

WaBoLu-Innenraumtage, Berlin, 24. - 25. Mai 2022

**WaBoLu**  
Wasser Boden Luft

## Umfassende Untersuchung zum Einfluss eines Lüftungssystems auf die Raumluftqualität (VOC)

Helmut Köttner, Sentinel Haus Institut GmbH, Freiburg

Christoph Scholte, Zehnder Group Deutschland, Lahr



# Einführung



Lüftungssysteme sind ein **zentraler Baustein** für die Innenraumlufthygiene.

Vor allem im Neubau ist eine **unbedenkliche Qualität der Raumluf**t in der Regel nur mit Hilfe einer mechanischen Lüftung zu erreichen.

Dabei muss ausgeschlossen werden, dass Lüftungssysteme selbst Emissionen an die Raumluft abgeben.



## Untersuchte Fragestellungen:

- Werden von den Materialien eines Lüftungssystems Schadstoffe abgegeben, die sich negativ auf die Raumluftqualität auswirken?
- Wie schnell lassen sich bei frühzeitigem Einsatz einer mechanischen Lüftung in einem Neubau die Luftbelastungen reduzieren?

## Geprüftes Lüftungssystem:

Zehnder ComfoAir Q

## Prüfinstitut:

mit 20 m<sup>3</sup>-Emissionsprüfkammer und 30m<sup>3</sup>-Prüfraum nach DIN EN 16516: eco-Institut, Köln



# Materialien der Bestandteile eines zentralen Lüftungssystems mit Wärmerückgewinnung

In einem Lüftungssystem wird eine ganze Reihe unterschiedlicher Materialien mit unterschiedlichem Emissionspotential verbaut.

| Bestandteil     | Kurzzeichen         | Material  |
|-----------------|---------------------|---|
| Luftkanäle      | EPP                 | expanded polypropylen   |
| Filtermedien    | PES/PET             | polyester / polyethylene terephthalate  |
| Filtermedien    | PET/PP/<br>EVA/PVDF | polyethylene terephthalate / polypropylene /<br>polyethylene-vinylacetate / polyvinylidene-fluoride |
| Filtrerrahmen   | PET                 | polyethylene terephthalate  |
| Heizung         | PA-GS               | polyamide glass filled  |
| Wärmetauscher   | PS                  | polystyrene   |
| Wärmetauscher   | n.a.                | proprietary polyethylene substrate + proprietary crosslinked<br>polyether co-polymer                |
| Wärmetauscher   | HIPS                | high impact polystyrene   |
| Isolierschaum   | LDPE                | low density polyethylene  |
| Lüftergehäuse   | ABS                 | acrylonitrilbutadienstyrene   |
| Lüfter          | PA-GS               | polyamide glass filled  |
| Bypass          | ABS                 | acrylonitrilbutadienstyrene   |
| Motor           | n.a.                | lacquered metal   |
| Geräteabdeckung | ABS                 | acrylonitrilbutadienstyrene   |
| Geräteabdeckung | metal               | galvanized, lacquered metal   |



## Herausforderungen für die Neuentwicklung von Lüftungsgeräten:

Gerade Dämmmaterialien und deren Kleber können darüber hinaus unerwartete **Emissionen** aufweisen.

Daher lohnt es sich bereits in der Produktentwicklung **unbekannte Materialien** in einer verkürzten Emissionsprüfung (24 h, Beladung 0,4 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, LWR 0,5 h<sup>-1</sup>) zu **testen**.

Beispielhaft wurden drei verschiedene Materialien in der Emissionsprüfkammer getestet:

| Werte<br>in µg/m <sup>3</sup> | Dämmstoff<br>1 | Dämmstoff<br>2 | Dämmstoff<br>3 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Formaldehyd                   | 36             | < 2            | 2              |
| Weitere Stoffe mit CMR 1A/1B  | 2              | 129            | 5              |
| Summe VOC                     | 3.900          | 180            | 13             |

# Emissionsprüfung Lüftungssystem: Emissionen von äußeren Oberflächen in der 20 m<sup>3</sup>-Kammer

Prüfaufbau



Das Prüfmuster incl. Anbauteile vor und in der 20 m<sup>3</sup>-Prüfkammer.  
Die Systeminnenseite war verschlossen, da diese separat geprüft wurde.



