



Bremer Umweltinstitut[⊕]

Gesellschaft für Schadstoffanalysen
und Begutachtung mbH



Bremer Umweltinstitut GmbH · Fahrenheitstr. 1 · D-28359 Bremen



Fahrenheitstr. 1
D-28359 Bremen
Fon +49(0)421 / 7 66 65
Fax +49(0)421 / 7 14 04
mail@bremer-umweltinstitut.de
www.bremer-umweltinstitut.de

AZ: K 3606 VB

24.08.2016

Sehr geehrter Herr [REDACTED]

anbei erhalten Sie den Bericht über die Untersuchungen der Raumlufte in dem Fertighaus [REDACTED] in Syke auf Formaldehyd und auf eine Auswahl älterer Holzschutzmittelwirkstoffe.

Der UNTERSUCHUNGSBERICHT besteht aus der BEFUNDUNG und dem ANALYSENBERICHT und ist wie folgt gegliedert:

TEIL 1: BEFUNDUNG:

1. ALLGEMEINE ANGABEN ZUM AUFTRAG
2. ERGEBNISDARSTELLUNG
3. INFORMATIONEN ZU DEN ANALYSIERTEN PARAMETERN
4. BEWERTUNGSGRUNDLAGEN
5. FAZIT UND EMPFEHLUNGEN

TEIL 2: ANALYSENBERICHT:

1. AUFTRAGSBESCHREIBUNG
2. PRÜFVERFAHREN
3. ERGEBNISSE

Das größtmögliche Verständnis gewinnen Sie, wenn Sie den gesamten Untersuchungsbericht durchlesen. Einen Überblick über die Ergebnisse und die daraus folgenden Empfehlungen geben die Kapitel 2 ERGEBNISDARSTELLUNG und Kapitel 5 FAZIT UND EMPFEHLUNGEN.

Sollten Sie Fragen zum Bericht haben, stehen wir Ihnen gerne telefonisch beratend zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
Bremer Umweltinstitut

Jörg Mertens,
M.Sc. Environmental Protection

Anlagen: UNTERSUCHUNGSBERICHT (BEFUNDUNG und ANALYSENBERICHT)



Die Bremer Umweltinstitut GmbH ist ein nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die DAKKS akkreditiertes Prüflaboratorium. Bei der Akkreditierung handelt es sich um eine externe Qualitätsüberwachung nach internationalen Standards. Diese gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren, siehe auch www.bremer-umweltinstitut.de

Geschäftsführung:
Dr. Norbert Weis, Ulrike Siemers
Amtsgericht Bremen HRB 14617
Steueridentnummer DE 154288998
Es gelten unsere Geschäftsbedingungen,
die wir Ihnen auf Wunsch zuschicken.
Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Bremen.

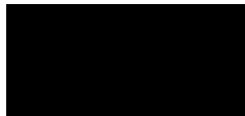
Bankverbindung:
Sparkasse Bremen
IBAN: DE55 29050101 0001 117167
BIC: SBREDE 22
Konto 1 117 167
BLZ 290 501 01

UNTERSUCHUNGSBERICHT

TEIL 1: BEFUNDUNG

1 Allgemeine Angaben zum Auftrag

Auftraggeber:



Auftragsdatum:

18.08.2016

Auftragnehmer:

Bremer Umweltinstitut
Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH
Fahrenheitstraße 1
28359 Bremen

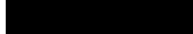
Prüfberichtsnummer:

K 3606 VB

Erstellungsdatum:

24.08.2016

Untersuchungsobjekt:

 28857 Syke
(Fertighaus von 1980, Okal)

Veranlassung / Ziel:

Stichprobenartige Untersuchung der Raumluft des Untersuchungsobjektes auf Formaldehyd und auf eine Auswahl älterer Holzschutzmittelwirkstoffe im Vorfeld eines angedachten Verkauf des Untersuchungsobjektes. Durch die Messungen sollte abgeklärt werden, ob es zu erhöhten, ggf. gesundheitlich relevanten Anreicherungen der Raumluft mit den Untersuchungsparametern kommt.

