

## **Gutachten-Nr. 23.07.28.2**

**über die Untersuchung von Hausstaub- und Raumluftproben  
und die Untersuchung einer Materialprobe auf Asbest**

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Auftraggeber</b>        | Stefan Nix<br>Walter-Simon-Straße 12<br>12529 Schönefeld |
| <b>Auftragnehmer</b>       | OECOLAB<br>Lehrter Straße 57, Haus 9<br>10557 Berlin     |
| <b>Untersuchungsobjekt</b> | Einfamilienhaus<br>Formerweg 2<br>12355 Berlin           |
| <b>Probenahme vom</b>      | 28.07.2023   |

Berlin, den 17.11.2023

Das Gutachten umfasst 31 Seiten.

## Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Gegenstand der Untersuchung und Aufgabenstellung .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Probenahme .....</b>                                       | <b>5</b>  |
| 2.1      | Hausstaubuntersuchung .....                                   | 5         |
| 2.2      | Raumluftuntersuchung .....                                    | 5         |
| 2.3      | Materialuntersuchung .....                                    | 5         |
| <b>3</b> | <b>Laboruntersuchungen .....</b>                              | <b>6</b>  |
| <b>4</b> | <b>Staubanalyse .....</b>                                     | <b>7</b>  |
| 4.1      | Messergebnisse Staubprobe – Altlasten .....                   | 7         |
| 4.2      | Bewertungskriterien Liegestaub .....                          | 11        |
| 4.2.1    | Pentachlorphenol (PCP) .....                                  | 11        |
| 4.2.2    | AGÖF Orientierungswerte .....                                 | 11        |
| 4.2.3    | Referenzwerte Dr. Mattulat .....                              | 11        |
| 4.2.4    | Benzo(a)pyren .....   | 12        |
| 4.3      | Bewertung der Messergebnisse .....                            | 14        |
| 4.3.1    | Holzschutzmittel / Fungizide .....                            | 14        |
| <b>5</b> | <b>Raumluftanalyse .....</b>                                  | <b>15</b> |
| 5.1      | Messergebnisse- Chloranisole und Chlornaphtalin .....         | 15        |
| 5.2      | Messergebnis – Formaldehyd .....                              | 16        |
| 5.3      | Randbedingungen - Raumklima .....                             | 16        |
| 5.4      | Bewertungskriterien Raumluft .....                            | 17        |
| 5.4.1    | Richtwerte .....  | 17        |
| 5.4.2    | Chloranisole .....  | 17        |
| 5.4.3    | Formaldehyd .....   | 19        |
| 5.5      | Bewertung der Messergebnisse .....                            | 20        |
| 5.5.1    | Chlornaphtalin .....  | 20        |
| 5.5.2    | Chloranisole .....  | 20        |
| 5.5.3    | Formaldehyd .....   | 21        |
| <b>6</b> | <b>Materialanalyse .....</b>                                  | <b>22</b> |
| 6.1      | Materialuntersuchung nach VDI 3866 Blatt 5 .....              | 22        |
| 6.2      | Bewertungskriterien .....                                     | 22        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 6.2.1     | Einstufung asbesthaltiger Stoffe und Erzeugnisse ..... | 22        |
| 6.3       | Bewertung.....   | 23        |
| 6.3.1     | Asbest.....  | 23        |
| <b>7</b>  | <b>Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen .....</b> | <b>24</b> |
| 7.1.1     | Hausstaubanalyse .....                                 | 24        |
| 7.1.2     | Raumlufthanalyse .....                                 | 24        |
| 7.1.3     | Materialanalyse .....                                  | 25        |
| <b>8</b>  | <b>Empfehlungen.....</b>                               | <b>26</b> |
| <b>9</b>  | <b>Allgemeine Empfehlungen .....</b>                   | <b>27</b> |
| 9.1       | Arbeitsschutz: Holzschutzmittel .....                  | 27        |
| 9.2       | Arbeitsschutz: Schimmelpilze .....                     | 27        |
| <b>10</b> | <b>Literatur .....</b>                                 | <b>28</b> |

## Anlagen

### 1. Fotodokumentation

Anlage 1.1 Fotodokumentation

### 2. Laborberichte

Anlage 2.1 Prüfbericht 23-O112-0158 der PiCA Prüfinstitut Chemische Analytik GmbH vom 18.08.2023

Anlage 2.2 Prüfbericht 23-O112-0159 der PiCA Prüfinstitut Chemische Analytik GmbH vom 21.08.2023

Anlage 2.3 Prüfbericht Nr. 2023-2408-1 der ARGUK-Umweltlabor GmbH vom 23.08.2023

Anlage 2.4 Prüfbericht Nr. 6485481 der SGS Institut Fresenius GmbH vom 22.08.2023

### 3. Pläne

Anlage 3.1 Grundriss des Erdgeschosses mit Probenahmestellen

### 4. Weitere Anlagen

Anlage 4.1 Probenahmeprotokoll vom 28.07.2023

## **1 Gegenstand der Untersuchung und Aufgabenstellung**

Das zu untersuchende Objekt des Auftraggebers befindet sich im Formerweg 2 in 12355 Berlin. Es handelt sich um ein unterkellertes OKAL-Fertighaus aus dem Jahre 1976.

Nach Aussage des Auftraggebers wurden Holzbauteile des Hauses mit Xylamon Holzbau und Baselit SF behandelt.

Bei Baselit SF sollte es sich um ein Holzschutzmittel auf Basis von Fluorsilikaten handeln. Da diese Salze keinen nennenswerten Dampfdruck aufweisen, ist erfahrungsgemäß davon auszugehen, dass sie nicht ausgasen und deshalb in der Raumluft und im Hausstaub nicht nachweisbar sind.

Bei Xylamon Holzbau ist davon auszugehen, dass es sich um ein Holzschutzmittel auf Basis von Lindan und Pentachlorphenol (PCP) handelt.

Im untersuchten Wohnzimmer war ein Parkettboden verlegt. Die Wände waren gestrichen und die Decke vertäfelt. Gutachterlicherseits war ein Geruch nach Chloranisolen wahrnehmbar.

Die Raumluft des Wohnzimmers im Erdgeschoss sollte auf Chloranisele und auf Formaldehyd untersucht werden.

Außerdem wurde der Liegestaub aus dem Erdgeschoss auf ausgewählte Innenraumschadstoffe (Altlasten-Screening II) untersucht, um darauf basierend zu ermitteln, ob diesbezügliche Schadstoffquellen vorliegen.

Darüber hinaus wurde eine Materialprobe der Außenfassade entnommen, um zu untersuchen, ob das hier verwendete Material Asbest enthält.

## 2 Probenahme

| Untersuchungs-bereich | Messpunkt | Sampling Methode     | Untersuchung   |
|-----------------------|-----------|----------------------|--|
| Wohnzimmer            | RL 01.1   | Raumluft (DNPH)      | <b>Formaldehyd</b>   |
| Wohnzimmer            | RL 01.2   | Raumluft (PU-Schaum) | <b>Chloranisole</b>  |
| Staub aus dem EG      | -         | Liegestaub           | <b>Staub-Screening / Altlasten II</b><br>Holzschutzmittel,<br>Organophosphorinsektizide, Pestizide,<br>Chlornaphthaline, 16 PAK nach EPA ,<br>Pyrethroide, Flammschutzmittel, PCB<br>(6 Kongenere) |
| Außenfassade          | MP 01     | Materialprobe        | <b>Materialanalyse Asbest nach VDI 3866 - Blatt 5</b>  |

### 2.1 Hausstaubuntersuchung

Der gesammelte Staub wurde mit einem Sauger mit vorgesetztem ALK-Sampler aus dem Bodenbereich im Erdgeschoss entnommen. Bei dem Staub handelte es sich um Liegestaub, da das Gebäude nicht mehr bewohnt war. Der Probenentnahmekörper wurde anschließend dem chemischen Prüflaboratorium zur Analyse übersandt.

### 2.2 Raumluftuntersuchung

Der untersuchte Raum wurde nach Aussage des Auftraggebers mind. acht Stunden vor der Probenahme gelüftet und danach verschlossen gehalten.

Für die Untersuchung auf Chloranisole wurde mit dem Holbach - Sampler bei einem Durchfluss von 30,0 l/min ein Volumen von 2000 Liter Raumluft über einen Polyurethanschaum gezogen.

Über eine DNPH-Kartusche (Firma Supelco) wurden zur Untersuchung auf Formaldehyd mittels einer Pumpe vom Typ Air Check 120 l Raumluft bei einem Durchfluss von 1,0 l/min gezogen.

Die Probenentnahmekörper wurde anschließend dem chemischen Prüflaboratorium zur Analyse übersandt.

