) größenordnungsmäßig etwa wie folgt:

Polyurethanlacke (farbig / farblos) einschließlich Härter und Verdünnung;	58%
Cellulosenitratlacke (farbig / farblos) einschließlich Verdünnung:	30%
Hydrolacksysteme (farbig / farblos):	4%
Wasserbeizen	7%
Lösemittelbeizen (Lackbeizen)	1%

Die relative Gewichtung der einzelnen Systeme ist bei größeren Betrieben bzw. industriellen Verarbeitern teilweise regional und produktbezogen deutlich abweichend. Mit zunehmender Betriebsgröße nimmt aber im Mittel der Anteil der Polyurethanlacke im Vergleich zu den Nitratlacken zu. Bei den vorliegenden Untersuchungen zu Aerosolen (Abb. 6 im Anhang) betrafen 73 % der Messungen 2K PUR-Lacke.

Anhaltswerte für die Zusammensetzung lösemittelhaltiger Lacke sind in Tab.2 beispielhaft beschrieben.

Beschichtungsmittel	Bindemittel	Pigment	Lösemittel
PUR-Farblack	21 – 25 %	10 – 30 %	40 – 60 %
PUR-Klarlack	24 – 42 %		53 – 75 %
CN-Farblack	18 – 25 %	10 – 20 %	55 – 72 %
CN-Klarlack	21 – 28 %		67 – 77 %
Hydrolacke	25 – 35 %	15 – 25 %	

Tab. 2 Lackzusammensetzung

Härter für PUR-Lacke bestehen aus etwa 37 – 75 % Polyisocyanat und 25 – 63 % Lösemittel.

Die Lösemittelzusammensetzung der Beschichtungssysteme nach Art und Anteil variiert in weiten Bereichen und wird in erster Linie durch den Anwendungszweck bestimmt. Diesbezügliche Kennzeichnungen sind

Kennzeichnung Xn

<i>R 10, R 11</i>	<i>Entzündlich, leicht entzündlich</i>
<i>R 20/21</i>	<i>Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut</i>
<i>R 38</i>	<i>Reizt die Haut</i>

oder bei niedrigem Aromatengehalt (Toluol, Xylol)

Kennzeichnung Xi

<i>R 36/37/38</i>	<i>Reizt die Augen, die Atmungsorgane und die Haut</i>
-------------------	--

Als Härter bei Polyurethanharzen fungieren in erster Linie im Holzbereich Polymere des Hexamethylendiisocyanats.

Monomere und polymere Isocyanate wirken sensibilisierend beim Einatmen und bei Hautkontakt. In der Kennzeichnung ist darauf hin zu weisen.

Leicht entzündliche Beschichtungsstoffe (Flammpunkt zwischen 0 und 21 °C) sind mit Flammensymbol und dem R-Satz R 11, entzündliche Beschichtungsstoffe (Flammpunkt mindestens 21, höchstens 55 °C) mit der entsprechenden Aufschrift (R 10) gekennzeichnet.

4.2 Bewertung der Gefahrstoffexposition

Von den ALMA-Messstellen Hessen und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und der Holz-Berufsgenossenschaft wurden im Zeitraum 2001-2004 umfangreiche Messungen zur Belastung der Beschäftigten beim Spritzlackieren durchgeführt, und zwar hinsichtlich Lösemittel, monomere und polymere Isocyanate und Aerosole (einatembare Lacktröpfchen).

Die ausführliche Darstellung der Messwertkollektive und deren Auswertung ist im Anhang beigefügt. Daraus leiten sich die nachfolgenden Bewertungen und Folgerungen ab:

Spritzlackieren mit Absaugung:

Für die Messwerte in Kabinen und Spritzständen gilt:

Die **Lösemittelbelastung** bleibt bei bestimmungsgemäßer Verwendung unter 50% des Grenzwertes (Index $I < 0,5$). Bei der Verwendung von Hydrolacken liegt die Lösemittelbelastung deutlich niedriger (Index 0,07).

In der Regel liegen die Belastungen bei monomeren und polymeren **Isocyanaten** jeweils unter 10 % vom Bewertungsindex.

Nach **TRGS 403** ist folglich mit $BI < 0,7$ der Gesamtbewertungsindex 1 eingehalten.

Für **Lack-Aerosole** gibt es z. Z. keinen Grenzwert. Der höchste Messwert beträgt 5 mg/m³, das 95-Perz. des Gesamtkollektivs liegt bei 3,3 mg/m³. Deutliche Belastungsunterschiede gibt es zwischen Spritzständen mit Trockenwand und Kabinen/Nasswänden: Z. B. 95-Perz. 4,2 gegenüber 2,7 mg/m³. Durch Vermeidung des Hochdruck-Luftspritzens und gute Filterpflege lassen sich die Werte reduzieren. Die Messwerte können eine geringe Staub-Hintergrundbelastung durch Lackzwischenchliff und Abbürsten/Abblasen enthalten. Messtechnisch ist wegen der Kürze dieser Tätigkeiten eine Trennung von den Lackaerosolen nicht möglich.

Spritzlackieren ohne Absaugung

Beim Spritzen ohne Absaugung wurde im Rahmen *orientierender* Messungen in sehr kleinen Betrieben während Spritzdauern von 30 – 150 min pro Schicht (s.Tab. 9 im Anhang) ermittelt, dass die Belastung im Mittel erheblich höher ist:

- Lösemittelindizes 0,33 – 1,69
- Bewertungsindizes polymere Isocyanate 0,04 – 0,32 (monomere Isocyanate waren unauffällig)
- Aerosole 3,66 – 21,4 mg/m³.

Schichtmittelwerte, Kurzzeitanforderungen

Alle mitgeteilten Messwerte wurden während der tatsächlichen Spritzarbeiten gewonnen. Die Beurteilung als **Schichtmittelwerte** wäre eine Worst Case-Betrachtung. Diese trifft eher für Industriebetriebe zu. Insbesondere im Handwerk bleiben die Spritzdauern meistens unter 4 Stunden pro Schicht, für die untersuchten sehr kleinen Betriebe siehe obige konkrete beispielhafte Angaben. Die Messwerte mit AGW bzw. bei Anwendung der TRGS 403/TRGS 430 würden sich als Messergebnisse bei Vorliegen einer verkürzten Exposition im Verhältnis zur 8-Stunden-Schicht entsprechend verringern.

Die **Kurzzeitanforderungen** (Abschnitt 4, 2. und 3. Spiegelstrich) gelten nur für Einzelstoffe im Sinne der TRGS 900, hier also nur für Isocyanate und einzelne Lösemittel – nicht für Lösemittelgemische, und sind erfüllt.

Sonderfall Lack-Aerosole: Es gibt keinen Arbeitsplatzgrenzwert und folglich sind auch Kurzzeitanforderungen nicht festgelegt. Eine verbindliche Risikobewertung kann nur vom AGS

vorgenommen werden, siehe auch Abschnitt 7. Wie im Abschnitt 2. bereits mitgeteilt, bleiben die Schichtmittelwerte bei Absaugung im Rahmen dieser Empfehlungen unter 3 mg/m³ E.

5. Maßnahmen

Losgelöst von den nachfolgend beschriebenen Maßnahmen ist zunächst nach der Gefahrstoffverordnung eine Prüfung auf **Ersatzstoffe**, nämlich Vermeidung von Gefahrstoffen (Stichwort Wasserlacke) oder bei Lösemittelacken Einsatz weniger gefährlicher Stoffe (Stichwort Ersatz von Zubereitungen mit R 11 durch R 10) bzw. auch auf weniger belastenden **Ersatzverfahren** (z. B. Ersatz des Hochdruckspritzens durch Airless- oder Aircombi-Spritzen) zu prüfen. Hinsichtlich der Ersatzstoffe kann eine generalisierende Empfehlung hier nicht gegeben werden. Bei Lösemittelverbräuchen von mehr als 5 t/a sind die Beschränkungen der 31. BimSchV zu beachten.

Die Maßnahmen unten setzen die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung entsprechend **Schutzstufe 2** und u. a. die Brand- und Explosionsschutzbestimmungen der Gefahrstoffverordnung und die Forderungen zur arbeitsmedizinischen Vorsorge um.

Werden diese erfüllt und die erforderlichen regelmäßigen Wartungen und technischen Prüfungen durchgeführt werden, sind betriebliche Arbeitsplatzmessungen nicht erforderlich.

5.1 Technische Maßnahmen

Anforderungen zur Spritzeinrichtung:

- Ab einem jährlichen Verbrauch an Spritzlack einschließlich Verdünner von mehr als 100 L sollte i. a. ein Spritzstand mit Trockenwand, ersatzweise eine Spritzwand mit ausreichender Absaugleistung (Erfassungsgeschwindigkeit am Werkstück mindestens 0,25 m/s), verwendet werden.
- Beim Überschreiten von 200 L jährlich wird (zumindest) ein Spritzstand mit Trockenwand eingesetzt.
- Spritzeinrichtungen sind mit Ab- und Zuluftleistungen nach den entsprechenden Angaben des Lieferanten zu betreiben. Die Wirksamkeit der Lüftung ist kontinuierlich zu überwachen; eine Fehlfunktion muss optisch und akustisch angezeigt werden, siehe auch Abschnitt 5.4.

Arbeitsweisen zur Verringerung der Schadstoffkonzentration in der Luft sind:

- Spritzgerät möglichst nahe an der zu spritzenden Fläche führen
 - Niederdruckspritzen ca. 5 bis 25 cm
 - Hochdruckspritzen ca. 25 bis 50 cm
 - Luftunterstütztes Airless-Spritzen ca. 25 cm
 - Airless-Spritzen ca. 30 cm
- Spritzstrahlbreite an Werkstückabmessungen anpassen
- Zerstäubungsdruck möglichst gering halten
- Werkstück in möglichst kurzer Entfernung zur Absaugwand aufstellen
- immer in Richtung Spritzwand spritzen, ggf. drehbare Auflage verwenden
- Hinweise der Spritzgerätehersteller zur Optimierung des Lackauftragwirkungsgrades beachten.

