

REDUKTION DER FORMALDEHYD- EXPOSITION IN DER HOLZVERARBEITENDEN INDUSTRIE

REF-WOOD
SOCIAL PARTNER PROJECT





Danksagung

Dieses Projekt wurde durch den Europäischen Verband der Holzplattenindustrie (EPF), den Verband der europäischen Holzindustrie (CEI-Bois) und den Europäischen Verband des Bauwesens und der Holzarbeiter (EFBWW) verwirklicht.

Die Autoren möchten die Zusammenarbeit der teilnehmenden Firmen, der Arbeitnehmervertreter, der Industrieverbände, der Forscher und der Regierungsagenturen würdigen.

Disclaimer

Dieses Dokument ersetzt keine gesetzlich verankerten Bestimmungen irgendeiner einschlägigen Gesetzgebung. Die Verfasser übernehmen keine Haftung für die Verwendung von oder das sich Verlassen auf das in diesem Dokument enthaltene Material. Bevor sich Benutzer auf dieses Material verlassen, sollten sie ihre eigene Bewertung dessen in Bezug auf Genauigkeit, Aktualität, Vollständigkeit und Relevanz für ihre Zwecke vornehmen und sollten jeden für ihre jeweiligen Gegebenheiten geeigneten professionellen Rat einholen.

Copyright Anmerkung

Diese Arbeit ist Copyright geschützt. In unveränderter Form darf dieses Material nur für Ihren persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch oder Gebrauch in Ihrer Organisation heruntergeladen wiedergegeben, gedruckt und reproduziert werden.



Vorwort

Der Europäische Verband der Holzplattenindustrie, EPF, der Verband der europäischen Holzindustrie, CEI-Bois, und der Europäische Verband des Bauwesens und der Holzarbeiter, EFBWW, sind sich des Gesundheitsrisikos, das von der chemischen Substanz Formaldehyd ausgeht, bewusst und haben deshalb dafür gesorgt, dass die berufliche Exposition gegenüber dieser Substanz bei der Produktion von Holzwerkstoffen seit Jahrzehnten abnimmt.

Das übergeordnete Ziel aller Sozialpartner ist es, den Arbeitern sichere Arbeitsbedingungen zu bieten und gleichzeitig die technische Qualität der Produkte zu gewährleisten, die die Kunden erwarten. Während der Plenarsitzung des EU Social Dialogue Committee Wood, die am 10. Juni 2008 stattgefunden hat, beschlossen CEI-Bois und EFBWW ein gemeinsames Projekt, „Reduktion der Formaldehydexposition in der Holzverarbeitenden Industrie“, ins Leben zu rufen, aus dem nun diese Broschüre hervorgeht.

Diese Broschüre nimmt sowohl auf den gesetzlichen Rahmen als auch auf den sozialen Dialog zwischen den Partnern Bezug. Indem das Projekt den Blick vor allem auf die Kooperation und Mitwirkung der Arbeiter und ihrer Vertreter bei der Bewertung der Formaldehydexposition und auf Möglichkeiten der besseren Prävention richtet, fördert es den Dialog zwischen den Europäischen Sozialpartner-Organisationen und ihren nationalen Mitgliedsverbänden.

Es wird erwartet, dass die Ergebnisse des Projekts Kommentare und weitere Informationen hervorbringen und zu einem intensiven Austausch von Sichtweisen über die beste Umsetzung und die besten Lösungen führen, auf deren Basis eine Fortführung und Vertiefung des Dialogs erreicht werden könnte. Eine Vertiefung und Intensivierung des Dialogs könnte zu allseits zufriedenstellenden Lösungen und zu direkten Auswirkungen im Interesse der Arbeiter und der Industrie führen. Wir glauben, dass freiwillige Maßnahmen, wie das gegenwärtige REF-Wood Projekt sowie mögliche zukünftige Projekte, Maßnahmen der praktischen Prävention sehr effektiv unterstützen können.

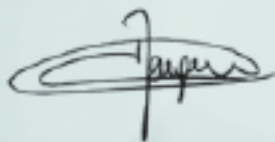
Gezeichnet,

Für EPF,



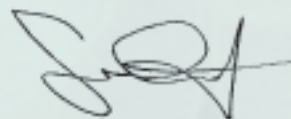
Kris Wijnendaele
Generalsekretär

Für CEI-Bois,



Filip De Jaeger
Generalsekretär

Für EFBWW,



Sam Hägglund
Generalsekretär



Inhaltsverzeichnis



Vorwort	ii
Inhaltsverzeichnis	iii
Glossar	iv
Tabellen und Abbildungen	iv
I. Einleitung	1
1. Rahmen und Ziel des Projekts	1
2. Teilnehmer des Projekts.....	1
3. Datenerfassung.....	1
II. Formaldehyd	2
1. Was ist Formaldehyd	2
2. Warum die Besorgnis um Formaldehyd.....	4
III. Formaldehyd in der holzverarbeitenden Industrie	5
1. Formaldehyd und berufliche Gesundheit.....	5
2. Exposition gegenüber Formaldehyd in der holzverarbeitenden Industrie	5
2.1 Formaldehyd-Messkampagne in der Holzplattenindustrie	6
2.2 Expositionsquellen in den holzverarbeitenden Industrien.....	8
2.3 Holzstaub in den holzverarbeitenden Industrien	9
3. Formaldehydmessung in den holzverarbeitenden Industrien	10
3.1 Messung der Formaldehydkonzentration in der Luft und Bestimmung der Exposition	10
3.2 Empfohlene Stichprobenentnahme und Analyseverfahren.....	11
IV. Strategien zur Reduktion der Formaldehydexposition	12
1. Präventionshierarchie	12
1.1 Gefahrenprävention.....	14
1.2 Gefahrenkontrolle	14
1.3 Prävention durch die Verwendung von Richtlinien.....	14
A. Reduktion am Entstehungsort	15
B. Die besten Maßnahmen bezogen auf technische Planung und Warnungen	15
C. Die besten Maßnahmen auf organisatorischer Ebene	17
D. Persönliche Schutzausrüstung (PPE)	20
V. Literatur	21

Glossar



AEC	Durchschnittliche Konzentrationsexposition (average exposure concentrations)
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
CEI-Bois	Verband der europäischen Holzindustrie
ECB	Europäisches Büro für chemische Stoffe (European Chemicals Bureau)
EFBWW	Europäischer Verband des Bauwesens und der Holzarbeiter (European Federation of Building and Woodworkers)
EPA	U.S.-Regierungs-Umweltschutz Organisation (Environmental Protection Agency)
EPF	Europäische Verband der Holzplattenindustrie (European Panel Federation)
EU	Europäische Union
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (High Performance Liquid Chromatography)
HSE	Behörde für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Großbritannien (Health and Safety Executive)
IARC	Internationale Agentur für Krebsforschung (International Agency for research on Cancer)
INRS	Französisches Institut für berufliche Risikoprävention (Institut national de recherche et de sécurité)
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
LVL	Furnierschichtholz (laminated veneer lumber)
MDF	Mitteldichte Faserplatte
MF	Melamin-Formaldehyd
mg/m ³	Milligramm pro Kubikmeter
MUF	Melamin-Harnstoff-Formaldehyd
NCI	Nationales Krebs Institut der vereinigten Staaten von Amerika (U.S. National Cancer Institute)
NOAEL	No observable adverse effect level
NPC	Nasenrachenkrebs (Nasopharyngeal cancers)
OEL	Berufliche Expositionsgrenzwerte (occupational exposure limits)
OSB	Oriented Strand Board
PF	Phenol-Formaldehyd
PPE	Persönliche Sicherheitsausrüstung (personal protective equipment)
ppm	Parts per million
SDB	Sicherheitsdatenblatt
STEL	Kurzzeitexpositionsgrenzwerte (short term exposure limit)
TWA	Zeitgewichteter Durchschnitt (time-weighted average)
UF	Harnstoff-Formaldehyd
UV	Ultraviolett
VHI	Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie
WHO	Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation)

Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1: Physikalisch-chemische Haupteigenschaften von Formaldehyd	3
Tabelle 2: Exposition gegenüber Formaldehyd in der Holzplattenindustrie	7
Tabelle 3: Expositionsquellen bei der Herstellung von Holzprodukten	9
Abbildung 1: Risikomanagement beruflicher Gefahren in der Holzverarbeitenden Industrie.....	13



I. Einleitung

1. Rahmen und Ziel des Projekts

Diese Broschüre ist das Ergebnis eines Projekts der Europäischen Sozialpartner innerhalb des holzverarbeitenden Sektors. Die grundlegenden Ziele waren es, den Austausch zwischen den EU Holzwerkstoffherstellern, Handelsgesellschaften und anderen Interessenvertretern aus ganz Europa, vor allem kleinen und mittelständischen Betrieben (KMU), über die besten Maßnahmen zu fördern und kurz- und mittelfristig einen Beitrag dazu zu leisten, dank des erworbenen Wissens und der Fähigkeiten die Formaldehydexposition am Arbeitsplatz zu reduzieren.

Das Ziel dieses Projektes war es, Techniken und Technologien zu sammeln, um die Formaldehydexposition bei der Arbeit zu reduzieren sowie die Möglichkeiten und Hindernisse für die Anwendung der Grenzwerte, die von der Europäischen Kommission 2008 vorgeschlagen wurden, auszuwerten.

Es war auch das Ziel, wissenschaftlich valide Messverfahren und repräsentative Arbeitsplätze auszuwählen, um die Exposition der Arbeiter zu messen. In der Folge wurde in repräsentativen¹ Firmen in fünf EU-Staaten eine Messungs-Kampagne gestartet, um die derzeitige Standardexposition im Hauptanwendersektor der Chemieindustrie festzustellen: die Holzwerkstoffindustrie, die der bedeutendste holzverarbeitende Teilsektor ist, der formaldehydbasierte Harze verwendet.