### 2.3 Materialuntersuchung

Die Materialprobe wurde aus der Außenfassade genommen und in ein Probenahmegefäß überführt, verschlossen und dem Labor direkt zur Analyse zugeführt.

### 3 Laboruntersuchungen

Die Laboruntersuchungen des Formaldehyds (Anlage 2.1) und des Liegestaubs (Anlage 2.2) wurden von der PiCA Prüfinstitut Chemische Analytik GmbH in Berlin, akkreditiertes Labor nach ISO/IEC 17025:2005 (AKS-PL-21121), durchgeführt. Die detaillierten Messergebnisse des Analyselabors sind den Prüfberichten

Anlage 2.1 Prüfbericht 23-O112-0158 vom 18.08.2023

Anlage 2.2 Prüfbericht 23-O112-0159 vom 21.08.2023

zu entnehmen.

Die Laboruntersuchungen der Chlornaphthaline und Chloranisele wurden von der ARGUK-Umweltlabor GmbH in Oberursel, akkreditiertes Labor nach ISO 9001:2015, durchgeführt. Die detaillierten Messergebnisse des Analyselabors sind dem Prüfbericht

Anlage 2.3 Prüfbericht Nr. 2023-2408-1 vom 23.08.2023

zu entnehmen.

Die Laboruntersuchung auf Asbest wurde von der SGS Institut Fresenius GmbH in Berlin akkreditiert nach DIN EN ISO / IEC 2018 nach DIN EN ISO /IEC 17025:2018, durchgeführt. Die detaillierten Messergebnisse des Analyselabors sind dem Prüfbericht

Anlage 2.4 Prüfbericht Nr. 6485481 vom 22.08.2023

zu entnehmen.

## 4 Staubanalyse

### 4.1 Messergebnisse Staubprobe – Altlasten

| Substanz  | CAS Nr.    | Haus-<br>staub<br>in mg/kg | Referenzwerte<br>in mg/kg |                      |                         |                      |                      |   |
|---|------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|---|
|   |            |                            | Normal-<br>wert           |                      | Auffällig-<br>keitswert |                      | Hinweise             |   |
| Perzentil                                       |            |                            | 10 %                      | 25 %                 | 50 %                    | 90 %                 |                      | 95 %  |
| Antimikrobiell wirksame Substanzen              |            |                            |                           |                      |                         |                      |                      |   |
| Triclosan                                       | 3380-34-5  | < 0,3                      |                           |                      | 0,19 <sup>(3)</sup>     | 1,2 <sup>(3)</sup>   | 2,4 <sup>(3)</sup>   |   |
| 4-Chlor-3-methylphenol                          | 59-50-7    | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup>    | 0,6 <sup>(1)</sup>   | 0,9 <sup>(1)</sup>   |   |
| o-Phenylphenol                                  | 90-43-7    | < 0,3                      |                           |                      | 0,15 <sup>(3)</sup>     | 0,72 <sup>(3)</sup>  | 1,2 <sup>(3)</sup>   |   |
| Duftstoffe                                      |            |                            |                           |                      |                         |                      |                      |   |
| Moschusketon                                    | 81-14-1    | < 0,5                      | < 0,1 <sup>(2)</sup>      |                      | < 0,1 <sup>(2)</sup>    | 0,5 <sup>(2)</sup>   |                      | hormonell wirksam   |
| Moschusxylol                                    | 81-15-2    | < 0,5                      | < 0,1 <sup>(2)</sup>      |                      | < 0,1 <sup>(2)</sup>    | 0,1 <sup>(2)</sup>   |                      |   |
| Freie und freigesetzte phenolische Verbindungen |            |                            |                           |                      |                         |                      |                      |   |
| Phenol  | 108-95-2   | < 1                        |                           |                      | 3,4 <sup>(3)</sup>      | 12 <sup>(3)</sup>    | 17 <sup>(3)</sup>    |   |
| Tetrabrombisphenol A                            | 79-94-7    | < 0,1                      | < 0,1 <sup>(2)</sup>      |                      | < 0,1 <sup>(2)</sup>    | 0,5 <sup>(2)</sup>   |                      |   |
| Bisphenol A                                     | 80-05-7    | 6,0                        |                           |                      | 3,3 <sup>(3)</sup>      | 14 <sup>(3)</sup>    | 22 <sup>(3)</sup>    |   |
| Holzschutzmittel / Chlorpestizide I             |            |                            |                           |                      |                         |                      |                      |   |
| Chlorthalonil                                   | 1897-45-6  | < 0,2                      | < 0,3 <sup>(1)</sup>      | < 0,3 <sup>(1)</sup> |                         | < 0,3 <sup>(1)</sup> | < 0,3 <sup>(1)</sup> | Carc.Cat.3  |
| Methoxychlor                                    | 72-43-5    | < 0,5                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,3 <sup>(1)</sup> | < 0,3 <sup>(1)</sup>    | 0,85 <sup>(1)</sup>  | 2,9 <sup>(1)</sup>   |   |
| Organochlorinsektizide                          |            |                            |                           |                      |                         |                      |                      |   |
| Dieldrin  | 60-57-1    | < 0,2                      | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> |                         | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> | POP (Stockholmer Konvention)* ; Gefahrenwert für Kleinkinder 0,2 mg/kg*; Carc.Cat.3 |
| Heptachlor                                      | 76-44-8    | < 0,2                      | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> |                         | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> | POP (Stockholmer Konvention)*   |
| Organophosphor-Insektizide                      |            |                            |                           |                      |                         |                      |                      |   |
| Bromophos-methyl                                | 2104-96-3  | < 0,5                      | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> |                         | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> |   |
| Dichlorvos                                      | 62-73-7    | < 0,5                      |                           |                      | < 0,2 <sup>(3)</sup>    | < 0,2 <sup>(3)</sup> | < 0,2 <sup>(3)</sup> |   |
| Iodofenphos                                     | 18181-70-9 | < 0,5                      |                           |                      | < 0,5 <sup>(3)</sup>    | < 0,5 <sup>(3)</sup> | < 0,5 <sup>(3)</sup> |   |
| Parathion                                       | 56-38-2    | < 0,5                      |                           |                      |                         | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                      |   |
| Pirimiphos-methyl                               | 29232-93-7 | < 0,5                      |                           |                      |                         |                      |                      |   |
| Chlorpyriphos-ethyl                             | 2921-88-2  | < 0,5                      | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup>    | 0,4 <sup>(1)</sup>   | 0,87 <sup>(1)</sup>  |   |

