

Erfahrungen des Sachverständigen bei der Begleitung und Abschlussuntersuchungen bei Gebäudezertifizierungen

Referent:

**Dr. F. Jörg Wohlgemuth, ÖBUV-Sachverständiger für Schadstoffe in Innenräumen,
Competenza GmbH, NL Frankfurt**

Mitglied im Vorstand des FB Innenraumhygiene im BVS, Mitglied der VDI-Kommission 6202

Max-Planck-Str. 13, 63303 Dreieich

info@competenza.com

www.competenza.com

1. Nicht zertifizierte Baumaßnahmen (NZERT)

NZERT Fall 1 → Verwaltungsgebäude :

- Baumaßnahme im November 2008 abgeschlossen
- Umbau eines ca. 1980 erstellten Gebäudes
- Im LV emissionsarme Produkte gefordert
- Aufgrund von Nutzerbeschwerden Messung 04/10

Messergebnisse:

Bauteil	Raum	Probe	Temperatur [°C]	Rel. Feuchte [%]	TVOC [µg/m³]
G	324, 3.OG	L1	21,3	40,7	173,50
G	124,1.OG	L2	21,3	40,2	116,30
E	Archiv, 2.OG	L7	20,3	37,8	290,60
E	203, 2.OG	L8	22,27	38,4	294,50
E	403, 4.OG	L9	22,6	51,5	991,30
E	401, 4.OG	L10	22,4	64,3	1.495,60
E	303, 3.OG	L11	22,1	46,3	387,90
E	301, 3.OG	L12	20,6	61,4	546,40
H	506, 5.OG	L13	22,7	33,3	860,90
E	523, 5.OG	L14	23,8	34,3	690,20
E	101, 1.OG	L15	23,1	41,9	1.020,90
E	105, 1.OG	L16	23,3	36,2	288,30
E	107, 1.OG	L17	22,6	37,5	492,90
F	005, EG	L18	22,5	39,8	629,00
H	328, 3.OG	L19	22,1	38,3	491,50
H	307, 3.OG	L20	22,2	38,8	450,80
G	350, 3.OG	L21	21,9	36	1.725,90
E	308, 3. OG	L22	24,12	34,3	356,70

Vertrauen ist gut,!

Hauptkomponenten: Alkane, Cycloalkane, Aromaten

NZERT Fall 2 → BV Kindergarten :

- **Neubau 2011**
- **Ausschreibung: Emissionsarme Produkte**
- **Enge Überwachung der eingesetzten Produkte**
- **Messstrategie mit z.T. wissenschaftlichem Anspruch**

Durchgeführte Messungen:

1. Nach Fertigstellung des Gebäudes am 15.11.2011 (ohne Möbel)
2. Kurz vor dem Bezug des Gebäudes am 20.12.2011 (mit Möbeln)
3. Ca. 4 Monate nach Beginn der Nutzung am 23.04.2012
4. Ca. 9 Monate nach Beginn der Nutzung am 23.08.2012
5. Ca. 10 Monate nach Beginn der Nutzung am 21.09.2012
6. Ca: 12 Monate nach Beginn der Nutzung am 31.12.2012 (nach einer Woche Schließungszeit)