Die Ergebnisse des REF-Wood Projekts werden in dieser Broschüre veröffentlicht mit praktischen Leitlinien für die besten Maßnahmen, die im holzverarbeitenden Sektor, speziell unter den Holzwerkstoffplattenherstellern und ihren Arbeitern weite Verbreitung finden werden.



2. Teilnehmer des Projekts

Das Projekt „Reduktion der Formaldehydexposition in der holzverarbeitenden Industrie“ der europäischen Sozialpartner (REF-Wood Projekt) ist eine Initiative des Europäischen Verbands der Holzplattenindustrie (EPF), des Verbands der europäischen Holzindustrie (CEI-Bois) und des Europäischen Verbands des Bauwesens und der Holzarbeiter (EFBWW) mit Unterstützung der Europäischen Kommission, DG Beschäftigung, Soziales und Gleichberechtigung.

3. Datenerfassung

Der Inhalt dieser Broschüre basiert auf einer großen Bandbreite an Daten, einschließlich:

- Wissenschaftlichen Daten und Forschungsdaten;
- Firmenstrategien;
- Informationen von Interessenverbänden der Industrie;
- Regulative Voraussetzungen;
- Behördliche Empfehlungen.

Außerdem wurde eine Formaldehydmessungs-Kampagne in fünf repräsentativen Holzwerkstoffplatten Unternehmen innerhalb der EU gestartet.

¹ Es wurden fünf kleine bis mittelgroße in Frankreich Deutschland Polen Spanien und Großbritannien ansässige Fertigungsbetriebe deutlich unterschiedlichen Alters ausgewählt. Vier der Standorte produzieren Spanplatten, der fünfte MDF.

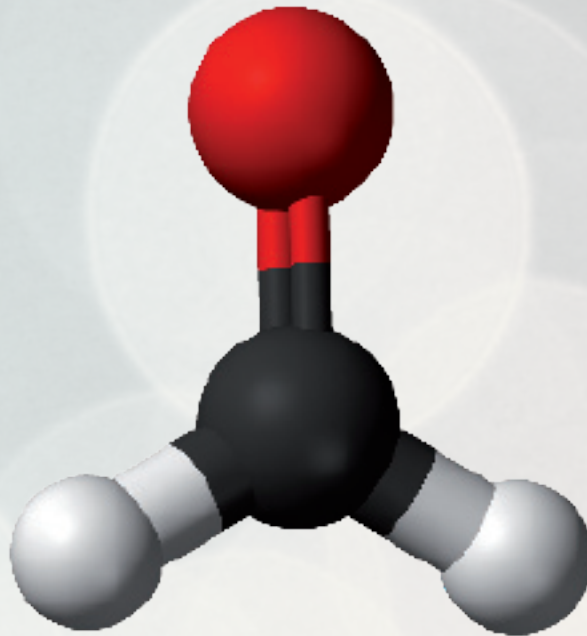
II. Formaldehyd



1. Was ist Formaldehyd?

Formaldehyd ist ein stechend riechendes, farbloses Gas, das aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht. Es ist eine natürliche organische Substanz, die überall um uns herum vorkommt. Formaldehyd wird vom menschlichen Körper produziert und ist natürlicherweise Bestandteil der Luft, die wir atmen. Es akkumuliert nicht in der Umwelt, da es innerhalb weniger Stunden durch das Sonnenlicht oder durch Bakterien im Wasser oder im Boden abgebaut wird. Formaldehyd wird schnell verstoffwechselt, so dass es im menschlichen Körper nicht akkumuliert. Für den industriellen Gebrauch wird es in der Regel als 36-50%ige Lösung in Wasser verkauft. Diese Lösung ist als Formalin bekannt.

Formaldehyd wird seit nahezu 150 Jahren für die Herstellung und Verarbeitung industrieller Produkte verwendet. Es ist Rohstoff für nicht weniger als 85 Industriezweige und wird für die Herstellung hunderter Alltagsgegenstände benutzt. Jährlich werden ca. 21 Millionen Tonnen Formaldehyd hergestellt. Etwa die Hälfte davon wird für die Herstellung von Formaldehydharzen verwendet. Diese Harze sind extrem stark und dienen als permanente Klebstoffe in einem Großteil holzbasierter Platten. Die Harze können aufgeschäumt werden, um als Isolierung oder in Abgüssen verwendet zu werden. Außerdem wird Formaldehyd in der Textilindustrie verwendet, um Stoffe faltenresistent zu machen und als Konservierungsmittel in Impfstoffen. Eine weitere übliche Verwendung besteht in der Einbalsamierung menschlicher Überreste. Unter allen Aldehyden dient Formaldehyd am besten zur Konservierung menschlichen und tierischen Gewebes und als Desinfektionsmittel.



Im Oktober 2007 wurde eine Studie über die „Sozio-ökonomischen Vorteile von Formaldehyd für die Europäische Union (EU-25) und Norwegen“ von FormaCare veröffentlicht, die den Wert des Formaldehyds für die Gesellschaft und den Beitrag der Formaldehydindustrie für die Wirtschaft dieser Länder bemessen sollte. Die Studie hat gezeigt, dass „die Konsumenten 29,4 Milliarden Dollar jährlich mehr ausgeben müssten, wenn formaldehydbasierte Produkte durch andere Chemikalien ersetzt werden würden“ und dass die alternativen Produkte trotz oftmals höherer Kosten von geringerer Qualität wären als die formaldehydbasierten Produkte, was zu einer deutlichen Bevorzugung der letztgenannten Produkte durch die Konsumenten führe. Es wurde festgestellt, dass „Menschen jeden Tag Produkte benutzen, die Formaldehyd beinhalten, und dass Formaldehyd und die Produkte, die mit ihm hergestellt werden, einen enormen Beitrag für die weltweite Wirtschaft leisten“.

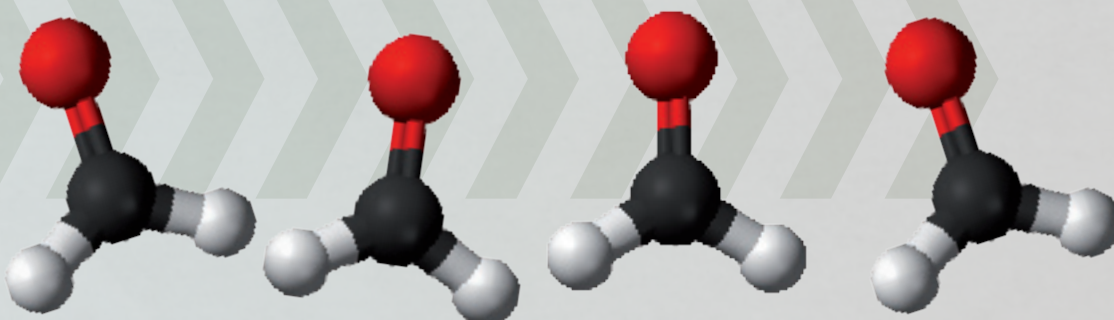


Tabelle 1: Physikalisch-chemische Haupteigenschaften von Formaldehyd

Chemische Formel	HCHO
CAS Nummer	50-00-0
Synonyme	Formalin, Ameisensäurealdehyd, Formol, Methanal, Methylaldehyd, Oxomethan
Beschreibung	Farblose Flüssigkeit, stechender Geruch
Löslichkeit in Wasser	mischbar
Löslichkeit in Lösungsmitteln	Löslich in Alkohol, Aceton
pH	2.8 – 4.0
Siedepunkt	- 19°C (1 atm)
Selbstentzündungstemperatur	424 °C
Untere Explosionsgrenze	7 %
Obere Explosionsgrenze	73 %
Geruchswahrnehmungsgrenze	0.05 ppm – 1.00 ppm
Konzentration, ab der eine unmittelbare Gefahr für Leben oder Gesundheit besteht	20 ppm (24.6 mg/m³)
Molmasse	30.03 g/mol
Flammpunkt einer wässrigen, 37 %igen Formaldehydlösung	
► Ohne Methanol	83 °C (geschlossen)
► 15 % Methanol	50 °C (geschlossen)
Umrechnungsfaktor für Luftkonzentrationen (20 °C)	1 ppm = 1.23 mg/m³ 1 mg/m³ = 0.81 ppm

Formaldehyd kommt in den meisten Lebensformen vor, wie Menschen, Tieren, Bäumen, Pflanzen usw. Alle normal funktionierenden Zellen produzieren und gebrauchen Formaldehyd, Menschen atmen es ein und essen es jeden Tag.



2. Warum die Besorgnis um Formaldehyd?

Im Juni 2004 empfahl die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC), Formaldehyd als ein IARC Gruppe I Kanzerogen einzustufen. Die Empfehlung ist rechtlich nicht bindend. Im Vorwort der Einzeldarstellungen wird durch die IARC ausdrücklich betont, dass „eine Empfehlung nicht im Hinblick auf Reglementierung oder Gesetzgebung gegeben wird“. Auf europäischer Ebene löste die Empfehlung der IARC eine Prüfung der bestehenden Formaldehyd Klassifizierung, Kategorie 3, der niedrigsten in der EU vorhandenen Kategorie für mutmaßliche Kanzerogene, aus.

Die IARC begründet ihre 2004-Empfehlung hauptsächlich auf einer epidemiologischen Studie, der so genannten NCI³/Hauptmann (NCI) Studie, die eine leichte Erhöhung der absoluten Zahl von Nasen-Rachenkrebs (NPC) unter Arbeitern, die Formaldehyd ausgesetzt sind, feststellte. Die NCI unterschätzte die Tatsache, dass über die Hälfte der in der NCI-Studie beobachteten NPC-Fälle von einem einzigen Werk in den USA ausgingen. Das legt die Vermutung nahe, dass andere Faktoren als die Formaldehydexposition eine Rolle gespielt haben könnten.