Soweit in Betrieben das Hochdruck-Luftspritzen eingesetzt wird, ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob dieses durch Verfahren mit besserer Lackübertragungsrate ersetzt werden kann (s. Abschnitt 3.).

Die gespritzten Werkstücke sollten so abgelegt werden, dass die frei werdenden Dämpfe nicht in den Atembereich des Lackierers oder anderer Beschäftigter gelangen können.

5.2 Organisatorische Maßnahmen

- Spritzlackierarbeiten dürfen nur Arbeitnehmern übertragen werden, die mit den auftretenden Gefahren und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sind. Sie sind

z. B. zu unterrichten, wie Schadstoffkonzentrationen und Overspray zu verringern sind und zu Brand- und Ex-Schutzmaßnahmen. Bei feuergefährlichen Arbeiten (z. B. Schweißarbeiten in Lackierräumen oder in den gesonderten Bereichen für die Aufstellung von Spritzeinrichtungen) ist ein Arbeitsfreigabesystem mit besonderen schriftlichen Anweisungen des Arbeitgebers anzuwenden (Schweißerlaubnis).

- Zugänge zu Lackierräumen oder die gesonderten Bereiche mit **Ex**-Gefahren sind entsprechend zu kennzeichnen. Zur Zoneneinteilung siehe die „Verarbeitungsbeispiele mit Angabe der explosionsgefährdeten Bereiche“ nach den Anhängen zur BGI 740 [5].
- Brennbare Beschichtungsstoffe in Lackierräumen und gesonderten Bereichen dürfen nur in der für den Fortgang der Arbeiten notwendigen Menge – höchstens Bedarf einer Arbeitsschicht – bereitgestellt werden, möglichst im Originalgebinde.
- Für Gefäße, Gebinde, Behälter am Arbeitsplatz gilt: Gekennzeichnet nach der Gefahrstoffverordnung, abgedeckt halten, leere täglich aus den Spritzbereichen entfernen.
- Gegenstände, die sich gefährlich aufladen können, z. B. leitfähige Werkstückauflagen oder Gebinde werden elektrostatisch geerdet. Das gilt insbesondere beim Airless-Spritzen oder Umfüllen.
- Beschichtungsstoffe, deren Ablagerungen leichtentzündlich sind (z. B. Nitrolacke), die bei der Trocknung Wärme entwickeln (Öllacke, bestimmte Kunstharzlacke) und Mehrkomponenten-Reaktionslacke (z. B. PUR-Lacke) sollten auf getrennten Spritzlackiereinrichtungen verarbeitet werden (ggf. Lieferanten befragen). Anderenfalls müssen bei Lackwechsel Filter gewechselt werden und z. B. Auflageeinrichtungen gründlich gereinigt werden.
- Alle Arbeitnehmer, die Atemschutz tragen, sollten nach dem Untersuchungsgrundsatz G26 „Atemschutzgeräte“ untersucht sein. Ob vom Arbeitgeber zum Schutz der Beschäftigten vor Lösemitteln arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen angeboten werden müssen, richtet sich nach der Lösemittelzusammensetzung und der Nennung unter Anhang V Nr. 2.2 Ziffer 3 GefStoffV. Arbeitsmedizinische Beratung auch zu Vorsorgeuntersuchungen gegenüber Isocyanaten ist erforderlich.
- Der Hautkontakt zu Spritzlack, Verdünnern und Reinigungsmitteln ist wegen der Gefahr der Hautresorption und der Sensibilisierung zu vermeiden.
- Beschäftigte dürfen ohne sorgfältiges vorheriges Händewaschen nicht essen, trinken, rauchen oder schnupfen.
- Sonderfall Betriebe ohne Spritzkabine oder -stand: Sofern räumlich getrennte Spritzbereiche nicht vorhanden sind, müssen Spritzarbeiten zeitlich so gelegt werden, dass andere Beschäftigte nicht exponiert werden.

5.3 Persönliche Schutzmaßnahmen

- Beim Einsatz eines Spritzstandes nur mit Trockenwand und einer Dauer der Spritzarbeit von mehr als einer Stunde pro Schicht ist zum Schutz vor der Aerosolbelastung Atemschutz zu tragen, z. B. partikelfiltrierende Halbmaske vom Typ FFP2.
- Bei Spritzarbeiten ohne Absaugung oder nur mit Spritzwand ist generell Atemschutz zum Schutz vor Aerosolen und organischen Dämpfen zu tragen, z. B. filtrierende Halbmaske vom Typ FFA2P2, bzw. beim Einsatz von Hydrolacken filtrierende Halbmaske vom Typ FFP2.
- Bei Spritzlackierarbeiten sind i.d.R. geeignete Schutzhandschuhe zu verwenden. Dabei sind neben dem Schutz vor den Chemikalien (insbesondere den Lacklösemitteln und Isocyanaten) auch mechanische und ergonomische Anforderungen zu berücksichtigen. Dem Sicherheitsdatenblatt des Arbeitsstoffes/ der Zubereitung können dabei die folgenden Informationen entnommen werden:
 - Handschuhmaterial und dessen Durchdringungszeit (Tragedauer)
 - erforderliche Materialstärke und maximale Tragedauer unter Praxisbedingungen.

- Ist im Sicherheitsdatenblatt kein konkretes Handschuhfabrikat mit Hersteller oder Vertreiber benannt, so erfolgt die Auswahl der Schutzhandschuhe entsprechend den berufsgenossenschaftlichen Regeln BGR 195 auf der Grundlage der im vorherigen Punkt aufgeführten Informationen aus dem Sicherheitsdatenblatt.
- Schutzhandschuhe dürfen nicht länger als der Durchdringungszeit entspricht bzw. dieses erforderlich ist getragen werden.
- Defekte Handschuhe dürfen nicht verwendet werden, sondern sind sofort zu entsorgen.
- Für alle Beschäftigten, die Spritzlackierarbeiten durchführen, müssen nachweislich wirksame Hautmittel (Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflege-) zur Verfügung gestellt und diese von ihnen benutzt werden. Ein wirksamer Schutz erfolgt in folgenden drei Stufen:
 - Hautschutz durch Hautschutzmittel vor der hautbelastenden Tätigkeit
 - Hautreinigung mit geeignetem Hautreinigungsmittel nach der hautbelastenden Tätigkeit
 - Hautpflege nach Beendigung der Exposition am Arbeitsplatz und nach der Reinigung der Haut [15].

In einem Hautschutzplan ist zu beschreiben, welche, wann und wie die Hautmittel anzuwenden sind. Bei der Erstellung des Hautschutzplans unterstützen die meisten Hersteller oder Lieferanten und die Berufsgenossenschaft. Lösemittel dürfen zur Hautreinigung oder zum Säubern von Kleidungsstücken nicht verwendet werden.

5.4 Wartung/Technische Prüfungen

Wartung von Spritzlackiereinrichtungen

Um bei Farbnebelabsaugsystemen einen möglichst hohen Erfassungsgrad zu erhalten, sind die Anlagen abhängig von Verbrauchsmengen oder Betriebsstunden regelmäßig zu reinigen. Als Anhalt für eine solche Grundreinigung sollten jeweils 14 Tage genommen werden.

Ausgehärtete Lackstäube sind überwiegend brennbar und als Lackstaub-Luft-Gemisch unter bestimmten Verhältnissen explosionsfähig. Ein gut gewartetes System reduziert somit nicht nur die Gesundheitsgefährdung des Lackierers, sondern auch die Brand- und Explosionsgefahr. Brennbare Ablagerungen sind arbeitstäglich zu entfernen. Bei Reinigungsarbeiten dürfen keine funkenreißenden Werkzeuge verwendet werden, sondern z. B. solche aus Messing, ggf. Edelstahl bei Vermeidung leicht entzündlicher Lacke oder rostender Untergründe (ferritische Stähle).

a) Zuluftanlagen

Sind in der Regel unterhalb der Decke angebracht und bringen temperierte Frischluft durch Feinfiltermatten impulsarm in den Raum. Die Standzeiten der Filter betragen in etwa ein Jahr.

b) Absauganlagen

- *Trockene Farbnebelabsaugsysteme*

Das Filtermaterial sollte spätestens dann entfernt werden, wenn pro m² Filterfläche folgende Massen an Lackfestkörper abgeschieden worden sind (Anhaltswerte):

- 3 bis 4 kg/m² bei Glasfasermaterial
- 2 bis 5 kg/m² bei Kartonfilter (Zickzacksystem).

Bei Lackierkabinen mit Unterflurabsaugung wird oft ganzschichtig spritzlackiert; eine Reinigung des Filtermaterials durch Absaugen mit Industriestaubsaugern bzw. Austausch ist in der Regel spätestens nach einer Woche notwendig. Der eventuell nachgeschaltete Feinfilter sollte etwa nach einem Monat ausgetauscht werden.

Beim Spritzstand mit Trockenprallwand findet zunächst grundsätzlich eine Vorabscheidung des Oversprays an gestaffelten Prallblechen statt. Die Standzeit der nachgeschalteten Glasfaser- oder Faltkartonfilter erhöht sich dadurch und kann bei geringem Lackverbrauch sogar mehrere Wochen betragen. Die Prallbleche können zur raschen Reinigung z. B. mit einem Abziehlack eingesprüht werden. Mittels sog. Rollbandfilter können die Reinigungsintervalle für die Prallbleche reduziert werden.

- *Spritzstand mit wasserberieselter Wand*

Die in dem Wasserschleier erfaßten Lackpartikel (Overspray) werden durch sogenannte Koagulierungsmittel zu einem Lackschlamm gebunden. Um die Standzeit des Berieselungswassers zu erhöhen, ist es erforderlich, den Lackschlamm regelmäßig auszutragen. Das Koagulierungsmittel sowie weitere chemische Zusätze wie Entschäumer werden in der Regel mittels Dosierungs- und Pumpensystem zugegeben; auch diese Anlagenteile sind in regelmäßigen Zeitabständen nach Herstellerangaben zu warten.