← Vor Möblierung und Nutzung

In der Nutzungsphase →

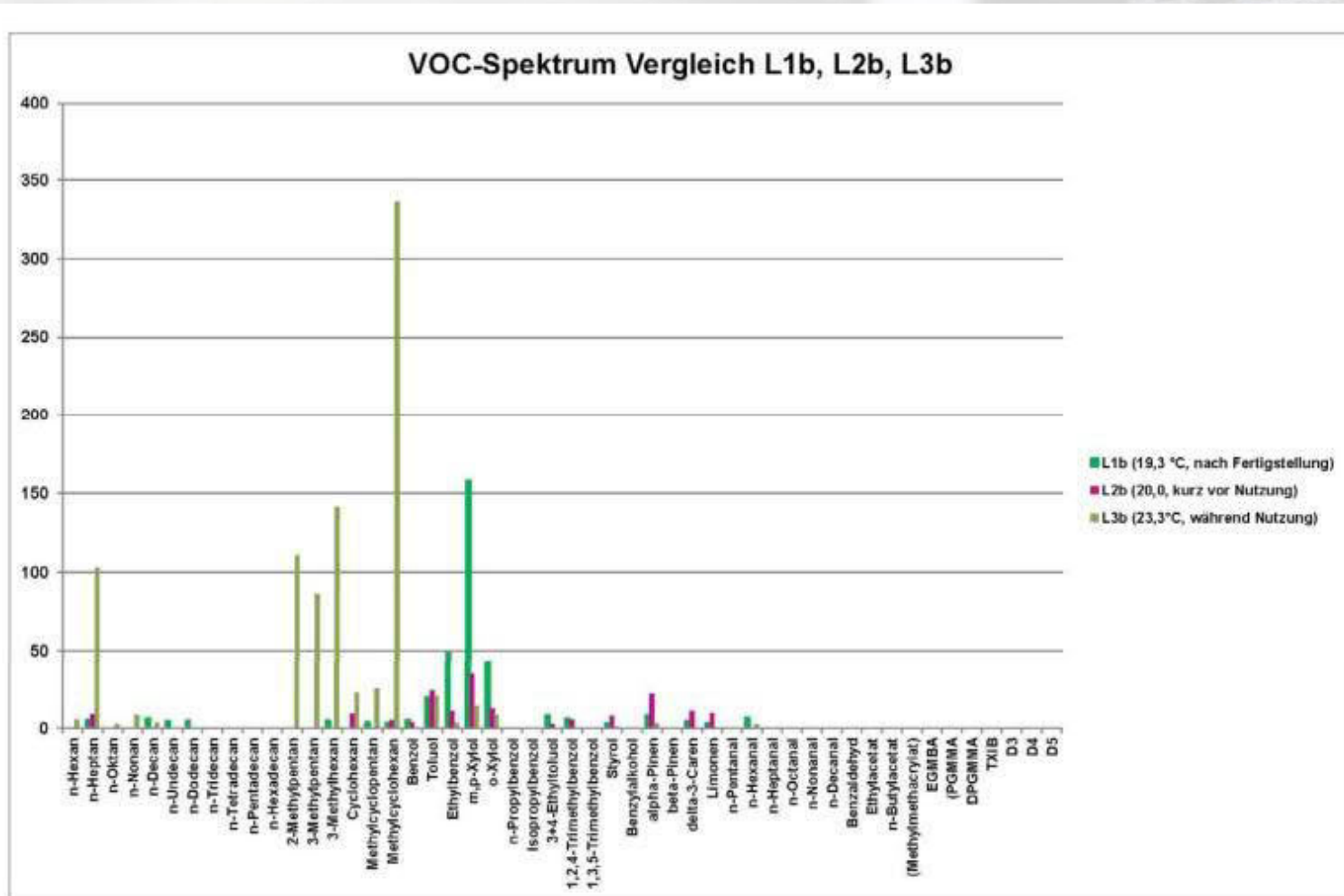