## Ergebnisse:



|             | Ergebnisse nach 3 Tagen     | Ergebnisse nach 7 Tagen     | Kriterien Sentinel Haus Institut für Baustoff-Systeme |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| Summe VOC   | 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$                          |
| Formaldehyd | 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  | 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  | 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$                           |

Die Ergebnisse der Messungen liegen nach **3 Tagen deutlich unter den Kriterien** des Sentinel Haus Institut für Systeme von Bauprodukten.

Auffällige Einzelstoffe (z.B. CMR 1A/1B) wurden nicht gefunden

Die Emissionen nehmen zum Messpunkt nach 7 Tagen weiter ab.

# Emissionsprüfung Lüftungssystem: Qualität der verteilten Luft im Referenzraum

Prüfaufbau



Außenseite  
mit Anschlüssen  
in den Prüfraum



Innenseite  
des Prüfraums

## Ergebnisse:



|             | <b>Blindwert<br/>Prüfraum</b> | <b>Messwert Prüfraum<br/>nach Luftverteilung<br/>nach 3 h</b> | <b><i>Kriterien Sentinel<br/>Haus Institut<br/>für neue Wohnräume</i></b> |
|-------------|-------------------------------|---|---|
| Summe VOC   | 81 µg/m <sup>3</sup>          | 48 µg/m <sup>3</sup>  | 1.000 µg/m <sup>3</sup>   |
| Formaldehyd | 9 µg/m <sup>3</sup>           | 8 µg/m <sup>3</sup>   | 60 µg/m <sup>3</sup>  |

Die Ergebnisse zeigen bereits wenige Stunden nach Inbetriebnahme keinen negativen Einfluss auf die Qualität der Raumluft.

Es wurden keine relevanten Emissionen aus den Materialien festgestellt.

Die vorhandene Hintergrundbelastung wird verringert.



## Untersuchungen zum Abklingverhalten von fertighaustypischen Raumlufbelastungen im Prüfraum bei verschiedenen Luftwechselraten

Durch die kontrollierten Randbedingungen im Referenzraum sind **eindeutigere Aussagen** möglich als in der Baupraxis.

### **Erster Prüfdurchlauf mit erhöhtem Luftwechsel:**

1.) Auswahl und Zusammenstellung von fertighaustypischen Baumaterialien (Holzwerkstoffe, Farben, Lacke, Bodenbeläge, verschiedene Dämmstoffe) für die Einstellung der Raumlufbelastung.

2.) Beladung des Prüfraums mit verschiedenen Baumaterialien, um die Raumbelastung zu erzeugen (kein Einbau).

Die Höhe der Ausgangskonzentration wurde als „worst case“ im oberen Bereich der in der Bauphase vorkommenden Werte gewählt.

## Untersuchungen zum Abklingverhalten von fertighaustypischen Raumluftbelastungen im Prüfraum bei verschiedenen Luftwechselraten

### **Erster Prüfdurchlauf mit erhöhtem Luftwechsel:**

- 3.) Blindwert 1 Tag nach Beladung dann
- 4.) Einstellen Luftwechsel 1,3/h (entspricht 40 m<sup>3</sup>/h), Probenahme nach 1, 3, 7 und 14 Tagen, dann
- 5.) Abstellen der Lüftung und Messungen nach 3 Tagen

### **Zweiter Prüfdurchlauf mit normalem Luftwechsel:**

- 6.) Baumaterialien im Prüfraum durch neue austauschen (gleiche Zusammenstellung),
- 7.) bis 9.)            Siehe 3.) bis 5.)