Technische Prüfungen an Spritzlackiereinrichtungen

a) Messung Differenzdruck

Der Beladungszustand einer Filteranlage kann grundsätzlich durch Bestimmung des Differenzdruckes ermittelt werden; die vom Hersteller empfohlene maximale Enddruckdifferenz entspricht dem maximalen Beladungszustand des Filtermaterials. Branchenüblich sind Schrägrohrmanometer.

In geschlossenen Lackierkabinen wird in der Regel bis zu 10 % mehr Luft zugeführt als abgesaugt. Auch dieser geringe Überdruck im Raum kann mittels o. g. Manometer überwacht werden.

b) Messung Luftgeschwindigkeit

Um im Spritznebelbereich Luftgeschwindigkeiten von größenordnungsmäßig 0,3 m/s zu realisieren, sind in einem Abstand von 0,5 m vor der Wand (Absaugquerschnitt) Geschwindigkeiten von mindestens 0,5 m/s notwendig.

6. 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 Überprüfung kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz [9] erfolgen.
- Bei Anwendung dieser Empfehlungen bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung (z. B. Ersatzstoffgebot), insbesondere aber die Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung für die anderen Arbeitsbereiche des Betriebes, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird und für die die Empfehlungen nicht gelten, bestehen.
- Eine Betriebsanweisung nach TRGS 555 [10] muss erstellt und die Beschäftigten müssen anhand dieser jährlich unterwiesen werden.

7. Ausblick

Mit der Festlegung eines Staubgrenzwertes für die Einatembare (E) bzw. für die Alveolengängige (A) Staubfraktion durch den Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) in 2001 wurden die Lackaerosole ausgenommen. Eine gesundheitliche Bewertung der **Lack-Aerosolbelastung** liegt deshalb z. Z. nicht vor. An den Unterausschuss V des alten AGS war der Auftrag ergangen, einen nach dem Stand der Technik abgeleiteten Luftgrenzwert vorzuschlagen. Derartige Luftgrenzwerte kennt die neue Gefahrstoffverordnung nicht. Es ist aber erforderlich, dass der AGS auf der Grundlage dieser ermittelten Expositionsdaten eine gesundheitliche Bewertung vornimmt.

Mit der „Lösemittelhaltige Farben- und Lack-Verordnung“ vom 16. Dezember 2004 wird beim Inverkehrbringen der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in Farben und Lacken u. a. zur Beschichtung von Bauteilen (Fenstern, Türen usw.) und dekorativen Bauelementen beschränkt.

8. Literatur

- [1] Gefahrstoffverordnung vom 23.12.2004 „Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen“, BGBl.I vom 29.12.2004, S. 3758
- [2] TRGS 402, „Ermittlung und Beurteilung der Konzentration gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“, 11/1997
- [3] TRGS 403, „Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz“, 10/1989
- [4] TRGS 420, „Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Verfahrens- und Stoffspezifische Kriterien für die betriebliche Arbeitsbereichsüberwachung“, 9/1999, letzte Änderung 1/2003
- [5] BGI 740, „Lackierräume und –einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe“, 06/2004
- [6] TRGS 900, „Luftgrenzwerte“, 10/2000 zuletzt geändert 7-8/2004
- [7] TRGS 430, „Isocyanate – Exposition und Überwachung“, 3/2002
- [8] BGR 190 „Einsatz von Atemschutzgeräten“, 4/2004
- [9] Arbeitsschutzgesetz 8/1996, zuletzt geändert 8/2004
- [10] TRGS 555 Betriebsanweisung und Unterweisung nach GefStoffV, 12/1997
- [11] Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin „Gefährliche Arbeitsstoffe GA 63: Stoffbelastungen bei der Möbelherstellung“
- [12] Regierungspräsidium Kassel „Ermittlung der Gefahrstoffexposition beim Spritzlackieren im holzbe- und –verarbeitenden Handwerk“
- [13] „Empfohlene Analysenverfahren für Arbeitsplatzmessungen“, GA 13, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2003
- [14] BIA-Arbeitsmappe, Methode 7670
- [15] TRGS Gefährdung durch Hautkontakt: Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen. In Vorbereitung

Die zitierten Arbeitsschutznormen sind in der jeweils aktuellen Fassung anzuwenden. Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe sind unter dem angegebenen Datum im Bundesarbeitsblatt zu finden.

Anhang: Darstellung und Beurteilung der Messkollektive

I. Spritzlackieren mit Absaugung

I.1 Allgemeines

Gegenstand der Untersuchungen war das Spritzlackieren (Handspritzen) in **Spritzkabinen** und an **Spritzständen**. Messungen wurden durchgeführt von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) im Rahmen des Projekts „Untersuchung der Exposition beim Umgang mit lösemittelhaltigen Zubereitungen – Teil 6: Möbelindustrie“ [11], dem Fachzentrum für Produktsicherheit und Gefahrstoffe beim Regierungspräsidium Kassel unter „Ermittlung und Bewertung der Gefahrstoffbelastung beim Spritzlackieren im holzbe- und verarbeitendem Handwerk“ [12] und der Holz-Berufsgenossenschaft in einem Sondermessprogramm „Spritzlackieren in der Holzwirtschaft“. Der stoffliche Umfang der Messungen ist Tab. 3 zu entnehmen.

Messstelle	Zeitraum	Stofflicher Umfang
BAuA	2001/03	Lösemittel/Aerosole
Fachzentrum	2001/02	Lösemittel/Aerosole/ monomere Isocyanate
Holz-BG	2003/04	Lösemittel/Aerosole/ monomere und polymere Isocyanate

Tab. 3 Messprogramme

Die Struktur, Größe und Anzahl der untersuchten Betriebe beschreibt Tab.4. In Abhängigkeit von der Betriebsgröße verfügen die Betriebe über einen oder mehrere Spritzarbeitsplätze. In der Regel gibt es räumlich getrennte Bereiche für Lackierung und Trocknung.

Art der Betriebe	Größenklasse	Bemerkungen zur Größenklasse
Handwerk 49	1: 1-10 AN 19	nur Handwerk
Industrie 20	2: 11-50 AN 31	Handwerk 27 Industrie 4
	3: 51-200 AN 13	Handwerk 3 Industrie 10
	4: < 200 AN 6	nur Industrie

Tab. 4 Struktur der Betriebe

Die Probenahmedauer der ausschließlich personengetragenen Messungen betrug im Mittel 184 min (Median 180 min, Kleinstwert 42 min, Größtwert 385 min). Während die BauA und das Fachzentrum Lösemittel und Aerosole in kombinierter Probenahme erfasste, geschah dieses bei der Holz-BG ebenfalls zeitgleich an derselben Person, aber apparativ getrennt. Ein sorgfältiger Vergleich der Messwert-Verteilungen ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede, so dass die jeweiligen Messdaten zu Gesamtkollektiven vereinigt werden konnten.

Probenahme und Analytik [13]

Lösemittel: Aktiv-Kohle, GC-FID bzw. MS

Monomere Isocyanate: Mit Nitroreagenz imprägnierte Glasfaserfilter, HPLC

Polymere Isocyanate: Mit Nitroreagenz imprägnierte Glasfaserfilter, HPLC [14]

Aerosole: Glasfaserfilter, Gravimetrie; als E-Fraktion gesammelt.

Die Messwerte für Lösemittel gesamt und für monomere und polymere Isocyanate werden nachfolgend getrennt als Expositionswerte über die **Messdauer** im Vergleich zu den Grenzwerten als Indices ($I = \text{Konzentration} / \text{Grenzwert}$) statistisch dargestellt und ausgewertet (Statistik-Programm PC-Statistik, Version 5.0, O. Hoffmann, Gießen). Werte unter der Bestimmungsgrenze gehen im Sinne worst case als diese in die Auswertung. Betrachtungen zu Schichtmittelwerten werden unter Nr. 4.2 angestellt. Soweit sinnvoll wird die folgende statistische Darstellung gewählt:

Darstellung der Datenkollektive mit Box-Whisker-Plots

Die Darstellung in Form von Box-Whisker-Plots ist eine übersichtliche Form mit hohem Informationsgehalt. Der Plot besteht aus einer Box, einem Rechteck, dessen Unterkante das 25-Perzentil und dessen Oberkante das 75-Perzentil anzeigt. Das Kreuz legt den arithmetischen Mittelwert fest, der Querstrich in der Box den Median. Die Whisker, die Fäden, sind im Höchstfalle so lang wie die Box, enden aber beim letzten erreichten Datenpunkt. So reicht der untere Whisker meist bis zum niedrigsten Datenpunkt. Die Werte außerhalb der Whiskergrenze werden Extremwerte genannt. Bei Arbeitsplatzmessungen liegen im Regelfall schiefe Verteilungen vor, d. h. der Median liegt tiefer als der arithmetische Mittelwert, der durch Extremwerte stark beeinflusst wird.

Für die Untersuchung von Unterschieden in Messkollektiven wird der folgende Test benutzt:

Signifikanztest nach Wilcoxon

Für die Abklärung, ob zwei Datenkollektive signifikant unterschiedlich sind, bedarf es eines Signifikanztests, und zwar in diesem Falle für unabhängige Stichproben, unabhängig von der Art der Verteilung.

Getestet wird die Hypothese: „*der Mittelwert der einen Grundgesamtheiten ist größer als der der anderen*“ als einseitiger Test

$$TG = R_1 - \left| \frac{n_1 \cdot (n_1 + n_2 + 1)}{2} \right| \rightarrow p$$

TG = Testgröße p = Irrtumswahrscheinlichkeit

R_1 = Summe der Rangzahlen der Stichprobe 1 (Rangzahlen ermittelt an beiden Stichproben)

n_1, n_2 = Stichprobenumfänge

Über die Berechnung der Testgröße und ein statistischen Tabellenwerk erhält man die Irrtumswahrscheinlichkeit p. Konvention ist, dass dieses p mit der Irrtumswahrscheinlichkeitsgrenze $p=0,01$ verglichen wird. Ist der erhaltene Wert $<0,01$, so gilt die Hypothese als sicher signifikant. Bis $p=0,1$ wird nachfolgend noch von Tendenz gesprochen.