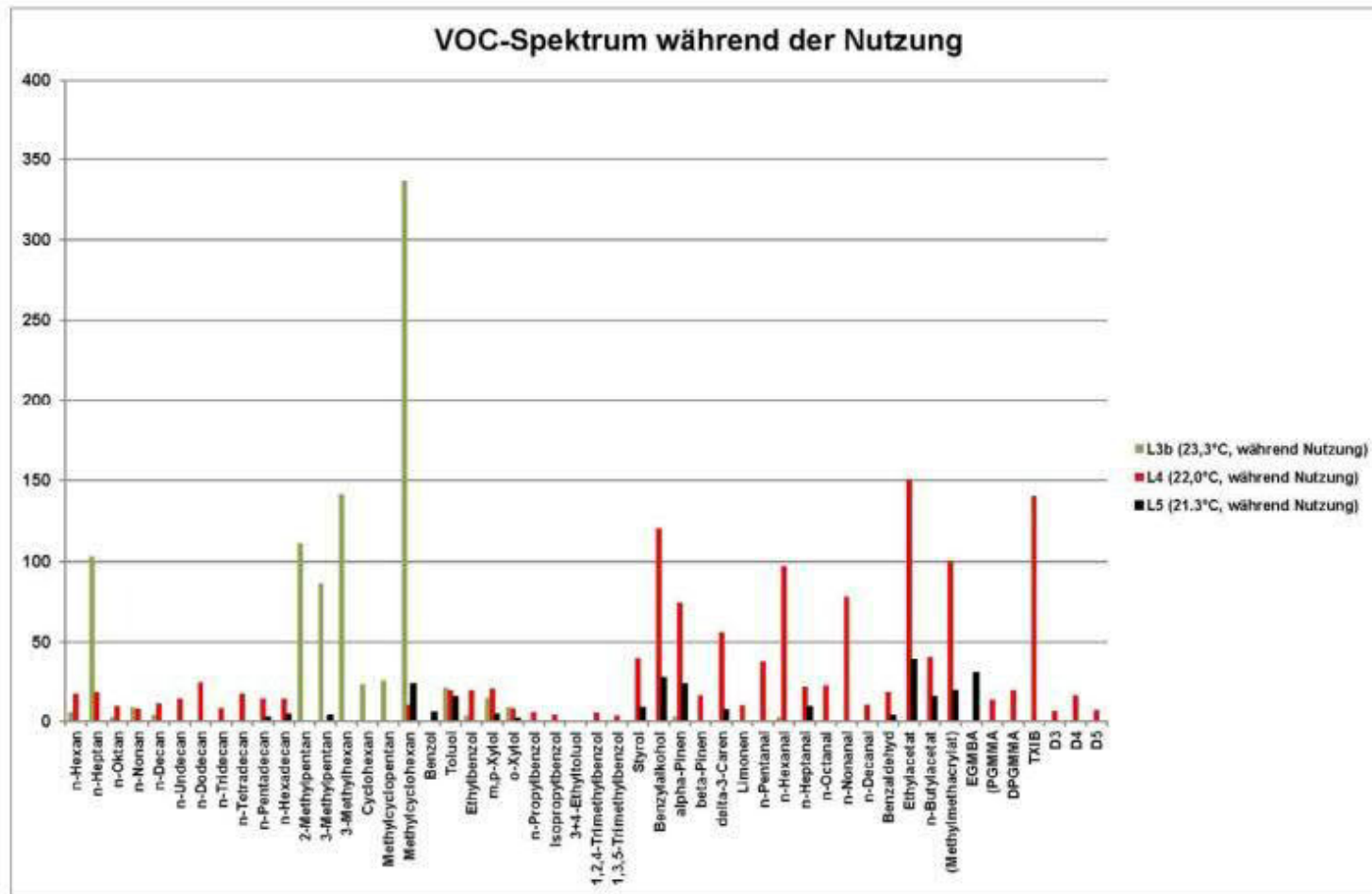
Messergebnisse VOC:

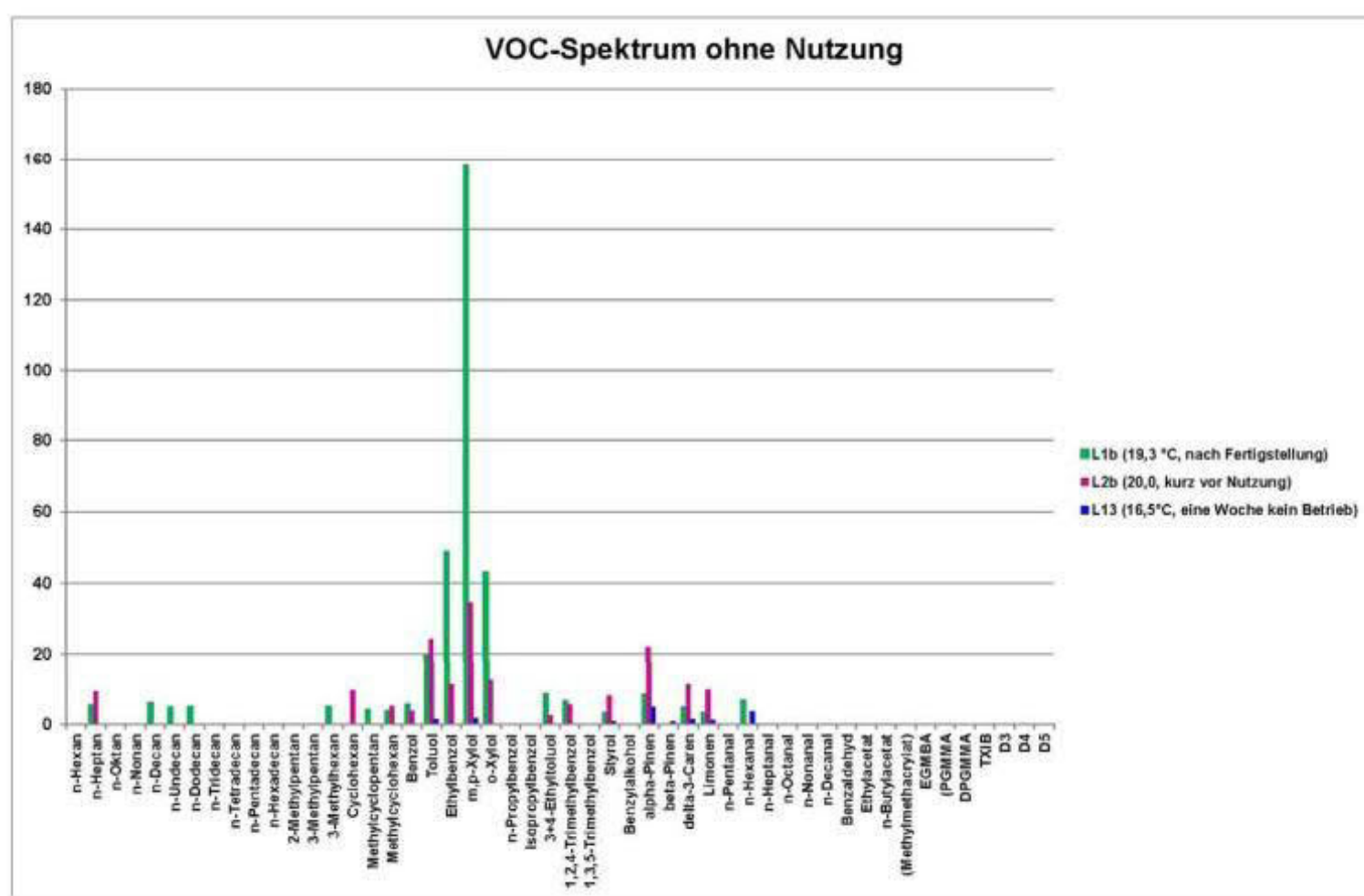
Probenbezeichnung	Datum	Ort der Probenahme	TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
L1b/1.OG/ Raum 1.17	15.11.11	1.OG, Raum 1.17	502
L2b/1.OG/ Raum 1.17	20.12.11	1.OG, Raum 1.17	228
L3b/ 1.OG/ Raum 1.17	23.04.12	1.OG, Raum 1.17	1.480
L4/ 1.OG/ Raum 1.17	23.08.12	1.OG, Raum 1.17	1.100
L5/1.OG/Raum 1.17	21.09.12	1.OG, Raum 1.17	800
L13/ 1.OG/ R.1.17	31.12.12	1.OG, Raum 1.17	28,0

Messergebnisse Formaldehyd:

Probenbezeichnung	Datum	Ort der Probenahme	Formaldehyd [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
L1a/1.OG/ Raum 1.17	15.11.11	1.OG, Raum 1.17	17,9
L2a/1.OG/ Raum 1.17	20.12.11	1.OG, Raum 1.17	16,6
L3a/ 1.OG/ Raum 1.17	23.04.12	1.OG, Raum 1.17	24,3







2. Zertifizierte Baumaßnahmen (ZERT)

ZERT Fall 1 → LEED: Bürogebäude in Frankfurt 2010:

- **94 Messpunkte mit den vier Parametern:**

- **Flüchtige organische Verbindungen**

- **Formaldehyd**

- **Feinstaub (PM10)**

- **Kohlenmonoxid**

**2009: Einrichtung Piloträume
→ TVOC < 300 µg/m³**

Reminder Leed-Vorgaben (aktuell)

Messparameter	LEED-Vorgabe
TVOC	< 500 µg/m ³
4-Phenylcyclohexen	6,5 µg/m ³
Formaldehyd	< 33 µg/m ³ (27 ppb, 25,0°C)
CO	max. 9 ppm und max.2 ppm über Außenluft
PM10	50 µg/m ³

