

## CERTIFICATO 03/2009

Nel test della qualità dell'aria dell'edificio IAQ<sub>B</sub>, eseguito secondo le metodologie di SALUScontrol in data **02.10.2008** nel edificio „**Progetto** \_\_\_\_\_“ costruito da \_\_\_\_\_ “ é stato rivelato un valore complessivo GVOC<sub>B75</sub> di:

**GVOC<sub>B75</sub> = 1.058 µg/m<sup>3</sup>**

limite max = 1.000 µg/m<sup>3</sup>

L'edificio **NON** corrisponde ai requisiti richiesti di SALUScontrol.



Bolzano, 20 gennaio 2009

*Bernhard Oberrauch*  
(Arch. dott. Bernhard Oberrauch)

# Indice

|  |   |   |    |
|--|---|---|----|
| 1 Risultati.....                                       | 3 | Mondiale della Sanità (WHO):.....                     | 8  |
| 1.1 Descrizione GVOCB75.....                           | 3 | 3.6.5 WIK Accademia Austriaca delle Scienze.....      | 8  |
| 2 Generalità.....                                      | 4 | 3.7 Valutazione dei risultati dell'analisi di         |    |
| 3 Analisi dell'aria per aldeidi e chetoni.....         | 5 | Formaldeide.....                                      | 8  |
| 3.1 Presa dei provini ed analisi analitica.....        | 5 | 4 Misura dell'aria per TVOC.....                      | 9  |
| 3.2 Descrizione delle prove dell'analisi.....          | 5 | 4.1 Misura e analitica VOC.....                       | 9  |
| 3.3 Risultati.....                                     | 6 | 4.2 Descrizione della misura di VOC.....              | 10 |
| 3.4 Valutazione delle concentrazioni di                |   | 4.3 Risultati.....                                    | 11 |
| formaldeide nell'aria.....                             | 6 | 4.4 Valutazione della concentrazione di VOC           |    |
| 3.5 Informazioni generali.....                         | 6 | nell'aria.....  | 12 |
| 3.6 Basi di valutazione per la concentrazione di       |   | 4.4.1 Generalità per la valutazione.....              | 12 |
| formaldeide nell'aria.....                             | 6 | 4.4.2 Base di valutazione per VOC .....               | 12 |
| 3.6.1 Valore di riferimento per la concentrazione      |   | 4.4.3 Valori limite e di riferimento per VOC in       |    |
| di Formaldeide in ambienti chiusi:.....                | 7 | Austria ed in Germania 1.....                         | 14 |
| 3.6.2 Valori di riferimento, gruppo di lavoro area     |   | 4.4.4 Valori limite e di riferimento per VOC in       |    |
| ambienti interni del Ministero tedesco per             |   | Austria ed in Germania 2.....                         | 15 |
| L'ambiente e l'Agricoltura.....                        | 8 | 4.4.5 Valori d'orientamento in Austria e Germania     |    |
| 3.6.3 Valori di riferimento dell'Ufficio per la Salute |   | TVOC.....   | 16 |
| Tedesca (BRD):.....                                    | 8 | 4.4.6 Valori di riferimento da raggiungere per classi |    |
| 3.6.4 Valori di riferimenti dell'Organizzazione        |   | VOC (Germania)a.....                                  | 16 |
|  |   | 4.5 Valutazione dei risultati della misura VOC..      | 17 |

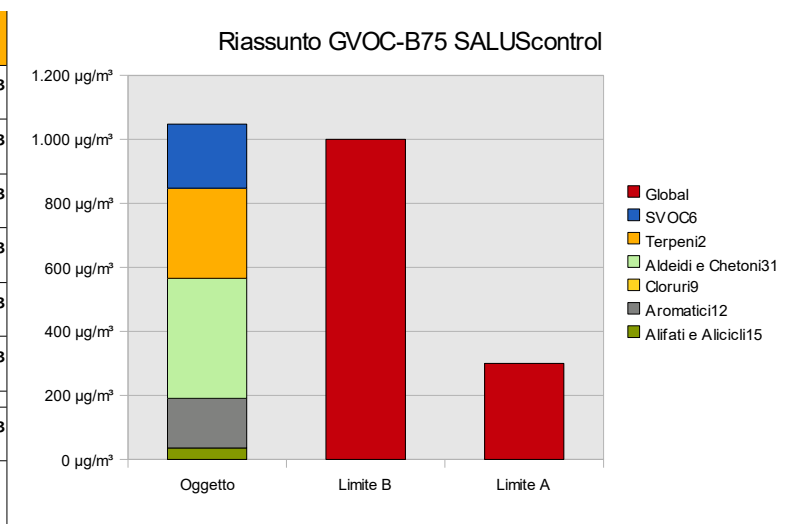


# 1 Risultati

Il risultato della misurazione della qualità dell'aria interna dell'edificio del tipo GVOC<sub>B75</sub> SALUScontrol ha raggiunto un valore globale di 1.058 µg/m<sup>3</sup>. Questo valore non corrisponde alle richieste di qualità delle specifiche SALUScontrol per un ambiente salubre.

| Gruppo                           | Oggetto                       |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Alifati e Alicicli <sub>15</sub> | 36 µg/m <sup>3</sup>          |
| Aromatici <sub>12</sub>          | 155 µg/m <sup>3</sup>         |
| Cloruri <sub>9</sub>             | 0 µg/m <sup>3</sup>           |
| Aldeidi e Chetoni <sub>31</sub>  | 375 µg/m <sup>3</sup>         |
| Terpeni <sub>2</sub>             | 282 µg/m <sup>3</sup>         |
| SVOC <sub>6</sub>                | 210 µg/m <sup>3</sup>         |
| <b>Somma GVOC<sub>B75</sub></b>  | <b>1.058 µg/m<sup>3</sup></b> |

GVOC<sub>B75</sub>: somma di 75 sostanze organiche volatili dell'edificio (building)



## 1.1 Descrizione GVOC<sub>B75</sub>

L'espressione GVOC<sub>B75</sub> descrive la metodologia di misura di SALUScontrol per edifici e riassume il valore globale delle sostanze organiche volatili. Il „B75“ sta per la misura di 75 sostanze VOC del solo edificio (building), senza le emissioni di mobili, di tessuti, abiti, apparecchiature, elettrodomestici e persone. Pertanto descrive la prestazine di salubrità della costruzione, perciò quella che deve garantire il costruttore.

La scelta delle sostanze chimiche misurate si basa sulle norme europee e su raccomandazioni di diversi commissioni di esperti internazionali, come la commissione specifica sul tema IAQ del ministero tedesco UBA. Dentro al valore GVOC<sub>B75</sub> comunque ogni valore per se ha il suo limite specifico, e valori specifici di superamento dei limiti.

La lista completa delle sostanze misurate con i singoli risultati e i limiti si trovano assieme alle raccomandazioni internazionali in fondo a questo rapporto.