I.2 Beschreibung der Messdaten

Zur Übersicht sind die Messdaten in den Tab. 5 – 8 dargestellt.

Betrieb	Anzahl Messungen	Mittelwert	StAbw	25-Perz	Median	75-Perz	95-Perz	obere WG
Gesamt	99	0,117	0,123	0,030	0,070	0,160	0,420	0,280
Handwerk	69	0,128	0,137	0,040	0,070	0,180	0,420	0,310
Industrie	30	0,092	0,081	0,030	0,065	0,150	0,240	0,260

Tab. 5 Lösemittel, Index

Extremwerte

Betriebe gesamt: 0,31; 0,33;0,34;0,36;0,42;0,50;0,56;**0,57** – WG = Whiskergrenze

Handwerk: 0,33;0,34;0,36;0,42;0,50;0,56;**0,57** – max. Wert in Fettdruck

Industrie: ---

Bestimmungsgrenze: <0,01

Kommentar: Die Verteilungen für Handwerk und Industrie sind sehr ähnlich, erst ab ca. dem 75-Perz. bleiben die Industriewerte etwas niedriger. Alle Extremwerte sind dem Handwerk zuzurechnen.

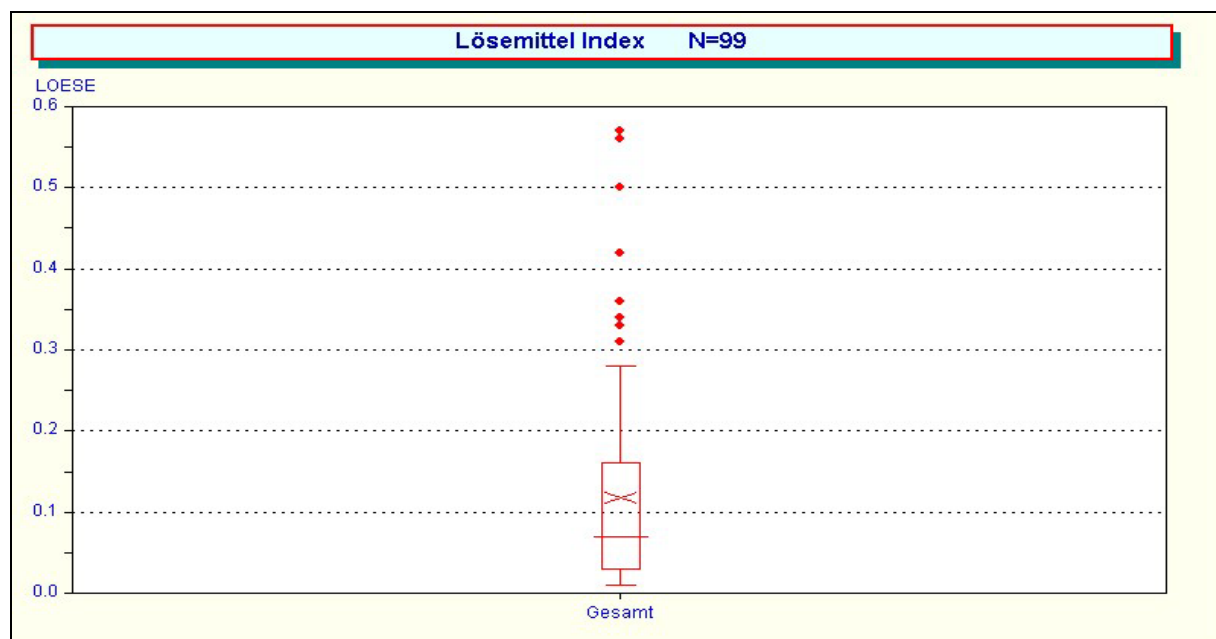


Abb. 1

Betrieb	Anzahl Messungen	Mittelwert	StAbw	25-Perz	Median	75-Perz	95-Perz	obere WG
Gesamt	42	0,0279	0,0336	0,010	0,010	0,030	0,080	0,04

Tab. 6 Isocyanate (monomer), Index

Extremwerte: 0,06;0,07;0,08;0,11;**0,18**

Aus dem Zeitraum 1994-2003 liegen weitere 100 Messwerte der Holz-BG vor mit einem 95-Perzentil von 0,11 als Index.

Bestimmungsgrenze: < 0,01

Kommentar: Noch der Median bleibt unter der Bestimmungsgrenze. Die Messwerte bleiben praktisch unter ca.10 % des Bewertungsindex.

Betrieb	Anzahl Messungen	Mittelwert	StAbw	25-Perz	Median	75-Perz	95-Perz	obere WG
Gesamt	24	0,0188	0,0205	0,010	0,010	0,010	0,070	0,010

Tab. 7 Isocyanate (polymer), Index

Extremwerte: 0,02;0,03;0,06;0,07;**0,08**

Bestimmungsgrenze: < 0,01

Kommentar: Noch die obere Whiskergrenze bleibt unter der Bestimmungsgrenze. Die Messwerte bleiben unter ca. 10 % des Bewertungsindex.

Betrieb	Anzahl Messungen	Mittelwert	StAbw	25-Perz	Median	75-Perz	95-Perz	obere WG
Gesamt	82	1,443	0,979	0,740	1,180	1,750	3,280	2,740
Handwerk	56	1,514	0,981	0,900	1,270	1,790	3,380	2,580
Industrie	26	1,291	0,975	0,640	1,040	1,550	3,120	2,020
Trockenstand	47	1,685	1,094	0,860	1,480	2,250	4,230	3,380
Kabine + Nasswand	35	1,119	0,688	0,710	0,980	1,280	2,700	1,710

Tab. 8 Aerosole in mg/m³

Extremwerte Betriebe gesamt: 3,12;3,28;3,38;4,23;4,60;**5,01**

Handwerk: 2,69;2,74;3,12;3,28;3,38;4,60;**5,01**

Industrie: 2,59;2,70;3,12;**4,23**

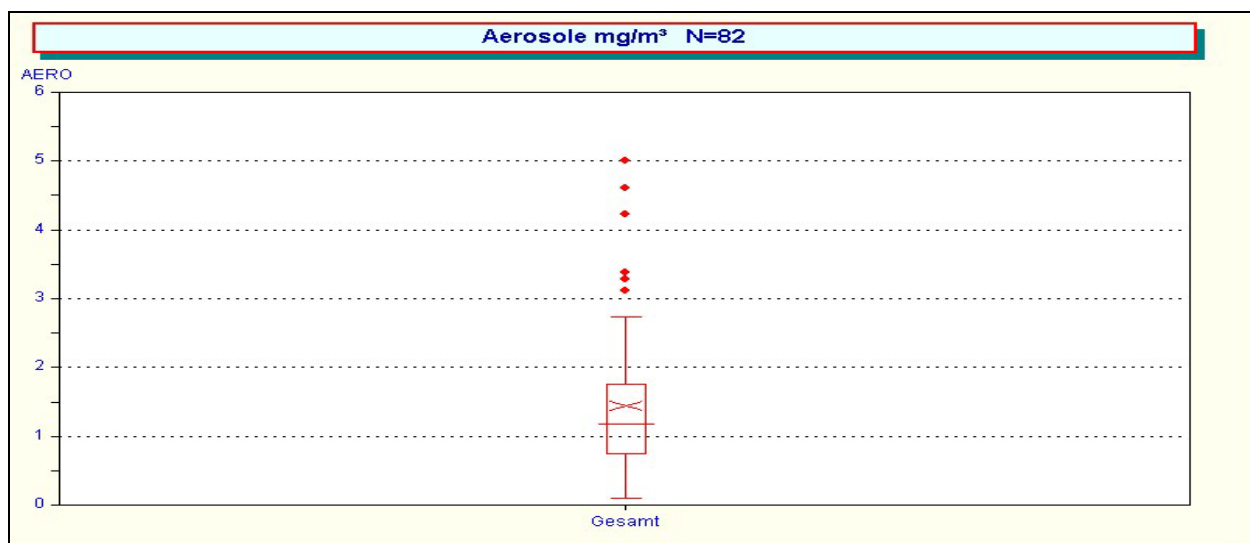
Trockenstand: 4,23;4,60;**5,01**

Kabine+Nassw.: 1,95;2,69;2,70;**3,28**

Nicht in die Auswertung aufgenommen wurde ein Aerosolwert von 7,55 mg/m³ in einer Spritzkabine, die nur mit einem Viertel der erforderlichen Absaugleistung betrieben wurde.

Bestimmungsgrenze: 0,5 – 1,0 mg/m³ in Abhängigkeit vom Probenahmenvolumen

Kommentar: Die Verteilung der Industriemesswerte ist gegenüber dem Handwerk nur sehr geringfügig zu kleineren Werten verschoben, praktisch sind die Verteilungen als gleich zu werten. Deutliche Unterschiede gibt es bei den verwendeten Spritzeinrichtungen, siehe auch Abb. 4.

**Abb. 2**

I.3 Diskussion von Einflussgrößen

Bei der Probenahme wurden u. a. neben der Zahl der verfügbaren Spritzstände/-kabinen, der Betriebsgrößenklassen und der Art des Lackiergutes insbesondere folgende weiteren Daten erfasst, deren Zusammenhang mit der Höhe der Exposition untersucht werden sollte:

- Spritzeinrichtung (Kabine, Spritzstand mit Trocken- oder Nasswand)
- technische Raumlüftung (technische Zuluft, zusätzliche Abluft oder Kombination)
- angewandtes Spritzverfahren
- Lackverbrauch
- Beschichtungssystem (in der Gliederung 1K-Lack, 2K-Lack, NC-Lack, Wasserlack, Beize, sonstige)
- Lackzwischenchliff im Spritzbereich
- Tragen von Atemschutz

Diese Vergleiche wurden überwiegend an der **Aerosolbelastung** durchgeführt, da die Lösemittel- und insbesondere die Isocyanatmesswerte i.a. recht niedrig sind (z. T. auch unter der Bestimmungsgrenze des Messverfahrens liegen) und somit weniger zu differenzieren sind. Die nachfolgenden Einflussbeschreibungen treffen in der Tendenz im Wesentlichen (außer natürlich bei Wasserlacken und –beizen) auch für die Lösemittelbelastung zu.