## Prüfaufbau:



Anschluss Lüftungssystem an  
Referenzraum



Beladung des Referenzraums mit  
verschiedenen Baumaterialien

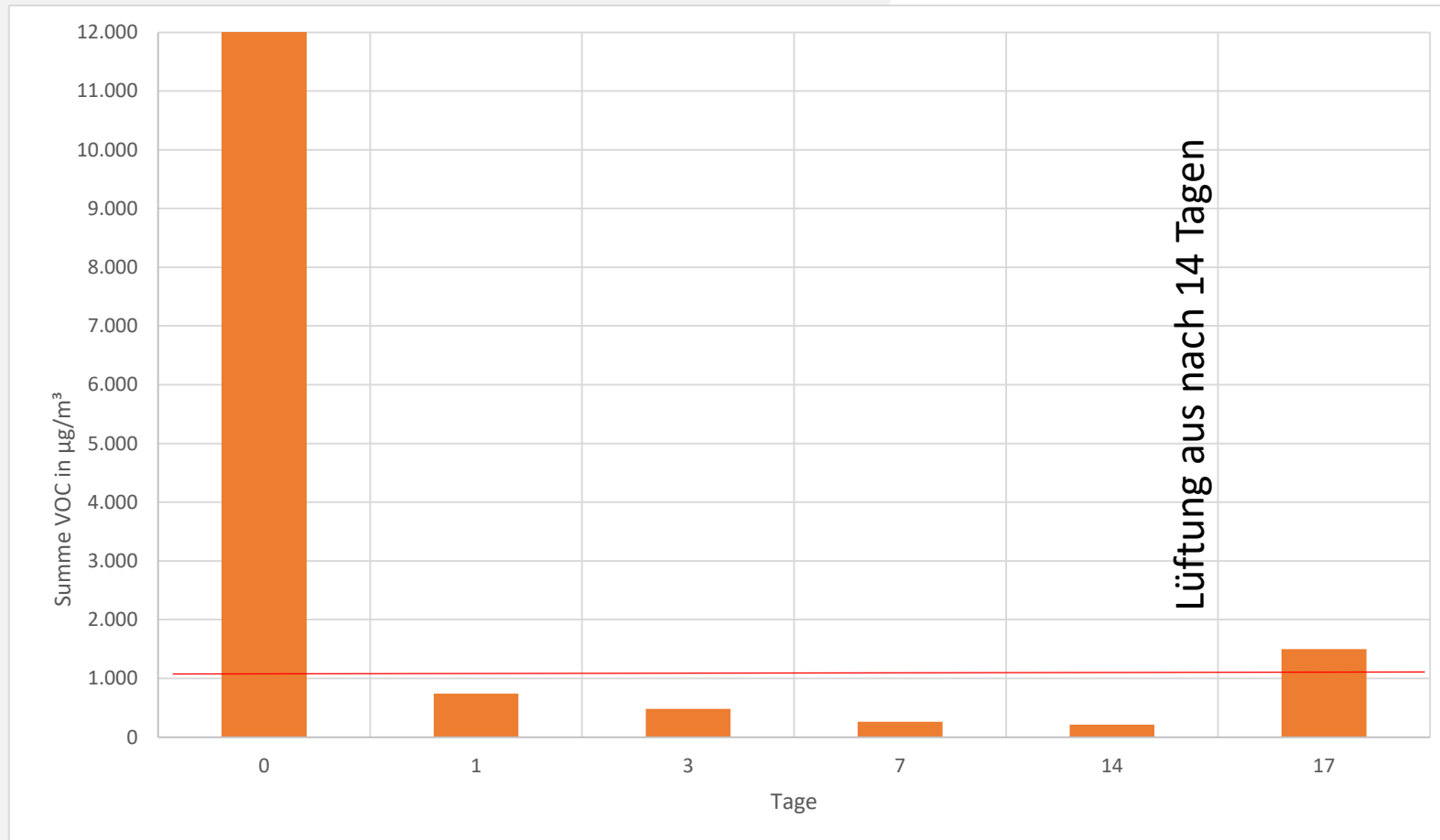
# VOC-Messwerte im Prüfraum

Prüfung mit hohem Luftwechsel ( $1,3 \text{ h}^{-1}$ )

| Messwerte<br>in $\mu\text{g}/\text{m}^3$         | Sentinel-<br>Kriterien         | Ausgangsbelastung<br>nach Einbringen der<br>Materialien | Abklingen der Messwerte mit Lüftungssystem<br>Luftwechsel $1,3 \text{ h}^{-1}$ |                 |                 |                  | Wiederanstieg<br>ohne Lüftung |
|--|--------------------------------|---|--|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
|  |                                |   | Nach<br>1 Tag  | Nach<br>3 Tagen | Nach<br>7 Tagen | nach<br>14 Tagen | nach<br>3 Tagen (insg. 17d)   |
| Summe VOC  | $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | 12.000  | 740  | 480             | 260             | 210              | 1.500                         |
| Formaldehyd                                      | $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$    | 22  | 12   | 11              | 8               | 8                | 16                            |
| Acetaldehyd                                      | $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$    | 94  | 12   | 11              | 8               | 7                | 52                            |
| Styrol   | $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$    | 57  | 8  | 7               | 4               | n.n.             | 30                            |
| Summe Aldehyde<br>( $\text{C}_4\text{-C}_{11}$ ) | $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$   | 450   | 65   | 45              | 38              | 28               | 270                           |
| Summe Terpene<br>(bicyclisch)                    | $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$   | 920   | 39   | 29              | 24              | 21               | 180                           |
| Kohlenwasserstoff-<br>Gemisch                    | ---                            | 8.700   | 490  | 300             | 150             | 130              | 800                           |

