Handlungsleitfaden zur Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwerts von Formaldehyd in der Holzwerkstoffindustrie

- Stand 12/2016 -

Bezug der Schrift unter www.vhi.de, Rubrik Downloads

Inhaltsverzeichnis Seite

1	**Einleitung**	**4**
2	**Formaldehyd in der Holzwerkstoffbranche**	**5**
2.1	Formaldehyd und seine Wirkung auf den Menschen	5
2.2	Verwendung von Formaldehyd	5
2.2.1	Formaldehydhaltige Kunstharze	5
2.2.2	Gefährdungen durch Formaldehyd bei der Holzwerkstoffherstellung	6
3	**Rahmenbedingungen für die Holzwerkstoffhersteller**	**8**
3.1	Einstufung und Kennzeichnung von Formaldehyd	8
3.2	Arbeitsplatzgrenzwert	9
3.3	Gefahrstoffverordnung	10
3.4	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge	11
3.5	Mutterschutz	11
3.6	Jugendschutz	12
4	**Gefährdungsbeurteilung**	**12**
4.1	Tätigkeiten und Bereiche festlegen	12
4.2	Ermitteln der Gefährdungen	13
4.2.1	Expositionsermittlung	15
4.2.2	Einteilung nach Zonensystem	16
4.2.3	Qualifizierte Expositionsabschätzung mittels Berechnung	17
4.3	Beurteilung der Gefährdungen	18
4.4	Festlegen und Durchführen konkreter Maßnahmen	18
4.4.1	Substitution	19
4.4.2	Technische Maßnahmen	19
4.4.3	Organisatorische Maßnahmen	20
4.4.4	Persönliche Maßnahmen	20

4.4.5 Arbeitsmedizinische Vorsorge 21

4.4.6 Besondere Personengruppen 22

4.4.7 Besucher 22

4.5 Wirksamkeitskontrolle 22

4.6 Fortschreiben der Gefährdungsbeurteilung 22

4.7 Dokumentation 23

5 Literaturverzeichnis I

6 Abbildungsverzeichnis III

7 Abkürzungsverzeichnis IV

8 Anhang: Alternatives Messverfahren V

1 Einleitung

Die „International Agency for Research on Cancer“ (IARC) der Weltgesundheitsorganisation WHO änderte im Jahr 2004 die Einstufung von Formaldehyd auf „krebserregend für den Menschen“. Aufgrund der Ergebnisse einer eigens durchgeführten Studie sieht das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) seit 2006 ebenfalls die krebserzeugende Wirkung von Formaldehyd bei der Aufnahme über die Atemluft als hinreichend belegt an. [1]

Am 01.04.2015 ist mit der Umsetzung der EU-Verordnung Nr. 605/2014 eine rechtsverbindliche Einstufung als „krebserzeugend nachgewiesen im Tierversuch“ (Karzinogenität Kategorie 1B) und „im Verdacht stehend erbgutschädigend zu wirken“ (Keimzellmutagenität Kategorie 2) in Kraft getreten. Damit wurde die bisherige Einstufung als „im Verdacht stehend krebserzeugend zu sein“ abgelöst. [2]

Außerdem hat das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) im März 2015 die technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ aktualisiert und für Formaldehyd erstmalig einen Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) von 0,3 ppm / 0,37 mg/m³ festgelegt. [3]

Formaldehyd wird zu großen Mengen in der Holzindustrie verwendet. Mit den Änderungen im Regelwerk gehen neue Verpflichtungen für die Verwender von Formaldehyd und formaldehydhaltigen Stoffgemischen einher.

Der nachfolgende Handlungsleitfaden des VHI (Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V.) soll den Holzwerkstoffherstellern als Unterstützung dabei dienen, den neuen Anforderungen zur Einhaltung des AGW gerecht zu werden. Der Handlungsleitfaden wurde gemeinsam mit der BGHM (Berufsgenossenschaft Holz und Metall) erarbeitet. Dieser Handlungsleitfaden soll als Grundlage für eine noch zu erarbeitende DGUV-Information zur Beschreibung des Stands der Technik dienen.

2 Formaldehyd in der Holzwerkstoffbranche

2.1 Formaldehyd und seine Wirkung auf den Menschen

Formaldehyd ist ein stechend riechendes, farbloses Gas. Es ist giftig beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut. Es kann in Abhängigkeit von der Konzentration Allergien, Haut-, Atemwegs- und Augenreizungen verursachen. [4]

Formaldehyd hat im Tierversuch mit Ratten eine nachweislich krebserzeugende Wirkung gezeigt. Es zählt deshalb zu den krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen (CMR-Stoffen). Die krebserzeugende und erbgutverändernde Wirkung von Formaldehyd bezieht sich auf die Gefährdungen beim Einatmen. Deshalb werden ausschließlich diese im weiteren Verlauf des Handlungsleitfadens betrachtet.

In der toxikologischen Bewertung durch das BfR von 2006 wird festgestellt, dass es für Formaldehyd eine Wirkschwelle gibt, unterhalb der kein nennenswertes kanzerogenes Risiko mehr zu befürchten ist. Das begründet die Veröffentlichung des AGWs. [5] Darin unterscheidet sich die Bewertung von Formaldehyd von der bisherigen Bewertung anderer krebserzeugender und erbgutverändernder Stoffe. Entgegen dem bislang als „vereinfachter Ansatz“ zugrunde gelegten Vorgehen, bei dem jede auftretende Menge eines Stoffes als schädlich angesehen wird, konnte daher für Formaldehyd ein AGW festgelegt werden. [1]

2.2 Verwendung von Formaldehyd

Formaldehyd ist ein Rohstoff für ca. 85 Industriezweige und wird für die Herstellung hunderter Alltagsgegenstände benutzt. Jährlich werden ca. 21 Mio. t Formaldehyd hergestellt. Etwa die Hälfte davon wird zur Herstellung von formaldehydhaltigen Kunstharzen verwendet. [6]

2.2.1 Formaldehydhaltige Kunstharze

Die eingesetzten formaldehydhaltigen Kunstharze, im weiteren Verlauf auch als „Leime“ bezeichnet, sind Stoffgemische und bestehen entweder aus Harnstoff(Urea)-Formaldehyd (UF), Melamin-Formaldehyd (MF), Phenol-Formaldehyd (PF) oder aus einer Mischung (z. B. MUF) und dienen größtenteils als Bindemittel in holzbasierten Plattenwerkstoffen, den sog. Holzwerkstoffen. Harnstoff-Formaldehyd findet aufgrund seiner Verfügbarkeit und seiner guten technologischen Eigenschaften, im Vergleich zu den anderen Leimen, die meiste Anwendung. [7]

Der Anteil an freiem Formaldehyd in den Leimen ist in der Regel < 0,1 %. Mit der ab 01.04.2015 erfolgten Neueinstufung von Formaldehyd geht eine Neubewertung der Leime durch das Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt einher, die noch nicht abgeschlossen ist.

Messungen der BGHM, Auswertungen aus der MEGA-Datenbank des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) und eine Studie der „European Panel Federation“ (EPF) kommen übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass bei der Herstellung von Holzwerkstoffen unter Einsatz von formaldehydhaltigen Kunstharzen der neue AGW nicht in allen Bereichen des Produktionsprozesses sicher eingehalten wird. [6] [8]

Die weitere Verarbeitung von Holzwerkstoffen wird in dieser Empfehlung nicht betrachtet, da Messungen der BGHM ergeben haben, dass es für die Branchen der industriellen Möbelfertigung und Schreiner/Tischler zu keinen gesundheitsschädlichen Expositionen durch Formaldehyd kommt. Die BGHM hat für diese Branchenzweige zur Unterstützung bei der Gefährdungsbeurteilung zwei Expositionsbeschreibungen „Formaldehyd“ veröffentlicht. [9] [10]

2.2.2 Gefährdungen durch Formaldehyd bei der Holzwerkstoffherstellung

Die formaldehydhaltigen Bindemittel sind sog. Polykondensationsharze, d. h. sie härten unter Abgabe von Wasser aus. Der beim Heißpressen durch das Erwärmen auf weit über 100° C entstehende Wasserdampf trägt das beim Abbindeprozess nicht gebundene Formaldehyd aus dem Holzwerkstoff mit aus. Insbesondere im Bereich der Heißpressen und dort wiederum in den Zonen, in denen es zur Dampfbildung innerhalb der Platte kommt, sind erhöhte Formaldehyd-Belastungen ermittelt worden. Der Abbindeprozess ist jedoch mit Verlassen der Presse noch nicht vollständig abgeschlossen. Die Platten haben dort je nach Werkstoff und Verfahren immer noch Oberflächentemperaturen von über 100° C und es entweicht während der weiteren Produktionsschritte weiterhin mit Formaldehyd belasteter Dampf. Die Dampfbildung und damit die Abgabe von Formaldehyd verringert sich durch das weitere Abkühlen der Plattenwerkstoffe bis zur Einlagerung.

Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung des Prozesses der Holzwerkstoffherstellung sowie der damit verbundenen Tätigkeitsbereiche und Tätigkeiten.

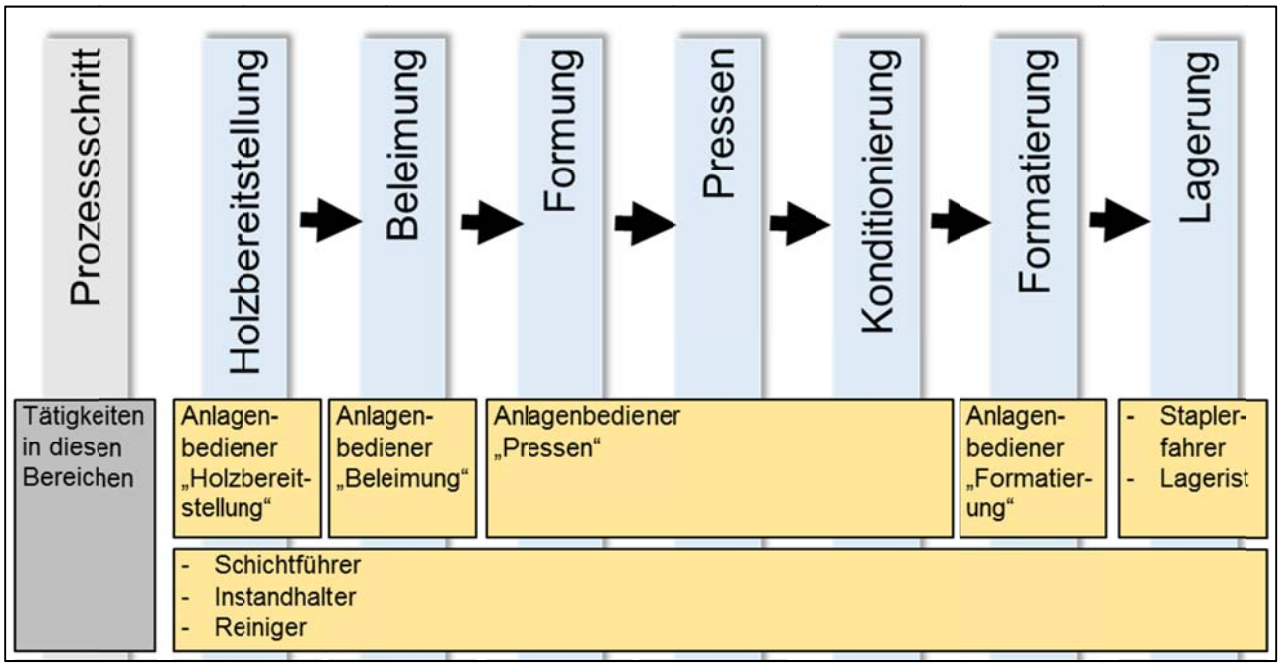

Abbildung 1: Bereiche der Holzwerkstoffherstellung mit dazugehörigen Tätigkeiten [eigene Darstellung]

In denen dem Heißpressen vorgelagerten Schritten werden die Leime dem Prozess zwar zugeführt, diese befinden sich jedoch entweder in geschlossenen Systemen oder die dort vorherrschenden Temperaturen führen zu einer Freisetzung von Formaldehyd in geringem Ausmaß.

Bei vielen Holzwerkstoff-Fertigungslinien sind die Prozessschritte von der Beleimung bis zur Endfertigung in einer Halle untergebracht. Bauliche Trennungen sind nicht immer vorhanden. Dadurch können ungünstige Luftströmungen die belasteten Dampf-Luft-Gemische in Bereiche innerhalb der Hallen (z. B. Beleimung) verschleppen, in denen prozessbedingt keine Emissionen zu erwarten sind.

Die Mitarbeiter sind in diesen vollautomatisch produzierenden Anlagen in erster Linie mit der Prozessüberwachung beschäftigt. Dies erfolgt über Prozessleitsysteme in klimatisierten Leitständen. Daneben ist es jedoch für die Mitarbeiter erforderlich, visuelle Kontrollen vor Ort, d. h. in den belasteten Bereichen, durchzuführen. In diesen Bereichen müssen weitere Tätigkeiten wie Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie Probenentnahmen zu Qualitätssicherungszwecken ausgeführt werden. Diese werden betriebsspezifisch durch die verschiedensten Funktionsträger erledigt, teilweise auch durch Zeitarbeitnehmer oder Fremdfirmen (siehe Abbildung 2).

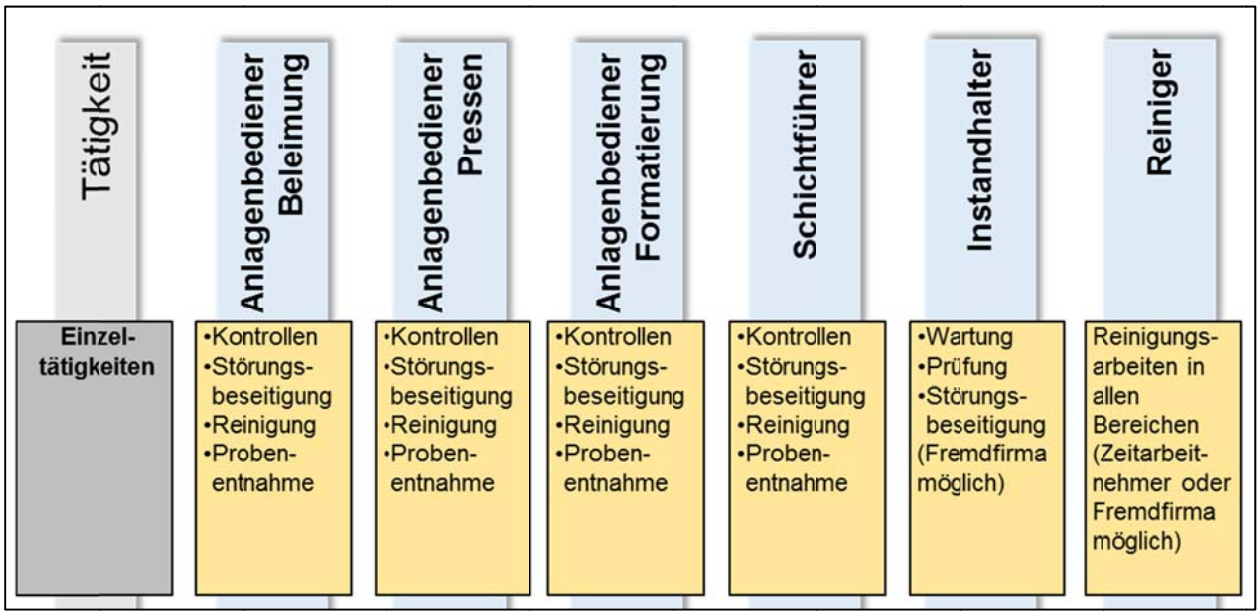

Abbildung 2: Funktionsbezogene Aufteillung mit den dazugehörigen Tätigkeiten [eigene Darstellung]

3 Rahmenbedingungen für die Holzwerkstoffhersteller

Grundsätzlich haben die Unternehmen das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) [11] und das Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG) [12] sowie die Unfallverhütungsvorschriften „Grundsätze der Prävention“ (DGUV Vorschrift1) [13] und „Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ (DGUV Vorschrift 2) [14] zu beachten. Das ArbSchG basiert auf nationaler Ebene auf dem Grundgesetz und auf EU-Ebene auf der Richtlinie 89/391/EWG. Es wird durch Verordnungen konkretisiert. Davon sind u.a. die „Gefahrstoffverordnung“ (GefStoffV) [15] mit ihren dazugehörigen technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) und die „Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge“ (ArbMedVV) [16] von den aktuellen rechtlichen Änderungen betroffen und von der Holzwerkstoffbranche zu berücksichtigen.