Einige chemische Verbindungen wurden von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) unter bestimmten Verwendungs- und Expositionsbedingungen als für den Menschen krebserregend eingestuft, ohne dass nationale oder europäische Behörden spezielle Maßnahmen ergriffen hätten, aufgrund der Tatsache, dass die IARC-Klassifizierung nicht immer für die Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz oder für den Schutz der Gesundheit der Konsumenten ausschlaggebend ist. Nach einem Meeting vom 20.-27. Oktober 2009 in Lyon stellte die IARC fest, dass es ausreichende Beweise für einen kausalen Zusammenhang zwischen Formaldehyd und myeloischer Leukämie beim Menschen gibt. Die IARC nennt keinen Zusammenhang zwischen Dosis und Auswirkung, keinen gesundheitlichen Schwellenwert. Basierend auf einer sehr großen Menge technischer und wissenschaftlicher Daten über Formaldehyd hat die Industrie über Jahre hinweg beständig daran gearbeitet, ein umfassendes Programm technischer Kontrolle zu entwickeln, um den Grad der Exposition zu minimieren.

Die Verwendung von Formaldehyd als eine Komponente der Harzbindemittel wird während des Plattenfertigungsprozesses streng kontrolliert und findet größtenteils in geschlossenen Systemen statt. In den Plattenformungs- und Plattenpressbereichen werden Absauganlagen eingesetzt und viele Betriebe verfügen über klimatisierte Kabinen. Folglich liegt die berufsbedingte Formaldehydexposition in weiten Teilen der Produktionsstätten der europäischen Holzwerkstoff-Plattenindustrie weit unter dem Niveau, das die IARC in Betracht zieht und durchaus unter den geltenden Belastungsgrenzen.

Bezüglich der häuslichen Innenraumbelastung schlägt die Weltgesundheitsorganisation weiterhin einen empfohlenen Grenzwert für die Formaldehydkonzentration von 0,1 mg/m³ Innenraumluft (Lang- und Kurzzeitbelastung) von allen Quellen zusammen vor (bei diesem Wert oder darunter sollen vorübergehende sensorische Auswirkungen ausbleiben). Die WHO plant im März 2010 eine offizielle Bekanntmachung dieses Richtwertes, die eine toxikologische Begründung mit Bezug auf die Ergebnisse des kürzlich stattgefundenen IARC Meetings beinhalten wird. Umfangreiche europäische Innenraumluft-Studien belegen, dass das Formaldehydniveau in Privathäusern üblicherweise ein Drittel des WHO-Richtwertes beträgt.





III. Formaldehyd in der holzverarbeitenden Industrie

1. Formaldehyd und berufliche Gesundheit

Es existiert eine Fülle an Erkenntnissen über mögliche Auswirkungen von Formaldehyd auf die menschliche Gesundheit. Tatsächlich werden die gesundheitlichen Auswirkungen von Formaldehyd seit Jahrzehnten von Regierungsinstitutionen, akademischen Instituten und der Industrie weltweit wissenschaftlich untersucht, was Formaldehyd zu einer der meistuntersuchten Chemikalien, die heutzutage verwendet werden, macht. Basierend auf der riesigen Menge Daten besteht die weitverbreitete wissenschaftliche Erkenntnis, dass, wenn es sorgfältig und im Einklang mit Regierungs- und industriellen Richtlinien, Standards und Regulierungen gehandhabt und eingesetzt wird, Konsumenten und Arbeiter ausreichend vor formaldehydbezogenen gesundheitlichen Auswirkungen geschützt sind.

Die IARC hat festgestellt, dass Formaldehyd bei einer Konzentration von weniger als 0,1 ppm nicht riechbar ist. Bei Konzentrationen von 0,1 ppm bis 0,5 ppm ist Formaldehyd riechbar und ruft bei einigen empfindlichen Personen leichte Irritationen der Augen, der Nase und des Rachens hervor. Ab 0,5 ppm bis 1,0 ppm verursacht Formaldehyd bei den meisten Menschen Irritationen der Augen, der Nase und des Rachens. Ab 1,0 ppm führt der Kontakt mit Formaldehyd zu extremen Beschwerden.

Eine kürzlich am Menschen durchgeführte, chemosensorische Irritationen messende Studie (Lang et al, 2008) kam zu dem Schluss, dass Augenirritationen der sensibelste Parameter sind und minimale, objektiv messbare Irritationen bei 0,5 ppm auftreten mit Spitzenwerten von 1 ppm. Es wurde gefolgert, dass das „no observable adverse effect level“ (NOAEL) für Augenirritationen, also der Wert bis zu dem basierend auf objektiven Messungen keine beobachtbaren Beeinträchtigungen aufgrund von Formaldehydexposition auftreten, bei 0,5 ppm im Falle einer permanenten und bei 0,3 ppm mit Höchstwerten von 0,6 ppm bei einer kurzzeitigen Belastung liegt.

Der Wissenschaftliche Ausschuss für Grenzwerte berufsbedingter Exposition gegenüber chemischen Arbeitsstoffen (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits, SCOEL) ist wegen der Zuverlässigkeit der von Lang et al (2008) durchgeführten Studie besorgt, da die Zahl der an einer solchen freiwilligen Laborstudie teilnehmenden Personen begrenzt und möglicherweise besonders empfindlich reagierende Menschen nicht berücksichtigt worden seien. In Anlehnung an diese Aussagen bestätigte die Europäische Vereinigung der Plattenhersteller (EPF) mit starkem Rückhalt des Verbandes der Deutschen Holzwerkstoffindustrie (VHI), dass mehr Informationen über interindividuelle Unterschiede benötigt werden, um die Herleitung einer gesundheitsschonenden Belastungsgrenze am Arbeitsplatz zu untermauern. Deshalb veranlasste die Plattenindustrie im März 2009 eine neue experimentelle Studie mit freiwilligen Versuchspersonen.

2. Exposition gegenüber Formaldehyd in der holzverarbeitenden Industrie

In holzbasierten Platten (Spanplatten, MDF, OSB) werden die Holzstücke mit Hilfe von Harnstoff-Formaldehyd (UF), Melamin-Formaldehyd (MF), Melamin-Harnstoff-Formaldehyd (MUF) oder Phenol-Formaldehyd Harzen gebunden und das Vlies geformt. Das Heißpressen, bei dem das Vlies zu der gewünschten Dichte und Dicke verdichtet wird, sorgt dafür, dass das Harz polykondensiert, um die Partikel zu binden und die Platte zu stabilisieren. Es gibt Einetagen-, Mehretagen- oder kontinuierliche Pressen. Die Platten werden dann in ein Kühlsystem transportiert, um eine Weile auszuhärten. Es folgen die verschiedenen Stufen der Endbearbeitung, der Lagerung und des Versands.

Beim Sperrholz sind formaldehydbasierte Harze nur bei einem Arbeitsschritt nötig, nämlich bei der Verklebung der Holzplatten in der Längs- oder Querrichtung. Sperrholz und laminiertes Furnier bestehen aus verschiedenen Schichten (Platten, Furnierplatten, Brettern), die verbunden und heißgepresst sind. Die Beschichtung erfordert außerdem das Verleimen von laminiertem oder melamiertem Dekorpapier mit den Platten gefolgt vom Heißpressen. Die Holzstücke werden mit Hilfe von Harnstoff-Formaldehyd (UF), Melamin-Formaldehyd (MF), Melamin-Harnstoff-Formaldehyd (MUF) oder Phenol-Formaldehyd Harzen gebunden.

2.1 Formaldehyd-Messkampagne in der Holzplattenindustrie

Tabelle 2 zeigt den Herstellungsprozess einer Fabrik für Holzplatten mit den Ergebnissen der Messkampagne für den Stichprobenort (Arbeitsbereich) und die Tätigkeiten, die von Interesse waren. Die Tabelle zeigt die Ergebnisse einer europaweiten Überwachungskampagne zum Formaldehydgehalt in der Luft in der Holzplattenherstellungsindustrie. Es wurden fünf kleine bis mittelgroße Betriebe erheblich unterschiedlichen Alters in Frankreich, Deutschland, Polen, Spanien und Großbritannien ausgewählt. Die Arbeiten an den Standorten wurden über einen Zeitraum von drei Wochen, von Mittwoch den 30. September bis Samstag den 17. Oktober 2009 durchgeführt.





An jedem der Standorte wurden zehn (neun an Standort x1) nahezu identische Stichproben in vorher festgelegten Zeiträumen während der routinemäßigen Produktion entnommen. Die Stichproben beinhalteten:

- ▶ Persönliche Langzeitstichproben (mindestens 3 Stunden, höchstens 5 Stunden, um jedem Produktionsstatus jedes Standortes gerecht zu werden). Mit einbezogene Aufgaben waren der Pressenführer, der Pressenreiniger, der Trocknerfahrer und Arbeiter an Schleifmaschine oder Säge.
- ▶ Persönliche Kurzzeitstichproben (15 Minuten). Diese Tests beziehen sich auf den Pressenführer, wenn er außerhalb der Kontrollkabine arbeitet oder den Pressenkontrolleur und -Reiniger während der Reinigungsarbeiten an der Presse.
- ▶ Statische Stichproben, üblicherweise in Kopfhöhe in einem Eingangsflur direkt neben der Vliesbildung, dem Ausgang der Hauptpresse, dem Kühlstern und neben der Schleiflinie.