| Substanz                 | CAS Nr.    | Haus-<br>staub<br>in mg/kg | Referenzwerte<br>in mg/kg |                      |                      |                         |                      |   |
|--------------------------|------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|---|
|                          |            |                            | Normal-<br>wert           |                      |                      | Auffällig-<br>keitswert |                      | Hinweise  |
|                          |            |                            | 10 %                      | 25 %                 | 50 %                 | 90 %                    | 95 %                 |   |
| Perzentil                |            |                            |                           |                      |                      |                         |                      |   |
| PAK                      |            |                            |                           |                      |                      |                         |                      |   |
| Naphthalin               | 91-20-3    | 0,35                       | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                      | <0,2 <sup>(1)</sup>     | <0,2 <sup>(1)</sup>  | Carc.Cat.3  |
| Phenanthren              | 85-01-8    | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,3 <sup>(1)</sup>   | 1,7 <sup>(1)</sup>      | 3,9 <sup>(1)</sup>   |   |
| Chrysen                  | 218-01-9   | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,6 <sup>(1)</sup>      | 1,3 <sup>(1)</sup>   | Carc.Cat.2 ,<br>Muta.Cat.3  |
| Benzo(a)pyren            | 50-32-8    | < 0,3                      | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,3 <sup>(1)</sup>      | 0,6 <sup>(1)</sup>   | 50 mg/kg, Grenzwert<br>für Einstufung als<br>Krebserregender<br>Arbeitsstoff (TRGS<br>905) , Carc.Cat.2 ,<br>Muta.Cat.2, Repr.Cat.2 |
| Acenaphthylen            | 208-96-8   | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                      | <0,2 <sup>(1)</sup>     | < 0,2 <sup>(1)</sup> |   |
| Acenaphthen              | 83-32-9    | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                      | <0,2 <sup>(1)</sup>     | < 0,2 <sup>(1)</sup> |   |
| Fluoren                  | 86-73-7    | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                      | <0,2 <sup>(1)</sup>     | < 0,2 <sup>(1)</sup> |   |
| Anthracen                | 120-12-7   | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                      | <0,2 <sup>(1)</sup>     | < 0,3 <sup>(1)</sup> |   |
| Fluoranthren             | 206-44-0   | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,2 <sup>(1)</sup>   | 1,5 <sup>(1)</sup>      | 3,6 <sup>(1)</sup>   |   |
| Pyren                    | 129-00-0   | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,2 <sup>(1)</sup>   | 1,1 <sup>(1)</sup>      | 2,2 <sup>(1)</sup>   |   |
| Benzo[a]anthracen        | 56-55-3    | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,4 <sup>(1)</sup>      | 0,9 <sup>(1)</sup>   | Carc.Cat.2  |
| Benzo[b]fluoranthren     | 205-99-2   | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,8 <sup>(1)</sup>      | 1,8 <sup>(1)</sup>   | Carc.Cat.2  |
| Benzo[k]fluoranthren     | 207-08-9   | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,3 <sup>(1)</sup>      | 0,6 <sup>(1)</sup>   | Carc.Cat.2  |
| Indeno[1,2,3,c,d]pyren   | 193-39-5   | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,3 <sup>(1)</sup>      | 0,6 <sup>(1)</sup>   |   |
| Dibenzo[a,h]anthracen    | 53-70-3    | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                      | <0,2 <sup>(1)</sup>     | < 0,2 <sup>(1)</sup> | Carc.Cat.2  |
| Benzo[g,h,i]perylen      | 191-24-2   | < 0,3                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,4 <sup>(1)</sup>      | 0,9 <sup>(1)</sup>   |   |
| Summe PAK (16 EPA)       |            | 0,35                       |                           |                      | 0,7 <sup>(1)</sup>   | 7,4 <sup>(1)</sup>      | 19,3 <sup>(1)</sup>  |   |
| Polychlorierte Biphenyle |            |                            |                           |                      |                      |                         |                      |   |
| PCB 28                   | 7012-37-5  | < 0,1                      | <0,01 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> |                      | <0,1 <sup>(1)</sup>     | < 0,1 <sup>(1)</sup> | Stockholmer<br>Konvention* ;<br>ChemVerbotsV  |
| PCB 52                   | 35693-99-3 | < 0,1                      | <0,01 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> |                      | <0,1 <sup>(1)</sup>     | < 0,1 <sup>(1)</sup> | Stockholmer<br>Konvention* ;<br>ChemVerbotsV  |
| PCB 101                  | 37680-73-2 | < 0,1                      | <0,01 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> | < 0,1 <sup>(1)</sup> | 0,1 <sup>(1)</sup>      | 0,3 <sup>(1)</sup>   | Stockholmer<br>Konvention* ;<br>ChemVerbotsV  |
| PCB 138                  | 35065-28-2 | < 0,1                      | <0,01 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> | < 0,1 <sup>(1)</sup> | 0,3 <sup>(1)</sup>      | 0,7 <sup>(1)</sup>   | Stockholmer<br>Konvention* ;<br>ChemVerbotsV  |
| PCB 153                  | 35065-27-1 | < 0,1                      | <0,01 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> | < 0,1 <sup>(1)</sup> | 0,3 <sup>(1)</sup>      | 0,67 <sup>(1)</sup>  | Stockholmer<br>Konvention* ;<br>ChemVerbotsV  |
| PCB 180                  | 35065-29-3 | < 0,1                      | <0,01 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> | < 0,1 <sup>(1)</sup> | 0,2 <sup>(1)</sup>      | 0,5 <sup>(1)</sup>   | Stockholmer<br>Konvention* ;<br>ChemVerbotsV  |
| PCB Summe nach<br>LAGA   |            | < 0,1                      |                           |                      |                      | 4,5 <sup>(1)</sup>      | 12,5 <sup>(1)</sup>  | Herstellungs- und<br>Inverkehrbringungsver-<br>bot (ChemVerbotsV)<br>Grenzwert 50 mg/kg   |



| Substanz                        | CAS Nr.     | Haus-<br>staub<br>in mg/kg | Referenzwerte<br>in mg/kg |                      |                      |                         |                      |                           |
|---------------------------------|-------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------|
|                                 |             |                            | Normal-<br>wert           |                      |                      | Auffällig-<br>keitswert |                      | Hinweise                  |
|                                 |             |                            | 10 %                      | 25 %                 | 50 %                 | 90 %                    | 95 %                 |                           |
| Perzentil                       |             |                            |                           |                      |                      |                         |                      |                           |
| Pyrethroide / Synergisten       |             |                            |                           |                      |                      |                         |                      |                           |
| Cypermethrin                    | 52315-07-8  | < 0,5                      | < 0,5 <sup>(1)</sup>      | < 0,5 <sup>(1)</sup> |                      | <0,6 <sup>(1)</sup>     | < 0,6 <sup>(1)</sup> | Immunsuppressiv mit PBO   |
| Permethrin                      | 52645-53-1  | < 0,5                      | < 0,3 <sup>(1)</sup>      | < 0,3 <sup>(1)</sup> | < 0,5 <sup>(1)</sup> | 6 <sup>(1)</sup>        | 21 <sup>(1)</sup>    | Immunsuppressiv mit PBO   |
| Tetramethrin                    | 7696-12-0   | < 0,5                      | < 0,3 <sup>(1)</sup>      | < 0,3 <sup>(1)</sup> | < 0,3 <sup>(1)</sup> | <0,5 <sup>(1)</sup>     | < 0,5 <sup>(1)</sup> |                           |
| Piperonylbutoxid (PBO)          | 51-03-6     | < 0,5                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup> | 0,8 <sup>(1)</sup>      | 2,2 <sup>(1)</sup>   | Synergist für Pyrethroide |
| sonstige Verbindungen           |             |                            |                           |                      |                      |                         |                      |                           |
| Nicotin                         | 54-11-5     | < 1                        | < 0,5 <sup>(1)</sup>      | < 0,5 <sup>(1)</sup> | 2 <sup>(1)</sup>     | 50 <sup>(1)</sup>       | 100 <sup>(1)</sup>   |                           |
| Diisopropylnaphthaline (techn.) | 38640-62-9  | < 0,5                      |                           |                      | 2,2 <sup>(3)</sup>   | 7 <sup>(3)</sup>        | 11 <sup>(3)</sup>    |                           |
| weitere HSM / Fungizide         |             |                            |                           |                      |                      |                         |                      |                           |
| Dichlofluanid                   | 1085-98-9   | 0,98                       | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> |                      | <0,3 <sup>(1)</sup>     | < 0,3 <sup>(1)</sup> |                           |
| Tolyfluanid                     | 731-27-1    | < 0,5                      | < 0,3 <sup>(1)</sup>      | < 0,3 <sup>(1)</sup> |                      | <0,3 <sup>(1)</sup>     | < 0,3 <sup>(1)</sup> |                           |
| Tebuconazol                     | 107534-96-3 | < 0,5                      | < 0,4 <sup>(1)</sup>      | < 0,4 <sup>(1)</sup> |                      | <0,4 <sup>(1)</sup>     | < 0,4 <sup>(1)</sup> | Repr.Cat.3                |
| Propiconazol                    | 60207-90-1  | < 0,5                      | < 0,3 <sup>(1)</sup>      | < 0,3 <sup>(1)</sup> |                      | <0,3 <sup>(1)</sup>     | < 0,3 <sup>(1)</sup> |                           |
| Furmecyclox                     | 60568-05-0  | < 0,5                      | < 0,4 <sup>(1)</sup>      | < 0,4 <sup>(1)</sup> |                      | <0,4 <sup>(1)</sup>     | < 0,4 <sup>(1)</sup> |                           |
| weitere HSM / Insektizide       |             |                            |                           |                      |                      |                         |                      |                           |
| Flufenoxuron                    | 101463-69-8 | < 0,5                      |                           |                      | < 0,2 <sup>(3)</sup> | <0,2 <sup>(3)</sup>     | < 0,2 <sup>(3)</sup> |                           |
| Fenobucarb                      | 3766-81-2   | < 0,5                      | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                      | <0,2 <sup>(1)</sup>     | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                           |
| Propoxur                        | 114-26-1    | < 1                        | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                      | <0,2 <sup>(1)</sup>     | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                           |