Anmerkung: *Die nachfolgenden Vergleiche sind statistischer Art, d.h. es werden Kollektive verglichen, also nicht z. B. der Einfluss verschiedener Lüftungsleistungen auf das einzelne Messergebnis untersucht. Die Variation einer Einflussgröße bei Konstanzhaltung der anderen ist nicht möglich.*

Größenklassen

Abb. 3 zeigt die Aerosolbelastung in Abhängigkeit von der Größenklasse mit einer Tendenz der höheren Belastung bei Größenklasse 1 (bis 19 AN). Signifikanztests ergeben mit $p = 0,14$ nur eine schwache Tendenz. Bei diesen Betrieben handelt es sich ausschließlich um Handwerksbetriebe, siehe Verteilung in Tab. 4. Insgesamt hatte sich gezeigt, dass über alle Betriebe gesehen relevante Unterschiede bei Handwerk und Industrie nicht beobachtet wurden. Eine Begründung für Größenklasse 1 kann nicht in einem vermehrten Einsatz des emissionsreichen klassischen Hochdruckspritzens gesehen werden (s. u. Abb. 5), denn lediglich 5 der betroffenen Handwerksbetriebe setzten dieses Verfahren ein, 14 aber emissionsärmere Verfahren. Allerdings betreibt die deutliche Mehrzahl (13 von 19) eine nach Abb. 4 weniger wirksame Trockenwand. Im Mittel verfügten in den Betrieben der Größenklasse 1 die Spritzstände über die geringste Luftleistung (Median 7300 m³/Std. gegenüber 9000 – 10000 m³/Std. in den anderen Größenklassen).

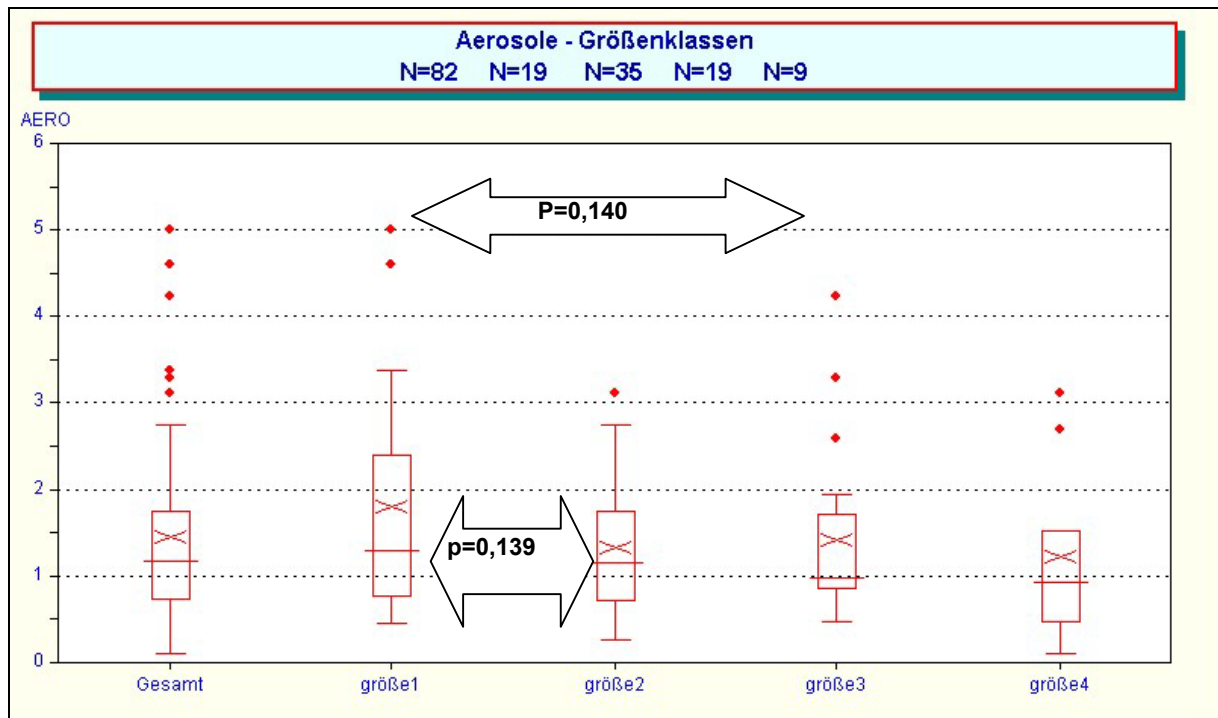


Abb. 3

Spritzeinrichtung

Nach Abb. 4 zeigt sich der Spritzstand mit Trockenwand als relativ belastend. Der Unterschied ist mit $p = 0.039$ fast signifikant gegenüber dem Spritzstand mit Nasswand, mit $p = 0.004$ signifikant gegenüber der Spritzkabine. Für den Vergleich Trockenwand zu Nasswand + Kabine gilt $p = 0.005$. Der Unterschied mag z. T. auch daher rühren, dass die Filter bei der Trockenwand nicht ausreichend häufig gewechselt werden. Zu den genauen Messdaten siehe auch Tab. 8.

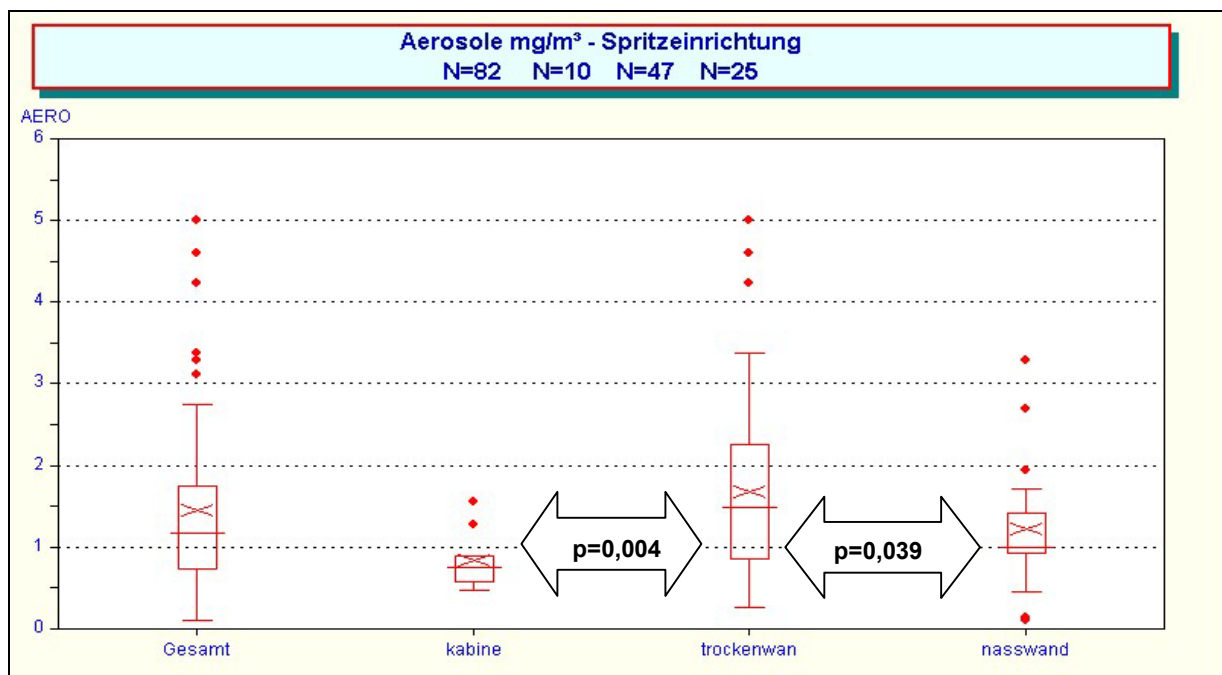


Abb. 4

Technische Raumlüftung

Bei der Erfassung wurde unterschieden zwischen

- zusätzlich zu der über den Spritzstand abgesaugten Luft ist eine technische Zuluft vorhanden, die i. d. R. eine abfallende (Diagonal/Horizontal) Luftströmung unterstützt
- zusätzlich zu der über den Spritzstand abgesaugten Luft ist eine weitere technische Ablufterfassung (i. d. R. im Bereich der Trocknungseinrichtungen) vorhanden
- es liegt eine Kombination der beiden vorgenannten technischen Lüftungen vor
- es ist keine zusätzliche technische Lüftung vorhanden.

Die untersuchten Teilkollektive der Aerosolmesswerte zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede. Es ist aber die Anmerkung oben zu beachten.

Angewandtes Spritzverfahren

Das Hochdruckverfahren liefert eindeutig die höchste Aerosolbelastung. Mit $p = 0,02$ und $0,03$ ist gegenüber Airless bzw. den anderen Verfahren fast statistische Signifikanz gegeben. Hier spiegeln sich relativ hoher Rückprall und allgemein ungünstige Lackübertragungsrate wider. Die Höchstwerte ($5,01$; $4,60$; $4,23 \text{ mg/m}^3$) sind gleichzeitig dem Spritzstand mit Trockenwand zuzuschreiben.