3.1 Einstufung und Kennzeichnung von Formaldehyd

Die neue Einstufung von Formaldehyd als „krebserzeugend, nachgewiesen im Tierversuch“ (Karzinogenität Kategorie 1B) trat am 01.04.2015 in Kraft. [17] Es ist vorher mit dem „Verdacht auf seine krebserzeugende Wirkung“ in Kategorie 3 nach Stoff- und Zubereitungsrichtlinie eingestuft gewesen. Das entspricht der Kategorie 2 nach der jetzt gültigen CLP-Verordnung (siehe Abbildung 3).

	Stoff- und Zubereitungsrichtlinie	CLP-Verordnung
Krebserzeugende Wirkung überwiegend am **Menschen** nachgewiesen	Kategorie 1	Kategorie 1A
Krebserzeugende Wirkung überwiegend am **Tier** nachgewiesen	Kategorie 2	Kategorie 1B
Im Verdacht stehend krebserzeugend zu sein. Durch **Studien** nachgewiesen.	Kategorie 3	Kategorie 2

Abbildung 3: Einstufung von krebserzeugenden Stoffen [eigene Darstellung]

Im weiteren Verlauf dieses Handlungsleitfadens wird die aktuell gültige Bezeichnung nach CLP-Verordnung verwendet. [18]

3.2 Arbeitsplatzgrenzwert

Nach der GefStoffV ist der AGW der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind (§ 2 Absatz 7 GefStoffV). [3]

Für Formaldehyd ist seit dem 02.03.2015 ein AGW von 0,3 ppm bzw. 0,37 mg/m³ mit der Aufnahme in die TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ gültig.

An Arbeitsplätzen kann die Konzentration der Stoffe in der Atemluft erheblichen Schwankungen unterworfen sein, deshalb ist der AGW für Formaldehyd mit einem kurzfristigen Überschreitungsfaktor 2(I) für die Spitzenbegrenzung festgesetzt, d. h. der AGW darf innerhalb einer Arbeitsschicht viermal für höchstens 15 Minuten einen maximalen Wert von 0,6 ppm erreichen. Dabei sollte ein Intervall von einer Stunde eingehalten werden. Der AGW darf über diese Schicht insgesamt betrachtet jedoch nicht überschritten werden. [3]

Das Unternehmen hat sicherzustellen, dass bei den Tätigkeiten der AGW sicher eingehalten wird. Dieser ist ein Schichtmittelwert bei in der Regel täglich achtstündiger Exposition an 5 Tagen pro Woche. Bei anderen Schichtmodellen, z. B. 12-Stunden-Tag muss keine Umrechnung erfolgen. [3]

Im Umgang mit CMR-Stoffen wurde bislang ein „vereinfachter Ansatz“ zugrunde gelegt, indem jede auftretende Menge eines solchen Stoffes als schädlich angesehen und deshalb kein AGW abgeleitet wurde. Für die Betriebe bedeutete das die aufwendige Erstellung eines risikobezogenen Maßnahmenkonzeptes nach TRGS 910. Durch die Veröffentlichung des AGW für Formaldehyd in der TRGS 900 ist ein rechtlich verbindlicher Maßstab gesetzt worden, unter dessen Einhaltung diese rechtliche Verpflichtung entfällt. So ist es für die Unternehmen einfacher die Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Formaldehydexposition durchzuführen. Bei einer Überschreitung des AGW müssen die Unternehmen die im nachfolgenden Abschnitt beschriebenen Anforderungen aus der GefStoffV berücksichtigen.

3.3 Gefahrstoffverordnung

Aufgrund der Einstufung in die Kategorie 1B der krebserzeugenden Stoffe werden für die Unternehmen die Anforderungen aus dem § 10 GefStoffV zusätzlich zu den bisherigen Forderungen relevant.

Das Unternehmen muss die Formaldehydexposition der Beschäftigten durch tätigkeitsbezogene Messungen oder andere geeignete Methoden ermitteln. Gefahrenbereiche (siehe Kapitel 4 ff) müssen abgegrenzt und Warn- und Sicherheitszeichen angebracht werden. Die Kennzeichnungen „Zutritt für Unbefugte verboten“ und „Rauchen verboten“ sind verpflichtend. Kann der AGW, trotz Ausschöpfung aller technischen Möglichkeiten und unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit nicht eingehalten werden, muss unter Beratung der Beschäftigten bzw. des Betriebsrates die persönliche Schutzausrüstung (PSA) getragen werden bzw. ggf. die Expositionsdauer der Beschäftigten verkürzt werden (siehe Kapitel 4.4). Die Rückführung der belasteten Luft in Arbeitsbereiche ist verboten. [15]

Im § 14 GefStoffV „Unterrichtung und Unterweisung von Beschäftigten“ gibt es weitere zu beachtende Regelungen bei Tätigkeiten mit CMR-Stoffen der Kategorien 1A und 1B. Zum einen müssen die Beschäftigten nachprüfen können, ob die Bestimmungen der GefStoffV eingehalten werden. Zum anderen muss der Unternehmer die Beschäftigten bei einer Überschreitung des AGWs unverzüglich darüber und über die festgelegten oder festzulegenden Maßnahmen informieren. Die Notwendigkeit einer entsprechenden Regelung und Information für externe Besucher und Gäste liegt in der Verkehrssicherungspflicht der Unternehmen begründet. Die Verkehrssicherungspflicht ist die Pflicht zur Sicherung von

Gefahrenquellen. Bei Nichtbeachtung dieser Pflicht kann es zu Schadensersatzansprüchen kommen. Verkehrssicherungspflichten sind größtenteils gesetzlich nicht geregelt, sie sind von der Rechtsprechung entwickelt worden.

Der Unternehmer hat ein Verzeichnis über die oberhalb des AGW (siehe Zone Rot Seite 20) exponierten Mitarbeiter zu erstellen und dieses 40 Jahre aufzubewahren. Zugang zu diesem Verzeichnis erhalten auf Verlangen der zuständige Arbeitsmediziner und die jeweiligen Beschäftigten zu ihren persönlichen Daten. Allen Mitarbeitern und deren Interessenvertretung muss der Zugang zu nichtpersönlichen Daten gewährt werden.

Die Aufbewahrungs- und Aushändigungspflicht der Daten kann im Einvernehmen mit dem jeweiligen Versicherten an den zuständigen Unfallversicherungsträger übergeben werden. [15]

3.4 Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge

Die Neueinstufung als krebserzeugender Gefahrstoff führt dazu, dass alle Tätigkeiten mit Produkten, die Formaldehyd enthalten, einer erneuten Gefährdungsbeurteilung unterzogen werden müssen. [11]

3.5 Mutterschutz

Beim Umgang mit CMR-Stoffen wird zwischen werdenden und stillenden Müttern unterschieden. Werdende Mütter dürfen diesen Substanzen nicht ausgesetzt sein, d.h. die arbeitsbedingte Exposition darf nicht höher als die Hintergrundbelastung sein. [4] Für stillende Mütter gilt, dass der Grenzwert nicht überschritten werden darf. [19]

Laut Mutterschutzgesetz dürfen werdende Mütter diesen Substanzen nicht ausgesetzt sein. Laut TRGS 900 Punkt 2.7 ist jedoch bei Stoffen, die mit der Bemerkung „Y“ ausgewiesen werden, z. B. Formaldehyd, ein Risiko der Fruchtschädigung bei Einhaltung des AGW nicht zu befürchten. Dieser Widerspruch wird durch Anfrage an BAUA und Ministeriums versucht zu klären.