| Substanz                          | CAS Nr.         | Haus-<br>staub<br>in mg/kg | Referenzwerte<br>in mg/kg |                      |                        |                         |                        |   |
|-----------------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---|
| Perzentil                         |                 |                            | Normal-<br>wert           |                      |                        | Auffällig-<br>keitswert |                        | Hinweise <sup>(4)</sup>   |
|                                   |                 |                            | 10 %                      | 25 %                 | 50 %                   | 90 %                    | 95 %                   |   |
| weitere Insektizide               |                 |                            |                           |                      |                        |                         |                        |   |
| Pentachlorphenol (PCP)            | 87-86-5         | 0,30                       | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> | < 0,2 <sup>(1)</sup>   | 1,5 <sup>(1)</sup>      | 3,2 <sup>(1)</sup>     | < 1 mg/kg: Unbelastet nach PCP - Richtlinie, Carc.Cat.3, TRGS 905 K2  |
| Lindan                            | 58-89-9         | 0,52                       | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> | < 0,1 <sup>(1)</sup>   | 0,3 <sup>(1)</sup>      | 0,7 <sup>(1)</sup>     | TRGS 905 K3   |
| o,p'-DDE                          | 3424-82-6       | < 0,3                      |                           |                      |                        |                         |                        |   |
| p,p'-DDE                          | 72-55-9         | < 0,3                      | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | 0,11 <sup>(1)</sup>  |                        | 0,2 <sup>(1)</sup>      | 0,3 <sup>(1)</sup>     | Immunsuppressiv, endokrin   |
| o,p'-DDD                          | 53-19-0         | < 0,3                      |                           |                      |                        |                         |                        |   |
| o,p'-DDT                          | 789-02-6        | < 0,3                      |                           |                      |                        | <0,1 <sup>(1)</sup>     | 0,4 <sup>(1)</sup>     | Stockholmer Konvention; Immunsuppressiv, endokrin , Carc.Cat.3  |
| p,p'-DDD                          | 72-54-8         | < 0,3                      | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | < 0,1 <sup>(1)</sup> |                        | <0,2 <sup>(1)</sup>     | 0,3 <sup>(1)</sup>     | Immunsuppressiv, endokrin   |
| p,p'-DDT                          | 50-29-3         | < 0,3                      | < 0,1 <sup>(1)</sup>      | < 0,3 <sup>(1)</sup> | < 0,3 <sup>(1)</sup>   | 0,7 <sup>(1)</sup>      | 1,7 <sup>(1)</sup>     | POP (Stockholmer Konvention); Herstellungs- und Verkehrsbringungs- verbot (ChemVerbotsV), Immunsuppressiv, endokrin, Carc.Cat.3 |
| Summe Endosulfane                 |                 | < je 0,5                   | < 0,1 <sup>(2)</sup>      |                      | < 0,1 <sup>(2)</sup>   | 0,5 <sup>(2)</sup>      |                        |   |
| Summe Monochlornaphthaline        | 90-13-1/91-58-7 | < je 0,2                   | < 0,2 <sup>(1)</sup>      | < 0,2 <sup>(1)</sup> |                        | <0,2 <sup>(1)</sup>     | < 0,2 <sup>(1)</sup>   |   |
| Summer Dichlornaphthaline         |                 | < je 0,2                   |                           |                      | je <0,1 <sup>(3)</sup> | je <0,1 <sup>(3)</sup>  | je <0,1 <sup>(3)</sup> |   |
| weitere Organohalogenverbindungen |                 |                            |                           |                      |                        |                         |                        |   |
| Tetrabrombiphenylether            |                 | < je 0,1                   |                           |                      |                        |                         |                        |   |

Messwerte in Milligramm untersuchte Substanz pro Kilogramm Staub (mg/kg)

- < unterhalb der Bestimmungsgrenze der Methode  
 (1) Referenzwerte nach AGÖF (2007)  
 (2) Referenzwerte nach AGÖF (2004)  
 (3) Referenzwerte nach Dr. Mattulat  
 (4) Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF)

### Farbliche Kennzeichnung

|                    |   |                                      |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| <b>Kategorie 0</b> | Kein Referenzwert vorhanden bzw. unterhalb der Bestimmungsgrenze        |                                      |
| <b>Kategorie 1</b> | Messwert < 90-P   | Normalbelastung im Innenbereich      |
| <b>Kategorie 2</b> | Messwert > 90-P und > 5 mg/kg<br>(< 5 mg/kg: Abstufung auf Kategorie 1) | Innenraumquelle nicht auszuschließen |
| <b>Kategorie 3</b> | Messwert > 95-P und > 5 mg/kg<br>(< 5 mg/kg: Abstufung auf Kategorie 2) | Innenraumquelle wahrscheinlich       |

## **4.2 Bewertungskriterien Liegestaub**

### **4.2.1 Pentachlorphenol (PCP)**

Liegt der PCP-Gehalt des Frischstaubes (7-Tage-Staub) unter 1 mg PCP/kg, kann die Verwendung PCP-haltiger Holzschutzmittel laut PCP-Richtlinie (1996) ausgeschlossen werden.

Die gutachterliche Erfahrung zeigt jedoch, dass auch bei Staubgehalten unter 1 mg/kg Emissionsquellen im Innenraumbereich vorhanden sein können.

### **4.2.2 AGÖF Orientierungswerte**

Die Bewertung des Hausstaubs erfolgt anhand der "Vorläufige AGÖF-Orientierungswerte für mittel- und schwerflüchtige organische Verbindungen im Hausstaub, Stand 2007", die im Herbst 2007 veröffentlicht wurden. Die von der AGÖF (Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute e.V.) für den Hausstaub herausgegebenen Richtwerte sind statistisch und nicht toxikologisch abgeleitet.

Als Normalwert wird dabei das 50-Perzentil der Messwertverteilung verwendet und als Auffälligkeitswert das 90-Perzentil.

Der Normalwert [NW] stellt die durchschnittliche Belastungssituation des Hausstaubes dar, die im Allgemeinen aus Quellen im Innenraum verursacht werden. Bei diesen Werten können zwar Innenraumquellen angenommen werden, ein Handlungsbedarf lässt sich daraus üblicherweise jedoch nicht ableiten.

Der Auffälligkeitswert [AW] beschreibt eine Überschreitung der Hausstaubkonzentration im Verhältnis zu den üblichen Hausstaubbelastungen und deutet auf das Vorliegen von diesbezüglichen Schadstoffquellen hin. Je nach Konzentration und Eigenschaften der Substanz sind weitere Untersuchungen zur Identifizierung der Quelle ratsam. Unter Umständen ist eine Sanierung durchzuführen.

### **4.2.3 Referenzwerte Dr. Mattulat**

Des Weiteren dienen Referenzwerte für den Hausstaub aus Dr. Mattulat, "Konzentration von mittel- und schwerflüchtigen organischen Verbindungen in Staub aus Innenräumen – Belastungssituation im Jahr 2001", KRdL im DIN/VDI: Messtechnisches Kolloquium "Neuere Entwicklungen bei der Messung und Beurteilung der Luftqualität" als Bewertungsgrundlage für jene Substanzen, die in der Reihenuntersuchung des UBA nicht untersucht, im hier durchgeführten Untersuchungsspektrum aber getestet wurden.

#### Hinweis

Die Hausstaub Richtwerte wurden in Reihenuntersuchungen rein statistisch ermittelt. Sie sind somit nicht toxikologisch begründet. Eine Überschreitung der 90- und 95-Perzentilwerte bzw. Auffälligkeitswerte stellt aber eine im Vergleich zu bundesdeutschem Durchschnitt erhöhte Belastung durch die jeweilige Schadstoffkomponente dar und deutet in der Regel auf das Vorliegen von auffälligen bzw. außergewöhnlichen Quellen im Untersuchungsbereich hin.

#### 4.2.4 Benzo(a)pyren

Das Benzo(a)pyren aus der Stoffklasse der PAK wird routinemäßig als Leitsubstanz zur Bewertung von PAK – Belastungen in Innenräumen herangezogen.

Vom Umweltbundesamt (UBA) wurden in einer Pressemitteilung vom 28.04.1998 Handlungsempfehlungen zur Herabsetzung von PAK-Belastungen (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe), deren wichtigster Vertreter das Benzo(a)pyren (BaP) ist, in Innenräumen ausgesprochen. Diese wurden anlässlich von Innenraumbelastungen durch PAK-haltige Parkettkleber herausgegeben und lauten wie folgt:

1. Weist der Parkettkleber einen BaP-Gehalt von weniger als 10 mg/kg auf, so sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.
2. Liegt der BaP-Gehalt des Parkettklebers über 10 mg/kg, ist ein abgestuftes Vorgehen zu empfehlen:
  - 2.1. Bei einem Gehalt von 10 bis 3.000 mg/kg im Parkettkleber wird der Hausstaub untersucht:
    - ☐ Werden im Hausstaub mehr als 10 mg/kg BaP festgestellt, sollten kurzfristige Maßnahmen zur Minimierung der Belastung ergriffen werden.
    - ☐ Bei einem Gehalt von weniger als 10 mg/kg im Hausstaub ist im Einzelfall vor Ort zu entscheiden, welche Maßnahmen mittelfristig zu ergreifen sind.
  - 2.2. Bei einem BaP-Gehalt von über 3.000 mg/kg im Parkettkleber und bei einem BaP-Gehalt von mehr als 10 mg/kg im Hausstaub sollten kurzfristig Maßnahmen zur Minimierung der Belastung ergriffen werden.
  - 2.3. Bei einem BaP-Gehalt von über 3.000 mg/kg im Parkettkleber einem BaP-Gehalt von unter 10 mg/kg im Hausstaub sollte zusätzlich die BaP-Konzentration der Innenraumluft und - parallel dazu - der Außenluft gemessen werden.

