

WOOD2NEW

Konkurrenzfähige Materialien aus Holz für den Innenbereich



Wood2New

Konkurrenzfähige Materialien aus Holz für den Innenbereich und Systeme für moderne Holzkonstruktionen

Endbericht AP3 - Innenraum

Projektnr.: 101005

HFA-Nr.: F 471

Gefördert durch das BMLFUW und CEI Bois

Autor/en/in/nen

DI (FH) C. Fühapper

Projektmitarbeiter/innen

DI (FH) C. Fühapper

Mag E. Habla

DI D. Stratev

Dr. M. Weigl

Dr. K. Dobianer – Technisches Büro für Chemie

Univ.-Prof. Mag. Dr. T. Waldhör

OA Assoz. Prof. PD DI Dr. med H.P. Hutter

Wien, April 2017

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
2	Material und Methoden	2
2.1	Untersuchungsobjekte	2
2.2	Probenahmen	3
2.3	Innenraumparameter	3
2.4	Medizinische Daten	4
2.5	Datenauswertung.....	4
3	Ergebnisse	6
3.1	Innenraumlufqualität - Emissionsverlauf	6
3.1.1	Vergleich Lüftungssysteme	8
3.2	Innenraumluf – Toxikologische Bewertung.....	10
3.3	Innenraumluf – weitere Parameter.....	10
3.4	Umweltmedizinische Evaluierung	11
4	Zusammenfassung	12
5	Literatur	14

1 Einleitung

Im Rahmen des internationalen Forschungsprojektes Wood2New, das durch Mittel aus WoodWisdom-Net + und „Building with Wood“ finanziert wurde, kooperierten neun Partner aus verschiedenen europäischen Staaten (A, B, FIN, GB, N, S). Es sollten

- Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz von Holz im Innenbereich aufgezeigt,
- potentielle Einflüsse von Holz auf das menschliche Wohlbefinden erfasst und verbessert, sowie
- Materialien, Designs und Systeme für Neubau und Renovierung im Wohn-, Gesundheits-, Bildungs- und Arbeitsbereich entwickelt werden.

Die Holzforschung Austria beschäftigte sich in diesem Projekt mit dem Thema Wohngesundheit. Bauprodukte unterliegen immer strengeren Anforderungen. Ein wesentliches Kriterium ist die Freisetzung gefährlicher Substanzen aus Baumaterialien. In einigen europäischen Staaten ist diesbezüglich die Einhaltung verschiedenster Bewertungsschemata und Grenzwerte verpflichtend. Die Bewertung erfolgt meist über einen Summenwert der Emissionen (TVOC) und es wird wenig bis gar nicht auf die Toxikologie der freigesetzten Substanzen eingegangen.

Aufgrund seiner materialbedingten Emissionen ist Holz gegenüber Baustoffen mineralischer Natur oftmals benachteiligt. Bei den von Holz freigesetzten flüchtigen Stoffen handelt es sich jedoch in der Regel um unbedenkliche Verbindungen, die für den typischen Holzgeruch verantwortlich sind, und die meist als angenehm empfunden werden. Zudem klingen die Emissionen nach Abschluss der Bauphase rasch ab. Die Detailziele für den Projektteil Wohngesundheit wurden daher wie folgt festgelegt:

- **Erfassung möglicher Einflüsse von Holz und Holzbauten auf das menschliche Wohlbefinden**
- **Stärkung der Position von Holz als Bauprodukt**
- **Erfassung des Abklingverhaltens der Emissionen nach der Bauphase**

Hierfür untersuchte die Holzforschung Austria neu errichtete Fertigteilhäuser in Holzrahmenbau- und Holzmassivbauweise über einen Zeitraum von sechs bis zwölf Monaten in Hinblick auf Emissionen und andere gesundheitsbezogene Innenraumluftparameter. Dies inkludierte die Messung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und Formaldehyd, Mikroorganismen (z.B. Schimmelsporen) und Feinstaub sowie die kontinuierliche Aufzeichnung von Klimadaten. Begleitend wurde mittels medizinischer Untersuchungen und standardisierter Fragebögen der Gesundheits- und Befindlichkeitsstatus der BewohnerInnen erfasst und dokumentiert.

Es ist anzumerken, dass die Studie als deskriptiv zu verstehen ist, da eine Stichprobengröße von gesamt 13 untersuchten Häusern relativ gering ist. Dennoch bilden die Ergebnisse realistische Trends ab und stellen eine wertvolle Basis für zukünftige Forschungsvorhaben dar.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsobjekte

Die Testhäuser wurden je nach Verfügbarkeit und geographischer Nähe zur Holzforschung Austria ausgewählt. In Summe wurden 13 Objekte untersucht, wobei sechs davon in Massivholzbauweise und sechs in Holzrahmenbauweise ausgeführt waren. Ein Objekt bestand aus mineralischen Baustoffen und diente als Referenz. Neun der untersuchten Häuser waren mit kontrollierter Wohnraumlüftung ausgestattet, in vier Häusern wurde ausschließlich mittels Fensterlüftung belüftet. Elf Objekte waren im Schlafzimmer mit Holzfußböden ausgestattet, acht davon wiesen eine geölte Oberfläche auf, ein Boden war lackiert und einer gänzlich unbehandelt.

Vier der Holzrahmenbauten waren an den Innenwänden teilweise mit Lehmputz versehen, in zwei Objekten war im Innenbereich Sichtholz an Decke und/oder Wand vorhanden.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Bedingungen in den untersuchten Häusern.