## 2 Generalità

| Incaricato da | Costruttore |
|---------------|-------------|
|               |             |

| Tipologia della misura |  |
|------------------------|--|
| Misura dell'aria.      | Sostanze organiche volatili (VOC)<br>Misura aldeidi<br>Stesura della relazione |

| Descrizione preparazione misura   |
|---|
| Misura 3 e 4: stanza da letto, casa 4, 2° piano;<br>lotto B (De Tomas Alessandra); pavimento in legno trattato con olio della 3fiemme |

|   |  |
|---|--|
| <b>Numero misurazione: M2-I52</b>   |  |
| Tecnico misura: Arch. dott. Bernhard Oberrauch  |  |
| <b>Laboratorio</b>  |  |
| IBO Innenraumanalytik OGChemisches<br>Laboratorium, Technisches Büro für Physik                   |  |
| <b>Presenti alla misura</b>   |  |
| Costruttore:<br>Committente:  |  |
| <b>Generalità</b>   |  |
| I valori di misurati non garantiscono l'assenza di<br>elementi e sostanze problematiche nascoste. |  |



### 3 Analisi dell'aria per aldeidi e chetoni

#### 3.1 Presa dei provini ed analisi analitica

Gli Aldeidi ed i Chetoni vengono rilevati tramite un processo d'assorbimento con le cartucce di DNPH [DNPH-SILICA Cartridge; Waters], attraverso il passaggio d'aria per mezzo di un tubicino ad esse collegato.

L'analisi chimica della cartuccia avviene tramite HPLC (High-Pressure-Liquid-Chromatography); i segnali ricevuti dall'analizzatore vengono registrati attraverso un software e quantificati con le superfici dei picchi; la tolleranza di misura corrisponde a +/-20%.

#### 3.2 Descrizione delle prove dell'analisi

La tabella seguente descrive le impostazioni di prova per le analisi dell'aria:

| <p>stanza da letto, casa 9, 2 piano (sottotetto), lotto E (Cincelli Marika); pavimento ancora con superficie in fibra di gesso</p> <p>B.101-0302..0304</p> <p>temperature di superficie:<br/>                 pavimento 24°C<br/>                 parete interna 25,5°C<br/>                 soffitto 25,9°<br/>                 parete esterna 25,0°C<br/>                 telalo finestra 23,7°C<br/>                 vetro finestra 23°C</p> <p>Messung_Aldehyde_n° M2-152/1<br/>                 Aldehyde_n°</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>start</th> <th>end</th> <th>Δ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aldehyde_Zeit_start</td> <td>7:40:00</td> <td>8:14:10</td> <td>00:34:10</td> </tr> <tr> <td>Aldehyde_start</td> <td>9,533</td> <td>9,633</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Aldehyde_min</td> <td>34,17</td> <td>L /min</td> <td>2,93</td> </tr> </tbody> </table> <p>Messung_VOC_n° M2-152/2<br/>                 VOC_n°</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>2</th> <th>VOC_Zeit_start</th> <th>VOC_start</th> <th>VOC_min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>8:17:27</td> <td>8:55:10</td> <td>00:37:43</td> </tr> <tr> <td></td> <td>9,633</td> <td>9,741</td> <td>108</td> </tr> <tr> <td></td> <td>37,72</td> <td>L /min</td> <td>2,86</td> </tr> </tbody> </table> | 1              | start     | end      | Δ | Aldehyde_Zeit_start | 7:40:00 | 8:14:10 | 00:34:10 | Aldehyde_start | 9,533 | 9,633 | 100 | Aldehyde_min | 34,17 | L /min | 2,93 | 2 | VOC_Zeit_start | VOC_start | VOC_min |  | 8:17:27 | 8:55:10 | 00:37:43 |  | 9,633 | 9,741 | 108 |  | 37,72 | L /min | 2,86 | <p>stanza da letto, casa 4, 2 piano, lotto B (De Tomas Alessandra); pavimento in legno trattato con olio della 3fiemme</p> <p>B. 101-0306..0308</p> <p>temperature di superficie:<br/>                 pavimento 19,5°C<br/>                 parete interna 19,3°C<br/>                 soffitto 21,5°<br/>                 parete esterna 20,3°C<br/>                 telalo finestra 19,3°C<br/>                 vetro finestra 21,3°C<br/>                 distanziale finestra 16,7°C</p> <p>Messung_Aldehyde_n° M2-152/3<br/>                 Aldehyde_n°</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>3</th> <th>start</th> <th>end</th> <th>Δ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aldehyde_Zeit_start</td> <td>9:18:11</td> <td>9:51:41</td> <td>00:33:30</td> </tr> <tr> <td>Aldehyde_start</td> <td>9,742</td> <td>9,842</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Aldehyde_min</td> <td>33,50</td> <td>L /min</td> <td>2,99</td> </tr> </tbody> </table> <p>Messung_VOC_n° M2-152/4<br/>                 VOC_n°</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>4</th> <th>VOC_Zeit_start</th> <th>VOC_start</th> <th>VOC_min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>9:53:10</td> <td>10:29:53</td> <td>00:36:43</td> </tr> <tr> <td></td> <td>9,842</td> <td>9,943</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36,72</td> <td>L /min</td> <td>2,75</td> </tr> </tbody> </table> | 3 | start | end | Δ | Aldehyde_Zeit_start | 9:18:11 | 9:51:41 | 00:33:30 | Aldehyde_start | 9,742 | 9,842 | 100 | Aldehyde_min | 33,50 | L /min | 2,99 | 4 | VOC_Zeit_start | VOC_start | VOC_min |  | 9:53:10 | 10:29:53 | 00:36:43 |  | 9,842 | 9,943 | 101 |  | 36,72 | L /min | 2,75 |
|---|----------------|-----------|----------|---|---------------------|---------|---------|----------|----------------|-------|-------|-----|--------------|-------|--------|------|---|----------------|-----------|---------|--|---------|---------|----------|--|-------|-------|-----|--|-------|--------|------|--|---|-------|-----|---|---------------------|---------|---------|----------|----------------|-------|-------|-----|--------------|-------|--------|------|---|----------------|-----------|---------|--|---------|----------|----------|--|-------|-------|-----|--|-------|--------|------|
| 1   | start          | end       | Δ        |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
| Aldehyde_Zeit_start   | 7:40:00        | 8:14:10   | 00:34:10 |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
| Aldehyde_start  | 9,533          | 9,633     | 100      |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
| Aldehyde_min  | 34,17          | L /min    | 2,93     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
| 2   | VOC_Zeit_start | VOC_start | VOC_min  |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
|   | 8:17:27        | 8:55:10   | 00:37:43 |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
|   | 9,633          | 9,741     | 108      |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
|   | 37,72          | L /min    | 2,86     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
| 3   | start          | end       | Δ        |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
| Aldehyde_Zeit_start   | 9:18:11        | 9:51:41   | 00:33:30 |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
| Aldehyde_start  | 9,742          | 9,842     | 100      |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
| Aldehyde_min  | 33,50          | L /min    | 2,99     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
| 4   | VOC_Zeit_start | VOC_start | VOC_min  |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
|   | 9:53:10        | 10:29:53  | 00:36:43 |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
|   | 9,842          | 9,943     | 101      |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |
|   | 36,72          | L /min    | 2,75     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |         |          |  |       |       |     |  |       |        |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |        |      |   |                |           |         |  |         |          |          |  |       |       |     |  |       |        |      |