Es wurden an jedem der ausgewählten europäischen Standorte ähnliche Tests für die Formaldehydkonzentration in der Luft durchgeführt. Vier der Standorte fertigen Spanplatten und an einem werden mitteldichte Faserplatten hergestellt. Alle fünf arbeiten mit einer kontinuierlichen Hauptpresse; die Pressenlängen reichen von 33 bis 49 Meter. Personalplanung und Arbeitsaufgaben variieren leicht zwischen den Betrieben, weshalb sich auch die Tests an den einzelnen Orten leicht unterscheiden mussten. Alle Betriebe verwendeten während der Testphase hauptsächlich Harnstoff-Formaldehyd Harz. An einem Standort war außerdem Melamin Bestandteil der Harzmischung. Der Grad der Einhausung der Hauptpresse variierte von Betrieb zu Betrieb ebenso wie die Ausstattungsmaßnahmen mit Abluftsystemen. Außerdem bestehen signifikante Unterschiede in Bezug auf die Benutzung von Eingangstüren innerhalb der Produktionsbereiche, um einen natürlichen Luftaustausch zu fördern.



Tabelle 2: Exposition gegenüber Formaldehyd in der Holzplattenindustrie

Herstellungsprozess	Stichprobenort	Betrachtete Aufgabe
	Statische Stichprobennahme (alle Werte mg/m ³)	Zeitgewichtete Durchschnitts- stichprobe (TWA) und Kurzzeit- expositionswerte (STEL) (alle Werte mg/m ³)
 Mattenformer	Formstrang: von 0.043 bis 0.283	Pressenführer TWA: von 0.017 bis 0.176
 Vorpressen, Mattenbeförderung und Plattenpressen	Hauptpressenauslass: from 0.506 to 2.987	Pressenreiniger TWA: von 0.311 bis 0.766 STEL: von 0.130 bis 1.667 Pressenkontrolleur: STEL: von 0.183 bis 1.187
 Sägen und Kühlen	Kühlsternwender: von 0.171 bis 1.253	Trocknerfahrer: TWA: von 0.040 bis 0.137
 Schleifen und Zuschnitt	Schleiflinie: von 0.073 bis 0.210	Schleifmaschinenfahrer: TWA: von 0.043 bis 0.154

2.2 Expositionsquellen in den holzverarbeitenden Industrien

Formaldehyd entsteht hauptsächlich beim Erhitzen der Harze, die als Klebstoffe verwendet werden. Verschiedene Faktoren nehmen Einfluss auf die Formaldehydemission, wie etwa der Harztyp, die Pressdauer, die Dicke der Platte usw. Die am stärksten exponierten Arbeiter sind diejenigen, die mit dem Pressvorgang (gewöhnlich in Kontrollräumen) und mit Wartungsarbeiten (Pressenarbeiter, Mechaniker, Elektriker, Reinigungskräfte, Vorarbeiter etc.) beschäftigt sind, wenn während Störungen oder nach Beendigung der Produktion Arbeiten durchgeführt werden müssen. Die Stichprobennahmen können Arbeiter für kurze Zeit hohen Konzentrationen aussetzen.

In der Möbelindustrie stammt Formaldehyd hauptsächlich aus den verwendeten Beschichtungen und den formaldehydbasierten Harzen, die für die Verleimung der Elemente und Komponenten benutzt werden. Gleiches trifft auf die Parkett-Industrie und die Produktion von laminiertem Holz zu. Damit Formaldehyd freigesetzt wird, muss die Beschichtung auf Aminoharz oder Phenolharz basieren. Letzterer wird nur für Metallmöbel verwendet; Aminoharze finden in der Metall- und Holzmöbelherstellung Verwendung. Formaldehyd wird bei der Vorbereitung, dem Auftrag (hauptsächlich durch Sprühen mit einer Druckluftpistole) und der Trocknung der Lacke und Farben freigesetzt. Wenn die Farbe in einer gut belüfteten Kabine aufgetragen wird, wird das Formaldehyd abgesaugt und kontaminiert nicht die Arbeitsumgebung. Der Lackierer in der Kabine kann jedoch erheblich belastet werden, wenn er sich in Sprühhichtung des Lacknebels befindet. Bei anderen Aufgaben, wie der Nachbearbeitung, der Geräteinstallation und dem Versand, kann gasförmiges Formaldehyd von trocknenden Möbeln, beim Auftragen der Lacke und von Trocknungsbereichen aus in die Umgebungsluft abgegeben werden. Die am stärksten exponierten Arbeiter sind die Lackierer in der Endfertigung und Vorbereitung, die Färber und einige manuell arbeitende Angestellte, einschließlich derjenigen am Trockner oder gar an den Ofen-Auslässen, sowie das Wartungspersonal (Mechaniker, Elektriker), Vorarbeiter und Aufsichtspersonen.



Tabelle 3: Expositionsquellen bei der Herstellung von Holzprodukten

Sektor	Emissionsquelle	Arbeitsbereich
Sperrholz	Beleimungsmaschine	Leimvorbereitung Leimauftrag
	Plattenpresse	Manuelle Beschickung Ausgang und Stapelung Reparatur Wartung
	Trocknungs- und Lagerungsbereich	Nachbearbeitungstätigkeiten Verpackungstätigkeiten Transport mit Gabelstaplern
Brettschichtholz	Beleimungsmaschine	Leimvorbereitung Leimauftrag
	Plattenpresse	Manuelle Beschickung Ausgang und Stapelung Reparatur Wartung
	Trocknungs- und Lagerungsbereich	Nachbearbeitungstätigkeiten Verpackungstätigkeiten Transport mit Gabelstaplern
Beschichtung	Harzvorbereitung	
	Imprägnierungsbehälter	Papierzufuhr Pressenzufuhr
	Trocknungs- und Lagerungsbereich	Nachbearbeitungstätigkeiten Verpackungstätigkeiten Transport mit Gabelstaplern
Möbel	Lagerung von Lacken Lackierkabine Trocknung der Möbel Lagerung der Möbel	Lackvorbereitung Grundierungsauftrag Lackauftrag Schleifen zwischen Lackschichten Entnahme der Möbel (aus dem Trockner) Mängelbehebung Geräteinstallation Reinigung der Pistolen

2.3. Holzstaub in den holzverarbeitenden Industrien

Viele Arbeiter an Arbeitsplätzen wie Sägewerken, Furnier- und Sperrholzfabriken, Schreinereien und Möbelfabriken und bei Spantätigkeiten könnten sehr stark mit Holzstaub belastet sein. Die bedeutendsten Holzverarbeitungsprozesse sind Entrindung, Sägen, Schleifen, Fräsen, Drehen, Bohren, Furniere Schneiden, Zerspanung und mechanische Defibrierung. Schleif- und Sägevorgänge sorgen für feine Staubpartikel in der Umgebungsluft. Ein hoher Feuchtigkeitsgehalt in frischem Holz führt zu weniger Staub in der Luft als trockenes Holz, das mehr Staub bei der Verarbeitung produziert. Weichholzpartikel sind faseriger und normalerweise größer und befinden sich daher ebenfalls weniger in der Luft. Holzstaub kann sowohl zu Gesundheits- als auch zu Sicherheitsrisiken führen. Holzstaub kann außerdem das Transportvehikel für andere Chemikalien sein. In diesem Zusammenhang ist der kombinierte Effekt, der von der Exposition gegenüber verschiedenen schädlichen Substanzen ausgeht, von großer Wichtigkeit für die Prävention am Arbeitsplatz. Die erfolgreichsten Regulierungsmaßnahmen für

Holzstaub sind lokale Absaugsysteme, vor allem integrierte Absaugung an Handgeräten, Staubsaugmethoden anstelle von Druckluft oder Wischen, die Isolation staubreicher Prozesse, Abführung der Abluft nach draußen statt Zirkulation durch Filter, separate, abgetrennte Bereiche für die Arbeiter und Überkopfversorgung mit gefilterter Luft oder Sauerstoffmasken für nicht mobile Arbeiter.

3. Formaldehydmessung in den holzverarbeitenden Industrien

Wenn formaldehydhaltige Leime im Arbeitsbereich verwendet werden, sollte eine Raumluftkontrolle durch Arbeitsmediziner durchgeführt werden, um die Formaldehydexposition für jeden Arbeitsplatz und für jeden möglicherweise betroffenen Arbeitsbereich zu bestimmen. Die Qualität der Auswertung der Exposition der Arbeiter gegenüber chemischen Substanzen hängt von der Strategie ab, die am Arbeitsplatz angewendet wird sowie der Präzision, der Sorgfalt und den Erfassungsgrenzen der Stichproben und analytischen Methode.

3.1 Messung der Formaldehydkonzentration in der Luft und Bestimmung der Exposition

Wenn Messungen am Arbeitsplatz durchgeführt werden, müssen sowohl die Richtlinie des Rates 98/24/EC vom 7. April 1998 über den Schutz der Gesundheit und Sicherheit von Arbeitern vor Risiken, die von chemischen Wirkstoffen am Arbeitsplatz ausgehen, als auch die Richtlinie des Rates 89/391 (Rahmenrichtlinien) berücksichtigt werden. Ein Programm zu Messungen am Arbeitsplatz sollte unter Berücksichtigung der folgenden europäischen Standards erfolgen:

- ▶ EN 482: Arbeitsplatzatmosphäre - Allgemeine Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Messung chemischer Arbeitsstoffe
- ▶ EN 689: Arbeitsplatzatmosphäre - Anleitung zur Ermittlung der inhalativen Exposition gegenüber chemischen Stoffen zum Vergleich mit Grenzwerten und Messstrategie

Nicht alle Methoden zur Bestimmung der Formaldehyd-Luftkonzentration sind dafür geeignet, die Einhaltung der Arbeitsplatzbelastungsgrenzen auszuwerten. Stichproben, die genommen werden, um die Einhaltung der STEL (Kurzzeitbelastungsgrenzen) zu bestimmen unterscheiden sich zum Beispiel in wichtigen Punkten von denen, die die zeitgewichtete Durchschnittskonzentration während einer 8-Stunden Schicht (TWA) messen. Einige Methoden haben unzureichende Nachweisgrenzen oder weisen nicht hinnehmbare Störungen auf. Die Nachweisgrenze ist besonders dann entscheidend, wenn STEL-Messungen durchgeführt werden.