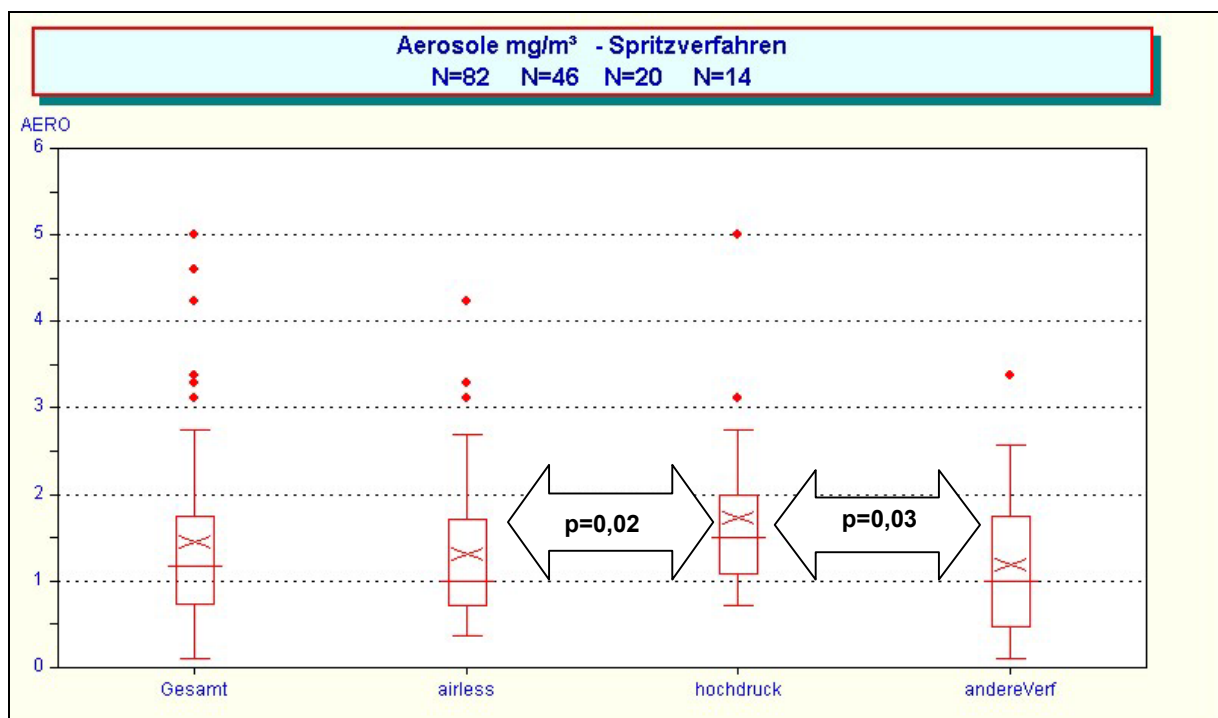


Abb.5

Lackverbrauch

Der beobachtete Lackverbrauch lag im Bereich $0,5 - 10 \text{ L/Std}$ mit einem Mittelwert von $4,1$ und einem Median von $3,0 \text{ L/h}$.

Eine statistisch signifikante Abhängigkeit der Aerosolbelastung vom stündlichen Lackverbrauch konnte nicht festgestellt werden.

Beschichtungssystem

Bei den Untersuchungen hatte der Einsatz von 2K-Polyurethanlacken mit 73 % der Messwerte ein eindeutiges Übergewicht, s. Abb. 6. Wegen der niedrigen Zahl der Messwerte bei anderen Beschichtungssystemen ist eine differenzierende Bewertung der Aerosolbelastung nicht möglich.

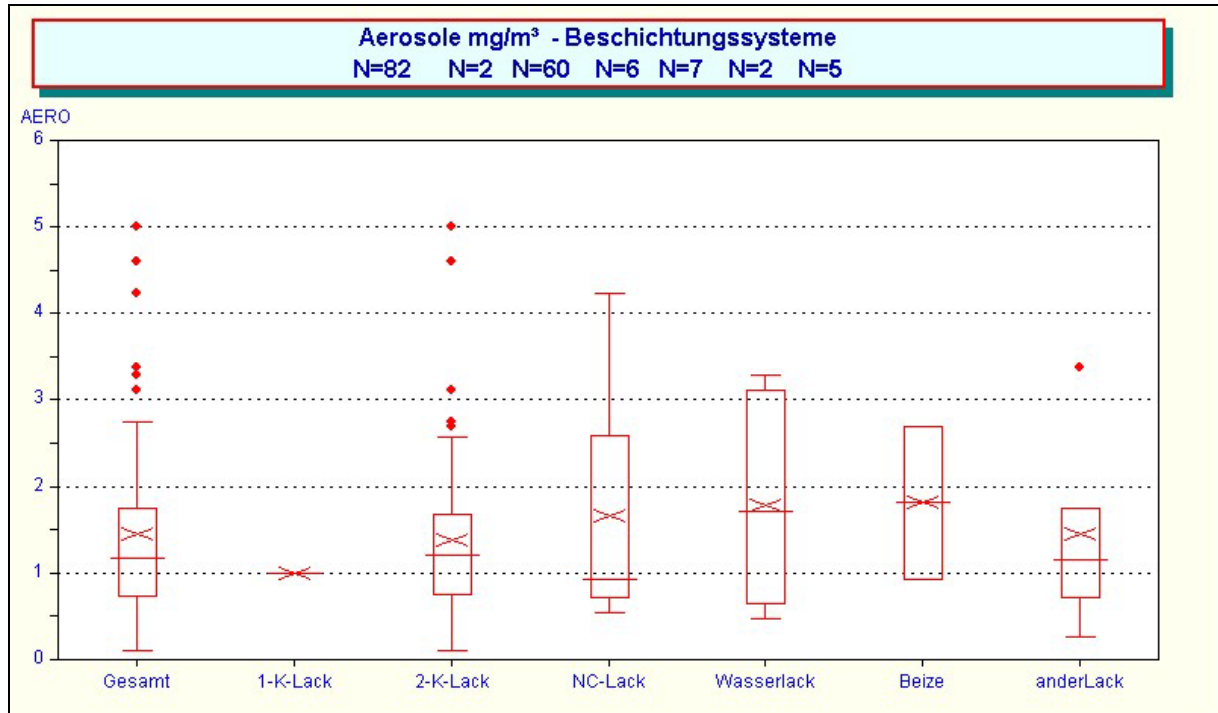


Abb.6

Lackzwischen Schliff

Zeitlich untergeordnet kommt es vor, dass der Spritzlackierer oder ein Helfer in/vor der Spritzeinrichtung einen kurzen Lackzwischen Schliff vornimmt, das Lackiergut abbürstet oder mit Druckluft abbläst oder Lackiergut aus staubenden Bereichen abholt. Derartige Staubbelastungen ließen sich messtechnisch nicht von der eigentlichen Spritznebelbelastung trennen.

Tragen von Atemschutz

Atemschutz wird in erster Linie dort getragen, wo die höheren Belastungen auftreten, siehe Abb. 7. Auf das Tragen wurde seitens der Messstellen kein Einfluss genommen sondern dieses nur - wenn auch nicht immer - registriert. Nach dem Wilcoxon-Test ist der dargestellte Belastungsunterschied mit $p=0,0012$ statistisch hoch signifikant. Höhere Belastungen ergeben sich entsprechend Abb. 4 beim Spritzstand mit Trockenwand, so betreffen 75% der Messwerte beim Tragen von Atemschutz diesen. Entsprechend wurde in 75 % der Fälle bei Spritzkabine/Nasswand kein Atemschutz getragen.

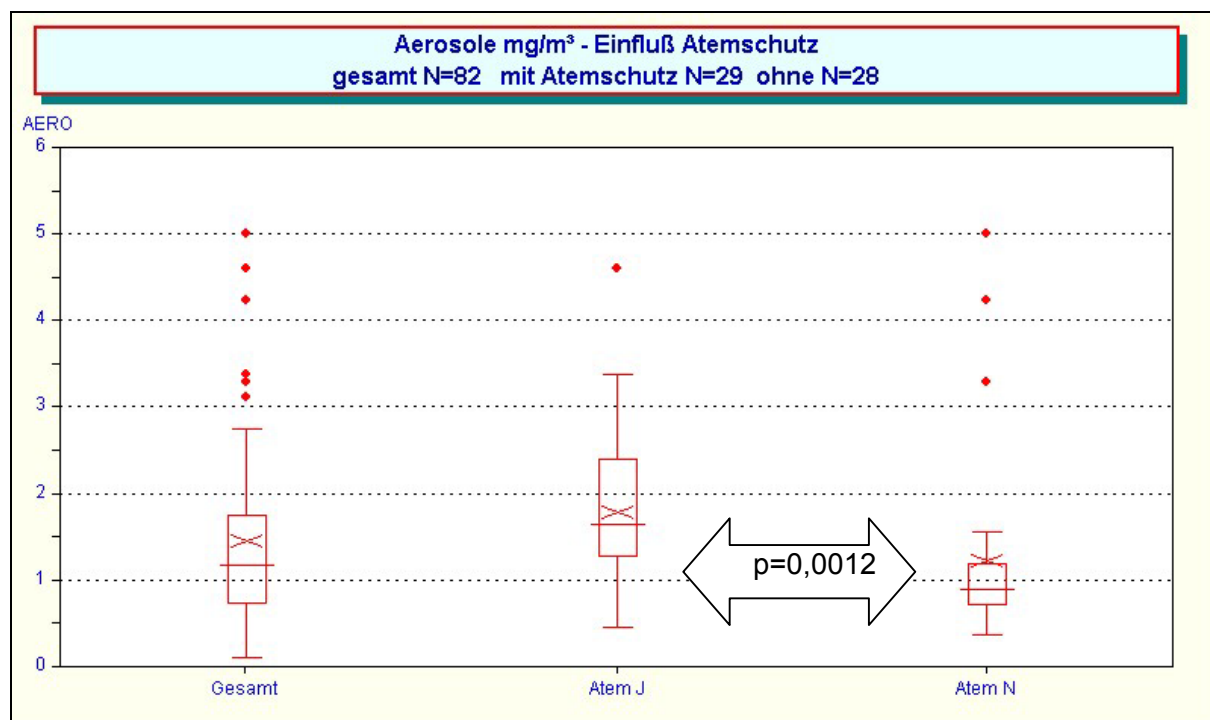


Abb. 7

II. Spritzlackieren ohne Absaugung, sehr kleine Betriebe

In sehr kleinen Betrieben (bis zu 3 AN) ohne Absaugung wurden in 2004 von der Holz-BG einige wenige Messungen durchgeführt, die aber nur orientierend und nicht als repräsentativ zu werten sind, d. h. es ist nicht auszuschließen, dass auch höhere Luftkonzentrationen in der Praxis vorkommen. In der Übersicht sind die Messwerte in Tab. 9 zu sehen. Dargestellt sind die Betriebsbedingungen und die Belastungen während der Dauer des Spritzens ohne Spritzstand/Spritzwand als Indices bzw. als Messwerte für Aerosole. Im Schichtmittel liegen die Ergebnisse entsprechend niedriger, z.B. die Aerosolkonzentrationen bei 0,65 – 3,80 mg/m³.