### 3.3 Risultati

Nella tabella seguente riassumiamo i risultati relativi all'analisi dell'aria per aldeidi e chetoni, con concentrazioni dell'aria in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ :

| risultati aldeidi e chetoni      |                 | unità                      | M2152-3-4                     | CAS      | limiti | superamenti limiti |     |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|----------|--------|--------------------|-----|
|                                  |                 |                            | casa 4 con pavimento in legno |          |        |                    |     |
| Methanal (Formaldehid)           | formaldeide     | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | 71                            | 50-00-0  | 60     | 91 $\geq$ 60!!!    | 71  |
| Ethanal (Acetaldehyd)            | aldeide acetica | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | 73                            | 75-07-0  | 200    |                    | 73  |
| Propenal (Acrolein)              |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <4                            |          |        |                    |     |
| Propanon (Aceton)                | acetone         | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | 124                           | 67-64-1  |        |                    | 124 |
| Propanal                         | propil aldeide  | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | 13                            | 123-38-6 | 20     | 50 $\geq$ 20!!!    | 13  |
| Furan-2-Carboxaldehyd (Furfural) |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| 3-Buten-2-on                     |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| Butanal                          | butanale        | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | 8                             | 123-72-8 | 10     |                    | 8   |
| 2-Butanon                        | butanone        | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | 16                            | 78-93-3  | 200    |                    | 16  |
| 2-Methyl-2-Propenal              |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| 2-Butenal                        |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| Phenylmethanal (Benzaldehyd)     | benzaldeide     | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | 5                             | 100-52-7 | 50     |                    | 5   |
| Pentanal                         | pentanale       | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | 22                            | 110-62-3 | 20     | 22 $\geq$ 20!!!    | 22  |
| 3-Methyl-2-Butanon               |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| 3-Methylbutanal                  |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| 2-Pentanon                       |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| 3-Pentanon                       |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| Methyl-Phenylketon (Acetophenon) |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| Cyclohexanon                     |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <2                            |          |        |                    |     |
| 4-Methylcyclohexanon             |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| 4-Methyl-2-Pentanon (MIBK)       |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| Hexanal                          | exenale         | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | 43                            | 66-25-1  | 60     | 75 $\geq$ 60!!!    | 43  |
| Heptanal                         | eptanale        | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            | 111-71-7 | 20     |                    |     |
| Octanal                          |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| Nonanal                          |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| Decanal                          |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <5                            |          |        |                    |     |
| 3,4-Dimethyl-Phenylmethanal      |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <4                            |          |        |                    |     |
| 5-Methylfurfural                 |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <4                            |          |        |                    |     |
| Ethandial (Glyoxal)              |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |
| Methylglyoxal                    |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <4                            |          |        |                    |     |
| Pentandial (Glutaraldehyd)       |                 | $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ | <3                            |          |        |                    |     |

n.b. = non rilevato

BG = valore soglia per la misura

### 3.4 Valutazione delle concentrazioni di formaldeide nell'aria

### 3.5 Informazioni generali

Le differenti condizioni del clima interno determinano la concentrazione della sostanza nell'ambiente. Le emissioni da parte degli elementi legnosi rappresentano la fonte principale di Aldeide e sono influenzati essenzialmente da temperatura e dall'umidità relativa.

I dati della singola misura rappresentano la situazione specifica di concentrazione di Formaldeide e valgono per le condizioni presenti al momento della misura.

### 3.6 Basi di valutazione per la concentrazione di formaldeide nell'aria

L'indicazione di un valore limite per la concentrazione di formaldeide nell'aria, in ambienti chiusi, non esiste né in Italia<sup>1</sup> né in Austria e Germania<sup>2</sup>.

La formaldeide è stata classificata dallo IART (Sottogruppo dell'OMS per la ricerca sui tumori) come

- 1 La circolare numero 57/83 del Ministero della Sanità raccomanda per ambienti chiusi un valore limite di  $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , corrispondente a 0,1 ppm.
- 2 Ambiente interno definito secondo le Linee Guida VDI 4300 foglio I, questo include anche ambienti sui posti di lavoro se esistono leggi o decreti per la tutela del lavoratore che riguardano la sostanza interessata. Questa distinzione corrisponde anche alla definizione nelle linee guida per la valutazione dell'aria negli ambienti esterni del Ministero dell'Ambiente austriaco e dell'Accademia della Scienza austriaco.



cancerogeno per l'uomo mettendolo in categoria „I“: si sta preparando una pubblicazione dello IART a sostegno di questo dato<sup>1</sup>. L'Istituto per la Valutazione dei Rischi Tedesco, ritiene che una esposizione attraverso le vie aeree principali, possa provocare il tumore degli organi respiratori, e si è espresso indicando un valore di livello di sicurezza pari a 0,1 ppm, in relazione a studi epidemiologici che dimostrano una correlazione tra l'inalazione di formaldeide e l'insorgere di leucemia.

Per la valutazione di formaldeide nell'aria, quindi, esistono solo una serie di valori di riferimento a livello nazionale ed internazionale.

### 3.6.1 Valore di riferimento per la concentrazione di Formaldeide in ambienti chiusi:

| Formaldeide  | Concentrazione nell'aria |                              | Note  |
|--|--------------------------|------------------------------|---|
|  | [ppm]                    | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |   |
| Arbeitskreis Innenraumluft des BMLFUW <sup>2</sup>               | 0,05                     | 6                            | valore medio per 24h  |
|  | 0,08                     | 10                           | Valore massimo, valore di riferimento per 30min.  |
| Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentration – WIK <sup>3</sup> | 0,04                     | 5                            | Concentrazione limite in aria esterna, per la tutela della salute umana, anche per gruppi di persone molto sensibili. |
| Organizzazione mondiale della Sanità (WHO)                       | 0,05                     | 6                            | Level of no concern <sup>4</sup> (nessuna preoccupazione)   |
|  | 0,083                    | 10                           | Valore di riferimento 30 min <sup>5</sup>   |
| Bundesgesundheitsamt Deutschland <sup>6</sup>                    | 0,1                      | 12                           | Valore di riferimento anche in condizioni sfavorevoli indicato nel 2006 dal Ministero dell'Ambiente tedesco           |

Per ambienti di lavoro in cui si utilizza formaldeide (laboratori di falegnameria, industria chimica) vale il MAK (concentrazione massima ammissibile sui posti di lavoro) di 0,5 ppm = 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  secondo Decreto sui Valore Limiti-Germania 2003<sup>7</sup>. Il valore MAK, usato in Svizzera e Germania, normalmente non è utilizzabile per ambienti interni come uffici, scuole appartamenti ecc...e non è adatto per la valutazione delle concentrazioni nell'aria in questi ambienti.

In seguito vengono spiegati i singoli valori di riferimento per ambienti interni.

- 1 Overall Evaluations of Carcinogenicity to Humans; as evaluated in IARC Monographs Volume 88; <http://www-cie.iarc.fr/monoeval/crthgr01.html> .
- 2 Gruppo di lavoro (BMLFUW) del 2007: Richtwerte für Formaldehyd in der Innenraumluft. Beschluss des Arbeitskreises Innenraumluft am Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) vom 18.07.2007
- 3 Accademia delle Scienze (Akademie der Wissenschaften (1997)): VOC in atmosfera – criteri qualità dell'aria- (Flüchtige Kohlenwasserstoffe in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien VOC), Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie
- 4 WHO (1983) Indoor air pollutants: exposure and health effects. EURO Reports and Studies No. 78. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen
- 5 WHO (2000): Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. World Health Organisation (WHO), Regional Office for Europe, Copenhagen
- 6 Ministero della Salute tedesco (Bundesgesundheitsamt (1977)): valutazione per formaldeide in ambienti chiusi (Bewertungsmaßstab für Formaldehyd in der Raumluft. BGA-Pressedienst 19/77 vom 12.10.1977, auch: Formaldehyd. Gemeinsamer Bericht des BGA, der BAU und des UBA, 1.10.1984)
- 7 Decreto per valori limiti in Germania (2003) BGBl. II Nr. 253/2001 zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 184/2003: Verordnung des BM für Wirtschaft und Arbeit über Grenzwerte für Arbeitsstoffe und krebserzeugende Arbeitsstoffe