Bis zur Klärung sind werdende Mütter von Tätigkeiten mit dem Umgang von Formaldehyd auszuschließen und einem anderen geeigneten Arbeitsplatz zuzuweisen.

3.6 Jugendschutz

Das Jugendarbeitsschutzgesetz verbietet Tätigkeiten mit CMR-Stoffen für Jugendliche, außer zu Ausbildungszwecken unter Aufsicht oder unter Einhaltung des AGWs (§ 22 (1) und (2) JArbSchG). [20]

4 Gefährdungsbeurteilung

Nach § 5 ArbSchG hat der Unternehmer die Arbeitsbedingungen für die Beschäftigten zu ermitteln und zu beurteilen. Dies ist eine zentrale Aufgabe des Betriebes bzw. seiner verantwortlichen Führungskräfte. Sie ist das Kernelement der Prävention und aus ihr leiten sich alle erforderlichen Schutzmaßnahmen sowie Regelungen und Dokumente ab. [11]

Die durchzuführenden Prozessschritte der Gefährdungsbeurteilung sind:

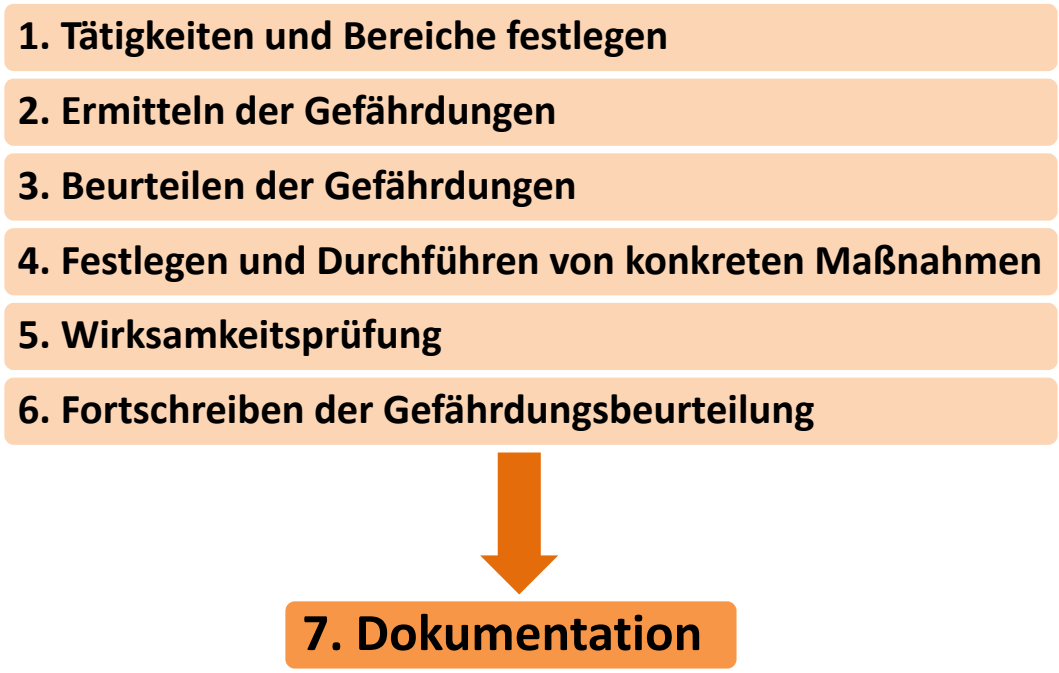

Abbildung 4: Prozessschritte der Gefährdungsbeurteilung [eigene Darstellung]

4.1 Tätigkeiten und Bereiche festlegen

Im Ablauf des Herstellungsprozesses für Holzwerkstoffplatten sind in einzelnen Bereichen potentiell Konzentrationen von Formaldehyd in der Luft oberhalb des AGWs zu erwarten. (EPF-Studie 2010, MEGA-Datenbank, BGHM-Messdaten)

Besonders betroffen sind die Bereiche des Formstrangs, von der Beleimung der Späne bzw. Fasern bis zur Konditionierung der Platten. Für Tätigkeiten in diesen Bereichen muss durch konkrete Maßnahmen gewährleistet werden, dass der AGW sicher eingehalten werden kann (siehe Kapitel 4.4).

Andere Bereiche wie Holzbereitstellung, Formatierung, Lagerung, Pressenleitstand (siehe Abbildung 1) sind in der Regel unkritisch, was im Einzelfall aber durch Messungen nachgewiesen werden muss.

4.2 Ermitteln der Gefährdungen

Der Unternehmer ist verpflichtet, die von Formaldehyd ausgehenden Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nach § 6 GefStoffV i.V.m. TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ zu beurteilen.

Die Ermittlung muss unter repräsentativen Bedingungen erfolgen.

Folgende Gesichtspunkte sind dabei grundsätzlich zu berücksichtigen:

1. die gefährlichen Eigenschaften der Stoffe oder Zubereitungen
2. Informationen des Herstellers oder Inverkehrbringers, insbesondere im Sicherheitsdatenblatt
3. Art und Ausmaß der Exposition
4. Möglichkeiten einer Substitution
5. Arbeitsbedingungen und Verfahren, einschließlich der Arbeitsmittel und der Gefahrstoffmenge
6. den Arbeitsplatzgrenzwerten
7. Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen,
8. Erkenntnisse aus der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung [15]

Den Ablauf der Gefährdungsbeurteilung für Gefahrstoffe nach TRGS 400 zeigt Abbildung 5. [21]