Be- trieb	Arbeit- nehmer- zahl	Jahres- verbrauch [Liter]	Spritz- bereich	Spritz- technik	Spritzdauer am Messtag [min]	Beschich- tungsmit- tel	Belastung beim Spritzlackieren (Spritzdauer)		
							Lösemit- tel ILöse	Isocya- nate Imono/ lpoly	Aero-sol in mg/m ³
1	2	300	separat/ geschlossen	Becher	155	2K PUR/ Kunsthar z	0,33	<0,01/ 0,32	10,60
2	4 (2 Mon- tage)	300	separat/ halboffen	Airless	30	Kunsthar z	0,51	--/--	7,14
3	2	200	separat/ halboffen	Airmix	60	2K PUR	0,92	<0,01/ 0,08	7,43
4	2	400	Bank- Raum	Airless	85	2K PUR	0,71	<0,01/ 0,04	3,66
5	1	100	Masch.- Raum	Becher	85	Kunsthar z	1,69	--/--	21,4
6	1	150	überdachter Außen- bereich	Airless	105	NC-Lack	0,31	--/--	16,79

Tab. 9 Gefahrstoffbelastung ohne Absaugung

Zur Ermittlung des Umfangs der Spritzarbeiten und des Standes der Absaugtechnik in sehr kleinen Betrieben führte die Holz-BG im Zeitraum November/Dezember 2004 eine Erhebung durch. Dabei ergab sich bei 743 Schreinereien die in Tab. 10 dargestellte Situation (in Einzelfällen waren nicht alle Merkmale vollständig erfasst, z. B. fehlen 5 bzw. 6 Angaben bei „Häufigkeit des Lackspritzens“). Teilweise vorhandene allgemeine Raumluftechnik, z. T. nur Abluftventilator aber auch aufwändig, ist nicht näher beschrieben. Alle Betriebe mit getrenntem Spritzraum verfügten aber über ergänzende technische Raumlüftung.

Merkmale	Anzahl/Menge		
Zahl der bewerteten Schreinereien	743		
Schreinereien mit Spritzlackierarbeiten, davon in räumlich getrenntem Spritzbereich (Spritzraum)	650 [87%] davon		
ohne getrenntem Spritzbereich (Arbeitsbereich)	356 [55%]		
	294 [45%]		
Betriebe mit Spritzstand/Spritzwand, davon im Spritzraum	389 [60% von 650]		
im Arbeitsbereich	296 [76%]		
	93 [24%]		
Betriebe ohne Spritzstand/Spritzwand, davon im Spritzraum	261 [40% von 650]		
im Arbeitsbereich	60 [23%]		
	201 [77%]		
Häufigkeit des Lackspritzens, Differenzierung nach Spritzraum ja/nein	gesamt	Spritzraum	Arbeitsbereich
regelmäßig (1 x wöchentlich oder mehr)	184 [29%]	152	32
gelegentlich (2 x monatlich oder mehr)	226 [35%]	120	106
selten (weniger als 2 x monatlich)	235 [36%]	79	156
Häufigkeit des Lackspritzens, Differenzierung nach Absaugung ja/nein	gesamt	mit Absaugung	ohne
regelmäßig (1 x wöchentlich oder mehr)	184 [29%]	154	30
gelegentlich (2 x monatlich oder mehr)	226 [35%]	137	89
selten (weniger als 2 x monatlich)	234 [36%]	93	141
mittlere Spritzdauer in der Schicht, Verteilung siehe Abb. 8	hauptsächlich:		
mit Spritzstand/Spritzwand	0,5 – 1 Stunden		
ohne Spritzstand/Spritzwand	bis 0,5 Stunden		
Jährlicher Lackverbrauch incl. Verdünner, Verteilung siehe Abb. 9	hauptsächlich:		
mit Spritzstand/Spritzwand	bis 200 L		
ohne Spritzstand/Spritzwand	bis 100 L		

Tab. 10 Situation sehr kleiner Betriebe

Von den erfassten Schreinereien führen also 87 % unterschiedlich häufig Spritzlackierarbeiten aus. Davon verfügen ca. 60 % über einen Spritzstand oder eine Spritzwand, 40 % aber nicht. Rechnet man diesen Anteil hoch auf die bei der Holz-BG versicherten sehr kleinen Schreinereien, ergeben sich ca. 5500 Betriebe, die ohne Spritzstand oder Spritzwand Spritzlackierarbeiten durchführen, davon gleichzeitig 77 % (ca. 4200 Betriebe) ohne getrennten Spritzraum. Der durchschnittliche Lackverbrauch pro Schicht (an Tagen, an denen ohne Absaugung gespritzt wird) liegt bei ca. 3 L.