Tabelle 1: Überblick Untersuchungsobjekte

Objekt Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Gesamt
Massivholz	X	X		X		X			X				X	6
Holzrahmenbau			X		X		X			X	X	X		6
Beton								X						1
kontrollierte Wohnraumlüftung	X	X	X	X			X		X	X		X	X	9
Lehmputz			X		X					X		X		4
Sichtholz Wand / Decke				X									X	2
Holzfußboden	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	11
Holzfußboden geölte Oberfläche	X		X	X		X	X		X	X		X	X	9
Holzfußboden lackiert								X						1
Holzfußboden unbehandelt					X									1

2.2 Probenahmen

Alle Probenahmen fanden im Schlafzimmer statt, da dies in der Regel der Raum mit der längsten Aufenthaltsdauer ist. Die erste Probenahme wurde, wenn möglich noch auf der Baustelle durchgeführt, wobei dem Status „Baustelle“ unterschiedliche Bedingungen unterlagen, die im Detail aufgezeichnet wurden. In jedem Fall wurde die Baustellenmessung vor der Möblierung des Schlafrumes durchgeführt. Die erste Probenahme diente somit zur Erfassung des durch die eingesetzten Baumaterialien und/oder Boden bedingten Zustandes. Die zweite Probenahme fand unmittelbar, d.h. innerhalb der ersten Wochen, nach Bezug des Hauses statt, danach wurden weitere 5 Probenahmen in etwa monatlichen Abständen durchgeführt.

In Gebäuden mit Fensterlüftung wurden die Probanden dazu angewiesen, etwa 8 h vor der Probenahme für 15 min kräftig zu lüften und die Fenster und Türen dann bis zur Probenahme verschlossen zu halten (worst-case Zustand nach einer Nacht bei verschlossenem Fenster). In Häusern mit kontrollierter Wohnraumlüftung wurden die Einstellungen des Lüftungssystems vor und während der Probenahme beibehalten, die Schlafzimmertüre wurde jedoch verschlossen.

2.3 Innenraumparameter

Flüchtige organische Substanzen (VOC) wurden gemäß ISO 16000 – 6 durch aktive Probenahme an einem Adsorbensmaterial (TENAX TA ®) und anschließende Analyse mittels GC/MS, (Gaschromatographie/Massenspektrometrie) gekoppelt mit einer Thermodesorptionseinheit, durchgeführt. Formaldehyd, sowie niedrigkettige Aldehyde wurden nach ISO 16000-3 durch Probenahme an DNPH (2,4-Dinitrophenylhydrazin) und darauffolgende HPLC-Analyse (Hochdruckflüssigkeitschromatographie) bestimmt.

Zur Untersuchung der Luft hinsichtlich Schimmelsporen wurden innen und außen definierte Luftproben über die Nährmedien DG18 (Dichloran-Glycerol) bzw. MEA (Malzextraktagar) geleitet. Nach entsprechender Inkubationszeit wurden die Kolonie-bildenden Einheiten (KBE) ausgezählt. Wenn sich Außen- und Innenwerte qualitativ stark voneinander unterscheiden, so ist mit Schimmel-Quellen im Innenraum zu rechnen.

Feinstaub wurde innen und außen mit einem Staubsammelmeßgerät gemessen und je nach Korngröße in verschiedene Fraktionen zusammengefasst.

Mittels Datenloggern wurden innen und außen über den gesamten Untersuchungszeitraum stündlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufgezeichnet.

2.4 Medizinische Daten

Je Haushalt wurde eine Testperson festgelegt. Die Probanden wurden dazu angehalten, einmal wöchentlich ihren Blutdruck und Puls zu dokumentieren. Hierzu wurden einheitliche Blutdruckmessgeräte mit integriertem Pulsmesser zur Verfügung gestellt. An jedem Probenahmetermin wurde die Lungenfunktion sowie die Lidschlussfrequenz der Testpersonen gemessen. Die Lungenfunktionsmessung erfolgte mittels Spirometer (Geratherm Spirostik™). Zur Ermittlung der Lidschlussfrequenz wurden die Probanden bei einer einheitlichen Tätigkeit gefilmt, die Anzahl der Lidschlüsse pro Minute wurde durch Auszählen ermittelt. Im Rahmen der Probenahme-Besuche erhielten die Probanden Gesundheits-Fragebögen, die sich auf medizinische Themen sowie auf Schlaf- und Lebensqualität fokussierten. Es handelte sich dabei immer um den gleichen Fragebogen, eine etwaige Änderung der Selbsteinschätzung der Probanden über die Zeit wurde abschließend bewertet.

2.5 Datenauswertung

Zur Bewertung der gemessenen VOC- und Formaldehyd-Konzentrationen wurden die Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft bzw. die Richtlinien der Weltgesundheitsorganisation (BMLFUW, 2005 und WHO, 2000 siehe Tabelle 2 und Tabelle 3) herangezogen. Unabhängig davon wurde eine toxikologische Bewertung der Daten vorgenommen. Die Auswertung der medizinischen Daten und Fragebögen erfolgte durch externe Experten im Bereich der Umweltmedizin.