Die Stichproben-Zeiträume müssen für die Arbeit, die während einer Schicht durchgeführt wird, repräsentativ sein; es ist deshalb wichtig, dass die Aufgaben der Arbeiter hinreichend nachvollzogen werden. Für die Mehrheit der Arbeiter können die Stichproben jeweils 2-4 Stunden vor und nach der Mittagspause genommen werden. Wenn die erwarteten Konzentrationen niedrig sind, kann dasselbe Stichprobensystem über den Tag hinweg verwendet werden. Tests von kürzerer Dauer können auch für Aufgaben von kürzerer Dauer, die die Freisetzung von Formaldehyd erwarten lassen, genommen werden. Es können auch Stichproben an stationären Arbeitsplätzen genommen werden, die für die Exposition der Arbeiter repräsentativ erscheinen, z.B. während bestimmter Arbeiten oder in der Nähe von Emissionsquellen, an denen sie berufsbedingt arbeiten müssen. Die Stichprobendauer variiert dann in Abhängigkeit von der Aufgabe und der erwarteten Formaldehydkonzentration.

Die durchschnittlichen Expositionskonzentrationen (AEC) über 8 Stunden, die dann mit TWA verglichen werden, werden folgendermaßen berechnet:

$$AEC = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \dots C_nT_n}{T_1 + T_2 + \dots + T_n}$$

Cn: gemessene Konzentration im Atmungsbereich oder an der Arbeitsstation
 Tn: Stichprobendauer in Minuten
 1,2,... n: Bezeichnung des Stichprobenabschnitts
 T1 + T2 + ...+Tn: 480 Minuten (8 Stunden)

Für Zeiträume ohne Stichprobe wird das arithmetische Mittel, das aus dem Stichprobenzeitraum einer dementsprechenden gleichen Arbeit gewonnen wurde, verwendet.

3.2 Empfohlene Stichprobenentnahme und Analysemethode

Der Lenkungsausschuss des REF-Wood Projekts wählte mit Hilfe eines unabhängigen Experten und der Arbeitsgruppe technischer Experten eine geeignete Methode, um eine Stichproben-Kampagne in fünf europäischen Holzplatten herstellenden Fabriken durchzuführen.

Das Projekt hat gezeigt, dass die Messung der Formaldehydexposition mit Hilfe von „low flow positive displacement sampling pumps“ geeignet ist, bei denen das Formaldehyd auf einer festen absorbierenden Kartusche, die aus Siliziumgel geformt und mit 2,4- Dinitrophenylhydrazin (2,4- DNPH) beschichtet ist, gesammelt wird, gefolgt von der Extraktion mit Acetonitril und der Hochleistungs- flüssigchromatographie (HPLC)- Bestimmung mit Hilfe des Nachweises durch Dipolanordnung bei der Laboranalyse. Der Nachweis durch Dipolanordnung ist eine sehr präzise Methode der Ultraviolett- (UV) Analyse. Die Grundlage dieses Vorgehens ist die international anerkannte und validierte Stichproben- und Analysemethode für Formaldehyd in der Außenluft – U.S. Environmental Protection Agency – Leitfaden Methode – 11A (Januar 1999).

Diese Methode wird in Bezug auf Präzision, niedrige Erfassungsgrenzen und seine Einfachheit und Sicherheit in der Anwendung als geeignet erachtet. Die Vorteile dieser Technik sind:

- ▶ Die Verwendung von low flow positive displacement type pumps gewährleistet eine höchstmögliche Genauigkeit in den Stichproben;
- ▶ Die Technik nimmt besondere Rücksicht auf Gesundheit und Sicherheit, indem die Arbeiter vor dem Risiko einer Exposition gegenüber Chemikalien geschützt sind;
- ▶ Es kann die gleiche Technik für die statische und die individuelle Stichprobenentnahme und für Lang- (TWA) sowie 15-Minuten Kurzzeit (STEL)-Durchschnittskonzentrationsmessungen verwendet werden, die jetzt in vielen europäischen Standards enthalten sind;
- ▶ Es wird ein analytisches Erfassungsniveau von 0.05 µg Carbonyl in der Stichprobenkartusche durch das beauftragte Labor erreicht. Dementsprechend liefert eine 15-Minuten STEL Stichprobe, die bei einer low flow rate von 100ml minute⁻¹ eine nachweisbare Formaldehydexposition von 0.03 mg m⁻³ liefert, nämlich:

$$\frac{0.05 \mu\text{g Carbonyl}}{100 \text{ ml min}^{-1} \times 15 \text{ Minuten} \times 10^{-3}} = 0.03 \text{ mg m}^{-3} \text{ HCHO}$$

Während der Produktion holzbasierter Platten treten keine analytischen Störungen auf, wenn nur Formaldehyd bestimmt wird.

IV. Maßnahmen zur Reduktion der Formaldehydexposition

1. Präventionshierarchie

Die Direktive des Rats 89/391/EEC vom 12. Juni 1989 über die Einführung von Maßnahmen, um Verbesserungen in der Sicherheit und der Gesundheit von Arbeitern bei der Arbeit (auch als Rahmenrichtlinie bekannt) zu fördern, ist eine Maßgabe der Europäischen Union, die allgemeingültige Regeln für den Schutz der beruflichen Gesundheit und Sicherheit von Arbeitern anordnet. Sie bildet die Voraussetzung für eine Zahl weiterer Richtlinien, die auf bestimmte Aspekte der Bereiche Gesundheit und Sicherheit abzielen.

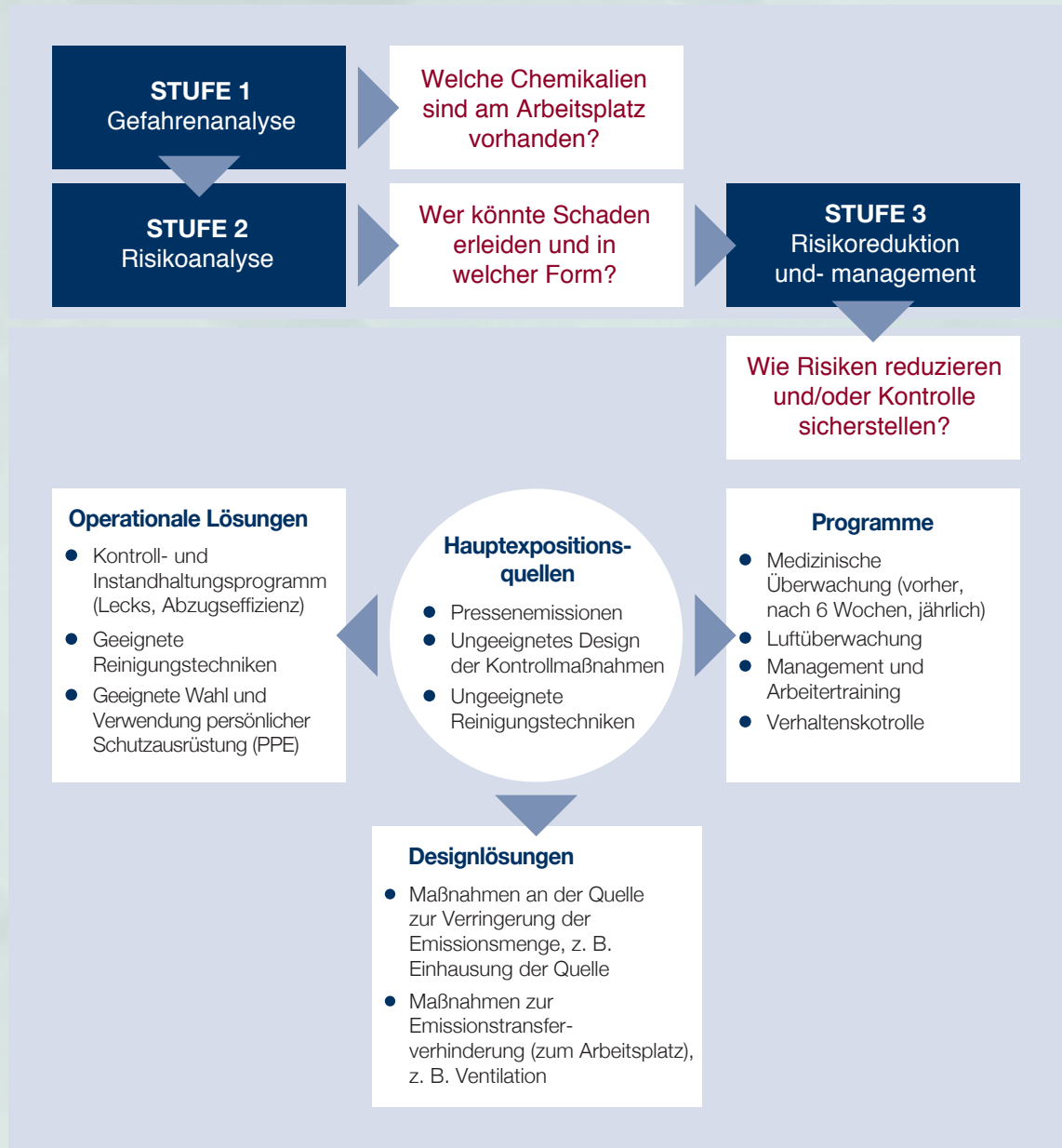
Die allgemeingültigen Präventionsregeln, die im Artikel 6(2) der Rahmenrichtlinie 89/391/EEC festgelegt sind, sind folgende:

- a) Vermeidung von Risiken;
- b) Erfassung nicht zu vermeidender Risiken;
- c) Risiken an der Quelle bekämpfen;
- d) Die Arbeiten an den Einzelnen anpassen, besonders im Bezug auf die Gestaltung des Arbeitsplatzes, die Wahl der Arbeitsausrüstung und die Wahl der Arbeits- und Produktionsmethoden, mit einem besonderen Blick dafür, monotones Arbeiten und Akkordarbeit zu erleichtern und seine Auswirkungen auf die Gesundheit zu verringern;
- e) Anpassung an technischen Fortschritt;
- f) Gefährliches durch Ungefährliches oder weniger Gefährliches ersetzen;
- g) Eine übergreifende, einheitliche Präventionsstrategie entwickeln, die die Bereiche Technologie, Arbeitsorganisation, Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und Arbeitsumgebungsfaktoren abdeckt;
- h) Priorität für kollektive Schutzmaßnahmen vor individuellen Schutzmaßnahmen und
- i) Angemessene Instruktionen an Arbeiter

Um mit dieser Broschüre die Formaldehydexposition in der Holzverarbeitenden Industrie zu verringern, wurden immer die folgenden allgemeinen Sicherheitsgrundsätze berücksichtigt: Gefahren-Vermeidung und Gefahren-Kontrolle.