Eine erneute Fassung der „Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden (PAK-Hinweise)“ wurde im April 2000 vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) herausgegeben (DIBt-Mitteilungen 4/2000 S. 114), worin die oben genannten Maßnahmenwerte beibehalten werden, allerdings ausgiebiger auf den Zustand des Parketts und die Nutzungsform des betroffenen Raumes eingegangen wird.

#### 4.3 **Bewertung der Messergebnisse**

Für die nachfolgend aufgeführten Substanzen lagen **auffällige Staubkonzentrationen** vor.

##### Hinweis

Die nachfolgend aufgeführten Liegestaub-Richtwerte wurden in Reihenuntersuchungen rein statistisch ermittelt. Sie sind somit nicht toxikologisch begründet. Eine Überschreitung der 90- und 95-Perzentilwerte stellt aber eine im Vergleich zu bundesdeutschem Durchschnitt erhöhte Belastung durch die jeweilige Schadstoffkomponente dar und deutet in der Regel auf das Vorliegen von auffälligen bzw. außergewöhnlichen Quellen im Untersuchungsbereich hin.

##### 4.3.1 Holzschutzmittel / Fungizide

In der Hausstaubprobe konnten nur leicht erhöhte Gehalte der Holzschutzmittel Pentachlorphenol, Lindan und Dichlofluanid gemessen werden. Die Messwerte deuten zumindest auf die Verwendung entsprechender Produkte im Haus hin, wenngleich der Absolutgehalt im Hausstaub als vergleichsweise gering einzuschätzen ist. Die verantwortlichen Quellen sollte aber vorsorglich durch weiterführende Materialuntersuchungen ermittelt werden.

Für Pentachlorphenol und Lindan kommt hierbei das nach Aussage des Auftraggebers eingesetzte Holzschutzmittel Xylamon Holzbau in Betracht.

## 5 Raumluftanalyse

### 5.1 Messergebnisse- Chloranisole und Chlornaphtalin

| Substanz                        | CAS Nr.   | RL 01.2<br>in µg/m³ | GS**                             | P50*<br>in µg/m³                   | P90*<br>in µg/m³                              | Bestimmungs-<br>grenze<br>in µg/m³ |
|---------------------------------|-----------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|
| <b>Chloranisole</b>             |           |                     |                                  |                                    |   |                                    |
| 2,4,6-Trichloranisol (TCA)      | 87-40-1   | 0,0026              | 0,002                            | 0,0016                             | 0,0076  | 0,0005                             |
| 2,3,4,6-Tetrachloranisol (TeCA) | 938-22-7  | 0,13                | 0,10                             | 0,038                              | 0,25  | 0,002                              |
| Pentachloranisol (PCA)          | 1825-21-4 | 0,037               | 0,001                            | 0,010                              | 0,049   | 0,002                              |
| Geruchswert***                  |           | 2,6                 |                                  |                                    |   |                                    |
| Substanz                        | CAS Nr.   | RL 01.2<br>in µg/m³ | Geringwert<br>(P25)*<br>in µg/m³ | Normal-<br>wert (P50)*<br>in µg/m³ | Auffällig-<br>keitswert<br>(P90)*<br>in µg/m³ | Bestimmungs-<br>grenze<br>in µg/m³ |
| <b>Chlornaphtalin</b>           |           |                     |                                  |                                    |   |                                    |
| 1- + 2 Chlornaphtalin           |           | nn                  | < 0,025                          | < 0,025                            | 0,93  | 0,025                              |

Konzentrationen in Mikrogramm pro Kubikmeter Luft (µg/m³)

< unterhalb der Bestimmungsgrenze der Methode

\* Orientierungswerte nach ARGUK (2022)

\*\* Geruchsschwelle ARGUK Umweltlabor GmbH (2015): „Der Zeitpunkt, an dem von Prüfern ein Geruch gerade noch wahrgenommen wurde.“

nn nicht nachweisbar, weniger als Bestimmungsgrenze (BG), bei einem Sammelvolumen 2000l

\*\*\* Geruchswert: Summe der Quotienten Messwert zu Geruchsschwellen-Wert, Geruchswerte ab 1 sind geruchlich wahrnehmbar

### **Farbliche Kennzeichnung**

|  |  |
|--|--|
|  | Kein Perzentilwert vorhanden bzw. unterhalb der Bestimmungsgrenze                      |
|  | Unterschreitung des Normalwerts (P50)  |
|  | Überschreitung des Normalwerts (P50)   |
|  | Überschreitung Auffälligkeitswerts (P90)   |
|  | Wert erreicht bzw. überschreitet den Geruchswert (kann zu Geruchsbelästigungen führen) |

## 5.2 Messergebnis – Formaldehyd

| Substanz    | CAS Nr. | RL 01.1<br>in µg/m³ | RW I<br>in µg/m³   | RW II<br>in µg/m³ | BG<br>in µg/m³ |
|-------------|---------|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|
| Formaldehyd | 50-00-0 | 230                 | 100 <sup>(1)</sup> |                   | 5              |

Konzentrationen in Mikrogramm pro Kubikmeter Luft (µg/m³)

<sup>(1)</sup> Richtwert I (RW I) des Umweltbundesamtes

### Farbliche Kennzeichnung

|  |                                    |  |
|--|------------------------------------|--|
|  | Unterhalb der Bestimmungsgrenze    |  |
|  | Unterschreitung Richtwert I (RW I) | hygienisch unbedenklich kein Handlungsbedarf |
|  | Überschreitung Richtwert I (RW I)  | hygienisch bedenklich Handlungsbedarf        |

## 5.3 Randbedingungen - Raumklima

|           |                       |               |           |
|-----------|-----------------------|---------------|-----------|
| Raumklima | Standort              | Wohnzimmer EG | Außen     |
|           | Uhrzeit               | 11:45         | 12:50     |
|           | Temperatur            | 21,7 °C       | 23,8 °C   |
|           | rel. Luftfeuchtigkeit | 54,3 %        | 72,9 %    |
|           | Luftdruck             | 998,8 hPa     | 999,8 hPa |



## 5.4 Bewertungskriterien Raumluf

### 5.4.1 Richtwerte

Der **Richtwert II** (RW II) ist ein wirkungsbezogener, begründeter Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen bzw. Überschreiten unverzüglich Handlungsbedarf besteht, da diese Konzentration geeignet ist, insbesondere für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen eine gesundheitliche Gefährdung darzustellen. Je nach Wirkungsweise des betrachteten Stoffes kann der Richtwert II als Kurzzeitwert oder Langzeitwert definiert sein. Der Handlungsbedarf ist als unverzüglicher Prüfbedarf zu verstehen, z.B. im Hinblick auf Sanierungsentscheidungen zur Verringerung der Exposition. Eine Schließung der Räume kann daher notwendig sein. Die Überschreitung des RW II sollte umgehend mit einer Kontrollmessung unter üblichen Nutzungsbedingungen und – soweit möglich und sinnvoll – einer Bestimmung der inneren Belastung der Raumnutzer verbunden werden.

Der **Richtwert I** (RW I) ist die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluf, bei der im Rahmen einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Eine Überschreitung ist mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, hygienisch unerwünschten Belastung verbunden. Aus Vorsorgegründen besteht auch im Konzentrationsbereich zwischen RW I und RW II Handlungsbedarf. Der RW I wird vom RW II durch Einführen eines zusätzlichen Faktors (in der Regel 10) abgeleitet. Dieser Faktor ist eine Konvention. Bei geruchsintensiven Stoffen muss der RW I abweichend von dieser schematischen Ableitung auf der Grundlage der Geruchswahrnehmung (Detektionsschwelle) festgelegt werden, wenn sich dadurch ein kleinerer Zahlenwert ergibt. Der RW I kann als Sanierungszielwert dienen. Er soll nicht „ausgeschöpft“, sondern nach Möglichkeit unterschritten werden.

[Sagunski: Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz Hamburg]

### 5.4.2 Chloranisole

Die ARGUK Umweltlabor GmbH hat die Studien „Chloranisole als Verursacher von schimmelähnlichem Geruch in älteren Fertighäusern“ (Stand 2003) und „Fertighausgeruch durch Chloranisole in der Raumluf älterer Fertighäuser: Ableitung eines Zielwertes für die Geruchsbeurteilung“ (Stand 2015) zur Einstufung von Chloranisolen veröffentlicht.