Tabelle 2: Beurteilung der gemessenen VOC-Konzentrationen gemäß der Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft (BMLFUW, 2005)

Konzentrationsbereich (mg/m ³)	Beurteilung	Bemerkung AK Innenraumluft (Ö)	Bemerkung des Ausschuss für Innenraumrichtwerte (D)
< 0,25	niedrig	im langzeitigen Mittel bei Verwendung geeigneter Materialien erreichbar	
0,25 - 0,5	durchschnittlich		
0,5 - 1	geringfügig erhöht	vermutlich VOC-Quellen im Raum vorhanden, unmittelbar nach Bauarbeiten mit lösemittelfreien Materialien zu erwarten	
1 - 3	deutlich erhöht	VOC-Quellen vorhanden	tolerierbar bis zu 12 Monate
> 3	stark erhöht	unmittelbar nach Bauarbeiten mit lösungsmittelhaltigen Materialien zu erwarten	3 – 10 mg/m ³ tolerierbar bis zu 1 Monat

Tabelle 3: Beurteilung der gemessenen Formaldehydkonzentrationen gemäß WHO-Air Quality Guidelines for Europe (2000)

Stoffname	Beurteilungszeitraum	Empfehlung
Formaldehyd	24h Mittelwert	0,06 mg/m ³ ¹
	½ Stunden Mittelwert	0,10 mg/m ²

¹ ...mit entsprechend vorgegebenen Lüftungsphasen

3 Ergebnisse

3.1 Innenraumlufthqualität – Emissionsverlauf

Die höchsten Emissionen wurden erwartungsgemäß auf der Baustelle bzw. unmittelbar nach Bezug der untersuchten Objekte gemessen und zwar unabhängig von Konstruktionstyp oder Art der Belüftung. Das Maximum des gesamten Emissionsverlaufs wurde zumeist rund um den Bezugstermin gemessen, was den signifikant hohen Einfluss von neu verlegtem Boden und Möblierung widerspiegelt.

Nach einem Zeitraum von sechs bis acht Monaten waren die Emissionen im Großteil der Häuser auf ein leicht erhöhtes, durchschnittliches oder sogar niedriges Level gesunken. Die Mittelwerte der gemessenen Emissionsverläufe, abgebildet als TVOC² und unterteilt nach der Bauart der Objekte, sind in Abbildung 1 dargestellt.

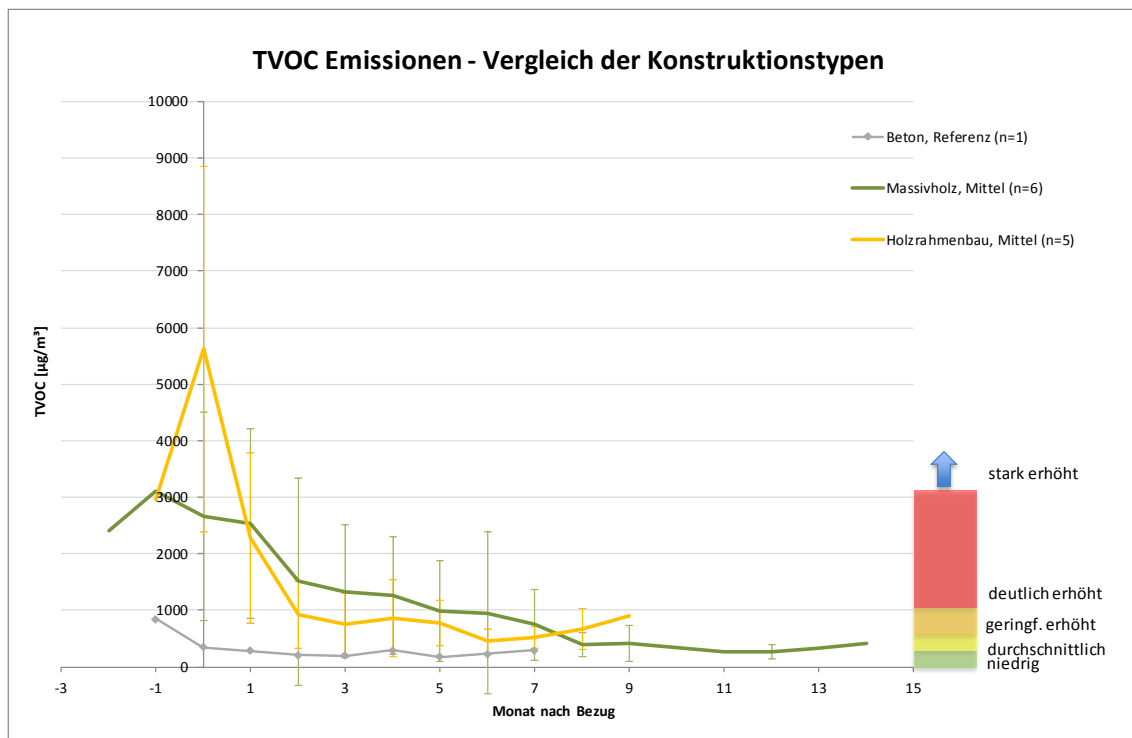


Abbildung 1: TVOC-Emissionen, Vergleich der Bauart, Mittelwerte aus sechs Massivholzhäusern und fünf Holzrahmenbau-Objekten, Einzelwert des Beton-Objekts. Die Fehlerindikatoren stellen die Standardabweichung der unter den Mittelwerten liegenden Einzelwerte dar

² TVOC, Summe der detektierten VOC im Retentionsbereich C₆ bis C₁₆

Ein Objekt wurde aus der Mittelwerts-Darstellung herausgenommen, da die dort gemessenen TVOC-Konzentrationen stark von den in den übrigen Häusern festgestellten Werten abwichen.