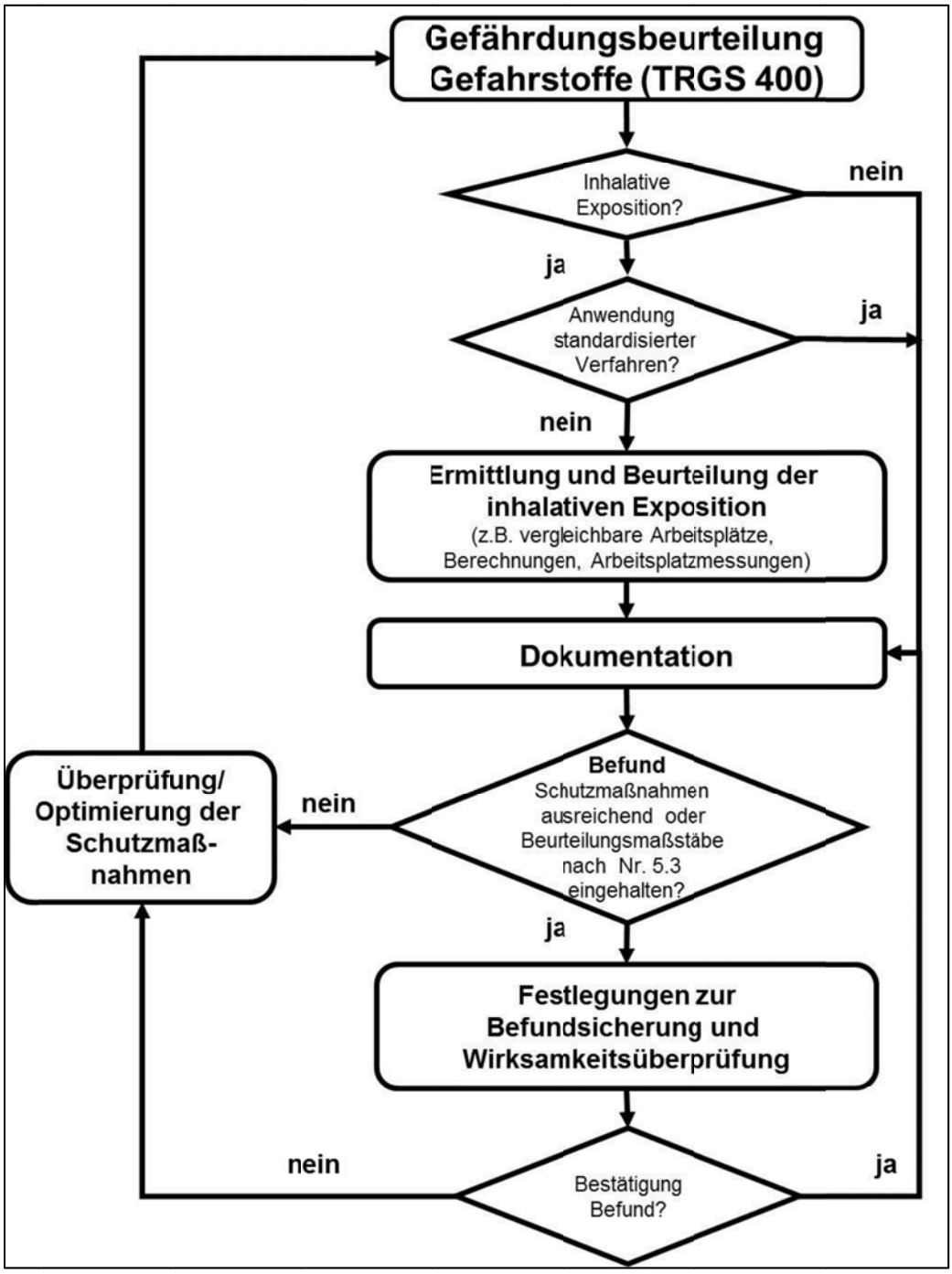

Abbildung 5: Gefährdungsbeurteilung Gefahrstoffe [TRGS 400]

Bei der Ermittlung und Angabe der Höhe der Exposition bleiben die Auswirkungen durch das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung gemäß TRGS 410 Punkt 5 unberücksichtigt. Ein Hinweis auf Atemschutz findet sich auch unter Punkt 4.

AGW überschritten heißt immer Aufnahme in das Expositionsverzeichnis der Beschäftigten nach § 14 Absatz 3 Nr. 3 der GefStoffV. Es wird aber empfohlen, Angaben zu Schutzmaßnahmen wie auch PSA in das Verzeichnis mit aufzunehmen (siehe Anlagen zur TRGS 410). [22]

4.2.1 Expositionsermittlung

Die Exposition der Beschäftigten ist gemäß § 10 (3) GefStoffV durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere geeignete Messmethoden zu ermitteln. [15]

Solange keine Expositionsbeschreibung zur Verfügung steht, sind die Betriebe verpflichtet, die Exposition auf anderem Wege zu ermitteln (siehe Abb. 4). Dazu ist die TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: inhalative Exposition“ heranzuziehen. Die nichtmesstechnischen Methoden nach TRGS 402 sind aufgrund der vielfältigen Parameter des Arbeitssystems „Holzwerkstoffherstellung“ nicht anwendbar. [23]

Geeignete Messverfahren nach TRGS 402 entsprechen u.a. der DIN EN 482 „*Arbeitsplatzatmosphäre – Allgemeine Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Messung chemischer Arbeitsstoffe*“ und der DIN EN 689 „*Arbeitsplatzatmosphäre - Anleitung zur Ermittlung der inhalativen Exposition gegenüber chemischen Stoffen zum Vergleich mit Grenzwerten und Messstrategie*“. [23]

Informationen liefert die IFA-Arbeitsmappe mit der Kennzahl 6045. Sie beschreibt ein geeignetes Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Aldehyden in der Luft. Andere Messverfahren können auch zur Anwendung kommen, wenn deren Eignung nachgewiesen ist (Anhang). Seitens der Holzwerkstoffbranche existiert eine langjährige Erfahrung bei der Messung von Formaldehyd in wässrigen Lösungen, da sie Teil der werkseigenen Produktionskontrolle von Holzwerkstoffen ist. Die erforderlichen Arbeitsplatzmessungen müssen durch fachkundiges Personal durchgeführt werden. Dies können auch innerbetriebliche Messstellen sein. [23]

Externe Messstellen müssen entsprechend akkreditiert sein. Das IFA bietet mit dem „Verzeichnis der akkreditierten Messstellen und Prüflaboratorien für Arbeitsplatzmessungen gemäß GefStoffV (§ 7 Abs. 10)“ den Unternehmen eine Hilfestellung bei der Auswahl.

Die Expositionsermittlung ist bei der Identifizierung der Bereiche und der Tätigkeiten mit Formaldehydbelastung, aber auch beim Nachweis der Einhaltung des AGWs, der entscheidende Indikator für den Handlungsbedarf. Folglich kommt ihrer Überprüfung eine hohe Bedeutung zu.

Die Messung erfolgt unter repräsentativer Auslastung hinsichtlich der Arbeits- und Produktionsbedingungen, während unterschiedlicher Schichten sowie unter Berücksich-

tigung jahreszeitlicher Einflüsse. Dabei können auch ungünstige Bedingungen durch gezielte Messungen zusätzlich berücksichtigt werden.

Messberichte der durchgeführten Arbeitsplatzmessungen sollen Angaben der Arbeits- und Produktionsbedingungen, einschließlich der Anlagenkapazität und Anlagenauslastung enthalten.

4.2.2 Einteilung nach Zonensystem

Für eine Eingrenzung der belasteten Bereiche ist es zweckmäßig, den Produktionsbereich von der Beleimung bis zur Konditionierung in einzelne Zonen aufzuteilen. Für diese Bereiche müssen die Konzentrationen von Formaldehyd ermittelt und darauf basierend die erforderlichen Schutzmaßnahmen (technische, organisatorische oder personelle) abgeleitet werden (siehe Abschnitt 4.4.2 – 4.4.4). Bei der Festlegung der Zonen kann es erforderlich sein eine Unterteilung nicht nur zweidimensional in der Fläche, sondern aufgrund thermischer Effekte auch dreidimensional in der Höhe vorzunehmen. Die Unterteilung erfolgt als Ergebnis der stationär ermittelten Durchschnittskonzentrationen von Formaldehyd in den jeweiligen Zonen.

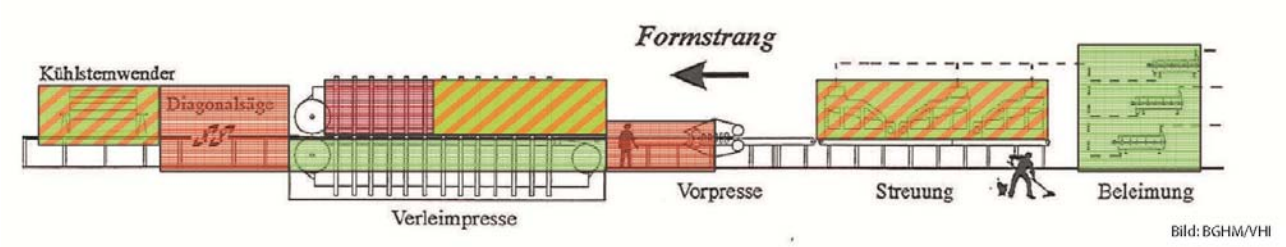

Abbildung 6: Beispiel einer Einteilung der Arbeitsbereiche am Formstrang nach Zonensystem in Expositionsbereiche [eigene Darstellung]

Den Mitarbeitern wird hierdurch eine Visualisierung und somit klare Unterscheidung von über dem AGW liegenden Anlagenbereichen ermöglicht. Für die sich im Verlauf einer Arbeitsschicht ergebenden wechselnden Tätigkeiten in den unterschiedlichen Anlagenbereichen kann hiermit eine Einhaltung der personenbezogenen Belastung unterhalb des AGW erreicht werden.

Die Bereiche können entsprechend einem „Zonenmodell“ unterteilt werden:

Zone	Grün	Grün/Rot	Rot
FA-Konzentration X [ppm]	X ≤ 0,3	0,3 < X ≤ 0,6 Max 15 Minuten 4x pro Schicht	X > 0,6

In der Grün/Rot-Zone ist ein Aufenhalt von mehr als 15 Minuten ohne Atemschutz nicht zulässig, der AGW-Wert ist in diesem Fall überschritten. Zwischen zwei aufeinanderfolgenden 15-Minuten-Intervallen soll mind. 1 Stunde liegen. Insgesamt sind 4 Kurzzeitwertphasen innerhalb einer Schicht zulässig. Im Schichtmittel muss der AGW immer eingehalten sein.