Hinweise zur Probenahme:

Hierzu sollte die Probenahmepvorbereitung durch den Auftraggeber erfolgen. Sie beinhaltet das Stoßlüften der Räume am Abend, mindestens jedoch 8 Stunden vor der Probenahme sowie das Schließen und Geschlossenhalten der Türen und Fenster. Die Raumtemperatur sollte ca. 20 °C betragen.

Probenehmerin:

Yvonne Kranz, Dipl.-Ing. (FH) Architektin

Probenahmedatum:

18.08.2016

2 Ergebnisdarstellung

Zum Probenahmezeitraum wurde eine Raumtemperatur von 20,7°C bzw. 20,9°C sowie eine relative Luftfeuchtigkeit von 55 % ermittelt.

Da die Innentüren zum Flur geöffnet waren erfolgten die beiden Messungen nicht in einzelnen separierten Raumbereichen, sondern in einem raumübergreifenden Luftverbund.

An der Messstelle „kleines Schlafzimmer/Kinderzimmer“ im Erdgeschoss konnte eine Formaldehydkonzentration von 162 µg/m³ (entspricht 0,162 mg/m³) in der Raumluft ermittelt werden.

Die Raumluftuntersuchung im Schlafzimmer ergab einen Nachweis von 0,02 µg/m³ an Pentachlorphenol (PCP) und von 0,06 µg/m³ an Lindan. Die weiteren überprüften Holzschutzmittelwirkstoffe Chlorthalonil, Dichlofluanid, Tolyfluanid und Endosulfan wurden in der Raumluft nicht oberhalb der Nachweisgrenzen festgestellt.

Während der Inspektion des Gebäudes wurden seitens der Probennehmerin auf das mögliche Vorhandensein asbesthaltiger Baumaterialien sowie auf Baumaterialien mit vermutlich älteren lungengängigen künstlichen Mineralfasern hingewiesen. Eine absichernde Untersuchung von Verdachtstoffen war seitens des Auftraggebers vorerst nicht gewollt.

3 Informationen zu den analysierten Parametern

3.1 Allgemeine Informationen zu Pentachlorphenol

Pentachlorphenol (PCP) wurde als pilzwidriges Mittel, das jedoch auch bakterien- und unkräutvernichtend wirkt, im Holzschutz bis Ende der 70er Jahre (alte BRD) bzw. Ende der 80er Jahre (DDR) eingesetzt. 1977 war es noch in 93 % aller Holzschutzmittel für den Innenraumbereich enthalten, üblicherweise in einer Einsatzkonzentration von 5-6 %. Damit ist mit dem Vorkommen von PCP in Hölzern, die vor 1980 behandelt wurden, zu rechnen.

Da es nicht auszuschließen ist, dass PCP-belastete Hölzer auch zur Produktion von Spanplatten eingesetzt werden, können auch Spanplatten Belastungen mit PCP aufweisen. Auch importierte Textilien und Lederwaren können PCP-Belastungen aufweisen, da es in vielen anderen Ländern nicht verboten ist, PCP zu verwenden.

PCP wird immer als technisches Produkt eingesetzt, d.h. es enthält die sehr toxischen polychlorierten Dibenzo-p-dioxine und Dibenzo-p-furane in geringen Konzentrationen. Diese tragen erheblich zu den Gesundheitsbeeinträchtigungen bei.

PCP emittiert aus verbauten Hölzern und kann in der Raumluft dann häufig nachgewiesen werden. Es hat zudem die deutliche Tendenz, sich aus der Luft wieder an andere Materialien anzulagern, wie zum Beispiel an Hausstaub, Textilien oder auch an offen liegende Nahrungsmittel. So kann es unter Umständen über das Einatmen, die direkte Berührung aber auch über die Nahrungsaufnahme Menschen belasten.

Bisweilen werden statt PCP auch chemisch modifizierte PCP-Derivate eingesetzt. Diese gasen weniger aus als PCP und sind deshalb im Staub und der Luft häufig nicht nachweisbar. Jedoch enthalten die PCP-Derivate gleichfalls wie das PCP Verunreinigungen, insbesondere die polychlorierten Dibenzo-p-dioxine und -furane. Die Verunreinigungen belasten Personen, die sich in dem betreffenden Raum aufhaltende, zusätzlich.