Während zwischen den Konstruktionstypen Massivholzbau und Holzrahmenbau kein signifikanter Unterschied in Bezug auf den TVOC zu erkennen war (t-Test, $p=0,225$), wiesen die Holzbautypen insbesondere zu Beginn des Untersuchungszeitraumes deutlich höhere TVOC-Emissionen auf, als das Referenzobjekt aus Beton. Diese erhöhten VOC-Konzentrationen liegen in einem Bereich, der typischerweise nach Um- und Neubauarbeiten zu erwarten ist, und sind aus Sicht des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (D) für die Bewohner kurzzeitig – d.h. je nach Konzentration bis zu einem Jahr – tolerierbar (Ad-hoc Arbeitsgruppe der IRKA/GLMB, 2007). Die Konzentrationen sinken stetig, sodass nach ca. 6 Monaten im Durchschnitt in allen Objekten ein als „geringfügig erhöht“ bis „durchschnittlich“ einzustufendes Niveau erreicht war (vergleichbar mit dem Betonobjekt).

Zu beachten ist, dass bei der Bauart „Beton“ nur eine einzelne Stichprobe untersucht wurde, aus statistischer Sicht kann diese daher nicht zu Vergleichszwecken herangezogen werden, sondern ist als exemplarisch zu verstehen.

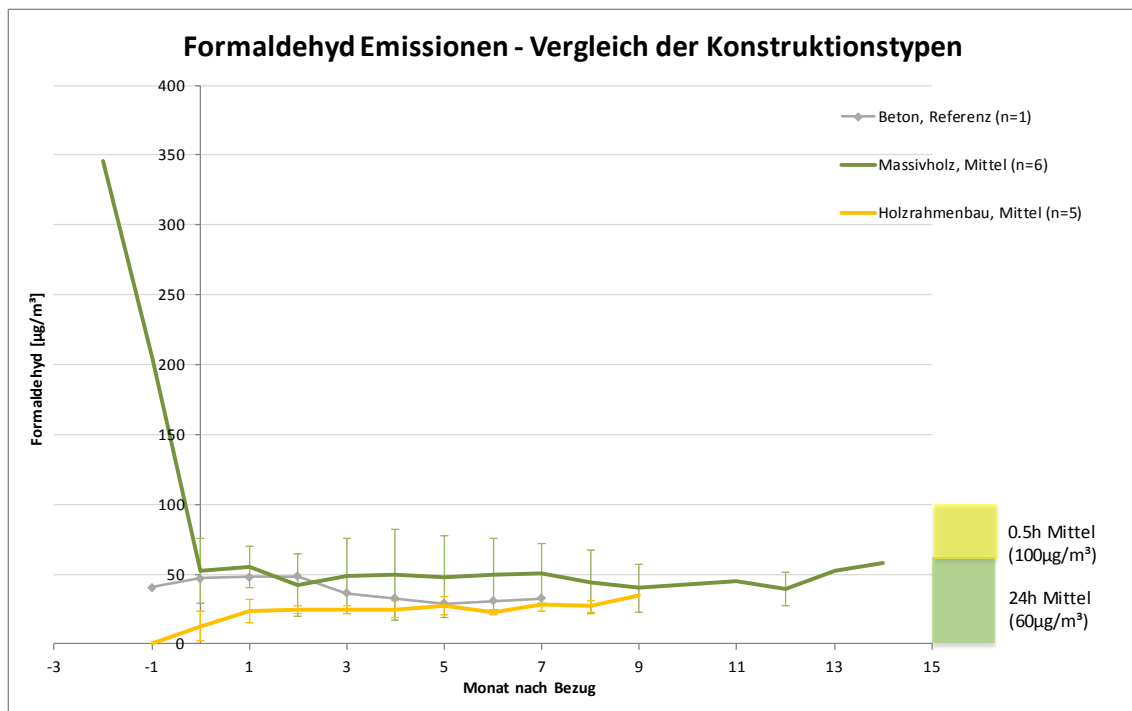


Abbildung 2: Formaldehyd Emissionen, Vergleich der Bauart, Mittelwert aus sechs Massivholzhäusern und fünf Holzrahmenbau-Objekten, Einzelwert des Betonobjekts, Die Fehlerindikatoren stellen die Standardabweichung der unter den Mittelwerten liegenden Einzelwerte dar

Abbildung 2 zeigt die durchschnittliche Entwicklung der Formaldehyd-Emissionen in den untersuchten Häusern. Ein Objekt wurde nicht in die Darstellung inkludiert, da die dort gemessenen Konzentrationen

sehr stark von den in den übrigen Häusern gemessenen Werten abweichen. Die in den dargestellten Holzbauhäusern gemessenen Konzentrationen liegen mit Ausnahme einer einzelnen Baustellenmessung von Anfang an im Bereich der im Beton-Objekt detektierten Werte. Die festgestellten Formaldehyd-Konzentrationen bewegen sich zu jedem Zeitpunkt auf einem unauffälligen und unbedenklichen Level. Unabhängig davon ist ein signifikanter Unterschied zwischen den Bauarten Massivholz und Holzrahmenbau erkennbar (t-Test, $p=0,022$), wobei in den Massivholzbauten durchschnittlich höhere, jedoch weiterhin unbedenkliche, Formaldehydemissionen gemessen wurden.

3.1.1 Vergleich Lüftungssysteme

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen wurde der Emissionsverlauf von Objekten mit kontrollierter Wohnraumlüftung dem Verlauf in fensterbelüfteten Häusern gegenübergestellt. Bei den kontrolliert belüfteten Häusern kamen Lüftungssysteme mit verschiedensten Sensoren und unterschiedlichen Zielwerten zur Anwendung. Diese Unterschiede fanden in der Auswertung jedoch keine Berücksichtigung, sowie auch nicht auf das unterschiedliche Lüftungsverhalten bei Fensterlüftung eingegangen wurde (zu geringe Stichprobengröße).