Außerhalb des laufenden Produktionsbetriebes, bei stehender Anlage oder formaldehydfreier Beleimung, ist die Zoneneinteilung aufgehoben. Die Zonen können ohne Gefährdung betreten werden.

4.2.3 Qualifizierte Expositionsabschätzung mittels Berechnung

Der Nachweis der Einhaltung des AGW-Wertes, ist gemäß TRGS 402 zu ermitteln. Dazu können entweder personenbezogene Messungen durchgeführt werden oder die stationären Messungen der Bereiche in Verbindungen mit einem Modell berechnet werden. Hierzu wird für den zu bewertenden Arbeitsplatz z. B. Pressenkontrollmann ein Zeitprofil aufgestellt, wie lange er sich in welcher Zone aufhält. Diese Zeiten sollten anhand üblicher Arbeitstage ermittelt werden (REFA). Dann wird durch Umrechnung der Emissionsniveaus auf die durchschnittliche Aufenthaltsdauer die Einhaltung des Grenzwertes überprüft. Rote Zonen, die nur mit Atemschutz begangen werden, werden mit der Emission „null“ berechnet:

Beispiel:

Bereich	Messwert [ppm]	Zone	durchschnittliche Aufenhaltsdauer in einer Schicht [h]:	Berechnung [ppm]:
Beleimung	0,15		0,5	0,01
Streuung	0,30		2 x 0,25	0,02
Vorpresse	0,70		0,5	0,00
Verleimpresse	0,20		2	0,05
Diagonalsäge	1,00		0,25	0,00
Kühlsternwender	0,40		0,25	0,01
Kontrollraum	<0,1		4	0,00
Ergebnis Schichtmittelwert:			8	0,09

Diese Berechnung ist für jeden Arbeitsplatz durchzuführen, bei denen multiple Expositionsszenarien während der gesamten Schicht in Bezug auf Formaldehyd vorkommen. Zur Dokumentation der Einhaltung des Schichtmittelwertes muss ein solcher Wert aus den vorhandenen Messungen berechnet werden.

Der Nachweis der inhalativen Exposition soll Aussagen zur Wirksamkeit der vorhandenen Schutzmaßnahmen sowie Festlegungen über ggf. weitere zu treffende Maßnahmen einschließlich der Überprüfung der Wirksamkeit aufzeigen. In regelmäßigen Abständen oder aus gegebenen Anlass ist zu prüfen, ob der abgeleitete Befund unverändert gültig ist (Wirksamkeitskontrolle). Die Abstände für die Überprüfung sind abhängig von den betrieblichen Bedingungen im Befund festzulegen; empfohlen wird ein Jahresabstand, wobei nach Möglichkeit jahreszeitliche Einflüsse auf die Höhe der Exposition mit berücksichtigt werden sollten. Gegebene Anlässe für die Überprüfung können z. B. sein:

1. die Änderung relevanter Randbedingungen,
2. eine Änderung des einschlägigen Standes des Ermittlungsverfahrens (Messverfahren, Berechnungsmodell, …),
3. eine Änderung der Beurteilungsmaßstäbe, Grenzwertänderungen oder
4. Faktoren, die für die Befundsicherung von Bedeutung waren.

Sind die Änderungen von Bedeutung für die inhalative Exposition, ist der Befund zu aktualisieren.

4.3 Beurteilung der Gefährdungen

Die Beurteilung der Ergebnisse der Expositionsermittlung erfolgt über die Einschätzung des Risikos. Den Grad der Gefährdung kann man über das vorhandene Risiko definieren: Ein hohes Risiko bedeutet Gefahr, aber ein niedriges Risiko kann nicht automatisch mit absoluter Sicherheit gleichgesetzt werden.

Aus der Beurteilung des Risikos mittels AGW von 0,3 ppm folgt die Zoneneinteilung:

Zone	**Grün**	**Grün/Rot**	**Rot**
FA-Konzentration X [ppm]	X ≤ 0,3	0,3 < X ≤ 0,6 Max 15 Minuten 4x pro Schicht	X > 0,6

4.4 Festlegen und Durchführen konkreter Maßnahmen

Die Unternehmen müssen gemäß § 7 (3) und (4) GefStoffV i.V.m. der TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“ in der Rangfolge Substitution, gefolgt von technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen (STOP-Maßnahmenhierarchie), festlegen. Dabei ist das sog. „Minimierungsgebot“ einzuhalten. [15] Dieses besagt, dass

generell technische Schutzmaßnahmen in der Reihenfolge ihrer Wirksamkeit auszuwählen sind. Ist eine Maßnahme nicht ausreichend, muss eine Kombination aus mehreren ergriffen werden. Erst dann darf auf organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen zurückgegriffen werden.

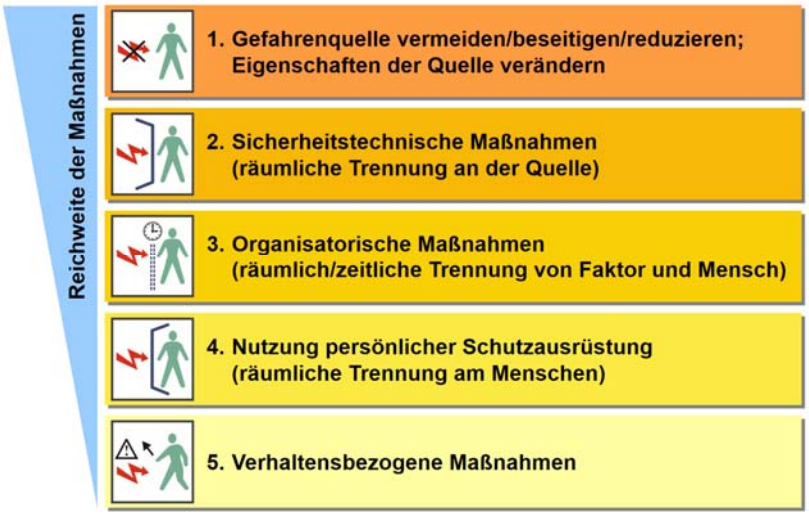

Abbildung 7: Maßnahmenhierarchie [24]

4.4.1 Substitution

Die Substitution ist der Einsatz eines ungefährlichen oder weniger gefährlicheren Stoffes und ist allen anderen Maßnahmen voranzustellen. Ist eine vollständige Substitution nicht möglich, so ist eine Minimierung der eingesetzten Formaldehydmenge anzustreben.

Momentan gibt es für formaldehydhaltige Kunstharze keine technische Alternative. [25]

4.4.2 Technische Maßnahmen

1. Absaugung an der Entstehungsstelle, d.h. am Pressspalt
2. Kapselung/Einhausung der Anlagenteile mit Absaugung
3. bauliche Trennung, um die Verschleppungseffekte zu verhindern
4. Raumlüftung optimieren
5. Rückführungsverbot für abgesaugte Luft aus Arbeitsbereichen, deren Gefahrstoffbelastung oberhalb des AGW liegt

4.4.3 Organisatorische Maßnahmen

Zone	Grün	Grün/Rot	Rot
FA-Konzentration x [ppm]	x ≤ 0,3	0,3 < x ≤0,6	x > 0,6
Zugangsbe-schränkungen (§ 8 (1) Nr. 3 GefStoffV)	-	Unterwiesene Personen	unterwiesene Personen
Zeitliche Aufenhaltsbe-schränkung (§ 8 (1) Nr. 4 GefStoffV)	-	4 x 15 Min./Schicht 1 h zeitl. Abstand	Kein Aufenthalt ohne Schutzmaßnahmen
Kennzeichnung	-	Ortsnahe Visualisierung über Lageplan	Ortsnahe Visualisierung über Lageplan; Zusätzliche Absperrung über Kette empfohlen
Unterweisung	-	Alle Personen	Alle Personen
Verhaltenskontrolle	-	Durch Verantwortlichen für Bereich	Durch Verantwortlichen für Bereich

4.4.4 Persönliche Maßnahmen

Kann der AGW mit technischen und organisatorischen Maßnahmen nicht sicher eingehalten werden, sind u.a. folgende persönliche Maßnahmen zu ergreifen:

Zone	Grün	Grün/Rot	Rot
FA-Konzentration x [ppm]	x ≤0,3	0,3 < x ≤ 0,6	x > 0,6
Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	-	Betriebliche Festlegung	Betriebliche Festlegung
Tragepflicht PSA	-	Aufenthalt > 15 Min.	ständig
Betriebsanweisung	-	Ja	Ja

Die Erstellung eines Atemschutzplanes ist zu empfehlen. Dieser enthält Informationen über Art, Handhabung und Tragezeitbeschränkungen von Atemschutz in festgelegten Bereichen. Bei der Auswahl geeigneter PSA unterstützen der Betriebsarzt und die Fachkraft für Arbeitssicherheit. [14] Die Beschäftigten sind an der Auswahl zu beteiligen. [13] Generell erhöht die Einbeziehung der Mitarbeiter in Entscheidungsprozesse die Akzeptanz für die Auswahl. Es ist zu beachten, dass für Formaldehyd der richtige Filtertyp zu verwenden ist. Auskünfte erteilen die jeweiligen Hersteller, z. B. Firma 3M Filtertyp A1+ Formaldehyd oder z. B. Firma Dräger Filtertyp AB P3.

4.4.5 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Bei Tätigkeiten mit diesem Produkt ist gemäß Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten (Angebotsvorsorge). Eine Tätigkeit gemäß Gefahrstoffverordnung nach § 2 Abs. 5 ist jede Arbeit mit Stoffen, Zubereitungen oder Erzeugnissen, einschließlich Herstellung, Mischung, Ge- und Verbrauch, Lagerung, Aufbewahrung, Be- und Verarbeitung, Ab- und Umfüllung, Entfernung, Entsorgung und Vernichtung. Zu den Tätigkeiten zählen auch das innerbetiebliche Befördern sowie Bedien- und Überwachungsarbeiten. Dazu können die folgenden DGUV-Grundsätze herangezogen werden:

- G40 Krebserzeugende und erbgutverändernde Gefahrstoffe - allgemein
- G24 Hauterkrankungen (mit Ausnahme von Hautkrebs)

Falls aufgrund der Gefährdungsbeurteilung das Tragen von Atemschutz notwendig ist, ist arbeitsmedizinische Vorsorge ggf. unter Heranziehung des DGUV-Grundsatz G 26 Atemschutzgeräte durchzuführen.

Eine Tätigkeit mit Formaldehydexposition ist Anlass, den betroffenen Beschäftigten eine nachgehende Vorsorge gemäß § 5 (3) ArbMedVV anzubieten, d.h. die Vorsorge wird obwohl die gefährdende Tätigkeit beendet wurde weitergeführt.

Folgende berufsgenossenschaftlichen Grundsätze können hierbei angewendet werden:

- G23 „Obstruktive Atemwegserkrankungen“
- G40 „Krebs erzeugende und erbgutveränderende Gefahrstoffe - allgemein“ [16]

Am Ende des Beschäftigungsverhältnisses überträgt der Arbeitgeber diese Verpflichtung auf den zuständigen gesetzlichen Unfallversicherungsträger und überlässt ihm die erforderlichen Unterlagen in Kopie, sofern der oder die Beschäftigte eingewilligt hat.

4.4.6 Besondere Personengruppen

Besondere Personengruppen sind z.B. Jugendliche, werdende oder stillende Mütter (siehe Kap. 3.1), Beschäftigte ohne ausreichende Deutschkenntnisse, Zeitarbeitnehmer. Letztgenannte müssen durch den Holzwerkstoffhersteller als Entleiher unterwiesen werden. Bei der arbeitsmedizinischen Vorsorge und der Bereitstellung von PSA müssen sich Ver- und Entleiher abstimmen. Beschäftigten ohne ausreichende Deutschkenntnisse müssen Betriebsanweisungen in verständlicher Form und Sprache zur Verfügung gestellt werden. Die Unterweisungsinhalte müssen verstanden werden. [15] Das kann über Lernerfolgskontrollen im Anschluss der Unterweisung und Verhaltenskontrollen der Mitarbeiter durch die Führungskräfte überprüft werden.

4.4.7 Besucher

Innerhalb der Zonen dürfen Besucher keine roten Bereiche betreten.

Ansonsten ist der Besucher entsprechend zu unterweisen und Atemschutz zur Verfügung zu stellen.

4.5 Wirksamkeitskontrolle

Die Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen muss nach § 7 (7) GefStoffV regelmäßig, aber spätestens alle drei Jahre, kontrolliert werden. Die TRGS 402 empfiehlt ein einjähriges Intervall für die Expositionsermittlung. [23]

Eine Kontrollmessung bzw. fortlaufende Wirksamkeitskontrolle ist gemäß TRGS 402 nicht mehr notwendig, wenn

- der Bewertungsindex (siehe TRGS 402) einer Schicht ≤ 0,1 ist, oder
- Ermittlungsergebnisse für mindest drei verschiedenen Schichten vorliegen und alle Bewertungsindizes bzw. die Stoffindizes ≤ 0,25 sind.

4.6 Fortschreiben der Gefährdungsbeurteilung

Im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung des Arbeitsschutzes ist die Gefährdungsbeurteilung in regelmäßigen Abständen zu überprüfen und ggf. zu aktualisieren. [11] Anlässe zur Überprüfung können u.a. verfahrenstechnische oder wie aktuell eine gesetzliche Änderung sein. Wird eine Überschreitung des AGWs festgestellt, ist diese gemäß § 9 (3) GefStoffV unverzüglich erneut durchzuführen.

4.7 Dokumentation

Eine schriftliche Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung ist im § 6 ArbSchG gefordert. Deren Form ist nicht vorgeschrieben. Dies kann auch elektronisch erfolgen.

Ganz allgemein sollte aus ihr Folgendes hervorgehen:

- Gefährdungen, die bei der betroffenen Tätigkeit vorliegen
- die Beurteilung der Gefährdungen
- die getroffenen Maßnahmen, die das Gefährdungsrisiko verringern und vermeiden
- Wirksamkeitskontrolle der getroffenen Maßnahmen und ggf. weiterführende Maßnahmen zur Erreichung des Schutzzieles

Beim Umgang mit Gefahrstoffen hat der Unternehmer dazu ein Gefahrstoffverzeichnis zu führen. Die GefStoffV fordert zusätzlich die Ergebnisse der Substitutionsprüfung und der Überprüfung der AGW-Einhaltung zu dokumentieren. Bei einer Überschreitung des AGWs bedarf der erforderliche Maßnahmenplan ebenfalls der Schriftform.

5 Literaturverzeichnis

[1] Bundesamt für Risikobewertung, *Toxikologische Bewertung von Formaldehyd - Stellungnahme des BfR Nr. 023/2006,* 2006.

[2] Commitee for Risk Assessment (RAC), *Opinion proposing harmonised classification and labelling at EU level of Formaldehyde;,* 11/2012.

[3] Bundesministerium für Arbeit und Soziales, *TRGS 900 "Arbeitsplatzgrenzwert",* März 2015.

[4] „GisChem - Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien," Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, [Online]. Available: www.gischem.de. [Zugriff am 24 Oktober 2016].

[5] Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS), *Begründung zu Formaldehyd in der TRGS 900,* Februar 2015.

[6] European Panel Federation, *Reduktion der Formaldehyd-Exposition in der holzverarbeitenden Industrie,* 02/2010.

[7] Umweltbundesamt , Stand der Technik in der Span- und MDF-Plattenindustrie, Österreich.

[8] Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA), *MEGA-Auswertungen zur Erstellung von REACH-Expositionsszenarien Formaldehyd,* August 2013.

[9] Berufgenossenschaft Holz und Metall, *Expositionsbeschreibung - Exposition gegenüber Formaldehyd in der industriellen Möbelfertigung,* 10/2013.

[10] Berufgenossenschaft Holz und Metall, *Expositionsbeschreibung - Exposition gegenüber Formaldehyd im Schreiner- / Tischlerhandwerk,* Juli 2013.