Die ad-hoc Kommission aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinalbeamten der Länder (AGLMB) bewertet PCP-Gehalte in der Raumluft von größer 1 µg/m³ als gesundheitlich gefährdend. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen

werden, dass es auch bei deutlich niedrigeren Raumluftkonzentrationen schon zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommen kann.

PCP wird entsprechend der geltenden EU-Klassifizierung als sehr giftig und umweltgefährlich eingestuft. Folgende besondere weitere Gefahren werden deklariert:

- H301+H311: Giftig bei Verschlucken oder bei Hautkontakt.
- H315: Verursacht Hautreizungen.
- H319: Verursacht schwere Augenreizung.
- H330: Lebensgefahr bei Einatmen.
- H335: Kann die Atemwege reizen.
- H351: Kann vermutlich Krebs erzeugen.
- H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

Im Gebiet der BRD wird die Einstufung des PCP durch die nationale Gesetzgebung verschärft, es sind die Einstufungen entsprechend der TRGS 905 (TRGS = technische Regel für Gefahrstoffe) zu berücksichtigen. Hiernach ist PCP als kanzerogen Carc. Kat 2 (Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten), fruchtschädigend Kategorie Re2 (Stoffe, die als fruchtschädigend bzw. entwicklungsschädigend für den Menschen angesehen werden sollten) und als Erbgutverändernd Kategorie M 3 (Stoffe, die wegen möglicher erbgutverändernder Wirkung auf den Menschen zur Besorgnis Anlass geben) einzustufen. Außerdem gilt es als hautresorptiv, d.h. es wird gut über die Haut aufgenommen.

3.2 Allgemeine Informationen zu Lindan

Bei Lindan (γ -Hexachlorcyclohexan) handelt es sich um einen insektenbekämpfenden Wirkstoff (ein sogenanntes Insektizid). Lindan wird etwa seit den 50er Jahren verwendet, seit Mitte der 80er Jahre wird es zunehmend durch eine neue Gruppe von Insektiziden, den Pyrethroiden, verdrängt. In Holzschutzmitteln kam es in Konzentrationen von 0,4 bis 1,5 % vor.

Als Quelle für Belastungen von Hausstaub oder Raumluft mit Lindan kommen zum einen der Einsatz von Holzschutzmitteln als auch Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen unterschiedlichster Art in Betracht.

Lindan emittiert dabei z.B. aus verbauten Hölzern in die Raumluft und wird dort häufig nachgewiesen. Es kann sich auch sekundär wieder an andere Materialien wie Hausstaub, Textilien und Nahrungsmittel anlagern, so dass auch hier der Mensch über die Atmung, die direkte Berührung und die Nahrungsaufnahme belastet werden kann.

In älteren Anwendungen wurde hierbei statt des reinen Lindan (reines γ -Hexachlorcyclohexan) ein technisches Isomerengemisch verwendet, das neben dem γ -Isomere auch noch die α -, β -, δ - und ϵ -Isomere enthielt. Auf die Verwendung des Isomerengemisch wurde in den späteren Jahren aufgrund der höheren Toxizität und schlechteren Abbaubarkeit bzw. verschlechterten insektiziden Wirkung verzichtet.

Lindan (γ -Hexachlorcyclohexan) wird entsprechend der geltenden EU-Klassifizierung als giftig und umweltgefährlich eingestuft. Folgende besondere weitere Gefahren werden deklariert:

- H301: Giftig bei Verschlucken.
- H312: Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt.
- H332: Gesundheitsschädlich bei Einatmen.
- H362: Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.
- H373: Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.
- H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

Lindan ist ein Nervengift. Als Symptome bei chronischen Lindanbelastungen werden beschrieben: Abgeschlagenheit, Schwindel, Muskelschmerzen, zentralnervöse Effekte, sensorische und motorische Ausfälle,

Tremor (Zittern), Empfindungsstörungen und Schwächung der Immunabwehr (Verringerung der Lymphozytenzahl). Lindan gilt als krebserzeugender Arbeitsstoff der Kategorie MAK 4. Bei gleichzeitigen Belastungen durch einen anderen krebserzeugenden Stoff kann Lindan die Entstehung des Krebses fördern.