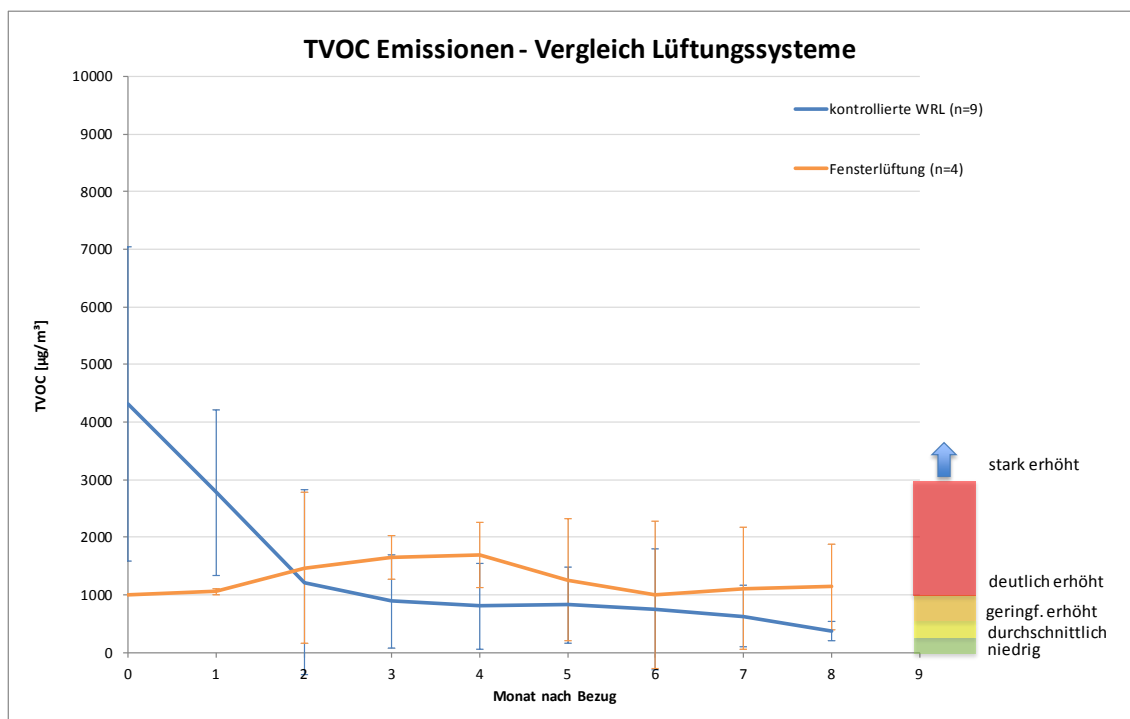


Abbildung 3: Verlauf der TVOC-Emissionen, Gegenüberstellung kontrollierte Wohnraumlüftung und Fensterlüftung

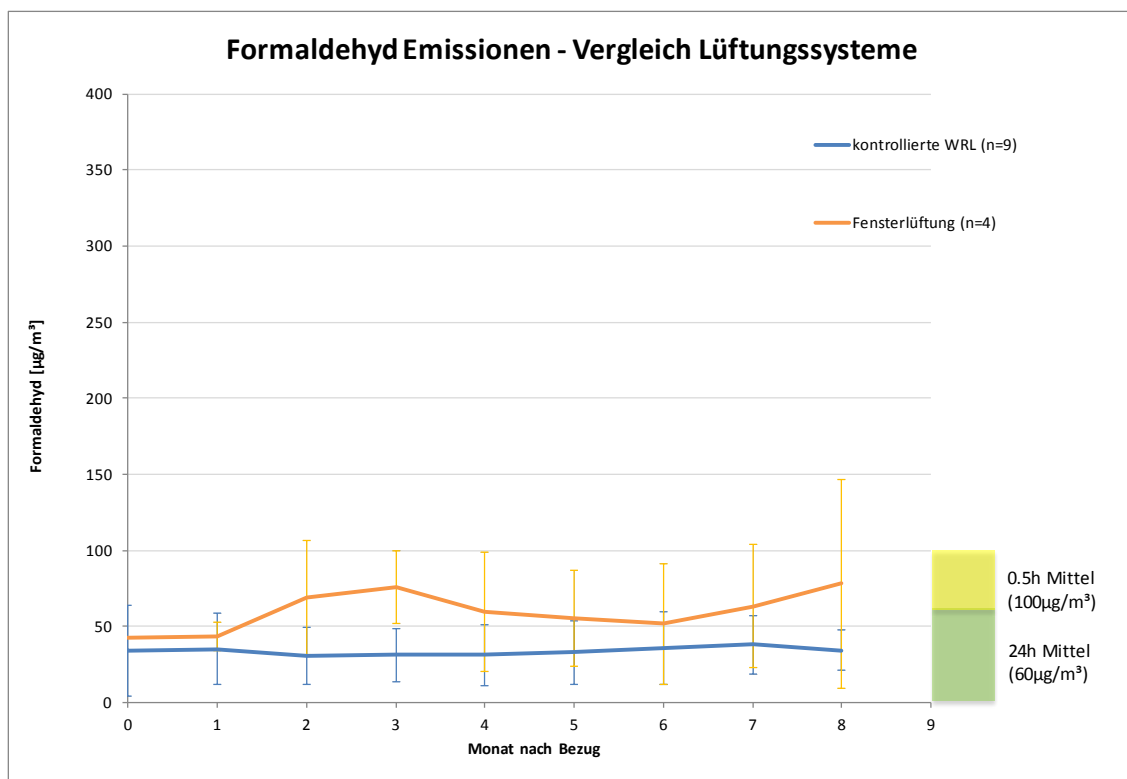


Abbildung 4: Verlauf der Formaldehydemissionen, Gegenüberstellung kontrollierte Wohnraumlüftung und Fensterlüftung