### **3.6.2 Valori di riferimento, gruppo di lavoro area ambienti interni del Ministero tedesco per L'ambiente e l'Agricoltura.**

Questo gruppo di lavoro (BMLFUW Bundesministeriums für Land - und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) nel 2007 ha suggerito dei valori di riferimento per ambienti interni. Essendoci delle incertezze che riguardano gli effetti irritanti sugli apparati respiratori superiori, con basse concentrazioni di formaldeidi, per adulti sensibili e bambini non si può indicare un valore WIK (Ableitung eines Wirkungsbezogenen Innenraumrichtwertes-valore di riferimento dei vani interni con riferimento agli effetti). Quindi si consiglia, per la valutazione di ambienti interni, di prendere il valore di 0,05 ppm (circa  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nel quale non c'è causa di preoccupazione per la salute umana, oppure di prendere il valore dato dal WHO (1983) -Air Quality Guidelines for Europe (2000) - di 0,08 ppm per brevi esposizioni.

### **3.6.3 Valori di riferimento dell'Ufficio per la Salute Tedesca (BRD):**

L'ufficio della salute di Berlino ha raccomandato negli anni 1977 e 1984 un valore di riferimento di 0,1 ppm per concentrazioni massime in ambienti interni, questo valore è valido anche in condizioni sfavorevoli. Questo valore in molti casi serve anche come valore d'intervento.

### **3.6.4 Valori di riferimenti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO):**

L'organizzazione mondiale della sanità ha stabilito un valore di riferimento di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,083$  ppm come valore medio di 30 minuti, nella pubblicazione Air Quality Guidelines for Europe (2000). Nella pubblicazione precedente WHO (1983) definisce un limite come „livello di nessuna preoccupazione“ di  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,05$  ppm, al di sotto del quale i danni alla salute non sono riscontrabili.

### **3.6.5 WIK Accademia Austriaca delle Scienze**

I limiti di concentrazione relativi all'effetto, sono la base per tutelare la salute umana (anche per gruppi sensibili) da influssi nocivi e per evitare effetti sulla salute ed il benessere secondo le informazioni ad oggi disponibili. L'Accademia delle Scienze, considerando il possibile influsso cancerogeno di formaldeide sull'uomo, individua nei valori NOEL (no observed effect level) di 2ppm, ottenuti attraverso sperimentazione su animali, un indice di riferimento possibile per la salute umana. Per evitare effetti cancerogeni, tumori, anche a seguito di lunghe esposizioni ci si orienta verso un valore di 0,04ppm. Questo valore è stato considerato per l'aria esterna.

## **3.7 Valutazione dei risultati dell'analisi di Formaldeide**

Le misure effettuate riportano ad un risultato statisticamente non significativo; il valore di misura è al di sotto del valore di riferimento WHO di 0,083ppm e anche al di sotto del livello di sicurezza. Sono stati misurati altri aldeidi e chetoni che hanno riportato, anch'essi, una concentrazione media non significativa.





## 4 Misura dell'aria per TVOC

### 4.1 Misura e analitica VOC

Secondo indicazione, i vani d'analizzare sono stati chiusi minimo 8 ore prima della misura e non arieggiati. Le caratteristiche della misura seguono le linee guida VDI-4300 foglio 1<sup>1</sup> e foglio 6<sup>2</sup>, la raccolta dei VOC è stata effettuata secondo ÖNORM M 5700-2<sup>3</sup> attraverso assorbimento per mezzo di un tampone, e dunque attraverso il passaggio di un volume d'aria definito, in un tubicino collegato al tampone [SKC, Anasorb 747]. La misura è stata effettuata al centro della stanza ad un'altezza compresa tra 120 e 150cm.

L'analisi chimica è stata eseguita secondo la norma ÖNORM M 5700-2. Il carbone attivo viene estratto dalla fiala di tampone e eluato attraverso l'ausilio di un solvente, carbone di zolfo(CS<sub>2</sub>)(cas n°75-15-0). L'estratto, attraverso CS<sub>2</sub>, è portato all'analisi quantitativa, le singole sostanze organiche volatili vengono definite attraverso gascromatografia capillare con spettrometro di massa [Shimadzu QP 5000], collegato utilizzando una colonna capillare [HP-VOC Fa. HEWLETT PACKARD] con standard (sostanza chimica di riferimento) interni ed esterni; i segnali ottenuti dall'analizzatore vengono registrati analiticamente e vengono quantificati attraverso le superfici dei picchi. La tolleranza di misura è di +/-20%. Le concentrazioni delle singole sostanze e delle somme vengono arrotondate a due numeri decimali.

La misura della temperatura dell'aria e dell'umidità relativa avviene nel centro della stanza attraverso uno strumento di misura elettronico (Greisinger Easylog).

- 1 VDI 4300 Blatt 1 - Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Allgemeine Aspekte der Meßstrategie – 12/1995
- 2 VDI 4300 Blatt 6E - Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Messstrategie für flüchtige organische Verbindungen (VOC) – 12/2000
- 3 ÖNORM M 5700-2 - Messen von Innenraumluft-Verunreinigungen - Gaschromatographische Bestimmung organischer Verbindungen - Teil 2: Aktive Probenahme durch Anreicherung auf Aktivkohle - Lösemittlextraktion - 2002 08 01



## 4.2 Descrizione della misura di VOC

La tabella seguente descrive le impostazioni di prova per le analisi dell'aria relative alle sostanze organiche volatili:

| <p>stanza da letto, casa 9, 2 piano (sottotetto), lotto E (Cincelli Marika); pavimento ancora con superficie in fibra di gesso</p> <p>B.101-0302..0304</p> <p>temperature di superficie:<br/>                 pavimento 24°C<br/>                 parete interna 25,5°C<br/>                 soffitto 25,9°<br/>                 parete esterna 25,0°C<br/>                 telaio finestra 23,7°C<br/>                 vetro finestra 23°C</p> <p>Messung_Aldehyde_n° M2-152/1<br/>                 Aldehyde_n°</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>start</th> <th>end</th> <th>Δ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aldehyde_Zeit_start</td> <td>7:40:00</td> <td>8:14:10</td> <td>00:34:10</td> </tr> <tr> <td>Aldehyde_start</td> <td>9,533</td> <td>9,633</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Aldehyde_min</td> <td>34,17</td> <td>L / min</td> <td>2,93</td> </tr> </tbody> </table> <p>Messung_VOC_n° M2-152/2<br/>                 VOC_n°</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>2</th> <th>VOC_Zeit_start</th> <th>VOC_start</th> <th>VOC_min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOC_Zeit_start</td> <td>8:17:27</td> <td>8:55:10</td> <td>00:37:43</td> </tr> <tr> <td>VOC_start</td> <td>9,633</td> <td>9,741</td> <td>108</td> </tr> <tr> <td>VOC_min</td> <td>37,72</td> <td>L / min</td> <td>2,86</td> </tr> </tbody> </table> | 1              | start     | end      | Δ | Aldehyde_Zeit_start | 7:40:00 | 8:14:10 | 00:34:10 | Aldehyde_start | 9,533 | 9,633 | 100 | Aldehyde_min | 34,17 | L / min | 2,93 | 2 | VOC_Zeit_start | VOC_start | VOC_min | VOC_Zeit_start | 8:17:27 | 8:55:10 | 00:37:43 | VOC_start | 9,633 | 9,741 | 108 | VOC_min | 37,72 | L / min | 2,86 | <p>stanza da letto, casa 4, 2 piano, lotto B (De Tomas Alessandra); pavimento in legno trattato con olio della 3flemme</p> <p>B. 101-0306..0308</p> <p>temperature di superficie:<br/>                 pavimento 19,5°C<br/>                 parete interna 19,3°C<br/>                 soffitto 21,5°<br/>                 parete esterna 20,3°C<br/>                 telaio finestra 19,3°C<br/>                 vetro finestra 21,3°C<br/>                 distanziale finestra 16,7°C</p> <p>Messung_Aldehyde_n° M2-152/3<br/>                 Aldehyde_n°</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>3</th> <th>start</th> <th>end</th> <th>Δ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aldehyde_Zeit_start</td> <td>9:18:11</td> <td>9:51:41</td> <td>00:33:30</td> </tr> <tr> <td>Aldehyde_start</td> <td>9,742</td> <td>9,842</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Aldehyde_min</td> <td>33,50</td> <td>L / min</td> <td>2,99</td> </tr> </tbody> </table> <p>Messung_VOC_n° M2-152/4<br/>                 VOC_n°</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>4</th> <th>VOC_Zeit_start</th> <th>VOC_start</th> <th>VOC_min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOC_Zeit_start</td> <td>9:53:10</td> <td>10:29:53</td> <td>00:36:43</td> </tr> <tr> <td>VOC_start</td> <td>9,842</td> <td>9,943</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>VOC_min</td> <td>36,72</td> <td>L / min</td> <td>2,75</td> </tr> </tbody> </table> | 3 | start | end | Δ | Aldehyde_Zeit_start | 9:18:11 | 9:51:41 | 00:33:30 | Aldehyde_start | 9,742 | 9,842 | 100 | Aldehyde_min | 33,50 | L / min | 2,99 | 4 | VOC_Zeit_start | VOC_start | VOC_min | VOC_Zeit_start | 9:53:10 | 10:29:53 | 00:36:43 | VOC_start | 9,842 | 9,943 | 101 | VOC_min | 36,72 | L / min | 2,75 |
|---|----------------|-----------|----------|---|---------------------|---------|---------|----------|----------------|-------|-------|-----|--------------|-------|---------|------|---|----------------|-----------|---------|----------------|---------|---------|----------|-----------|-------|-------|-----|---------|-------|---------|------|--|---|-------|-----|---|---------------------|---------|---------|----------|----------------|-------|-------|-----|--------------|-------|---------|------|---|----------------|-----------|---------|----------------|---------|----------|----------|-----------|-------|-------|-----|---------|-------|---------|------|
| 1   | start          | end       | Δ        |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| Aldehyde_Zeit_start   | 7:40:00        | 8:14:10   | 00:34:10 |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| Aldehyde_start  | 9,533          | 9,633     | 100      |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| Aldehyde_min  | 34,17          | L / min   | 2,93     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| 2   | VOC_Zeit_start | VOC_start | VOC_min  |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| VOC_Zeit_start  | 8:17:27        | 8:55:10   | 00:37:43 |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| VOC_start   | 9,633          | 9,741     | 108      |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| VOC_min   | 37,72          | L / min   | 2,86     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| 3   | start          | end       | Δ        |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| Aldehyde_Zeit_start   | 9:18:11        | 9:51:41   | 00:33:30 |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| Aldehyde_start  | 9,742          | 9,842     | 100      |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| Aldehyde_min  | 33,50          | L / min   | 2,99     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| 4   | VOC_Zeit_start | VOC_start | VOC_min  |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| VOC_Zeit_start  | 9:53:10        | 10:29:53  | 00:36:43 |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| VOC_start   | 9,842          | 9,943     | 101      |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |
| VOC_min   | 36,72          | L / min   | 2,75     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |         |          |           |       |       |     |         |       |         |      |  |   |       |     |   |                     |         |         |          |                |       |       |     |              |       |         |      |   |                |           |         |                |         |          |          |           |       |       |     |         |       |         |      |

- a volume aria aspirata relativo alle condizioni di temperatura e della pressione dell'aria.
- b indicazione secondo il protocollo del Dr. Bernhard Oberrauch  
 TBZ - Technisches Bauphysik Zentrum



### 4.3 Risultati

Nella tabella seguente riassumiamo i risultati relativi all'analisi dell'aria per le sostanze organiche volatili (VOC):