Im Gebiet der BRD wird die Einstufung des Lindans durch die nationale Gesetzgebung verschärft, es sind die Einstufungen entsprechend der TRGS 905 (TRGS = technische Regel für Gefahrstoffe) zu berücksichtigen. Hiernach ist Lindan als kanzerogen Carc. Kat 3 (Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben) einzustufen. Außerdem gilt es als hautresorptiv, d.h. es wird gut über die Haut aufgenommen.

3.3 Allgemeine Informationen zu Dichlofluanid, Chlorthalonil, Tolyfluanid u. Endosulfan

Entfallen, da diese Substanzen hier nicht nachgewiesen wurden.

3.4 Allgemeine Informationen zu Formaldehyd

Formaldehyd ist ein stechend riechendes Gas, das zell- und erbgutschädigende Wirkung hat.

Mögliche Emissionsquellen sind Span-, Sperrholz-, und Tischlerplatten, UF-Ortschäume und UF-Platten, säurehärtende Kunststofflacke (Parkettversiegelungen), Industriekleber (Teppichbodenkleber), Korkplatten, Mineralfaser-Dämmstoffe, Textilien, Desinfektions- und Reinigungsmittel, offene Feuerstellen (Gasherde, Kamine), Tabakrauch.

3.4.1 Gesundheitliche Wirkungen und Symptome

1. Reizerscheinungen der Schleimhäute; bei empfindlichen Personen bei bereits sehr geringen Konzentrationen (ab 12 bis 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; entspricht 0,01 bis 0,05 ppm; Angaben in der Literatur schwanken je nach Autor)
2. Neurophysiologische Effekte: Kopfschmerzen, Abgespanntheit, Unwohlsein, Konzentrations-schwierigkeiten, Nervosität, Gereiztheit
3. schwere Atemwegsstörungen und Schleimhautschädigungen bei sehr hohen Konzentrationen (die meistens nicht in Wohnräumen erreicht werden)
4. Formaldehyd kann bei Hautkontakt Allergien auslösen (allerdings nur bei sehr hohen Konzentrationen)
5. einige Autoren vermuten, dass auch das Einatmen von Formaldehyd Allergien auslösen kann

Seit vielen Jahren wird diskutiert, ob Formaldehyd in der Lage ist, Krebs, und hierbei vor allem Krebsformen des Nasen- und des Rachenraums, zu erzeugen. Die Entstehung von Krebs in Tierversuchen bei hohen Formaldehydkonzentrationen ist hierbei weitgehend unstrittig. Diskutiert wurde die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf den Menschen und die Belastungssituation in Innenräumen.

Im Rahmen der Anpassung der CLP-Verordnung wurde Formaldehyd 2014 in die Gefahrenklasse Karzinogen 1B (wahrscheinlich krebserzeugend beim Menschen, die Einstufung erfolgt überwiegend aufgrund von Nachweisen bei Tieren) eingestuft.¹

¹ EU-Komm (2014) Verordnung (EU) Nr. 605/2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008.

4 Bewertungsgrundlagen

4.1 **Bewertungsgrundlagen zu Belastungen der Raumluf mit PCP, Lindan, Chlorthalonil, Dichlofluanid, Tolyfluanid und Endosulfan**

Die Angabe unschädlicher Konzentrationen - gerade auch bei chronischer Exposition - ist sehr schwierig oder gar nicht zu leisten. So kam es in der Vergangenheit auch immer wieder zu Gesundheitsbeeinträchtigungen bei angeblich unschädlichen Konzentrationen. Deshalb wird vielerorts im Sinne der gesundheitlichen Vorsorge von einem Minimierungs- bzw. Vermeidungsgebot ausgegangen, d.h. die Belastung mit gefährlichen Stoffen sollte grundsätzlich auf ein Minimum gesenkt werden. Wenn wir im folgenden Konzentrationen in Belastungsklassen einteilen, so geschieht dies nicht, um kleine Konzentrationen zu verharmlosen, sondern um Ihnen eine grobe Einordnung der ermittelten Belastung zu ermöglichen. In Einzelfällen können unsere Beurteilungen jedoch von den aufgeführten Schemata abweichen.

Das Einhalten von MRK-Werten² garantiert im übrigen nicht das Fehlen von Belastungen. Bei Hölzern, deren Behandlung länger zurückliegt, werden MRK-Werte in der Raumluf nicht mehr erreicht. Sie sind für solche Fälle daher zu hoch angesetzt.