Die Inbetriebnahme sowie eine etwaige Anpassung der Lüftungssysteme erfolgte in den ersten zwei Monaten nach Bezug der Häuser, d.h. die Emissionsmessungen sind erst danach als aussagekräftig einzustufen. Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen deutlich, dass in den Objekten mit kontrollierter Wohnraumlüftung niedrigere Emissionen gemessen wurden, als in den manuell belüfteten Häusern. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass die Probanden in Letzteren dazu angewiesen worden waren, die Fenster und Türen unmittelbar vor der VOC-Probenahme nach einmaligem kräftigen Lüften für einen Zeitraum von 8h verschlossen zu halten. Damit sollte als worst case der Zustand im Schlafräum nach einer Nacht bei verschlossenem Fenster nachgestellt werden. In den mechanisch belüfteten Häusern wurde die jeweilige Einstellung der Lüftungsanlage vor und während der Probenahme beibehalten.

Die Ergebnisse decken sich gut mit verfügbarer wissenschaftlicher Literatur (z.B. Wallner et al., 2015).

3.2 Innenraumluf – Toxikologische Bewertung

Aus toxikologischer Sicht ist allein die Höhe der festgestellten Emissionen nicht aussagekräftig, daher wurde eine Einzelstoffbetrachtung der detektierten Substanzen vorgenommen. Diese bildet die Basis für die Beurteilung der Raumlufqualität.

Die toxikologische Bewertung wurde auf Basis des von Dr. Karl Dobianer entwickelten TIAC (tolerable indoor air concentration) - Systems durchgeführt. Die TIAC ist gleichbedeutend mit jener Luftkonzentration eines flüchtigen Stoffes im Innenraum, die aufgrund toxikologischer Überlegungen lebenslang ohne nennenswerte Beeinträchtigung des Wohlbefindens und der Gesundheit vertragen werden kann, wobei auch besonders empfindliche Menschen (Kinder, ältere Leute etc.) berücksichtigt werden. Zur Beurteilung von Stoffgemischen, wie sie im Innenraum vorkommen, werden die in der Raumluf detektierten Konzentrationen der Einzelstoffe durch die jeweilige TIAC dividiert. Daraus ergibt sich der sogenannte Hazard Index (HI).

Ein $HI < 1$ kann als „toxikologisch sicher“, angesehen werden, d.h. es ist kein Risiko zu erwarten. Eine Überschreitung des Wertes 1 bedeutet jedoch nicht notwendigerweise ein reales Risiko, da das System mit entsprechenden Sicherheitsfaktoren hinterlegt ist. Es zeigt jedoch, dass auffällige Konzentrationen vorhanden sind. Mit zunehmendem HI steigt das Risiko kontinuierlich an, bis es schließlich signifikant wird. Die Erfahrung zeigt, dass Werte ab 4 jedenfalls eine Reaktion erfordern.

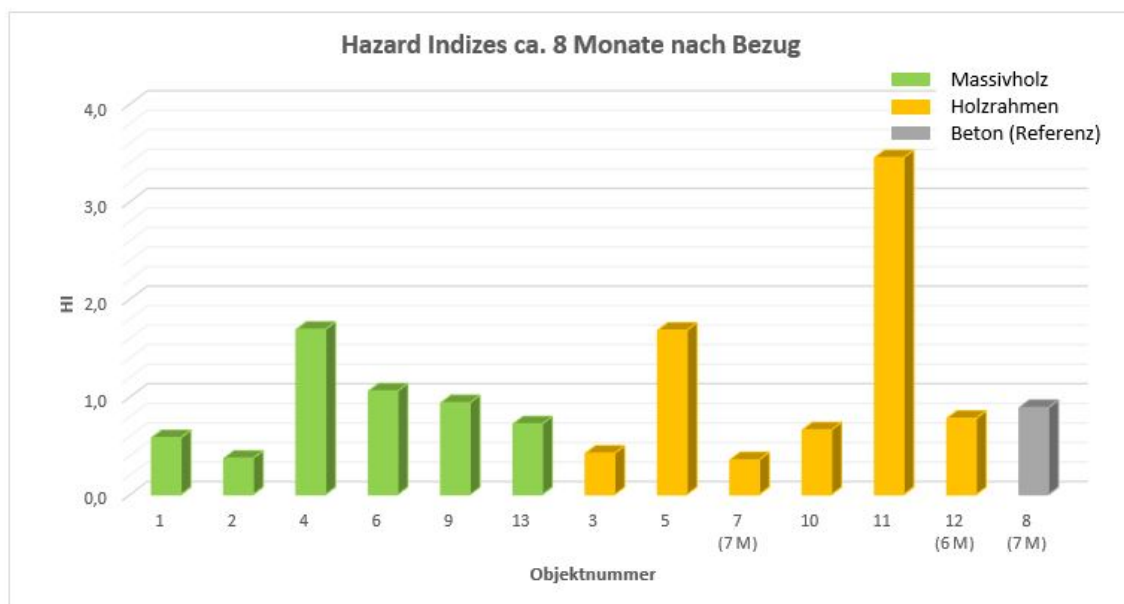


Abbildung 5: Vergleich der Hazard Indizes in den untersuchten Objekten rund 8 Monate nach Bezug (Ausnahmen: in den Objekten 7 und 8 wurden die Messungen bereits nach 7 Monaten, im Objekt 12 nach 6 Monaten beendet)