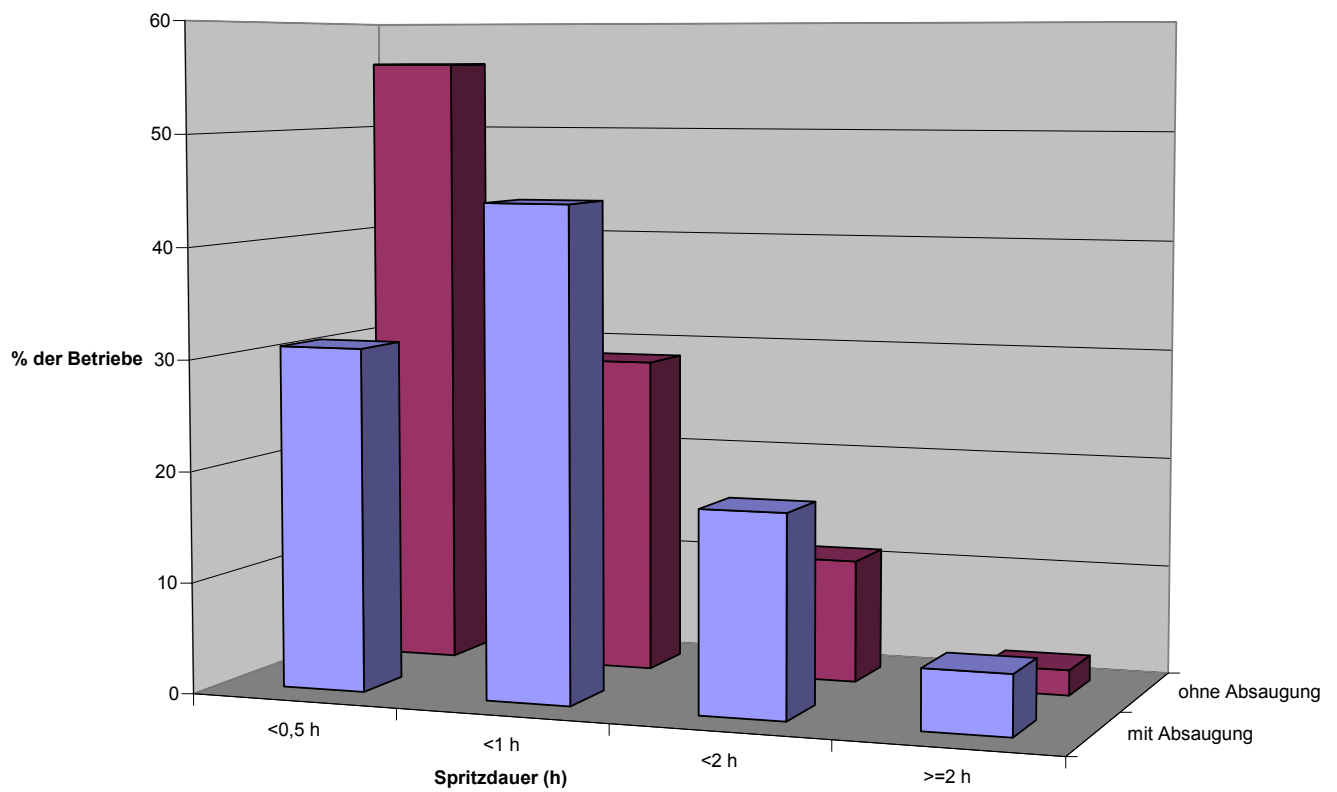


Abb. 8 Mittlere Spritzdauern

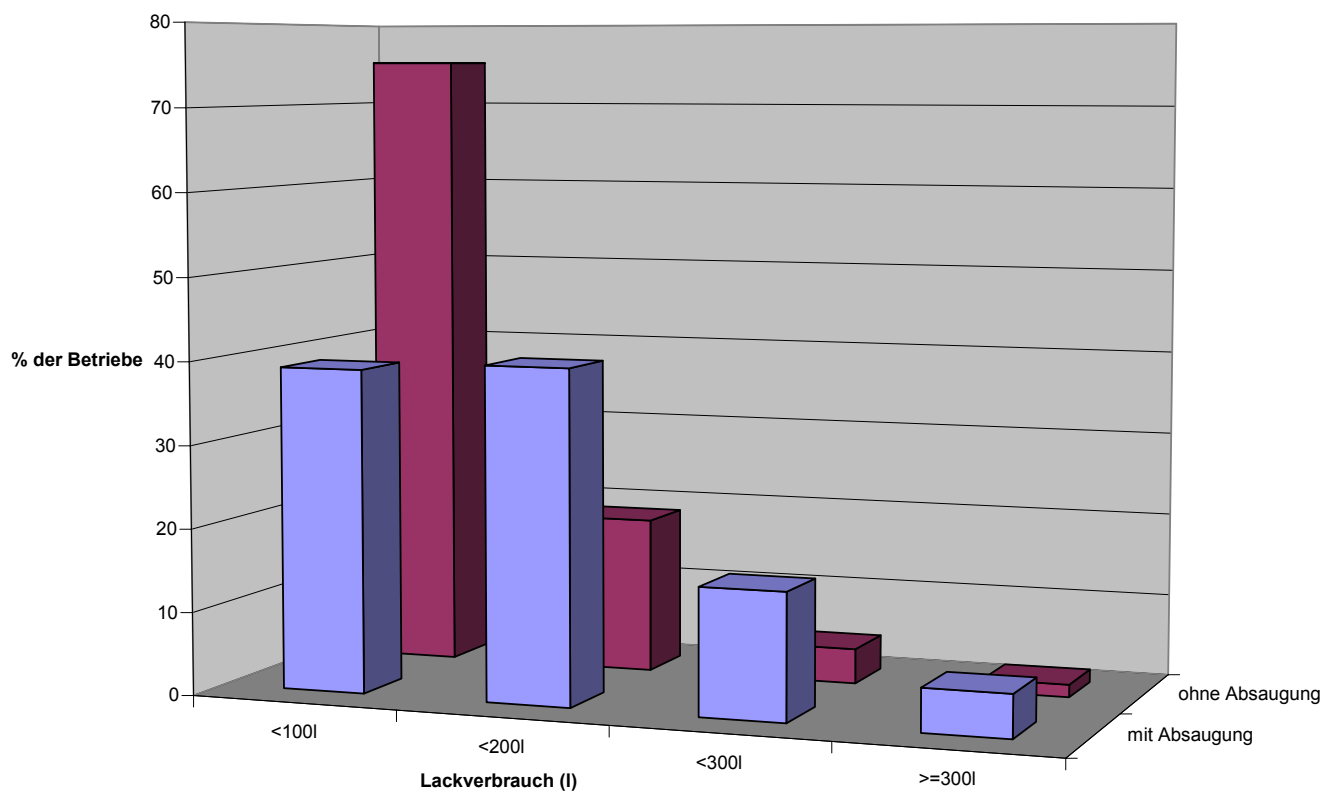


Abb. 9 Jährliche Lackverbräuche

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

Hessisches Sozialministerium
Dostojewskistraße 4
65187 Wiesbaden

Ministerium für Umwelt
des Saarlandes
Abteilung E/3-
Keplerstraße 18
66117 Saarbrücken

Sozialministerium
Baden-Württemberg
Schellingstraße 15
70174 Stuttgart

Sozialministerium des Landes
Mecklenburg-Vorpommern
Werderstraße 124
19055 Schwerin

Ministerium für Wirtschaft
und Arbeit
Referat D/5
Franz-Josef-Röder-Straße 23
66119 Saarbrücken

Bayerisches Staatsministerium
für Umwelt, Gesundheit und
Verbraucherschutz - Ref. 73
Rosenkavalierplatz 2
81925 München

Niedersächsisches Ministerium für
Soziales, Frauen, Familie
und Gesundheit
Gustav-Bratke-Allee 2
30169 Hannover

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

Senatsverwaltung für Gesundheit,
Soziales und Verbraucherschutz
Oranienstraße 106
10969 Berlin

Ministerium für Arbeit, Gesundheit
und Soziales
des Landes Nordrhein-Westfalen
Horionplatz 1
40213 Düsseldorf

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

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

Ministerium für Arbeit, Soziales,
Familie und Gesundheit
Bauhofstraße 9
55116 Mainz

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

Senator für Arbeit, Frauen,
Gesundheit, Jugend und Soziales
Doventorscontrescarpe 172
Block D
28195 Bremen

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

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

Behörde für Wissenschaft und
Gesundheit
Amt für Arbeitsschutz
Billstraße 80
20539 Hamburg

Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI)
Veröffentlichungs-Reihe

Lfd. Nr.	Titel	veröffentlicht
1	Leitlinien des Arbeitsschutzes in Wertstoffsortieranlagen (ersetzt durch LV 15) (überholt)	07/1995
2.2	Handlungsanleitung „Grundsätzliche Anforderungen an akkreditierte Messstellen zum Vollzug des Gefahrstoffrechts“ ersetzt: LV 2 - Richtlinien für die Akkreditierung von Messstellen zum Vollzug des Gefahrstoffrechts gemäß § 18 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung (04/95) und LV 2.1 (10/99)	09/2005
3	Musterleitfaden zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung und der TRGS 553 „Holzstaub“ zum Schutz vor den Gefahren durch Holzstaub - (überholt)	02/1996
4	Qualitätssicherungs-Handbuch (QSH)	03/1996
5	Arbeitsschutzmaßnahmen bei Ozonbelastung am Arbeitsplatz	07/1996
6	Leitfaden für den sicheren Umgang mit Mikroorganismen der Risikogruppe 3** (ersetzt durch TRBA 105, 03/1998)	08/1996
7	Leitfaden zur Ermittlung und Beurteilung der Konzentration von Bakterien und Pilzen in der Luft in Arbeitsbereichen (ersetzt durch TRBA 405, 05/2001)	09/1996
8	Mehlstaub in Backbetrieben – Handlungsanleitung der Länderarbeitsschutzbehörden und der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten	11/1996
9	Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten (Erstauflage 12/1996)	04/2001
10	Umsetzung der Gleichwertigkeitsklausel bei überwachungsbedürftigen Anlagen (überholt)	02/1997
11	Schutz schwangerer Frauen vor Benzolexposition in Verkaufsräumen von Tankstellen und anderen Arbeitsplätzen	07/1997
12	Leitfaden „Ersatzstoffe und Verwendungsbeschränkungen in der Reinigungstechnik im Offsetdruck“	07/1997
13	Leitlinien für den Arbeitsschutz in biologischen Abfallbehandlungsanlagen (TRBA 211, 05/2001)	10/1997
14	Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei der Bildschirmarbeit und Bildschirmarbeitsverordnung – Auslegungshinweise zu den unbestimmten Rechtsbegriffen	10/1997
15	Leitlinien des Arbeitsschutzes in Abfallbehandlungsanlagen (TRBA 210, 06/1999)	11/1998
16	Kenngrößen zur Beurteilung raumklimatischer Grundparameter	05/1999
17	Leitfaden „Künstliche Mineralfasern“ – Handlungsanleitung für die Beurteilung von und den Umgang mit Mineralfaserprodukten	05/1999
18	Leitfaden „Schutz vor Latexallergien“	05/1999
19	Beschichten von Industriefußböden und anderen großen Flächen in Innenräumen mit Methylmethacrylat (MMA)-Harzen (LASI/ALMA-Empfehlung, als VSK anerkannt nach TRGS 420)	09/1999
20	Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen an Kassenarbeitsplätzen	11/1999
21	Arbeitsschutzmanagementsysteme - Spezifikation zur freiwilligen Einführung,	03/2001

Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) - Veröffentlichungs-Reihe

Anwendung und Weiterentwicklung von Arbeitsschutzmanagementsystemen (AMS) –
(Erstauflage 04/2000)

Lfd. Nr.	Titel	veröffentlicht
22	Arbeitsschutzmanagementsysteme - Handlungsanleitung zur freiwilligen Einführung und Anwendung von Arbeitsschutzmanagementsystemen (AMS) für kleine und mittlere Unternehmen (KMU)	09/2001
23	Handlungshilfe zur Umsetzung der Biostoffverordnung (Erstauflage 08/2001)	05/2005
24	Umgang mit Lösemitteln im Siebdruck (LASI/ALMA-Empfehlung) Zweite, an die Grenzwertentwicklung angepasste Fassung	10/2004
25	Ersatzstoffe in der Metallreinigung	09/2001
26	Umgang mit Gefahrstoffen beim Recycling von Kraftfahrzeugen (LASI/ALMA-Empfehlung)	04/2002
27	Manuelle Zerlegung von Bildschirm- und anderen Elektrogeräten (LASI/ALMA-Empfehlung)	04/2002
28	Konzept zur Ermittlung psychischer Fehlbelastungen am Arbeitsplatz und zu Möglichkeiten der Prävention	06/2002
29	Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Ziehen und Schieben von Lasten	09/2002
30	Arbeitszeitgestaltung in Krankenhäusern – Arbeitszeitproblematik am Beispiel des ärztlichen Dienstes (Erstauflage 03/2003)	11/2004
31	Handlungsanleitung für die Arbeitsschutzverwaltungen der Länder zur Ermittlung psychischer Fehlbelastungen am Arbeitsplatz und zu Möglichkeiten der Prävention	03/2003
32	Kunststoffverwertung – Umgang mit Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen bei der werkstofflichen Verwertung von Kunststoffen (LASI/ALMA-Empfehlung)	10/2004
33	Grundsätze der Behördlichen Systemkontrolle	07/2003
34	Gegen Mobbing Handlungsleitfaden für die Arbeitsschutzverwaltungen der Länder	09/2003
35	Leitlinien zur Betriebssicherheitsverordnung (nur als pdf-Datei verfügbar)	02/2004
36	Handlungsanleitung für die Ausführung der Marktüberwachung in Deutschland	11/2004
37	Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeits- und Schutzgerüsten	03/2005
38	Handlungsanleitung für die Beurteilung von Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre (nur als pdf-Datei verfügbar)	04/2005
39	Reinigung und Innenprüfung von Heizölverbrauchertanks	05/2005
40	Leitlinien zur Arbeitsstättenverordnung (nur als pdf-Datei verfügbar)	04/2005
41	Handlungshilfe zur Beleuchtung von Arbeitsstätten (nur als pdf-Datei verfügbar)	05/2005
42	Handlungsanleitung - Schutzmaßnahmen zur Minimierung der Gefahrstoffexposition beim Schutzgasschweißen	09/2005
43	Spritzlackieren von Hand bei der Holzbe- und -verarbeitung	09/2005
44	Handlungsanleitung zur Beurteilung von überwachungsbedürftigen Anlagen nach	09/2005

§ 1 Abs. 2 Nr. 4 BetrSichV für entzündliche wasserlösliche Flüssigkeiten

45 Leitlinien zur Gefahrstoffverordnung – Eine Arbeitshilfe für die praktische Umsetzung 12/2005