[11] Bundesregierung, *Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), zuletzt geändert am 19. Oktober 2013,* August 1996.

[12] Bundesregierung, *Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG), zuletzt geändert 20.April 2013,* Dezember 1973.

[13] Berufsgenossenschaft Holz und Metall, *DGUV Vorschrift 1 "Grundsätze der Prävention,* Januar 2015.

[14] Berufgenossenschaft Holz und Metall, *DGUV Vorschrift 2 "Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit",* Januar 2012.

[15] Bundesregierung, *Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), zuletzt geändert am 03. Februar 2015,* November 2010.

[16] Bundesregierung, *Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV), zuletzt geändert am 23. Oktober 2013,* Dezember 2008.

[17] Europäische Kommission, *Verordnung (EU) Nr. 605/2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen,* Juni 2014.

[18] Bundesministerium für Arbeit und Soziales, *Bekanntmachung des BMAS IIb3-35122- zur Anwendung der Gefahrstoffverordnung und der TRGS mit dem Inkrafttreten der CLP-Verordnung,* Juli 2015.

[19] Bundesregierung, *Gesetz zum Schutze der erwerbstätigen Mutter (MuSchG), zuletzt geändert am 23. Oktober 2012,* Januar 1952.

[20] Bundesregierung, *Jugendarbeitsschutzgesetz (JArbSchG), zuletzt geändert am 17. Juli 2015,* April 1976.

[21] Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS), *TRGS 400 "Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen", zuletzt geändert 13. September 2012,* Dezember 2010.

[22] Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS), *TRGS 410 "Expositionsverzeichnis bei Gefährdungen gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B",* Juni 2015.

[23] Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS), *TRGS 402 "Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition", zuletzt geändert 02. April 2014,* Januar 2010.

[24] D. /. BAuA, Grundbegriffe des Arbeitsschutzes - Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit Version 1.02, 2013.

[25] TNO Triskelion B.V. and Risk & Policy Analysts, Analysis of the most appropriate risk management option for formaldehyde, November 15, 2013.

6 Abbildungsverzeichnis

Seite

Abbildung 1: Bereiche der Holzwerkstoffherstellung mit dazugehörigen Tätigkeiten [eigene Darstellung] 7
Abbildung 2: Funktionsbezogene Aufteillung mit den dazugehörigen Tätigkeiten [eigene Darstellung] 8
Abbildung 3: Einstufung von krebserzeugenden Stoffen [eigene Darstellung] 9
Abbildung 4: Prozessschritte der Gefährdungsbeurteilung [eigene Darstellung] 12
Abbildung 5: Gefährdungsbeurteilung Gefahrstoffe [TRGS 400] 14
Abbildung 6: Beispiel einer Einteilung der Arbeitsbereiche am Formstrang nach Zonensystem in Expositionsbereiche [eigene Darstellung] 16
Abbildung 7: Maßnahmenhierarchie [24] 19

7 Abkürzungsverzeichnis

ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ASiG	Arbeitssicherheitsgesetz
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BGHM	Berufsgenossenschaft Holz und Metall
BG RCI	Berufsgenossenschaft Rohstoff und chemische Industrie
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
DGUV	Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V.
EGU	Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger
EPF	European Panel Federation
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GisChem	Gefahrstoffinformationssystem für Chemikalien
IARC	International Agency for Research on Cancer
IFA	Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
JArbScG	Jugendarbeitsschutzgesetz
MutterSchG	Mutterschutzgesetz
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
REFA	Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung
TRGS	Technische Regel für Gefahrstoffe
VHI	Verband der deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V.

8 Anhang: Alternatives Messverfahren

Stoff :	Formaldehyd	**Chemische Formel:**	HCHO
Synonym :	Methanal	**Molare Masse:**	30,03 g/mol
BG-Code:	1476	**Schmelzpunkt:**	-117° C
CAS-Nr.:	50-00-0	**Siedepunkt:**	-19° C
Arbeitsplatz-Grenzwert:	0,37 mg/m³ (ÜF=2)	**Einstufung:**	K3

Luftvolumenstrom :
30 Liter/Stunde (0,5l/min) bei 2 Stunden Probenahme

Probenahmesystem:
PAS-Pumpe* wie zB. Gilian Gil Air PLUS

Probenträger:
Silicagelröhrchen, Dräger Typ BIA, Bestell-Nr. : 6733021

Maximale Lagerzeit nach Probenahme:
14 Tage

Analysenmethode:
Photometrie
Dr. Lange Küvetten Test LCK 325 (40°C) LCK 425 (60°C)

Bestimmungsgrenze:
0,02 mg/m³ bei 60 Liter Probevolumen

* PAS-Pumpen = batteriebetriebene Pumpen mit geregeltem Volumendurchfluss, die zur personenbezogenen Probenahme von Gefahrstoffen in der Arbeitsplatzatmosphäre eingesetzt werden

Kurzbeschreibung des Verfahrens:

Mit diesem Verfahren kann das in der Luft vorliegende gasförmige Formaldehyd stationär oder personenbezogen erfasst werden, indem die Luft mit einer geeigneten Probenahmepumpe durch ein mit Silicagel gefülltes Röhrchen gesaugt wird.

Nach erfolgter Probenahme wird das Silicagelröhrchen aufgebrochen und für 16 Stunden in demineralisiertem Wasser eluiert.

Anschließend wird der Formaldehydgehalt des Eluates quantitativ mittels Photometrie bestimmt. Hierzu eignen z.B. sich handelsübliche Küvettentests für Formaldeyhd.

Geräte und Chemikalien

- Geeignete Pumpe
- Volumentrom Messgerät
- Dräger Silicagelröhrchen TYP BIA
- Photometer
- Dr. Lange LCK 425
- Pipette 1000 µl
- demineralisiertes Wasser

Probenahme

Für die Probenahme werden durchflussstabilisierte Pumpen verwendet. Unter Zuhilfenahme eines repräsentativen Silicagelröhrchens wird der Volumenstrom der Pumpe, vor der Probenahme eingestellt.
Zeitnah vor der Probenahme werden beiden Enden des Silicagelröhrchen aufgebrochen und dieses in Durchflussrichtug mit der Pumpe verbunden.
Nach der Probenahme wird das Röhrchen mit den dafür vorgesehenen Kappen verschlossen.

Probenahmebedingungen:

Erwartete Konzentration	Volumenstrom in Liter/Stunde	Probenahmedauer Min. und Max. in Stunden
0,02 bis 2 ppm	30	Min. 2

Probenvorbereitung

Die beaufschlagten Silicagelröhrchen werden aufgebrochen und zusammen mit 15 ml demineralisiertem Wasser in kleine Fläschen überführt.
Nach leichtem Schwenken der Probe werden die Probefläschchen lichtgeschützt bei Raumtemperatur für 16 Stunden gelagert.

Auswertung der Probe

siehe Beschreibung Schnelltest
z.B. Dr. Lange LCK 325

1 ml der Probelösung werden in den Dr. Lange Test pipetiert, nun wird 1ml der Reagenzlösung dazu gegegeben, der Küvettentest verschlossen und geschüttelt.
Nachdem die Probe für 15 Minuten in 40° C Wasserbad verbracht hat, wird diese für 60 Minuten lichtgeschützt ruhen gelassen.
Anschließend wird der Küvetten-Test mittels Photometer und Dr. Lange Barcode-Methode analysiert.

Blindwerte und Störungen

Zu jeder Charge Silicalgelröhrchen ist ein Blindwert mit zu analysieren.
Der gemessene Blindwert wird von dem Messwert der Proben abgezogen.

Berechnung des Analysenergebnissen

Die Luftkonzentration an Formaldehyd in mg/m³ wird wie folgt berechnet:

$$= E * \frac{(M - BW)}{V}$$

wobei :
E = Eluatvolumen in ml
M = Messwert in mg/l
BW = Blindwert in mg/l
V = gezogenes Probevolumen in l

Um das Ergebniss in ppm umzurechnen, wird der mg/m³ Wert mit 1,248 dividiert.

Richtigkeitskontrolle

Qualitätskontrolle

Kenndaten der Methode

Wiederfindung

Präzision und Messunsicherheit

Lagerfähigkeit