4.1.1 **Bewertungsgrundlagen zu Belastungen der Raumluf mit PCP und Lindan**

Das Bremer Umweltinstitut hat aufgrund eigener, früherer Erfahrungen folgendes Bewertungsschema zur Bewertung von PCP- und Lindanbelastungen 1994 veröffentlicht:

Raumlufkonzentration	Bewertung
bis 0,001 µg/m ³	Diese Raumlufkonzentration ist nicht als erhöht belastet zu bezeichnen. Sie entspricht Außenluftkonzentrationen.
von 0,001 bis 0,025 µg/m ³	In Räumen ohne erkennbare Quellen werden diese Konzentrationen gemessen.
von 0,025 bis 0,1 µg/m ³	Diese Konzentrationen sind als geringe Belastungen zu bewerten. Eine Emissionsquelle im Raum ist möglicherweise vorhanden.
über 0,1 µg/m ³	Diese Konzentrationen weisen eindeutig auf eine Belastungsquelle im Raum hin.
von 0,1 µg/m ³ bis 0,25 µg/m ³	Zur Vorsorge sollten Belüftungsmaßnahmen, mittelfristig Sanierungsmaßnahmen ergriffen werden.
von 0,25 µg/m ³ bis 0,5 µg/m ³	Es sollten umfangreiche Sofortmaßnahmen wie Grundreinigung, kürzere Reinigungsintervalle und Lüftungsprogramme ergriffen werden.
über 0,5 µg/m ³	Es besteht akuter Handlungsbedarf. Unter Umständen sollten Nutzungsaussetzung bis zur Sanierung erwogen werden.

Eine toxikologische Bewertung einer PCP-Belastung wurde durch die ad-hoc-Kommission aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinalbeamten der Länder (AGLMB), im folgenden kurz als ad-hoc-Kommission bezeichnet, vorgenommen. Sie ging in die PCP-Richtlinie der ARGEBAU (Fachkommission Bauordnung der Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister der Länder) ein.

Die ad-hoc-Kommission bewertet PCP-Gehalte in der Raumluf von größer 1 µg/m³ als gesundheitlich eindeutig gefährdend und hält in diesem Fall eine Sanierung in öffentlichen Gebäuden für notwendig³.

² MRK = Maximale Raumlufkonzentration; vom ehem. Bundesgesundheitsamt BGA als Empfehlung und zur Orientierung speziell für Innenräume erstellt

³ Bundesgesundheitsblatt 7/1997

Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass es auch bei deutlich niedrigeren Raumluftkonzentrationen schon zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommen kann. Dies gilt insbesondere für Wohnungen oder bei anderen Räumen, in denen sich Personen über einen längeren Zeitraum längeren Zeitraum als 8 Stunden am Tage aufhalten und in denen nutzungsbedingt auch Expositionen über Staub und Lebensmittel etc. zu erwarten sind⁴. Bei Konzentrationen unterhalb von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. im privaten Bereich ist daher ein auf den Einzelfall abgestimmtes Vorgehen zu fordern, das Serum- oder Blutuntersuchungen einbeziehen kann.

Von FoBiG (Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH, Freiburg) wurde eine eigenständige toxikologische Bewertung von PCP vorgenommen⁵. Es wird empfohlen, dass bei Langzeitbelastungen mit PCP eine maximale Raumluftkonzentration unterhalb von $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angestrebt werden sollte.

Dies entspricht in etwa den Aussagen der ad-hoc-Kommission, die als Sanierungszielwert (also als Wert der bei einer Sanierung unterschritten werden sollte), ebenfalls $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nennt.

Für Lindan wird seit geraumer Zeit als Handlungs- bzw. Interventionswert ebenfalls eine Konzentration von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genannt (früher MRK-Wert des Bundesgesundheitsamts), vorläufige toxikologische Überlegungen unterstützen im wesentlichen diesen Richtwert⁶. Als Vorsorge-orientierter Richtwert für die Langzeitbelastung, der gleichzeitig als Sanierungszielwert dient, wurde von FoBiG ebenfalls $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Lindan abgeleitet. Da gesundheitliche Gefährdungen bei Überschreitungen des Richtwerts von $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht ausgeschlossen werden können, sollte dieser Richtwert nicht dauerhaft überschritten werden⁵.