Abbildung 1: Risikomanagement berufsbedingter Gefahren in der holzverarbeitenden Industrie



1.1 Gefahrenprävention

Es werden drei Methoden angewandt, um die Auswirkungen von Gefahren zu kontrollieren. Die Erste und Bevorzugte ist es, die Gefahr im Planungsstadium zu vermeiden. Die Zweite ist, bestehende Gefahren zu erkennen und zu eliminieren. Die Dritte ist es, die Wahrscheinlichkeit und die Schwere von Gesundheitsbelastungen, die von nicht vermeidbaren Gefahren ausgehen, zu reduzieren.

Gefahren könnten durch angemessene Handlungen während des Planungsprozesses vermieden werden, wenn Handlungsabläufe entwickelt und Vorrichtungen angeschafft werden. Gefahren würden nicht bestehen, wenn wir sie vorhersehen und ausschalten würden, bevor sie den Arbeiter erreichen.

1.2 Gefahrenkontrolle

Wenn Prävention nicht möglich ist, müssen die Auswirkungen einer Gefahr kontrolliert werden, indem ihre Stärke kontrolliert wird. Es existieren verschiedene Methoden, um mögliche Gefahren zu kontrollieren.

Diese Methoden werden aus den folgenden Richtlinien entwickelt: 1) Reduktion durch technische Planung & Warnungen, 2) Reduktion durch Maßnahmen auf organisatorischer Ebene und 3) Reduktion durch Schutzausrüstung.

1.3 Prävention durch die Verwendung von Richtlinien

Um die Formaldehydexposition in der Holzverarbeitenden Industrie zu reduzieren, wurden einige Richtlinien erstellt. Bei der Entwicklung dieser Richtlinien wurden die Methoden der Rahmenrichtlinien, der Gefahren-Prävention und der Gefahren-Kontrolle berücksichtigt. Das Ergebnis war:

- a) Verringerung am Entstehungsort
- b) Die besten Methoden bezogen auf technische Planung und Warnungen
- c) Die besten Methoden auf organisatorischer Ebene
- d) Persönlicher Schutz



A. Reduktion am Entstehungsort

Die Eliminierung und die Substitution des einen Produkts durch das andere erfordert ein strukturiertes Vorgehen, das am Arbeitsplatz technisch umsetzbar und in Bezug auf Leistung, Kosten und Ausstattung realisierbar sein muss. Der Harzanteil in der Platte muss im Hinblick auf die Qualität auf dem kleinstmöglichen Niveau sein. Die Plattenqualität, welche vom Kunden gefordert wird, wird durch die Harzmenge beeinflusst.

Bei der Herstellung von Platten und anderen Holzprodukten ist die Verwendung von Harzen ohne oder mit geringerer Formaldehydemission eine mögliche Option. Aber die Substitution und Eliminierung sind schwer umsetzbar, besonders im Falle des Formaldehyds, das für so viele Produktionsprozesse benötigt wird. Bei manchen Vorgängen ist es möglich, isocyanatbasierte Bindemittel oder andere Harzformulierungen ohne Formaldehyd zu verwenden. Leider ist bisher keine dieser Alternativen in ausreichenden Mengen und zu annehmbaren Preisen verfügbar.

B. Beste Maßnahmen bezogen auf technische Planung und Warnungen

Wichtige Elemente sind die Abluftsysteme an relevanten Stellen (dort wo die höchsten Konzentrationen zu erwarten sind, z.B. am Ende der Presse) und ein gutes Belüftungssystem für die Produktion. Um das Abluftsystem zu verbessern, ist es sinnvoll, dieses beim Entwurf einzuplanen, die Maschinen teilweise einzuhausen, wenn es machbar ist, und Orte mit hoher Formaldehyd-Emission zu kennzeichnen.

B.1	Einhausung der Maschinen	<p>Die partielle Einhausung der Produktionsanlage, z.B. durch Vorhänge, Wände oder Verkleidungen, Maschinen und Container, kann die Formaldehyd-Emission verringern. Dieses muss aber durch Ventilation ergänzt werden, um Überhitzung und das Entweichen von Dämpfen oder Staub in die Luft im Arbeitsbereich zu verhindern.</p> <p>Die Einhausung der Presse ist generell nicht möglich, da es absolut notwendig ist, dass die Arbeiter sehen können, was in der Presse passiert, um die Möglichkeit zu haben, so schnell wie möglich einzugreifen. Besonders im Notfall hätten sie keine Zeit, die Einhausung zu entfernen.</p>
B.2	Ventilation ► Lokale Ventilation	<p>Formaldehyd-Luftkonzentrationen und formaldehydgenerierende Substanzen können mit Hilfe von gut geplanten und ausreichend großen Ventilationssystemen kontrolliert und unter den empfohlenen Werten gehalten werden. Regelmäßige Inspektion und Instandhaltung der Ventilationssysteme ist notwendig, um ihre ständige Effektivität zu gewährleisten.</p> <p>Wenn Ventilation notwendig ist, müssen sekundäre Auswirkungen auf die Umgebungsluft (e.g. Temperatur, Luftzug) bedacht werden, vor allem im Winter.</p>

	<p>► Abluft allgemein</p>	<p>Der Zweck lokaler Ventilation ist es, Schadstoffe zum Zeitpunkt der Emission aufzunehmen, um eine Ausbreitung auf die Arbeitsumgebung zu verhindern. Ventilation muss die bevorzugte Kontrollmethode sein, wenn die Emissionsquelle bekannt ist. Sie ist noch effektiver, wenn die Quelle umschlossen und isoliert ist. Diese Art von Ventilation beinhaltet Schlitzhauben und Absaugrohre, die an der Emissionsquelle platziert werden. Lokale Absaugung hält Dämpfe von den Arbeitern fern und entfernt den Schadstoff aus dem Gebäude.</p> <p>Bei der Abwägung der Durchführung einer Optimierung der Abluft muss zur Kenntnis genommen werden, dass eine Steigerung der Abluftmenge durch Umweltauflagen des Betriebs eingeschränkt sein könnte.</p> <p>Wenn die Formaldehydquelle groß ist oder auf viele Stellen innerhalb eines Raumes oder Bereichs verteilt ist, können allgemeine Abzugssysteme verwendet werden, um Dämpfe aus dem Arbeitsbereich zu entfernen. Der Zweck einer generellen Ventilation ist es, Schadstoffe durch eine ausreichende Frischluftzufuhr zu verdünnen. Das erfordert eine große Menge Luft, die abhängig ist von einem Gleichgewicht zwischen Frischluft und verschmutzter Luft. Wie bei der lokalen Ventilation, erfordert die Planung eines effektiven Systems gute Kenntnisse der Luftstromgegebenheiten im Gebäude. Außerdem ist es wichtig zu bedenken, dass Strömungsmenge und Luftstrom (Geschwindigkeit, Richtung, Temperatur, etc.) sich abhängig von den Umgebungsbedingungen (Temperatur, Türen öffnen, etc.) verändern und die Verdünnung verringern können. Generelle oder Verdünnungsventilation ist für die Bereiche ratsam, die sich an diejenigen anschließen, in denen sich die Emissionsquellen befinden, und für Gebäude wie Lagerhallen, wo die Emissionsquellen verteilt sind.</p>
B.3	<p>Kennzeichnung von Bereichen mit erhöhter Formaldehyd-Emission</p>	<p>Bereiche mit erhöhter Formaldehyd-Emission könnten klar ausgewiesen werden.</p> <p>Laufwege sollten in ausreichender Entfernung zur Presse eingerichtet werden. Spezielle Laufwege für Arbeiter, die nicht direkt in diesen Bereichen arbeiten, sollten ausgewiesen und so ausgewählt werden, dass erhöhte Formaldehyd-Konzentrationen dort vermieden werden können.</p>