Die Perzentilwerte der ARGUK Umweltlabor GmbH sind statistisch abgeleitet und unter dem Aspekt der Gesundheitsvorsorge zu verstehen. Sie bedeuten keine toxikologisch begründeten Richtwerte. Das Auftreten gesundheitlicher Beschwerden kann mit einer Überschreitung der OW nicht ohne weiteres in Zusammenhang gebracht werden.“

Der gerundete **50-Perzentilwert** der statistischen Raumlufthuntersuchungen des ARGUK-Labors bildet einen Messwert mit durchschnittlicher Größenordnung ab. Da das Labor jedoch häufig bei Verdachtsfällen mit Untersuchungen der Chloranisole beauftragt wird, sind nach Auffassung des Verfassers auch solche Werte schon als leicht auffällig zu bezeichnen.

Der gerundete **90-Perzentilwert** der statistischen Raumlufthuntersuchungen des ARGUK bildet Messwerte ab, die als auffällig eingestuft werden können. Entsprechend der ARGUK sollte die Ursache der erhöhten Konzentration ermittelt und durch passende Maßnahmen beseitigt werden.

Im Jahr 2015 wurde eine überarbeitete Version veröffentlicht, die den Titel "Fertighausgeruch durch Chloranisole in der Raumlufth älterer Fertighäuser: Ableitung eines Zielwertes für die Geruchsbeurteilung" trägt. Diese Version vertieft die Datengrundlage aus der Studie von 2013 und schafft damit eine zusätzliche Grundlage zur Bewertung von Analyseergebnissen.

#### Geruchswert

Der Geruchswert eines Gemisches verschiedener Substanzen gibt an, ob die Mischung in der Raumlufth einen Geruch erzeugt, der wahrnehmbar ist. Ein Wert  $> 1$  bedeutet, dass die Mischung gerochen werden kann, selbst wenn die Konzentrationen der einzelnen Bestandteile unterhalb ihrer jeweiligen Geruchsschwelle liegen. Die Berechnung des Geruchswertes erfolgt durch die Summierung der Quotienten aus der vorhandenen Raumlufthkonzentration ( $C_{RL}$ ) und der Geruchsschwelle ( $G$ ) nach der Formel  $G_w = \text{Summe } (C_{RL}/G)$ . Diese Methode geht davon aus, dass die Wahrnehmung der einzelnen Gerüche durch den Menschen additiv ist. Für chemisch ähnliche Substanzen kann diese Annahme als plausibel angesehen werden.

Ein sensorisch begründeter Zielwert für die Vermeidung von Geruchsbelastung durch Chloranisole in Innenräumen sollte kleiner als 1 sein, basierend auf toxikologisch abgeleiteten Innenraum-Richtwerten. Dieser Zielwert, auch als ARGUK-Zielwert (ZW) bezeichnet, sollte streng genommen in allen Räumen gelten, in denen die Gebäudenutzer längere Zeit verweilen. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass in Bereichen wie Fluren, in denen Kleidung über längere Zeit aufbewahrt wird, der "Passivsammler-Effekt" dazu führen kann, dass selbst bei einem Geruchswert unter 1 der dumpf-muffige Geruch von Chloranisolen auftreten kann.

#### 5.4.3 Formaldehyd

Von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden (Ad-hoc-AG IRK / AOLG) wurden für ausgewählte Substanzen bzw. Substanzgruppen die folgenden Richtwerte veröffentlicht:

| Verbindung                    | Richtwert I <sup>1</sup><br>(RW I)<br>in µg/m <sup>3</sup> | Richtwert II <sup>1</sup><br>(RW II)<br>in µg/m <sup>3</sup> | Jahr der<br>Festlegung |
|-------------------------------|--|--|------------------------|
| Formaldehyd (CAS-Nr. 50-00-0) | 100  | -  | 2016                   |

<sup>1</sup> Üblicherweise handelt es sich um Langzeitwerte. Davon abweichende Mittelungszeiträume sind in Klammern, z.B. 24 Stunden (h).

Von der AGÖF (Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute) wurden weiterhin statistisch abgeleitete (und nicht toxikologisch begründete) Richtwerte veröffentlicht. Der Normalwert (35,0 µg/m<sup>3</sup>) stellt laut AGÖF die durchschnittliche Belastungssituation der Raumluft dar, die im Allgemeinen aus Quellen im Innenraum verursacht werden. Bei diesem Wert können zwar Innenraumquellen angenommen werden, ein Handlungsbedarf lässt sich daraus üblicherweise jedoch nicht ableiten. Der Auffälligkeitswert (81,0 µg/m<sup>3</sup>) beschreibt eine Überschreitung der Innenraumlufkonzentration im Verhältnis zu den üblichen Raumluftbelastungen und deutet auf das Vorliegen von diesbezüglichen Schadstoffquellen hin.

## 5.5 Bewertung der Messergebnisse

### 5.5.1 Chlornaphthalin

Die Substanzen *1- und 2-Chlornaphthalin* waren oberhalb der Bestimmungsgrenze der Messmethode nicht nachweisbar.

### 5.5.2 Chloranisole

Im Wohnzimmer konnten die Substanzen *2,4,6-Trichloranisol (TCA)* mit einem Messwert von  $0,0026 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , *2,3,4,6-Tetrachloranisol (TeCA)* mit  $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und *Pentachloranisol (PCA)* mit  $0,037 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt werden. Die Raumluftkonzentrationen der einzelnen Substanzen bewegten sich jeweils zwischen dem 50 - und 90 - Perzentilwert und sind damit als leicht auffällig einzustufen.

*Chloranisole* sind sehr geruchsintensive Substanzen, die aus chlorierten Verbindungen wie Chlorphenolen (z.B. Pentachlorphenol) oder Chlorbenzolen unter Einfluss von mikrobieller Aktivität (Schimmelpilze / Bakterien) entstehen können. Nach den bisherigen Erkenntnissen stellen die Chloranisolgehalte in der Innenraumluft keine toxikologische Gefährdung, sondern eine sensorische Beeinträchtigung des Wohlbefindens dar. Durch Anhaftung der Chloranisole u.a. an der Kleidung der Hausbewohner kommt es aber auch zu einer Geruchsbelästigung Dritter mit der möglichen Folge einer Kontaktvermeidung mit den Bewohnern dieser Gebäude.

Die Werte der Substanzen *2,4,6-Trichloranisol (TCA)* und *2,3,4,6-Tetrachloranisol (TeCA)* überschritten die jeweiligen Geruchsschwellenwerte und sind somit geruchlich wahrnehmbar. Auch der ARGUK-Zielwert (ZW) für den Geruch, der kleiner 1 betragen sollte, wurde mit einem Wert von 2,6 überschritten.

Es sollte deshalb davon ausgegangen werden, dass diese Substanzen evtl. in Verbindung mit mikrobieller Aktivität (MVOC-Bildung) zu der vor Ort deutlich wahrnehmbaren Geruchsbelästigung beitragen. Eine unmittelbare Gesundheitsgefährdung kann jedoch aus den nachgewiesenen Konzentrationen nicht abgeleitet werden.

### 5.5.3 Formaldehyd

Für das *Formaldehyd* wurde ein Messwert von  $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$  analysiert. Damit wird der Richtwert I für *Formaldehyd* von  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  um mehr als das Doppelte überschritten. Der Richtwert I kann als Sanierungszielwert dienen und sollte nicht ausgeschöpft, sondern möglichst unterschritten werden, so dass das Ergebnis eine hygienisch bedenkliche Beurteilung darstellt. Ein Richtwert II wurde vom Umweltbundesamt noch nicht veröffentlicht.

Darüber hinaus wurde der AGÖF - Auffälligkeitswert von  $81,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten, welches auf das Vorhandensein entsprechender Schadstoffquellen hinweist.

## **6 Materialanalyse**

### **6.1 Materialuntersuchung nach VDI 3866 Blatt 5**

Die im Labor durchgeführten Untersuchungen der entnommenen Materialproben erfolgte nach VDI 3866 Blatt 5, Anhang B.

### **6.2 Bewertungskriterien**

#### **6.2.1 Einstufung asbesthaltiger Stoffe und Erzeugnisse**

Asbest ist auf europäischer Ebene im Anhang VI der CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 als krebserzeugender Stoff der Kategorie 1 (RL 67/548/EWG) bzw. 1A (CLP) eingestuft.

Gemäß Chemikalienverbotsverordnung (ChemVerbotsV) dürfen Stoffe und Erzeugnisse, die Asbest mit einem Massengehalt von insgesamt mehr als 0,1% enthalten, nicht in den Verkehr gebracht werden.

Nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) ist die Gewinnung, Aufbereitung, Weiterverarbeitung und Wiederverwendung von natürlich vorkommenden mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Zubereitungen und Erzeugnissen, die Asbest mit einem Massengehalt von mehr als 0,1 Prozent enthalten, verboten.

Rein formell wären damit Baumaterialien, die einen Massengehalt von 0,1 % unterschreiten nicht als gefährlicher Abfall einzustufen.