| stanza/ luogo di misura        |                             |                             |         | casa 4 con<br>pavimento in legno<br>M2152_4 |    | limiti      | superamenti<br>limiti |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|---|----|-------------|-----------------------|
| sostanza                       | sostanza                    | CAS                         | unità   | con-<br>centr.                              | BG |             |                       |
| <b>Alifaten u. Aliciclen</b>   |                             | <b>alcani e Cicloalcani</b> |         |   |    |             |                       |
| n-Heptan                       |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| n-Octan                        |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| n-Nonan                        | nonano (n-nonano)           | 111-84-2                    | [µg/m³] | 4   | 4  |             | 200                   |
| n-Decan                        | n-decano                    | 124-18-5                    | [µg/m³] | 18  | 4  |             | 200                   |
| n-Undecan                      | n-undecano                  | 1120-21-4                   | [µg/m³] | 15  | 5  |             | 200                   |
| n-Dodecan                      |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 6  |             |                       |
| n-Tridecan                     |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| n-Tetradecan                   |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 6  |             |                       |
| n-Pentadecan                   |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 7  |             |                       |
| n-Hexadecan                    |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 7  |             |                       |
| Cyclohexan                     |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| Methylcyclohexan               |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| 2.2.4.6.6-Pentamethylheptan    | 2,2,4,6,6-Pentametilheptano | 13475-82-6                  | [µg/m³] | n.b.  | 6  |             |                       |
| Trimeres Isobuten I + II       |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| 4-Phenylcyclohexen             |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| <b>Aromatici</b>               |                             |                             |         |   |    |             |                       |
| Benzol                         |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| Toluol                         | toluene                     | 108-88-3                    | [µg/m³] | 9   | 4  |             | 300                   |
| Ethylbenzol                    | etilbenzolo                 | 100-41-4                    | [µg/m³] | 27  | 4  | 324≥300!!!  | 300                   |
| m,p-Xylol                      | m,p-Xilene                  | 1330-20-7                   | [µg/m³] | 110   | 4  | 1100≥300!!! | 300                   |
| o-Xylol                        | o-Xilene                    | 95-47-6                     | [µg/m³] | 9   | 5  |             |                       |
| Styrol                         |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 7  |             |                       |
| Propylbenzol                   |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| 2-Ethyltoluol                  | 2-etiltoluene               | 611-14-3                    | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             | 300                   |
| 3-Ethyltoluol                  |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| 1,3,5-Trimethylbenzol          |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 5  |             |                       |
| 1,2,4-Trimethylbenzol          | 1,2,4-Trimethylbenzene      | 95-63-6                     | [µg/m³] | n.b.  | 5  |             | 100                   |
| 1,2,3-Trimethylbenzol          | 1,2,3-Trimethylbenzene      | 526-73-8                    | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| <b>Cloruri</b>                 |                             | <b>Alogenuri organici</b>   |         |   |    |             |                       |
| Tetrachlorethen (PER)          | percloroetilene             | 127-18-4                    | [µg/m³] | n.b.  | 7  | 13≥5!!!     | 5                     |
| Chlorbenzol                    |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| Ester                          | esteri                      |                             |         |   |    |             |                       |
| Ethylacetat                    |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 11 |             |                       |
| iso-Propylacetat               |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 11 |             |                       |
| iso-Butylacetat                |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 9  |             |                       |
| n-Butylacetat                  |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 9  |             |                       |
| 1-Methoxy-2-Propylacetat (MPA) |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 4  |             |                       |
| Texanoldiisobutytrat (TXB)     |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 7  |             |                       |
| <b>Aldeidi</b>                 |                             | <b>aldeidi</b>              |         |   |    |             |                       |
| Pentanal                       | pentanale                   | 110-62-3                    | [µg/m³] | 22  | 9  | 20          | 22≥20!!!              |
| Hexanal                        | exenale                     | 66-25-1                     | [µg/m³] | 43  | 7  | 60          | 75≥60!!!              |
| Heptanal                       | eptanale                    | 111-71-7                    | [µg/m³] | n.b.  | 3  | 20          |                       |
| Octanal                        |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 11 |             |                       |
| Nonanal                        |                             |                             | [µg/m³] | 20  | 11 |             |                       |
| Decanal                        |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 11 |             |                       |
| <b>Chetoni</b>                 |                             | <b>chetoni</b>              |         |   |    |             |                       |
| 4-Methyl-2-pentanon (MIBK)     |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 11 |             |                       |
| Cyclohexanon                   |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 5  |             |                       |
| Acetophenon                    |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 6  |             |                       |
| Benzophenon                    |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 6  |             |                       |
| <b>Terpene</b>                 |                             | <b>terpeni</b>              |         |   |    |             |                       |
| Alpha Pinen                    | alpha pinene                | 80-56-8                     | [µg/m³] | 230   | 5  | 250≥200!!!  | 200                   |
| Limonen                        | limonene                    | 138-86-3                    | [µg/m³] | 52  | 4  |             | 200                   |
| <b>Altri</b>                   |                             | <b>altri</b>                |         |   |    |             |                       |
| 1-Butanol                      |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 6  |             |                       |
| Octamethyltetraclorosiloxan    |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 7  |             |                       |
| Decamethylpentacilorosiloxan   |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 7  |             |                       |
| xx                             |                             |                             | [µg/m³] | n.b.  | 7  |             |                       |
| Sostanza ester evapsub         |                             |                             | [µg/m³] | 100   | 7  |             |                       |
| Sostanza ester evapsub         |                             |                             | [µg/m³] | 110   | 7  |             |                       |
| <b>somma aromatici ident.</b>  |                             |                             | [µg/m³] | <b>150</b>                                  |    |             |                       |
| <b>somma VOC ident.</b>        |                             |                             | [µg/m³] | <b>740</b>                                  |    |             |                       |
| <b>totale VOC – TVOC</b>       |                             |                             | [µg/m³] | <b>750</b>                                  |    |             |                       |

a concentrazione misurata alla temperatura e pressione del sito  
n.b. non rilevabile  
BG soglia minima di misura  
k.A nessuna indicazione



Il parametro SOMMAVOC ident indica la somma delle singole sostanze individuate, arrotondato a due decimali significativi. Il parametro TVOC indica la somma di tutte le sostanze nell'ambito di ebollizione C6 fino C15 (da 6 atomi a 15 atomi di carbonio) e in queste vengono identificate sia le sostanze oggetto d'analisi sia quelle non analizzate attraverso lo standard di calibrazione Toluene.

#### **4.4 Valutazione della concentrazione di VOC nell'aria**

##### **4.4.1 Generalità per la valutazione**

La definizione Sostanze Volatili Organiche (Volatile Organic Compounds = VOC) indica un gruppo di componenti organici che con una pressione atmosferica normale hanno un ambito ebollizione da circa 50-100°C a 240-260°C<sup>1</sup>.

I risultati di misure puntuali dimostrano la situazione momentanea della concentrazione di sostanze volatili organiche e valgono per le condizioni esistenti al momento della misura.

##### **4.4.2 Base di valutazione per VOC**

Il paragone con concentrazioni medie nell'ambiente interno di sostanze volatili organiche, si basa su riferimenti di letteratura<sup>23</sup> e su misure specifiche.

I valori limite per le sostanze organiche nell'aria di ambienti costruiti<sup>4</sup> non esistono né in Austria né in Italia. In Austria sono stati definiti dei valori di riferimento in una linea guida dal Ministero dell'Ambiente e dall'Accademia Austriaca delle Scienze<sup>5</sup>. Il fine di questa linea guida è di rendere possibile una valutazione univoca in Austria. I valori di riferimento indicati sono definiti come relativi all'effetto (WIR= wirkungsbezogene Innenraumrichtwerte), questo valore WIR corrisponde alla concentrazione sotto la quale, per le informazioni scientifiche ad oggi disponibili, non si hanno rischi per la salute.

Per il Tetraclorure il valore WIR è definito con 250 µg/m<sup>3</sup>, per lo Stirolo a 40 µg/m<sup>3</sup> come media su sette giorni, per il Toluene a 75 µg/m<sup>3</sup> come valore medio orario. Se si superano tali valori bisognerebbe intervenire per ridurre tali concentrazioni. Per lo Stirolo è attendibile il valore misurato in una misura a breve tempo, sotto condizioni peggiorative, se rimane entro il limite inferiore di 10 µg/m<sup>3</sup>, e può essere considerato valido ai fini del rispetto del limite WIR. Diviene quindi non necessaria una misura a lungo termine.

- 1 WHO (1989): Indoor Air Quality: organic pollutants. Euro Reports and Studies No. 111. Copenhagen: World Health Organisation, Regional Office for Europe
- 2 Krause C et al. (1991): Umwelt Survey Band IIIc Wohn-Innenraum: Raumluft. WaBoLu-Hefte 4/1991, Institut für Wasser- Boden- und Lufthygiene, Berlin
- 3 Schleibinger H et al. (2001): VOC-Konzentrationen in Innenräumen des Großraums Berlin im Zeitraum von 1988 bis 1999. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 51, Jan/ Feb 2001
- 4 Definizione d'ambiente interno: Innenräume definiert in Anlehnung an die Richtlinie VDI 4300 Blatt 1, dies beinhaltet auch Räume an Arbeitsplätzen, die nicht im Hinblick auf den interessierenden Luftschadstoff arbeitnehmerschutzrechtlichen Bestimmungen unterliegen
- 5 Valore di riferimento in Austria: BMLFUW (2006): Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft, erarbeitet vom Arbeitskreis Innenraumluft am Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Blau- Weiße Reihe (Loseblattsammlung), aktuelle Ausgabe



Per il Benzolo, sostanza cancerogena, non sono indicati dei valori WIR ma solo un valore che preservi dal rischio di cancro. Nei criteri di qualità VOC<sup>1</sup> è indicato un valore d'azione 10 µg/m<sup>3</sup> con un valore auspicabile 2,5 µg/m<sup>3</sup> come valore medio annuale.