# VOC-Messwerte im Prüfraum

Prüfung mit hohem Luftwechsel ( $1,3 \text{ h}^{-1}$ )





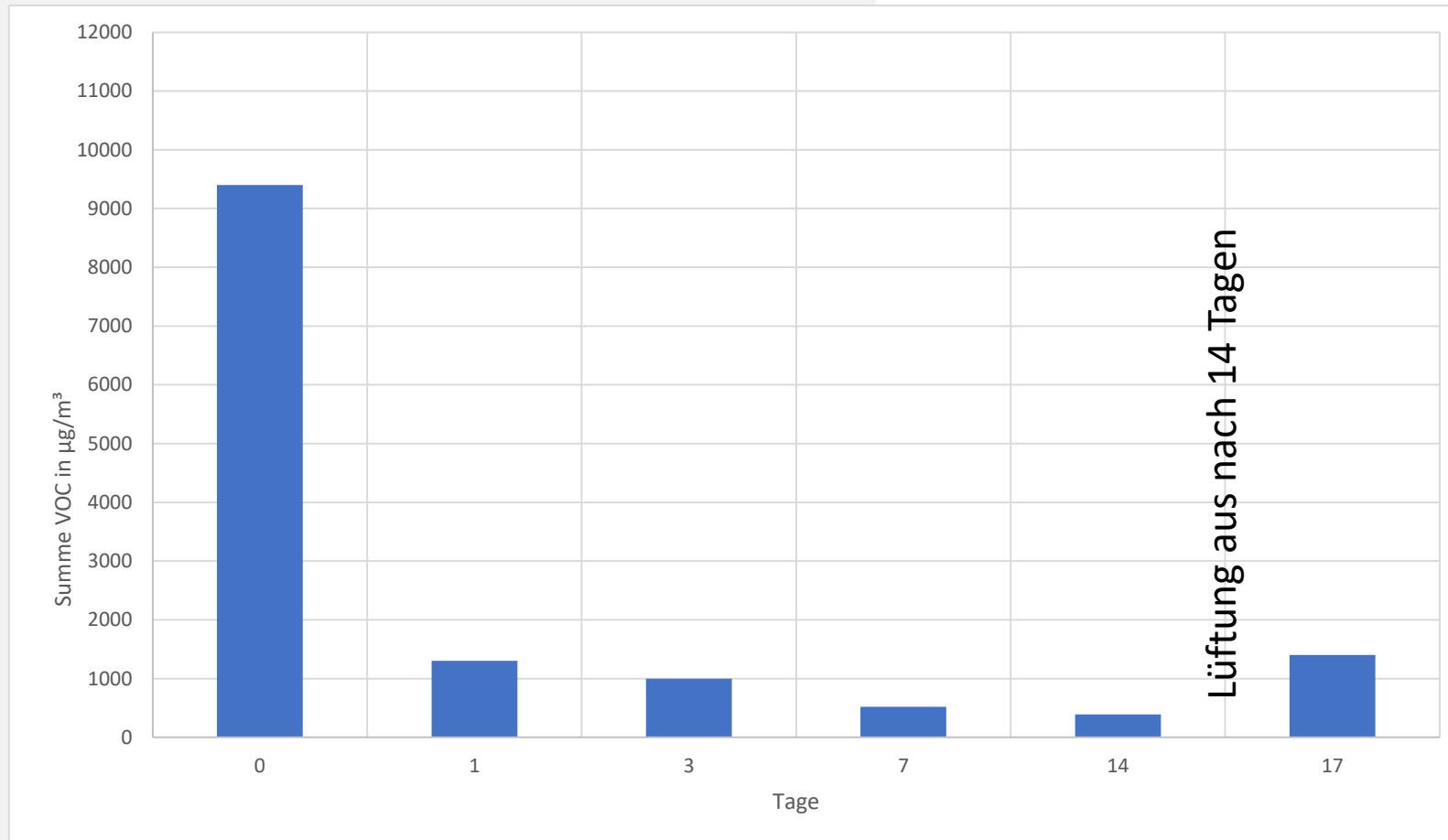
# VOC-Messwerte im Prüfraum

## Prüfung mit Standard-Luftwechsel (0,5 h<sup>-1</sup>)

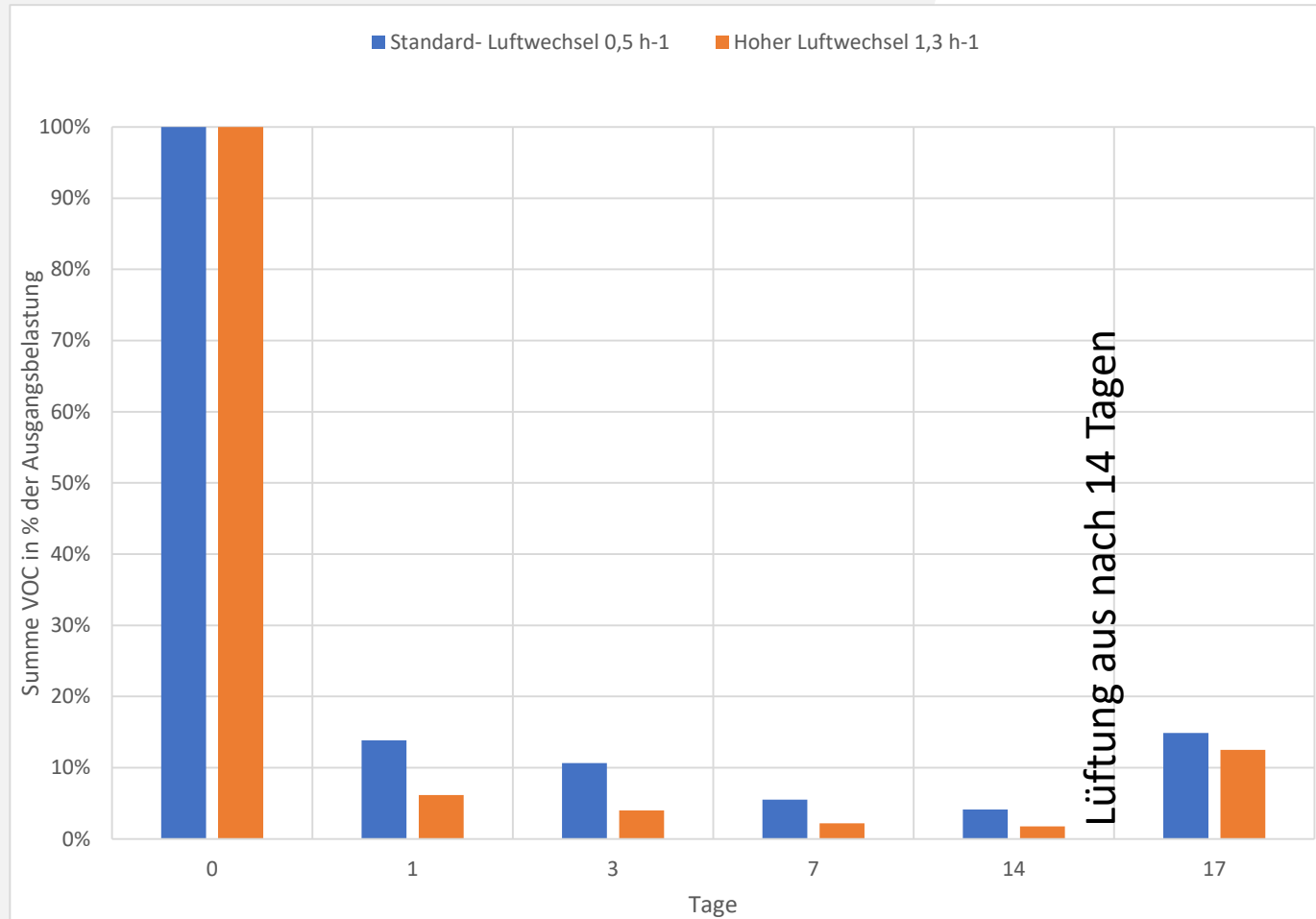
| Messwerte<br>in µg/m <sup>3</sup>                    | Sentinel-<br>Kriterien  | Ausgangsbelastung<br>nach Einbringen der<br>Materialien | Abklingen der Messwerte mit Lüftungssystem<br>Luftwechsel 0,5 h <sup>-1</sup> |                 |                 |                  | Wiederanstieg<br>ohne Lüftung |
|--|-------------------------|---|---|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
|  |                         |   | Nach<br>1 Tag   | Nach<br>3 Tagen | Nach<br>7 Tagen | nach<br>14 Tagen | nach<br>3 Tagen (insg. 17d)   |
| Summe VOC  | 1.000 µg/m <sup>3</sup> | 9.400   | 1.300   | 1.000           | 520             | 390              | 1.400                         |
| Formaldehyd  | 60 µg/m <sup>3</sup>    | 18  | 11  | 14              | 13              | 11               | 15                            |
| Acetaldehyd  | 60 µg/m <sup>3</sup>    | 160   | 25  | 25              | 17              | 14               | 53                            |
| Styrol   | 30 µg/m <sup>3</sup>    | 77  | 19  | 15              | 11              | 8                | 37                            |
| Summe Aldehyde<br>(C <sub>4</sub> -C <sub>11</sub> ) | 100 µg/m <sup>3</sup>   | 880   | 170   | 120             | 80              | 75               | 320                           |
| Summe Terpene<br>(bicyclisch)                        | 200 µg/m <sup>3</sup>   | 470   | 83  | 67              | 51              | 33               | 170                           |
| Kohlenwasserstoff-<br>Gemisch                        | ---                     | 6.300   | 800   | 600             | 250             | 180              | 400                           |