Allerdings sind nach LAGA (Mitteilung 23) asbesthaltige Abfälle zur Entsorgung anfallende Materialien, Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die Asbest enthalten oder denen Asbestfasern anhaften (asbestkontaminierte Abfälle). Hier wird kein Schwellenwert angegeben und somit das Vorkommen von Asbestfasern an sich als bestimmendes Kriterium angegeben.

Die Einstufung ist damit bei asbesthaltigen Baustoffen auch bei Massengehalten von unter 0,1 % mit der abfallrechtlich zuständigen Behörde (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt – Berlin / Landesamt für Umwelt - Brandenburg) abzustimmen.

### **6.3 Bewertung**

#### **6.3.1 Asbest**

Die Untersuchung der Zementplatte der Außenfassade ergab eine geschätzte Asbestkonzentration von 20 - 50%. Es konnte die Asbestart Chrysotil nachgewiesen werden.

Da es sich im vorliegenden Fall aller Wahrscheinlichkeit nach um Asbestzement handelt, ist von einer unmittelbaren Freisetzung der Asbestfasern nicht auszugehen, sofern die Asbestzementplatten nicht stark verwittert sind.

Im Fall des Ausbaus müssen die in der TRGS 519 vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen eingehalten werden.

#### **Entsorgung**

Abfallschlüssel 17 06 05 \*    asbesthaltige Baustoffe

## 7 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

### 7.1.1 Hausstaubanalyse

In der Hausstaubprobe (Liegestaub aus dem Erdgeschoss) konnten die Wirkstoffe Dichlofluanid, Lindan und Pentachlorphenol aus der Substanzklasse der Holzschutzmittel / Fungizide / Insektizide in leicht erhöhter Konzentration nachgewiesen werden. Vorsorglich sollte im Untersuchungsbereich von entsprechenden Quellen ausgegangen werden, die durch weiterführende Untersuchungen ermittelt werden sollten.

Für Pentachlorphenol und Lindan kommt hier das nach Aussage des Auftraggebers eingesetzte Holzschutzmittel Xylamon Holzbau in Betracht.

### 7.1.2 Raumluftanalyse

In der Raumluft des Erdgeschosses wurden die **Chloranisole**: 2,4,6-Trichloranisol (TCA) mit einem Messwert von  $0,0026 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2,3,4,6-Tetrachloranisol (TeCA) mit  $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und Pentachloranisol (PCA) mit  $0,037 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in leicht auffälligen Konzentrationen nachgewiesen. Die Messwerte bewegten sich jeweils zwischen dem 50 - und 90 – Perzentilwert und überschritten damit nicht die vorliegenden Auffälligkeitswerte der ARGUK (2022). Eine diesbezüglich Gesundheitsgefährdung bzw. ein Handlungsbedarf zur Ermittlung und Beseitigung der verantwortlichen Quellen lässt sich deshalb aus den Messwerten nicht ableiten.

Allerdings überschritten die Substanzen 2,4,6-Trichloranisol (TCA) und 2,3,4,6-Tetrachloranisol (TeCA) die jeweiligen Geruchsschwellenwerte und sind somit geruchlich wahrnehmbar. Dementsprechend liegt der Geruchswert mit 2,6 deutlich über dem ARGUK-Zielwert (ZW) für Geruch von 1. Dies spiegelt sich auch wider in der am Tag der Probenahme gutachterlicherseits wahrgenommenen Geruchsbelästigung nach Chloranisolen. Durch die Anhaftung von Chloranisolen an der Kleidung der Hausbewohner entsteht nicht nur eine Geruchsbelästigung für die Betroffenen, sondern es besteht auch die Möglichkeit, dass Dritte den Kontakt mit den Bewohnern solcher Gebäude meiden.

Da die Bildung von Chloranisolen auch mit dem Auftreten von erhöhter Feuchte in der Baukonstruktion verbunden ist und bei der Untersuchung auch bereits Feuchte- sowie Schimmelpilzschäden im Keller des Untersuchungsobjekt auftraten (siehe Gutachten Nr. 23.07.28.1), sollten an dieser Stelle weiterführende Untersuchung zur Ermittlung des Schadensausmaßes der Feuchte- bzw. Schimmelpilzschäden durchgeführt werden.



Der gemessene Wert für **Formaldehyd** beträgt  $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dies übersteigt den Richtwert I für Formaldehyd, der bei  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt, um mehr als das Doppelte und kann damit als deutlich auffällig eingestuft werden. Der Richtwert I kann als Ziel für Sanierungsmaßnahmen dienen und sollte nicht nur erreicht, sondern idealerweise unterschritten werden, um einen hygienisch unbedenklichen Zustand zu gewährleisten. Es wurde bisher noch kein Richtwert II, der als Eingreifwert zu verstehen ist, durch das Umweltbundesamt veröffentlicht. Auch der vorliegende AGÖF – Auffälligkeitswert von  $81,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde überschritten. Formaldehyd ist potenziell krebserzeugend, deshalb sollten Maßnahmen ergriffen werden, um den Messwert zu reduzieren, und den Richtwert I zu unterschreiten.

#### 7.1.3 Materialanalyse

Die Analyse der Zementplatten der Außenfassade ergab eine geschätzte **Asbestkonzentration von 20 - 50 %**. Es konnte die Asbestart Chrysotil nachgewiesen werden. Da das Asbest aller Wahrscheinlichkeit nach als Asbestzement fest gebunden vorliegt, ist derzeit keine direkte Freisetzung zu erwarten. Allerdings sollte das Asbest bei der Sanierung fachgerecht ausgebaut und entsorgt werden. Eventuell durchzuführende Sanierungsarbeiten müssen unter Einhaltung der TRGS 519 "Asbest: Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten" bzw. der Asbestrichtlinie erfolgen. Bei asbesthaltigen Baumaterialien handelt es sich (beim Anfall durch Ausbau) um so genannten "gefährlichen Abfall", der dem Andienungsverfahren bei der SBB (Sonderabfallgesellschaft Berlin Brandenburg mbH) unterliegt. Die fachgerechte Entsorgung ist im LAGA. "Merkblatt Entsorgung asbesthaltiger Abfälle" beschrieben.

## **8 Empfehlungen**

### **Neue Baustoffe**

Insbesondere beim Einsatz von Wandfarben, Lacken, Bodenbelägen, Klebern, Spachtelmassen etc. sollte vorzugsweise auf natürliche, baubiologische oder mineralische Systeme geachtet werden. Diese weisen in der Regel geringere Schadstoffgehalte auf und führen dadurch auch zu geringeren Raumlufbelastungen. Hierbei stellen Produkte mit Schadstoffprüfzeichen wie der Blaue Engel (Umweltzeichen), natureplus, TÜV-Siegel oder Emicode (EC 1) eine sinnvolle Alternative zu klassischen Bauprodukten dar.

### **Asbest**

Die Auftraggeber wurden darüber in Kenntnis gesetzt, dass auf Grundlage des Baujahrs des Gebäudes (1981), nicht auszuschließen ist, dass im Haus asbesthaltige Baustoffe eingesetzt wurden.

Folgende Baustoffe könnten im vorliegenden Fall Asbest -haltig sein:

- ☐ die Kleberreste auf den freigelegten Böden  
(evtl. PCB -haltig, siehe Raumlufmessung)
- ☐ Fliesenkleber und Fugen
- ☐ Spachtelmassen (z.B. in Heizkörpernischen, Fenster- bzw. Türleibungen, Verspachtelungen Elektro, Verspachtelungen der Gipskarton- und Spanplatten)

Im Vorfeld der weiteren Baumaßnahmen müssen diese auf ihren Asbestgehalt hin untersucht werden, um die Vorgaben des Arbeits- und Gesundheitsschutzes und zur Gewährleistung der fachgerechten Entsorgung zu gewährleisten.

### **Feinreinigung und Kontrollmessungen**

Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten sind die Bereiche mit einem Sauger der Staubklasse H einer Feinreinigung zu unterziehen.

Der Erfolg der Reinigungs- und Sanierungsarbeiten ist durch Raumlufkontrollmessungen zu überprüfen, um den Sanierungserfolg insbesondere hinsichtlich der Belastungen an Holzschutzmitteln, Chloranisolen, Asbest und Schimmelpilzen zu gewährleisten.

## **9     Allgemeine Empfehlungen**

### **9.1   Arbeitsschutz: Holzschutzmittel**

Arbeiten mit holzschutzmittelbelasteten Bauteilen sind als Arbeiten in kontaminierten Bereichen aufzufassen. Um eine fachgerechte Durchführung der Sanierungsarbeiten zu gewährleisten, sollte vorab ein auf die Baumaßnahme angepasstes schadstoffspezifisches Leistungsverzeichnis erstellt werden. Hierin sind die allgemeinen Regeln des Arbeits- und Umweltschutzes zu berücksichtigen. Dabei ist insbesondere auf eine Schwarz-Weiß-Trennung der Sanierungsbereiche, persönliche Schutzmaßnahmen (PSA), Reinigungsverfahren (Feinreinigung), Behandlung von Sekundärbelastungen und die fachgerechte Entsorgung belasteter Baustoffe zu achten.