Per valutare altre singole sostanze o gruppi di sostanze simili, si possono prendere i valori di riferimento del gruppo di lavoro ad hoc del IRK/ AGLMB o del Landesgesundheitsbehörde Hamburg per VOC<sup>2</sup>. Se viene superato il valore di riferimento II (dieci volte superiore al valore di riferimento I) bisogna provvedere a riequilibrare i valori soprattutto per permanenze a lungo termine. In questi ambienti è presente un grave pericolo per la salute, mentre se si sorpassa il valore di riferimento I (limite di riferimento per la misura) con esposizione a lunghissimo termine, cioè per tutta la vita, sono possibili dei danni per la salute, causati dalla concentrazione della sostanza nell'aria e quindi superare tale valore significa apportare un carico per la salute non desiderato.

Secondo studi effettuati sugli effetti di miscele VOC la probabilità di avere effetti irritanti od olfattivi aumenta con la concentrazione totale della miscela. Se non si conoscono le singole sostanze non si possono individuare indicazioni sugli effetti specifici. Gli effetti della combinazione di tante sostanze singole non sono state ancora studiate ma si stima che possano essere superiori alla semplice somma dei valori delle diverse sostanze.

Come già detto non si possono dedurre gli effetti dei valori totali VOC: nelle linee guida austriache non vengono proposti valori di riferimento, bensì, valori d'orientamento<sup>3</sup>. Questi valori d'orientamento non si basano su una valutazione tossicologica, ma sono valori statistici derivati dallo studio di casi concreti. Quindi il parametro dei VOC totali non può essere un criterio per una valutazione salutare, ma è un'indicazione della situazione globale. Tutte le sostanze cancerogene e con effetti olfattivi, per le quali esistono valori individuali, sono da considerare separatamente.

- 1 Accademia delle Scienze (1997) sostanze organiche volatili in atmosfera, criteri di qualità dell'aria (Akademie der Wissenschaften (1997): Flüchtige Kohlenwasserstoffe in der Atmosphäre – Luftqualitätskriterien VOC, Band 2, Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie).
- 2 Bundesgesundheitsblatt (1996): Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema – Bundesgesundheitsblatt 11/96 und Sagunski H (2004): Umgang mit innenraumbezogenen Beschwerden. In: Österr. Institut für Baubiologie und -ökologie (Hrsg.): Kongresstagungsband des Kongresses Gesunde Raumluft. Schadstoffe in Innenräumen – Prävention und Sanierung., Wien. IBO-Verlag, Wien: 129-134
- 3 BMLFUW (2006): Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft, erarbeitet vom Arbeitskreis Innenraumluft am Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Blau- Weiße Reihe (Loseblattsammlung), aktuelle Ausgabe



#### 4.4.3 Valori limite e di riferimento per VOC in Austria ed in Germania I

| sostanza  | denominazione  | Concentrazione nell'aria nell'ambiente [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | note  |
|---|--|---|---|
| tetraclorurene (TCE, PER)                       | WIR – wirkungsbezogener Innenraumrichtwert   | 250   | Valore medio di 7gg   |
|   | Valore limite secondo la legge d'emissione della Germania <sup>1</sup>                               | 149 (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )                                  | Valore medio di 7gg valido in Germania  |
| Stirolo   | WIR – wirkungsbezogener Innenraumrichtwert   | 40  | Valore medio di 7gg   |
|   |  | 10  | Valore medio orario, non serve una misura su 7gg  |
|   | Valore di riferimento del gruppo di lavoro Ad-hoc IRK/ AGLMB <sup>2</sup>                            | 30  | riferimento I: nessun pericolo  |
|   |  | 30 ... 300  | <sup>a</sup>  |
| Toluene   | WIR – wirkungsbez. Innenraumrichtwert  | 75  | Valore medio oraria   |
|   | WIK – wirkungsbez. Immissionsgrenzkonz <sup>3</sup>  | 300   | Valore medio giornaliero- criterio di qualità dell'aria VOC Accademia delle Scienze Austriaca |
|   | Valore di riferimento del gruppo di lavoro Ad-hoc IRK/ AGLMB <sup>4</sup>                            | 300   | riferimento I: nessun pericolo  |
|   |  | 300 ... 3.000   | Valori aumentati <sup>a</sup>   |
|   |  | 3.000   | riferimento II: necessita d'intervento immediato  |
| Xilene  | WIK – concentrazione riferita agli effetti. <sup>b</sup>   | 350   | Valori medi giornalieri   |
| Benzolo   | WIK – concentrazione riferita agli effetti. <sup>b</sup>   | 2,5   | Valore da raggiungere   |
|   |  | 10  | Valore d'azione   |
| Somma da C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> -alcoli | Landesgesundheits-Behörde Hamburg, Deutschland <sup>5</sup> (ufficio per la Salute Amburgo Germania) | 300   | riferimento I: nessun pericolo  |
|   |  | 300 ... 3.000   | Valori aumentati <sup>a</sup>   |
|   |  | 3.000   | riferimento II: necessita d'intervento immediato  |

a Situazione igienicamente non consigliata

b dato di letteratura vedi Toluene WIK (wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentration)

- 1 2. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (1990): Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (BGBl. I S. 2694)
- 2 Sagunski H (1998): Richtwerte für die Innenraumluft: Styrol, Bundesgesundheitsblatt 41 (9): 392-398
- 3 Akademie der Wissenschaften (1997): Flüchtige Kohlenwasserstoffe in der Atmosphäre – Luftqualitätskriterien VOC, Band 2, Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie
- 4 Sagunski H (1996): Richtwerte für die Innenraumluft: Toluol. Bundesgesundheitsblatt 39 (11): 416-421
- 5 Sagunski H (2004): Umgang mit innenraumbezogenen Beschwerden. In: Österr. Institut für Baubiologie und -ökologie (Hrsg.): Kongresstagungsband des Kongresses Gesunde Raumluft. Schadstoffe in Innenräumen – Prävention und Sanierung., Wien. IBO-Verlag, Wien: 129-134



#### 4.4.4 Valori limite e di riferimento per VOC in Austria ed in Germania 2

| sostanza  | denominazione  | Concentrazione nell'aria nell'ambiente [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | note   |
|---|--|---|--|
| Somma C <sub>9</sub> -C <sub>14</sub> -Alcani/<br>-isoalcani<br>Idrocarburi saturii | Valore di riferimento del gruppo di lavoro Ad-hoc IRK/ AGLMB <sup>1</sup>                            | 200   | Riferimento I: nessun pericolo                             |
|   |  | 200 ... 2.000   | Valori aumentati <sup>a</sup>                              |
|   |  | 2.000   | riferimento II: necessita d'intervento immediato           |
| Somma bi/cicliciTerpeni   | Valore di riferimento del gruppo di lavoro Ad-hoc IRK/ AGLMB <sup>2</sup>                            | 200   | Riferimento I: nessun pericolo                             |
|   |  | 200 ... 2.000   | Valori aumentati <sup>a</sup>                              |
|   |  | 2.000   | riferimento II: necessita d'intervento immediato           |
| Somma terpeni mono/ciclici  | Landesgesundheitsbehörde Hamburg, Deutschland <sup>b</sup><br>ufficio per la Salute Amburgo Germania | 200   | Riferimento I: nessun pericolo                             |
|   |  | 200 ... 2.000   | Valori aumentati <sup>a</sup>                              |
|   |  | 2.000   | riferimento II: necessita d'intervento immediato           |
| N-metilduepirolidinone (CAS: 872-50-4)  | Landesgesundheitsbehörde Hamburg, Deutschland <sup>b</sup><br>ufficio per la Salute Amburgo Germania | 40  | Riferimento I: nessun pericolo                             |
|   |  | 40 ... 400  | Valori aumentati <sup>a</sup>                              |
|   |  | 400   | riferimento II: necessita d'intervento immediato           |
| Propanale, exanale, Furfurale   | Landesges.behörde Hamburg, Deutschland <sup>b</sup><br>ufficio per la Salute Amburgo Germania        | 20  | Per ogni singola sostanza – riferimento I: nessun pericolo |
| Somma C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> -Aldeidi                                       | Landesges.behörde Hamburg, Deutschland <sup>b</sup><br>ufficio per la Salute Amburgo Germania        | 1.000   | riferimento II: necessita d'intervento immediato           |
| decaetilciclopentasilossano (Silossano D5) (CAS: 541-02-6)                          | Landesgesundheitsbehörde Hamburg, Deutschland <sup>b</sup><br>ufficio per la Salute Amburgo Germania | 300   | Riferimento I: nessun pericolo                             |
|   |  | 300 ... 3.000   | Valori aumentati <sup>a</sup>                              |
|   |  | 3.000   | riferimento II: necessita d'intervento immediato           |
| 2.2.4- trimetil-1,3-pentandioliisobutirato (TXIB) (CAS: 6846-50-0)                  | Landesgesundheitsbehörde Hamburg, Deutschland <sup>b</sup><br>ufficio per la Salute Amburgo Germania | 10  | Riferimento I: nessun pericolo                             |
|   |  | 10 ... 1.000  | Valori aumentati <sup>a</sup>                              |
|   |  | 1.000   | riferimento II: necessita d'intervento immediato           |