# VOC-Messwerte im Prüfraum

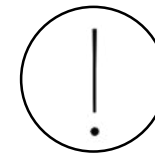
Prüfung mit Standard-Luftwechsel ( $0,5 \text{ h}^{-1}$ )



# Prozentualer Abbau der Luftbelastung bei verschiedenen Lüftungsraten



# Untersuchte Fragestellungen



|     | Fragestellung   | Ergebnis der Untersuchung  |
|-----|---|--|
| 1.) | Kann der Einsatz von Lüftungssystemen auch eine deutlich erhöhte Raumlufbelastung von neu errichteten Häusern in kurzer Zeit reduzieren?  | Die Schadstoffbelastung konnte bei beiden Versuchsreihen innerhalb einer Woche auf unter 10% des Ausgangswertes reduziert werden   |
| 2.) | Lässt sich durch die Verwendung von Lüftungssystemen zum Ende der Bauphase die Zeitdauer bis zum Erreichen einer unbedenklichen Raumlufsituation verkürzen?                             | Eine raumlufthygienisch noch unbedenkliche Situation wurde beim Standard-Luftwechsel bereits innerhalb von 3 Tagen erreicht.   |
| 3.) | Wird durch den frühzeitigen Einsatz der verstärkten Lüftungsstufe („Intensivlüftung“) die Belastung schneller verringert?   | <p>Durch die Intensivlüftung wurde der Zeitraum bis zum Erreichen der unbedenklichen Raumlufsituation bis auf einen Tag reduziert.</p> <p>Die Höhe der Belastung liegt mit der Intensivlüftung nach 7 Tagen um etwa die Hälfte niedriger als mit der Standardlüftung</p> |
| 4.) | Zusammen mit der Wahl von emissionsarmen („gesunden“) Baumaterialien seitens der Haushersteller wird durch das Lüftungssystem eine langfristig unbedenkliche Raumlufqualität ermöglicht | Durch den Abtransport von Schadstoffen mit Hilfe des Luftwechsels sind die im Raum verbliebenen Schadstoffmengen auch nach dem Ausschalten der Lüftung erheblich niedriger als vor Inbetriebnahme  |

## Ausblick für weitere Untersuchungen:

Untersuchung des Abklingverhaltens der VOC-Belastung der Raumluft in der Baupraxis.

- Messungen in der Endphase der Erstellung von Fertighäusern mit kontrollierter Lüftung
- Messzeitpunkte z.B. 8, 4 und 2 Tage vor der Übergabe und am Tag der Übergabe (Tag 0)





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



Helmut Köttner  
Sentinel Haus Institut

+49 (0) 761 590 481 77  
+49 (0) 151 121 550 35  
[koettner@sentinel-haus.eu](mailto:koettner@sentinel-haus.eu)