Bevor Sanierungsmaßnahmen mit holzschutzmittelbelasteten Materialien durchgeführt werden dürfen, ist ein Arbeits- und Sicherheitsplan (A+S-Plan) auf Grundlage der technischen Regeln für Gefahrstoffe 524 in Verbindung mit der Berufsgenossenschaftlichen Regel 128 (DGUV Regel 101-004) zu erstellen. Gemäß Gefahrstoffverordnung sind die Anforderungen der TRGS 524 (Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen) einzuhalten. Weiterführende Hinweise bezüglich der Vorgehensweise bei der Sanierung finden sich in der PCP-Richtlinie.

Weiterhin ist bezüglich der weiteren Vorgehensweise auf die „Handlungsanleitungen im Umgang mit holzschutzmittelbelasteten Bauteilen, Gegenständen und Materialien“ des Landesamtes für gesundheitlichen Arbeitsschutz und technische Sicherheit (LAGetSi) des Landes Berlin zu verweisen.

### **9.2   Arbeitsschutz: Schimmelpilze**

Durchzuführende Sanierungs- und Instandsetzungsarbeiten müssen unter Einhaltung der in der DGUV Information 201-028: Handlungsanleitung, Gesundheitsgefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Gebäudesanierung vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen (z.B. Schwarz-Weiß-Trennung, Unterdruckhaltung mit Filterung der Abluft, PSA, Feinreinigung mit Sauger der Staubklasse H, etc.) durchgeführt werden. Vor Beginn der Arbeiten ist vom ausführenden Unternehmen eine schriftliche Gefährdungsbeurteilung zu erstellen.

## 10 Literatur

- [1] Moriske, Turowski: "Handbuch für Bioklima und Lufthygiene", Ecomed Verlag
- [2] Pöhner, Simrock, Thumulla, Wirkner; Hintergrundbelastungen des Hausstaubes in Privathaushalten; Ergebnisse des Kongresses Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), Mai 1997
- [3] Stefan Simrock, "PAK-Konzentrationen im Hausstaub von Privathaushalten", Ergebnisse des 4. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), 1998 Nürnberg
- [4] Scholz, Quost, Santl: "Fogging in Innenräumen - ausgewählte Beispiele". AGÖF-Kongress, Ergebnisse des Kongresses Fulda 1997
- [5] Tappler, Damberger, Twrdik, "Ursachenermittlung und analytische Vorgehensweisen bei Auftreten von Schwarzstaubbelastungen in Gebäuden", Ergebnisse des 4. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), 1998 Nürnberg
- [6] Lothar Grün, "Das Phänomen plötzlicher Staubablagerungen", Ergebnisse des 6. Fachkongresses der AGÖF, Nürnberg 2001
- [7] Peter Plieninger, "Schwarzstaub: Ruß, Dreck oder Spuk", Ergebnisse des 6. Fachkongresses der AGÖF, Nürnberg 2001
- [8] Gerd Zwiener, "Handbuch Gebäudeschadstoffe", Rudolf Müller Verlag
- [9] Hempfling, Stubenrauch, "Schadstoffe in Gebäuden, Erkennen-Bewerten-Sanieren-Vermeiden", Eberhard Blottner Verlag
- [10] Bernhard Leiß, "Holzschutzmittel im Einsatz", Bauverlag
- [11] Bremer Umweltinstitut e.V., "Gift im Holz", Bremer Reihe Umwelt und Arbeit
- [12] Bremer Umweltinstitut e.V., "Pyrethroide, Pestizide in Innenräumen", Bremer Reihe Umwelt und Arbeit
- [13] PCP-Richtlinie, ARGEBAU
- [14] Bundesgesundheitsblatt, "Richtwerte für die Innenraumluft: Pentachlorphenol", Bundesgesundheitsblatt 07/97
- [15] Mattulat, "Konzentration von mittel- und schwerflüchtigen organischen Verbindungen in Staub aus Innenräumen – Belastungssituation im Jahr 2001", KRdL im DIN/VDI: Messtechnisches Kolloquium "Neuere Entwicklungen bei der Messung und Beurteilung der Luftqualität", 11. – 13.06.2002 in Schwäbisch Gmünd
- [16] Bundesgesundheitsblatt, "Richtwerte für die Innenraumluft: Tris(2-chlorethyl)phosphat", Bundesgesundheitsblatt 03/02, S. 300 - 306

- [17] Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie), Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen, Amtsblatt Berlin Nr. 52 / 13.10.1996
- [18] Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden, DIBt-Mitteilungen, 04/2000, S. 114
- [19] Empfehlungen zu polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wohnungen mit Parkettböden, Pressemitteilungen des Umweltbundesamtes (UBA) vom 24.04. und 28.04.1998
- [20] "Weichmacher in Innenräumen", BAUCH Beratung und Analyse – Verein für Umweltchemie e.V. Berlin, Ergebnisse Fachkongresses "Ökologische Gebäudesanierung II" der AGÖF, Berlin 1993
- [21] Bundesinstitut für Risikobewertung, Erbgutveränderungen durch Bisphenol A – Studie von Hunt et al., Stellungnahme des BfR vom 17. April 2003
- [22] Marquardt, H; Schäfer, S.G.: Lehrbuch der Toxikologie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg · Berlin (1997)
- [23] Römpp, Chemie Lexikon, Stuttgart / New York: Georg Thieme Verlag 1995
- [24] Pöhner, Simrock, Thumulla, Wirkner; Hintergrundbelastungen des Hausstaubes in Privathaushalten; Ergebnisse des Kongresses Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), Mai 1997
- [25] Umwelt-Survey 1998 Band V: Hausstaub, "Stoffgehalte im Hausstaub aus Haushalten der Bevölkerung in Deutschland; Institut für Wasser, Boden und Luft des Umweltbundesamts, WaBoLu: Heft 05/04
- [26] AGÖF-Orientierungswerte für Inhaltsstoffe von Raumluft und Hausstaub; Ergebnisse des Kongresses Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), März 2004 in München
- [25] Umwelt-Survey 1998 Band V: Hausstaub, "Stoffgehalte im Hausstaub aus Haushalten der Bevölkerung in Deutschland; Institut für Wasser, Boden und Luft des Umweltbundesamts, WaBoLu: Heft 05/04
- [26] Horn, Roßkamp, Ullrich "Aktuelle DDT- und Lindan-Konzentrationen in Wohnräumen nach intensivem Holzschutzmitteleinsatz auf Dachböden in der Vergangenheit", Umweltbundesamt, Texte 70/99
- [27] Handlungsanleitungen im Umgang mit holzschutzmittelbelasteten Bauteilen, Gegenständen und Materialien des Landesamtes für gesundheitlichen Arbeitsschutzes und technische Sicherheit (LAGetSi) des Landes Berlin
- [28] Reifenstein, Appel: Zur DDT- und Lindan-Belastung nach Holzschutzmaßnahmen in den neuen Bundesländern, Bundesinstitut für

- gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BGVV), Arbeitsergebnisse 1996, 1.2.56, Seite 165 - 168
- [29] Appel: Zur Bewertung von Lindan im nicht-agrarischen Bereich, Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BGVV), Arbeitsergebnisse 1996, 1.2.55, Seite 163 - 165
- [30] Baudisch, Prösch: DDT- und Lindanexpositionen nach Anwendung von Holzschutzmitteln (Hylotox 59) in der ehemaligen DDR / Handbuch für Bioklima und Lufthygiene, ecomed Verlag
- [31] Innenraumlufthygienekommission des UBA (IRK). DDT in US-Housings. Bundesgesundheitsbl.-Gesundheitsforsch.-Gesundheitsschutz 42 (1999) S. 88
- [32] Landesgesundheitsamt Mecklenburg-Vorpommern: Informationsblatt Hylotox 59, DDT und Lindan in Innenräumen

### Hinweis

Bei Veröffentlichung muss dieses Gutachten vollständig veröffentlicht werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung könnte den Inhalt des Gutachtens verfälschen und bedarf der schriftlichen Genehmigung.

Die Untersuchungsergebnisse und deren Bewertungen beziehen sich auf die ausgewählten Prüfgegenstände. Aussagen über nicht untersuchte Bereiche und Materialien können nicht getroffen werden und bedürften weiterführender Untersuchungen.

Für Rückfragen oder eine weitergehende Beratung stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

  
Frank Leupold



  
Olivia Wittke  
B.Sc. Bauingenieurin