4.2 Bewertungsgrundlagen für Raumluftbelastungen mit Formaldehyd

Durch den Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) erfolgte mit der Bekanntmachung des Umweltbundesamtes zum August 2016⁷ eine Veränderung des Richtwertes für Formaldehyd in der Innenraumluft. Der seit 1977 durch das damalige Bundesgesundheitsamt verabschiedete Innenraumrichtwert von $0,124 \text{ mg}/\text{m}^3$ wurde durch einen neuen Innenraumrichtwert von $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ersetzt. Hierbei handelt es sich um einen Richtwert I (Vorsorgewert), der nach Auffassung des AIR auch nicht kurzzeitig, bezogen auf einen Messzeitraum von einer halben Stunde, überschritten werden sollte, da bei empfindlichen Personen oberhalb dieser Konzentration eine sensorische Reizwirkung auftreten könnte.

Der AIR schließt sich damit auch der Einstufung der World Health Organization (WHO) an, die 2010 den Richtwert für Formaldehyd in der Innenraumluft bei $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ (30-Minuten-Mittelwert) ansetzte.⁸

Zudem gibt der Ausschuss für Innenraumrichtwerte an, dass der Richtwert I vor einem theoretischen Krebsrisiko von 10^{-6} durch eingeatmetes Formaldehyd schützt.

Ein Richtwert II (Gefahrenwert) konnte seitens des Ausschuss für Innenraumrichtwerte nicht abgeleitet werden.

Offizielle Richtwerte:

Richtwert I des AIR: $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ (**$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$**)

WHO Richtwert: $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$ (**$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$**)

Orientierungswert:

Die AGÖF (Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute e.V.) gibt einen Orientierungswert von $0,03 \text{ mg}/\text{m}^3$ ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) an. (Diese Angabe erfolgte bereits 2013 und damit vor Bekanntwerden einer Innenraumrichtwertanpassung durch den AIR).⁹

⁴ PCP-Richtlinie, Mitteilung DiBt 1/1991

⁵ Gutachten für die Stadt Hameln. FoBiG, 1995

⁶ Baudisch und Prösch: DDT- und Lindanexposition. Handbuch für Bioklima und Lufthygiene 5.Erg. Lfg. 4/2001

⁷ Bundesgesundheitsblatt 2016 · 59; 1040 – 1044; 8/2016

⁸ WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants

⁹ AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft in der aktualisierten Fassung vom 28. November 2013; <http://www.agoef.de/orientierungswerte/agoef-voc-orientierungswerte.html>

Seitens des Bremer Umweltinstitutes wird für die Bewertung von Formaldehydbelastungen in der Innenraumluft orientierend folgendes Schema verwendet:

- Räume mit Formaldehyd-Luftkonzentrationen **kleiner als $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$** sind als nicht erhöht belastet zu bezeichnen (in diesem Bereich liegen auch die niedrigeren Konzentrationen der Außenluft).
- Konzentrationen **von 12 bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$** sind als sehr geringe Belastungen zu bezeichnen. Sie müssen nicht unbedingt auf Belastungsquellen im Raum hinweisen, da besonders in Großstädten und Ballungsräumen derartige Formaldehydkonzentrationen in der Außenluft auch häufiger gemessen werden können. Dessen ungeachtet können bei diesen Konzentrationen besonders empfindliche Personen bereits erste Gesundheitsbeeinträchtigungen verspüren.
- Konzentrationen **von 24 bis $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$** sind als geringe Belastungen zu bezeichnen. Schwache Formaldehyd-emittierende Belastungsquellen sind wahrscheinlich im Raum vorhanden.
- Konzentrationen von **60 bis $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$** sind als deutliche Belastungen zu bezeichnen. Ab $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden häufiger Gesundheitsbeeinträchtigungen beschrieben. Im Sinne eines vorbeugenden Gesundheitsschutzes sollten Emissionsquellen auch bei Ausbleiben von Gesundheitsbeeinträchtigungen ermittelt und - zumindest längerfristig - saniert werden.
- Konzentrationen **über $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$** (gerundet $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$; entspricht dem Richtwert I des AIR) sind als hoch zu bezeichnen. Die im Raum vorhandenen Emissionsquellen sollten ermittelt und ggf. saniert werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich um ein grobes Schema handelt, Einzelfallbetrachtungen können durchaus zu einer von diesem Schema abweichenden Beurteilung führen.