C. Die besten Maßnahmen auf organisatorischer Ebene

C.1	Allgemeines Sicherheits-Management	<p>Die Effektivität guter Arbeitspraktiken ist in erster Linie vom Wissen und der Kooperation zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern abhängig. Deshalb muss der Arbeitgeber alles Notwendige tun, um sicherzustellen, dass:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Jeder Arbeitnehmer angemessene Instruktionen und Training in Bezug auf sicheres Arbeiten, die richtige Benutzung der gesamten Ausrüstung, die richtige Anwendung von Sicherheitsvorrichtungen und –Abläufen und alle Notfallabläufe erhält; ▶ Jeder Arbeitnehmer regelmäßig Auffrischkurse und Training erhält, um ein hohes Maß an Kompetenz bezüglich sicheren Arbeitens und der Handhabung von Notfällen beizubehalten; ▶ Jeder Arbeitnehmer mit angemessenem Werkzeug, Ausrüstung und persönlicher Schutzkleidung und –Gegenständen versorgt wird; und ▶ Jeder Arbeitnehmer ausreichende, verantwortliche Beaufsichtigung erhält, um zu gewährleisten, dass alle Sicherheitsanweisungen befolgt und –Maßnahmen ergriffen werden. <p>Nur gut ausgebildete Personen sollten die Erlaubnis haben, Bereiche, in denen eine erhöhte Formaldehyd-Exposition wahrscheinlich ist, zu betreten. Alle diese Bereiche sollten durch passende Warnhinweise gekennzeichnet sein.</p> <p>Um Verletzungen durch den Kontakt mit formaldehydbasierten Harzen und Klebstoffen mit den Augen, der Haut oder anderem empfindlichen Gewebe zu vermeiden, beinhaltet gutes Arbeiten, nicht nur aber auch, das Tragen von individueller Schutzkleidung und –Ausrüstung, wie gefordert (Siehe beste Maßnahmen 5: Persönliche Ausrüstung).</p> <p>Arbeitsabläufe, Maßnahmen und Schutzausrüstung und Gegenstände sollten entwickelt und genutzt werden, um die Wahrscheinlichkeit von Verletzungen von Arbeitnehmern durch den Kontakt mit formaldehydbasierten Harzen und Klebstoffen zu minimieren. Trotz anderer Sicherheitsmaßnahmen ist das zusätzliche Tragen von Schutzkleidung und Gegenständen bei Aufgaben und in unfallträchtigen Situationen, in denen eine Exposition wahrscheinlich ist, notwendig.</p> <p>Folgende Arbeitsabläufe und Maßnahmen sollten von allen Arbeitnehmern beachtet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Atemschutz und Schutzkleidung sollten den Empfehlungen und Anforderungen nach getragen werden; ▶ Tanks, Maschinen, Pumpen, Ventile und Leitungen müssen trockengelegt und sorgfältig mit Wasser gespült werden, bevor Instandhaltungs- oder Reparaturarbeiten an ihnen durchgeführt werden. Es muss mit Bedacht vorgegangen werden, um Kontakt mit den getrockneten oder ausgespülten Flüssigkeiten zu vermeiden; ▶ Arbeitnehmer sollten die vorgesehenen Lüftungen, Einhausungen, Fernbedienungen und andere Installationen und Steuerelemente ordnungsgemäß benutzen.
-----	------------------------------------	---

C.2	Training	<p>Alle Arbeitnehmer, die an Arbeitsplätzen mit Formaldehydexposition arbeiten, sollten an einem Trainingsprogramm teilnehmen. Der Arbeitsbereich-Vorgesetzte oder eine ernannte Person sollte Arbeitnehmern zum Zeitpunkt des Stellenantritts, immer wenn eine neue Form der Formaldehydexposition in den Arbeitsbereich eingebracht wird und regelmäßig danach, Training anbieten. Das Trainingsprogramm sollte mindestens die folgenden Punkte enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Eine Diskussion über die Inhalte betreffender Regelungen und die Inhalte des maßgeblichen Sicherheitsdatenblatts (SDB); ▶ Die Zielsetzung und eine Beschreibung des medizinischen Überwachungsprogramms ist notwendig, einschließlich: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Einer Beschreibung möglicher Gesundheitsgefährdungen durch Formaldehydexposition und der Anzeichen und Symptome, die durch Exposition gegenüber Formaldehyd auftreten können. Der Arbeitgeber sollte mindestens die folgenden Gesundheitsrisiken ansprechen: Krebs, Irritation und Sensibilisierung der Haut und des Atmungssystems, Augen- und Rachenirritationen und akute Vergiftung; ▶ Die Anweisung, jegliche Anzeichen oder Symptome einer sich entwickelnden Schädigung, die der Arbeitnehmer der Formaldehydexposition zuschreibt, sofort dem Vorgesetzten des Arbeitsbereichs oder dem Arbeitsschutz zu melden; ▶ Eine Beschreibung der Arbeitsvorgänge, bei denen Formaldehyd vorhanden ist und eine Erklärung, wie durch sicheres Arbeiten bei jeder Aufgabe die Formaldehydexposition begrenzt werden kann; ▶ Der Zweck, die richtige Verwendung und die Grenzen der Schutzausrüstung und -Kleidung; ▶ Anweisungen, wie Verschüttetes, Notfälle und Reinigungsarbeiten zu handhaben sind; ▶ Aufklärung über die Wichtigkeit von Technik- und Arbeitskontrollen für den Schutz der Arbeiter und Anleitungen, wie diese Kontrollen durchzuführen sind; ▶ Revision der Notfallhandhabung, einschließlich der speziellen Pflichten oder Aufgaben jedes Arbeitnehmers im Notfall
C.3	Die Arbeitszeit in Bereichen mit erhöhter Formaldehydemission minimieren	Die Arbeitszeit in Bereichen mit erhöhter Formaldehydemission sollte so gering wie möglich gehalten werden. Es kann Rotation bei den Arbeitsvorgängen eingeführt werden, um die Formaldehydbelastung zu minimieren.
C.4	Spezielle Anforderungen während der Reparatur und Kontrollen der Maschinen	Arbeiter, die in Bereichen mit erhöhter Formaldehydemission kontrollieren und reparieren müssen, sollten eine persönliche Schutzausrüstung besitzen und regelmäßig trainiert und instruiert werden.

C.5	Formaldehyd-Überwachung im Arbeitsbereich	Durch die Überwachung der Formaldehydkonzentration in einer Firma ist es möglich, eine gesundheitsverträgliche Umgebung zu gewährleisten und mögliche Lecks ausfindig zu machen. Jede technische Änderung oder Änderung der Arbeitsweise rechtfertigt eine Neubewertung, um zu gewährleisten, dass die Arbeitsumgebung akzeptabel bleibt.
C.6	Medizinische Überwachung	Der Zweck eines medizinischen Überwachungsprogramms ist es, eine Krankheit auf subklinischer oder präsymptomatischer Ebene zu verhindern bzw. zu erkennen, um Sofortmaßnahmen einzuleiten, diese Effekte umzukehren oder das Voranschreiten einer Krankheit zu einem klinischen Fall zu verlangsamen. Zusätzlich ist es nicht nur das Ziel, schädliche Auswirkungen bei Arbeitnehmern festzustellen sondern auch die Ergebnisse mit der Effektivität von Belastungskontrollmaßnahmen in Beziehung zu setzen.
C.7	Datensammlung	Expositionsüberwachungsdaten sollten aufbewahrt werden und folgendes beinhalten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Das Datum der Messung; ▶ Den Vorgang, der überwacht wurde; ▶ Die Methoden der Stichprobenentnahme und -analyse, sowie Nachweise über ihre Sorgfalt und Genauigkeit; ▶ Die Anzahl, Dauer, Zeit und Ergebnisse der entnommenen Stichproben; ▶ Die Art der getragenen Schutzausrüstung; ▶ Die Namen, Aufgabenbeschreibung, Sozialversicherungsnummer und Expositionsschätzungen der Arbeitnehmer, deren Exposition durch die jeweiligen Überwachungsergebnisse gezeigt wird.



D. Persönliche Schutzausrüstung (PPE)

Jeder Arbeitnehmer, der möglicherweise mit gasförmigem oder Formaldehyd in Lösungen in Kontakt kommt, muss mit für seine Aufgaben und seinen Arbeitsbereich passender Schutzausrüstung und -kleidung ausgestattet werden und angehalten werden, diese zu tragen. Um zu gewährleisten, dass Schutzausrüstung und -kleidung regelmäßig und gründlich verwendet werden, muss eine ausreichende Beaufsichtigung erfolgen. Kleidungsstücke und Ausrüstung müssen regelmäßig überprüft und gewartet werden. Gegenstände, deren Schutzeffektivität durch das Tragen oder falschen Gebrauch beeinträchtigt oder zweifelhaft ist, müssen repariert oder ausgetauscht werden. Alle persönlichen Schutzgegenstände müssen nach dem Tragen und vor einer erneuten Benutzung gründlich gereinigt werden. Wenn einer dieser Gegenstände während der Arbeitsschicht mit Formaldehydklebstoffen kontaminiert wird, sollte dieser sofort mit Wasser gespült werden; wenn ein solches Spülen eine weitere Nutzung des Gegenstands unmöglich macht, muss er entfernt und durch einen sauberen ersetzt werden. Welche Art von PPE notwendig ist, hängt von der Konzentration, der verwendeten Menge und der Gefahr von Spritzern ab und kann Schutzbrillen, Gesichtsschutz, Handschuhe, Kittel, Laborkittel, Schürzen und Armmanschetten umfassen.