a Situazione igienicamente non consigliata

b valori di letteratura vedere C1-C4-idrocarburi saturi

Esistono altri valori d'orientamento austriaci e tedeschi per il TVOC (total volatile organic compounds). In Germania sono stati pubblicati, anche per altre classi di sostanze, i valori di riferimento e da raggiungere. Questi sono solo valori statistici e non dedotti da analisi tossicologiche.

- 1 Sagunski H, Mangelsdorf I (2005): Richtwerte für die Innenraumluft: Aromatenarme Kohlenwasserstoffgemische (C<sub>9</sub>-C<sub>14</sub>). Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 48
- 2 Sagunski H, Heinzow B (2003): Richtwerte für die Innenraumluft: Bicyclische Terpene. Bundesgesundheitsblatt 46 (4): 346-352

#### 4.4.5 Valori d'orientamento in Austria e Germania TVOC

| Denominazione  | Valutazione della concentrazione | Valutazione e concentrazione dell'aria [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | note   |
|--|----------------------------------|---|--|
| Linee guida austriaca per la valutazione dell'aria degli ambienti interni <sup>1</sup> | basso                            | < 250   | Nessun valore di riferimento, senza limiti chiari degli ambiti, nessuna valutazione tossicologica, serve indicazione della tipologia di misura.  |
|  | medio                            | 250 ... 500   |  |
|  | Leggermente alto                 | 500 ... 1.000   |  |
|  | Significativamente alto          | 1.000 ... 3.000   |  |
|  | Molto alto                       | > 3.000   |  |
| Schleibinger I. (2002) <sup>2</sup>  | Valore da raggiungere            | < 300   | Nessuna definizione della tipologia di misura, nessuna valutazione tossicologica.  |
|  | Valore di riferimento            | 1.000   |  |
| Gruppo di lavoro Ad-hoc IRK/AGLMB <sup>3</sup><br>specifico per TVOC                   | Igienicamente non pericoloso     | < 300   | Non pericoloso se non vengono superati i singoli valori di riferimento.<br>Utilizzo dell'ambiente accettabile per brevi periodi (< 12 mesi)<br>Utilizzo dell'ambiente accettabile per brevi periodi (< 1 mese)<br>Evitare l'utilizzo dell'ambiente |
|  | Igienicamente poco pericoloso    | 300 ... 1000  |  |
|  | Igienicamente significativo      | 1.000 ... 3.000   |  |
|  | Igienicamente preoccupante       | 3.000 ... 10.000  |  |
|  | Igienicamente non accettabile    | > 10.000  |  |

#### 4.4.6 Valori di riferimento da raggiungere per classi VOC (Germania)<sup>a</sup>

| Classi di sostanze               | Valori di riferimento secondo Schleibinger [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Valori da raggiungere secondo Schleibinger [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Valori da raggiungere secondo Seifert <sup>4</sup> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |
|----------------------------------|---|---|---|
| Somma alcani                     | 200   | 50  | 100   |
| Somma aromatici                  | 200   | 50  | 50  |
| Somma terpene e sesquiterpenoidi | 150   | 40  | 30  |
| Somma alogenuroorganico (CKW)    | 20  | 5   | 30<br>(Alogenuro KW)  |
| Somma aldeidi                    | 120   | 50  | 20<br>(Aldeidi/chetoni)   |
| Somma chetoni                    | 50  | 20  |   |
| Somma glicolici e eteri          | 100   | 20  | 20<br>(Esteri)  |
| Somma esteri e alcoli semplici   | 50  | 20  |   |
| Somma idrocarburi saturi         | 10  | 5   |   |
| Somma alcoli complessi           | 50  | 20  |   |
| Altri                            |   |   | 50  |

<sup>a</sup> i valori servono come orientamento, per la valutazione vengono presi i valori riconosciuti da Austria e Germania.

- 1 BMLFUW (2006): Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft, erarbeitet vom Arbeitskreis Innenraumluft am Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Blau- Weiße Reihe (Loseblattsammlung), aktuelle Ausgabe
- 2 Schleibinger H et al. (2002): Ziel- und Richtwerte zur Bewertung der VOC-Konzentrationen in der Innenraumluft – ein Diskussionsbeitrag, Umweltmedizin in Forschung und Praxis 7 (3): 139-147
- 3 Ad-hoc Arbeitsgruppe der IRK/ AGLMB (2007): Beurteilung der Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten.
- 4 Seifert B (1990): Regulating Indoor Air. Proceedings of the 5<sup>th</sup> Int. Conf. on Indoor Air Quality and Climate, Toronto, Canada, Vol 5: 35-50





#### 4.5 Valutazione dei risultati della misura VOC

| riassunto TVOC | unità                        | casa 9 senza<br>pavimento in legno | casa 4 con<br>pavimento in legno | limiti | superamenti<br>limiti |
|----------------|------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------|-----------------------|
|                | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | 2.600                              | 750                              | 1000   | 2600 $\geq$ 1000!!!   |

Il limite di  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  viene superato in tutte due le case, quello di  $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  soltanto nella casa 9 senza il pavimento in legno. Sembra che le sostanze più presenti siano già evaporati nella casa 4. Molte sostanze misurate provengono probabilmente da collanti e trattamenti di superficie e da trattamenti di metalli.

Si consiglia di verificare i prodotti usati in cantiere.

Per alfa-pinene il valore misurato ha superato leggermente il valore di riferimento I del gruppo di lavoro ad-hoc per terpeni biciclici, ma risulta inferiore al valore di riferimento II. Il superamento del valore riferimento I è connesso con un carico igienico non desiderato che va oltre le normali condizioni. Soltanto superando i valori di Riferimento II servirebbe un intervento d'azione immediato.

**La concentrazione totale misurata TVOC è da considerare molto aumentata secondo la valutazione in Austria il valore totale ha superato molto il valore di  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dato che deve essere considerato come un valore di prevenzione a lungo termine.**