Das Bremer Umweltinstitut weist zudem darauf hin, dass die Emissionen an Formaldehyd stark von den klimatischen Umgebungsbedingungen abhängig sind. Höhere Umgebungstemperaturen und eine höhere Umgebungfeuchtigkeit führen i.A. zu einem Anstieg von Formaldehydemissionen und begünstigen damit höhere Anreicherungen im Innenraum. Der Ausschuss für Innenraumrichtwerte führt in seiner Bekanntmachung allgemein aus, dass der Richtwert I auch nicht kurzzeitig, bezogen auf einen Messzeitraum von einer halben Stunde, überschritten werden sollte. Nach Ansicht des Bremer Umweltinstitutes muss dies auch bei ungünstigen klimatischen Umgebungsbedingungen, z.B. an heißen Sommertagen mit erhöhten Innenraumtemperaturen, gelten. Vorsorglich halten wir daher vorläufig, bezogen auf Messrahmenbedingungen um ca. 20°C und ca. 50% r.F., eine Unterschreitung einer Formaldehydkonzentration in der Innenraumluft von mindestens $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für empfehlenswert.

5 Fazit und Empfehlungen

5.1 Einordnung der Messergebnisse

Durch die stichprobenartige Überprüfung der Raumluft wurde mit $162 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine hohe Konzentrationen an Formaldehyd nachgewiesen, bei der der Richtwert von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich überschritten wurde.

Durch die Raumluftuntersuchung auf sechs ältere Holzschutzmittelwirkstoffe konnten geringe Konzentrationen an PCP (Pentachlorphenol) und Lindan nachgewiesen werden. Dabei werden die vorsorgeorientierten Richtwerte von $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jeweils noch deutlich unterschritten. Die weiteren vier überprüften Holzschutzmittelwirkstoffe wurden nicht nachgewiesen.

5.2 Ursachenzuordnung

Eine sichere Abklärung der Emissionsquellen erfordert Materialuntersuchungen. Dennoch sind hier zwei Hauptursachen als sehr wahrscheinlich anzusprechen:

- 1.) Die Ursache der Formaldehydbelastung dürfte in den Spanplatten der Innenwände und ggf. auch im Deckenaufbau und Fußbodenaufbau liegen.
- 2.) Als Ursache der ermittelten Holzschutzmittelkonzentrationen ist eine Holzschutzmittelbehandlung des Ständerwerks anzunehmen.

5.3 Empfehlungen

Aufgrund der ermittelten Konzentration an Formaldehyd, können beim Daueraufenthalt (z.B. Wohnsituation) gesundheitliche Auswirkungen eintreten, so dass für eine Wohnsituation Minderungsmaßnahmen zur Reduktion der Formaldehydkonzentration anzuraten sind.

Der Ausschuss für Innenraumrichtwerte beschreibt in diesem Zusammenhang, dass der Richtwert von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auch nicht kurzzeitig, bezogen auf einen Messzeitraum von einer halben Stunde, überschritten werden sollte.

Nach unserer Ansicht ist in einer Wohnsituation eine Formaldehydkonzentration von $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur vorbeugenden Vermeidung von gesundheitlichen Beeinträchtigungen möglichst zu unterschreiten.

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die geprüften Probenmaterialien. Der UNTERSUCHUNGSBERICHT bestehend aus TEIL 1 BEFUNDUNG und TEIL 2 ANALYSENBERICHT darf nur vollständig, bzw. nach Absprache mit dem Bremer Umweltinstitut auszugsweise, wiedergegeben werden.