D.1	Schutzkleidung und Handschuhe	Handschuhe müssen bei jeder Handhabung formaldehydbasierter Chemikalien getragen werden. Während Latexhandschuhe einen gewissen Schutz gegen Formaldehyd-Flüssigkeiten bieten, sind Butyl- oder Nitrilhandschuhe bei zu erwartendem Kontakt immer zu empfehlen und sollten getragen werden. Wenn das Risiko eines Versprühens oder Verspritzens formaldehydbasierter Chemikalien besteht, muss Schutzkleidung getragen werden.
D.2	Sicherheitsbrillen	Augenschutz ist aufgrund der irritierenden Effekte des Formaldehyds sehr wichtig. Gut angepasste chemische Sicherheitsbrillen müssen bei irritierenden Konzentrationen formaldehydabgebender Substanzen und als Schutz vor Dämpfen, Spritzern und Verschüttung formaldehydbeinhalten Chemikalien immer getragen werden.
D.3	Atemschutz	Es muss betont werden, dass die Verwendung von Atemschutzmasken die am wenigsten vorzuziehende Methode ist, die Exposition eines Arbeiters zu kontrollieren und im Normalfall nicht das einzige Mittel sein sollte, eine Exposition während der routinemäßigen Arbeitsvorgänge zu verhindern oder zu minimieren. Aber es gibt Ausnahmefälle, bei denen Atemschutzmasken zur Expositionskontrolle getragen werden sollten: wenn Konstruktionen oder Arbeitskontrollen technisch nicht umsetzbar sind, wenn Gerätekontrollen gerade installiert werden oder bei Notfällen oder gewissen Wartungsarbeiten. Als Ergänzung zur Wahl von Atemschutzmasken sollte ein komplettes Atemschutzprogramm eingerichtet werden, das sich zumindest an den Anforderungen der Gesundheits- und Sicherheitsstandards orientiert. Ein Atemschutzprogramm sollte sich mindestens mit der Frage beschäftigen, inwieweit die Arbeiter in der Lage sind, ihre Arbeit durchzuführen, während sie eine Atemschutzmaske tragen, mit regelmäßigem Training des Personals, Anproben, mit regelmäßiger Umgebungsüberwachung, Instandhaltung, Inspektion und Reinigung. Die Einführung eines geeigneten Atemschutzprogramms, einschließlich der Auswahl der richtigen Atemschutzmasken, erfordert, dass eine fachkundige Person für das Programm verantwortlich ist und dass regelmäßige Auswertungen des Programms erfolgen.
D.6	Persönliche Hygiene	Um einer Kontaktdermatitis durch Formaldehyd vorzubeugen und sie zu begrenzen, sollte der Arbeitnehmer eine gründliche persönliche Hygiene praktizieren. Wascheinrichtungen und Umkleieräume sollten zur Verfügung gestellt werden. Die Arbeitnehmer sollten darauf achten, dass kein Formaldehyd von kontaminierten Handschuhen oder anderer Schutzkleidung auf die ungeschützten Augen oder Hautoberflächen gelangt.



V. Literatur

AMCOSH, 2005. Investigation of wood dust and formaldehyde exposure and airborne particle morphology during cutting, sawing and routing of Medium Density Fibreboard, Particleboard, Softwood and Hardwood. Occupational Health & Safety Consultants, Australia, 37 p.

ATHANASSIADOU, E., OHLMEYER, M., 2009. Performance in Use and New Products of Wood Based Composites: Emissions of Formaldehyde and VOC from Wood-based Panels. COST Action E49, Brunel University Press London, pp. 219-240.

BEDINO, J.H., 2004. Formaldehyde exposure hazards and health effects: a comprehensive review for embalmers. Expanding encyclopedia of mortuary practices, n° 650, pp 2633-2649.

BERRY, R. W., BROWN, V. M., COWARD, S. K.D., CRUMP, D. R., GAVIN, M., GRIMES, C. P., HIGHAM, D. F., HULL, A. V., HUNTER, C. A., JEFFRY, I. G., LEA, R. G., LLEWELLYN, J. W. and RAW, G. J., 1996. BRE Report 299. Indoor air quality in homes: part 1, Garston, BRE; 115 p.

CARRIER, G., BOUCHARD, M., NOISEL, N., BONVALOT, Y., FRADET S., 2004. Impacts of lowering the permissible exposure value for formaldehyde: Health impact of an occupational exposure to formaldehyde. IRSST, Report RA13-386, 55 p. Available at <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PublIRSST/RA13-386.pdf>.

COWARD, S.K.D., LLEWELLYN, J.W., RAW, G.J., BROWN, V.M., CRUMP, D.R. and ROSS, D.I., 2001. Indoor air quality in homes in England. BRE Report BR 433, CRC Ltd, London, 99 p.

EMERY, J.A., 2002. Structural Wood Panels and Formaldehyde: Technical report. APA Engineered Wood Association, Washington, USA, 4 p.

FORMACARE, 2007. Formaldehyde toxicology: scientific update information. Formacare Sector Group – CEFIC. Available at: http://www.formaldehyde-europe.org/fileadmin/formaldehyde/PDF/Scientific_Fact_Sheet_draft_14_09_07_ge_dp_lh.pdf.

FORMACARE, 2007. Taking the bull by the horns. Formacare Sector Group – CEFIC, Barcelona Science Conference, 20-21 September 2007, 5 p. Available at: http://formaldehyde-europe.org/fileadmin/formaldehyde/PDF/Taking_the_BULL_low.pdf.

FORMACARE, 2009. Q&A on Formaldehyde. Formacare Sector Group – CEFIC. Available at: <http://www.formaldehyde-europe.org/index.php?id=130>.

FORMALDEHYDE COUNCIL INC., 2007. Formaldehyde: facts and background information. The Formaldehyde Council, Arlington, USA, 15 p.

GOYER, N., 2006. Prevention fact sheet – Workplace exposure to formaldehyde: Wood panel manufacturing. IRSST. Available at: <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PublIRSST/RG1-473.pdf>.

GOYER, N., 2006: Prevention fact sheet – Workplace exposure to formaldehyde: Wood furniture manufacturing. IRSST. Available at: <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PublIRSST/RG2-473.pdf>.

GOYER, N., BEDARD, S., 2006. Prevention fact sheet – Workplace exposure to formaldehyde: Pathology Laboratory. IRSST/ASSTSAS. Available at: <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PublIRSST/RG3-473.pdf>.

GOYER, N., BEGIN, D., BEAUDRY, C., LAVOUE, J., NOISEL, N., GERIN, M., 2006. Prevention guide: Formaldehyde in the workplace. IRSST, Rapport RG-473. Available at: <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PublIRSST/RG-473.pdf>.

HUNTSMAN, 2007. Composite Wood Products. Environmental Health & Safety service for wood-based panel production. Available at http://www.huntsman.com/pu/Media/PU_Brochures_cwp_ehs.pdf.

IARC, 2006. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol, 1-tert-butoxy-2-propanol. Centre international de recherche sur le cancer, Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol 88. Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Meetings/vol88.php>.

JACOBS, A., GIELEN, B., VAN TOMME, I., DE ROOCK, C., DIJKMANS, R., 2003. Best Beschikbare Technieken voor de houtverwerkende nijverheid. Academia Press, Gent, 396 p.

KIM, S., 2009. Control of formaldehyde and TVOC emissions from wood-based flooring composites at various manufacturing processes by surface finishing. Elsevier B.V. , Journal of Hazardous Materials, 6 p.

MAISON, A., PASQUIER, E., 2006. Le point des connaissances sur le formaldéhyde – ED 5032. Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, paru dans Travail et sécurité n°666, 4 p.

MOSQUERON, L., NEDELLE, V., 2001. Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments. Observatoire de la Qualité de l'air intérieur, DDD/SB-2002-023, 174 p.

MOSQUERON, L., NEDELLE, V., 2004. Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments: actualization des données sur la période 2001-2004. Observatoire de la Qualité de l'air intérieur, DDD/SB-2004-004, 61 p.

National Association of Forest Industries, 2009. Controlling wood dust: hazards at work. The Government of Western Australia, Department of Commerce. Available at http://www.docep.wa.gov.au/WorkSafe/PDF/Guidance_notes/Guide_wood_dust.pdf.

Niemela, R.I., Rantanen, J., Kiilunen, M.K., 1998. Target levels – Tools for prevention. Risk Analysis, Vol. 18, No. 6, pp. 679-689.

NIOSH, 2005. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards: Formaldehyde. Available at: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0293.html>.

Office of the Australian Safety and Compensation Council, 2008. Benchmarking of exposures to wood dust and formaldehyde in selected industries in Australia. Available at <http://www.safeworkaustralia.gov.au>.

OSHA, 2009. OSHA Factsheet. Formaldehyde. OSHA's Safety and Health Program Management Guidelines, Washington, USA, 2 p. Available at www.osha.gov/OshDoc/data.../formaldehyde-factsheet.pdf.

PAA Engineer wood, 2009. Formaldehyde emission from plywood and laminated veneer lumber. Plywood House, Australia, 7 p. Available at http://www.paa.asn.au/library/factsheets/ewpaa_formaldehyde_emissions_v2.pdf.

SENE, M-L., 2009. Recherche de solutions alternatives permettant de limiter le dégagement de formaldéhyde dans les panneaux. Union des Industries des Panneaux de Process (UIPP) et Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE). Rapport d'étude n° 094, 161 p.

VINCENT, R., JEANDEL, B., 2006. Exposition professionnelle au formaldéhyde en France: informations fournies par la base de données colchic. Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, Cahiers de notes documentaires, n° 203, 19 p.

WATTERSON, A., 1995. Dealing with controversial issues on occupational health educational courses. Safety Science 20, pp. 253-258.

WHITFIELD, R., 2005. The Economic Benefits of Formaldehyde to the United States and Canadian Economies. GLOBAL INSIGHT, Lexington, USA.

WORLD HEALTH ORGANISATION, 1989. Indoor Air Quality: Organic Pollutants. Euro Reports and Studies n° 11, Copenhagen: World Health Organisation, Regional Office for Europe.

Zurlo, N., 1983. Formaldehyde and Derivatives. International Labour Organisation, Geneva. Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, Volume I, pp. 914-915.

BEKÄMPFE DEN KLIMAWANDEL, VERWENDE HOLZ!



Die Verwendung von Holz stellt durch den Kohlenstoff-Senkeneffekt des Waldes, des Kohlenstoffspeichereffektes von Holzprodukten und die Substitution von kohlenstoffintensivem Material einen einfachen Weg dar, die CO₂-Emissionen, die der Hauptgrund für den Klimawandel sind, zu reduzieren.