Im Großteil der untersuchten Objekte ergab sich über den gesamten Messzeitraum ein unauffälliges toxikologisches Bild. Abbildung 5 zeigt als Beispiel einen Vergleich der für die untersuchten Objekte ermittelten Hazard-Indizes ungefähr 8 Monate nach Bezug der Gebäude. Ausnahmen hierzu bilden die Objekte 7, 8 und 12 bei welchen die letzten Probenahmen bereits nach 6 bzw. 7 Monaten durchgeführt wurden und daher die Werte dieser Messungen dargestellt werden. Alle ermittelten Hazard-Indizes lagen zu diesem Zeitpunkt unter einem Wert von 4, ab welchem Maßnahmen zur Verbesserung der Innenraumluftqualität getätigt werden müssten.

Anfänglich erhöhte TVOC-Konzentrationen $> 1 \text{ mg/m}^3$ sind nach Neu- und Umbaumaßnahmen unter Verwendung entsprechender Baumaterialien durchaus zu erwarten, und sind aus Sicht des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (D) für die Bewohner kurzzeitig – d.h. je nach Konzentration bis zu einem Jahr – tolerierbar (Ad-hoc Arbeitsgruppe der IRKA/GLMB, 2007). Nach ca. sechs Monaten war in den meisten Häusern ein niedriges, durchschnittliches oder geringfügig erhöhtes Emissions-Niveau erreicht.

Sieben der untersuchten Objekte wiesen über den gesamten Zeitraum gesehen eine gute bis sehr gute Innenraumluftqualität auf, in vier Häusern wurde die Luftqualität als zufriedenstellend eingestuft. In zwei Fällen wurden toxikologische Auffälligkeiten festgestellt, die mit großer Wahrscheinlichkeit entweder auf spezielle Baumaterialien oder auf das Nutzer-Verhalten (Rauchen, Verwendung von Raumdüften) zurückzuführen waren. Dies führte zu minderer Luftqualität, der mit erhöhter Lüftung begegnet werden sollte. Zusätzlich wird empfohlen, die (temporären) VOC-Quellen zu identifizieren und ggf. zu eliminieren.

3.3 Innenraumluft – weitere Parameter

Die Untersuchung der Innenraumluft hinsichtlich Schimmelsporen ergab in keinem Fall eine Indikation auf Feuchteschäden. In einem konkreten Fall wurde bei einer Messung im Rahmen der Keimzahlbestimmung Bakterien nachgewiesen, die mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine Atemwegsinfektion des Probanden zurückzuführen waren.

Die durchgeführten Feinstaubmessungen ergaben keine Auffälligkeiten.

Jahreszeitbedingte Schwankungen des Innenraumklimas wurden unabhängig vom Lüftungssystem in allen Objekten festgestellt. In den fensterbelüfteten Häusern korrespondierte die Feuchtigkeit innen zudem sehr stark mit der Außenfeuchtigkeit.

Die Innenanwendung von Lehmputzen, die aufgrund ihrer Sorptionskapazität positiv zum Raumklima beitragen können, zeigte in der durchgeführten Studie keine sichtbaren Effekte auf die Raumluftqualität. Dies ist möglicherweise eine Frage der geringen Probenzahl sowie des Studiendesigns und kann daher nicht generalisiert werden.

3.4 Umweltmedizinische Evaluierung

Ziel der umwelthygienischen Evaluierung war die Untersuchung eines potentiellen Zusammenhanges zwischen holzspezifischen Emissionen und gesundheitsbezogenen Effekten. Als aus medizinischer Sicht besonders relevant wurden hierfür Daten zur respiratorischen Gesundheit, zu Reizerscheinungen an Schleimhäuten, zum allgemeinen Gesundheitszustand, zur Schlafqualität sowie zu (unspezifischen) Befindlichkeitsstörungen eingestuft. Bewertet wurden die von den Probanden ausgefüllten Fragebögen sowie die Daten aus den vorgenommenen medizinischen Messungen.

Aus den Fragebögen ergab sich, dass alle Einstufungen der Teilnehmer bezüglich gesundheitlicher Symptome und Beschwerden über den gesamten Untersuchungszeitraum konstant bleiben. Selbst bei erhöhten Emissionswerten, wie sie unmittelbar nach Bezug der Häuser gemessen wurden, wurden keine physischen Beeinträchtigungen festgestellt.

Weiters zeichneten sich alle Einschätzungen der Probanden bezüglich ihrer Befindlichkeit sowie gesundheitlicher Symptome durch ein sehr hohes Niveau aus (ausgezeichnet, exzellent, sehr gut, je nach Fragestellung). Speziell betraf dies Fragen zur Schlafqualität (Einschlafen, Durchschlafen), wo die Zufriedenheit als besonders hoch eingestuft wurde. Selbiges gilt für die respiratorische Gesundheit, zudem fanden sich keinerlei Hinweise auf eine Beeinträchtigung des Atemwegssystems.

In Bezug auf flüchtige holzspezifische Verbindungen sind Angaben zu etwaigen Reizerscheinungen an Schleimhäuten (Atemwege, Augen) interessant, auch hier fanden sich keine auffälligen Ergebnisse.

Die Zufriedenheit mit der eigenen Gesundheit und der Lebensqualität wurde als sehr hoch eingestuft.