Mit freundlichen Grüßen
Bremer Umweltinstitut

Jörg Mertens
M.Sc. Environmental Protection

UNTERSUCHUNGSBERICHT

TEIL 2: ANALYSENBERICHT

6 Auftragsbeschreibung

Auftraggeber:



Auftragsdatum:

18.08.2016

Auftragnehmer:

Bremer Umweltinstitut
Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH
Fahrenheitstraße 1
28359 Bremen

Prüfberichtsnummer:

K 3606 VB


Probeneingang:

18.08.2016

Prüfzeitraum:

19.08.2016 bis 22.08.2016

Probenahmeort:

 28857 Syke-Barrien

Probenehmer:

Yvonne Kranz, Bremer Umweltinstitut

6.1 Probenbeschreibung

Probennummer	Bezeichnung	Probenmenge	Prüfziel
K 3606 VB - 1	<i>Luftprobe</i> Schlafzimmer	Volumen 146 Liter	6 Holzschutzmittelwirkstoffe
K 3606 VB - 2	<i>Luftprobe</i> EG/kleines Schlafzim- mer/Kinderzimmer	Volumen 142 Liter	Formaldehyd

7 Prüfverfahren

7.1 Vorbereitung und Durchführung der Probenahme

Zur Vorbereitung der Luftprobenahme war mit dem Auftraggeber folgendes vereinbart worden: Fenster und Türen der zu untersuchenden Räume sollten vor der Begehung über eine Dauer von ca. acht Stunden geschlossen gehalten werden. In den Räumen sollte während dieser Frist nicht geraucht werden. Die Raumtemperatur sollte ca. 20 °C betragen. Die Probenahme erfolgt nach Möglichkeit in der Mitte des Raumes in einer Höhe 1 bis 1,5 m (nach VDI 4300 Blatt 1).

7.2 Prüfverfahren zur Untersuchung von Raumlufthproben auf Pentachlorphenol (PCP), Lindan, Chlorthalonil, Dichlofluamid, Tolyfluamid und Endosulfan

1. Luftprobennahme mit Pumpe, dabei Adsorption der Wirkstoffe an Chromosorb 102
2. Elution mit Aceton
3. Derivatisierung des PCP mit Kaliumkarbonat und Essigsäureanhydrid, Reextraktion in Toluol
4. Überführung der übrigen Wirkstoffe in Toluol (außer für PCP)
5. Trennung, Identifizierung und Quantifizierung kapillargaschromatographisch mit GC/ECD

7.3 Prüfverfahren zur Untersuchung der Raumluft auf Formaldehyd

Die Prüfung erfolgt analog DIN ISO 16 000 – 3 : 2013-01.

1. Probenahme mit DNPH-Röhrchen
2. Elution mit Acetonitril
3. Trennung, Identifizierung und Quantifizierung mittels HPLC-PDA

8 Ergebnisse

8.1 Klimatische Parameter

Probennummer	Probenahmeort	Temperatur [°C]	relative Luftfeuchte [%]
K 3606 VB – 1	Schlafzimmer	20,7	55
K 3606 VB – 2	EG/kleines Schlafzimmer/Kinderzimmer	20,9	55

8.2 Ergebnisse der Untersuchung der Raumluft auf PCP, Lindan, Chlorthalonil, Dichlofluanid, Tolyfluanid und Endosulfan

Parameter	K 3606 VB - 1 Schlafzimmer [µg/m ³]	NG [µg/m ³]
Pentachlorphenol (PCP)	0,02	0,01
Lindan	0,06	0,01
Chlorthalonil	n.n.	0,02
Dichlofluanid	n.n.	0,02
Tolyfluanid	n.n.	0,02
Endosulfan	n.n.	0,02

µg/m³ = 1 Millionstel Gramm pro Kubikmeter
 NG = Nachweisgrenze

n.n. = nicht nachweisbar

8.3 Ergebnisse der Untersuchung der Raumluft auf Formaldehyd

Parameter	K 3606 VB – 2 EG/kleines Schlafzim- mer/Kinderzimmer	NG
Formaldehyd [µg/m ³]	162	6
[ppm]	0,131	0,005

n.n. = nicht nachweisbar
 NG = Nachweisgrenze

1 µg/m³ = 1 Mikrogramm pro Kubikmeter
 1 ppm = 1 part per million

- Ende des ANALYSENBERICHTS -

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die geprüften Prüfgegenstände. Der UNTERSUCHUNGSBERICHT bestehend aus TEIL 1 BEFUNDUNG und TEIL 2 ANALYSENBERICHT darf nur vollständig, bzw. nach Absprache mit dem Bremer Umweltinstitut auszugsweise, wiedergegeben werden.

Mit freundlichen Grüßen
 Bremer Umweltinstitut

Florian Nitschke,

Dipl. Chemiker, Prüfleiter