Die Selbsteinschätzung der Probanden wurde durch Resultate der durchgeführten Messungen funktioneller Lungen- und Herz-Kreislaufparameter komplementiert. Hier ergab sich ein ähnliches Bild. Die Ergebnisse aus den Lungenfunktionsmessungen zeigen, dass im Zeitverlauf keine wesentlichen Änderungen aufgetreten sind. Auch bei der Auswertung von Blutdruck und Puls ergaben sich keine Auffälligkeiten über den gesamten Untersuchungszeitraum. Gleiches gilt für die Untersuchung der Lidschlussfrequenz, auch hier wurden keine Abnomalien festgestellt.

Aus ärztlicher Sicht ist anzumerken, dass eine Beeinträchtigung von Gesundheit / Wohlbefinden bei dem gewählten Studienklientel – junge, gesunde Erwachsene unter den gegebenen Wohnbedingungen – trotz kurzfristiger Schadstoffbelastung teils auch oberhalb empfohlener Richtwerte, generell unwahrscheinlich ist.

4 Zusammenfassung

Zwölf neu errichtete, bewohnte Häuser in Holzbauweise sowie ein Referenzobjekt aus mineralischen Baustoffen wurden über einen Zeitraum von bis zu einem Jahr hinsichtlich der Innenraumluftqualität sowie des Gesundheitszustands und der Befindlichkeit der Bewohner untersucht.

Die Emission flüchtiger organischer Verbindungen in den Holzbauten war zu Beginn des Untersuchungszeitraums, d.h. auf der Baustelle bzw. unmittelbar nach dem Bezug, unabhängig vom Konstruktions- und Lüftungstyp deutlich erhöht. Diese erhöhten Konzentrationen liegen jedoch in einem Bereich, wie er nach baulichen Maßnahmen, unter Berücksichtigung der Beschaffenheit der verwendeten Baumaterialien, typischerweise zu erwarten ist. Aus toxikologischer Sicht sind derartige VOC-Konzentrationen für die Bewohner bis zu 12 Monaten tolerierbar (Ad-hoc Arbeitsgruppe der IRKA/GLMB, 2007).

Innerhalb eines Zeitraums von 6 bis 8 Monaten nach Bezug waren die TVOC-Emissionen zum Großteil auf ein als geringfügig erhöht, durchschnittlich oder sogar als niedrig einzustufendes Niveau abgesunken, welches mit dem Referenzobjekt aus Beton vergleichbar war. Im Emissionsverlauf wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Konstruktionstypen Massivholz und Holzrahmenbau festgestellt.

Die gemessenen Formaldehydwerte lagen mit einer Ausnahme von Anfang an auf einem unauffälligen und unbedenklichen Level. Holzbauten und Betonobjekt lagen in einem vergleichbaren Konzentrationsbereich. In den Massivholzbauten wurden durchschnittlich höhere, jedoch weiterhin unbedenkliche, Formaldehydemissionen gemessen, als in den Holzrahmenbau-Objekten.

In Häusern mit kontrollierter Wohnraumlüftung wurden grundsätzlich niedrigere Emissionen gemessen, d.h. die Raumluftqualität war höher als in den fensterbelüfteten Objekten.

Die qualitative Betrachtung der gemessenen VOC-Konzentrationen zeigte den deutlichen Einfluss von Baumaterialien, Fußboden und Möblierung, welche insbesondere zu Beginn des Untersuchungszeitraums die wesentlichsten Emissionsquellen darstellen. Mit fortschreitender Zeit gewinnt das Verhalten der Bewohner jedoch immer mehr an Bedeutung. So kann beispielsweise die Verwendung von Raumdüften die Luftqualität negativ beeinflussen. In Häusern mit Fensterlüftung ist das Lüftungsverhalten von besonderer Relevanz.

Aus toxikologischer Sicht wurde die Raumluftqualität im Großteil der untersuchten Häuser als hoch oder zufriedenstellend bewertet. Zwei Fälle wiesen Auffälligkeiten auf, die mit großer Wahrscheinlichkeit auf die verwendeten Baumaterialien und / oder das Nutzerverhalten zurückzuführen sind. Es wurde die Identifikation der Emissionsquellen sowie erhöhte Belüftung empfohlen.

Die umweltmedizinische Evaluierung ergab, dass die Einschätzung von eigener Gesundheit und Befindlichkeit der Probanden als sehr positiv gewertet werden kann. Die Testpersonen waren über den gesamten Untersuchungszeitraum sehr zufrieden mit ihrer Gesundheit und Lebensqualität im Allgemeinen. Diese Wahrnehmung wird durch die regelmäßig durchgeführten, orientierenden medizinischen Untersuchungen gestützt, die keinerlei Hinweise auf physische Beeinträchtigungen insbesondere im Bereich des kardiovaskulären und respiratorischen Systems ergaben.

5 Literatur

Ad-hoc Arbeitsgruppe der IRK/AGLMB (2007): Beurteilung der Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 50:990-1005

BMLFUW (2005): Bewertung der Innenraumluft. Flüchtige organische Verbindungen – VOC-Summenparameter. In: Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft, Arbeitskreis Innenraumluft am Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Herausgeber: Kommission für Reinhaltung der Luft der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Wallner P., Munoz-Czerny U., Tappler, P., Wanka A., Kundi M., Shelton JF., Hutter H-P. (2015): Indoor environmental quality in mechanically ventilated, energy-efficient buildings vs. conventional buildings. International Journal of Environmental Research and Public Health, 12:14132-14147

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

Bildrechte Coverfoto:

Mit freundlicher Genehmigung von Bauwerk® Parkett