Baustelle 1:






Baustelle 2:



Messpunkt:



Messergebnisse Turm 1:

Point of Measure	Floor Plan	Tower (A/B)	Floor	Room	Name / Use	Last Measuring Date	Results		Limit	Compliance LEED EQc3.2 DGNB Steckbrief 20
A10		A	10	A10-91-082	Flur	30.10.2010	VOC (µg/m³) =	200,0	500,0	yes
							Formaldehyd (µg/m³) =	10,3	50,0	
							Partikel PM10 (ppm) =	9,5	50,0	
							CO (ppm) =	0,0	9,0	
							4-Phenylcyclohexen (µg/m³) =	0,5	6,5	
							DGNB-Auffälligkeiten	keine		
A11		A	11	A11-22-038	Großraumbüro	13.08.2010	VOC (µg/m³) =	181,0	500,0	yes
							Formaldehyd (µg/m³) =	10,3	50,0	
							Partikel PM10 (ppm) =	39,8	50,0	
							CO (ppm) =	0,0	9,0	
							4-Phenylcyclohexen (µg/m³) =	0,5	6,5	
							DGNB-Auffälligkeiten	keine		
A12		A	12	A12-21-018	Büro	30.10.2010	VOC (µg/m³) =	257,0	500,0	yes
							Formaldehyd (µg/m³) =	10,4	50,0	
							Partikel PM10 (ppm) =	48,5	50,0	
							CO (ppm) =	0,0	9,0	
							4-Phenylcyclohexen (µg/m³) =	0,5	6,5	
							DGNB-Auffälligkeiten	keine		

Wiederholungsmessungen bei 94 Messpunkten:

- 16 VOC-Messungen

- **ließen sich immer auf Verwendung von lösemittelhaltigen Reinigern oder unzureichende Lüftung zurückführen, Nachmessungen dann meist in Ordnung (nur eine Messung wurde 2-mal wiederholt)**

- 50 Feinstaubmessungen

- **meist Staubeintrag aus noch im Bau befindlichen Bereichen oder mangelnde Reinigung, insgesamt 10 Messungen waren Mehrfachnachmessung (meist 2 Wiederholungen)**

DGNB: Messparameter, Vorgabewerte und Bewertung

	50 Punkte	25 Punkte	10 Punkte	0 Punkte , keine Zertifizierung
Formaldehyd	$\leq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 100\mu\text{g}/\text{m}^3$	$> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
TVOC	$\leq 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 3.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$> 3.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Einzel-IRK, RW II	$< \text{RW II}$	$< \text{RW II}$	$< \text{RW II}$	$> \text{RW II}$
Einzel-IRK, RW I	erläutern von Überschrei- tungen	erläutern von Überschrei- tungen	erläutern von Überschrei- tungen	--
NOW	erläutern von Überschrei- tungen	erläutern von Überschrei- tungen	erläutern von Überschrei- tungen	--
vGLW II	erläutern von Überschrei- tungen	erläutern von Überschrei- tungen	erläutern von Überschrei- tungen	--

ZERT Fall 2 → DGNB: Bürogebäude Frankfurt 2020



**Unzureichende Einbindung
der Messungen in den
Planungsprozess!**

**Haustechnik häufig noch
nicht in Betrieb!**



WaBoLu-Innenraumtage 2023



**Einrichtungsgegenstände
schon geliefert**

Einfluss auf die Messwerte?

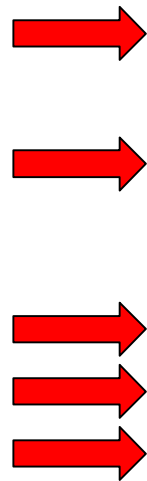


Tabelle 2: Ergebnisse Raumlufthuntersuchungen

Probe	TVOC [µg/m³]	Formaldehyd [µg/m³]	> RW 2-	> RW 1-	> NOW-	> vGLW II-
M-Reihe 1 (01.11.20)						
L1a,c / Eingangsbereich / B.00.139	822,8	2,6	nein	ja	nein	nein
L2a,c / Teeküche / B.01.020	915,5	25,0	nein	nein	ja	nein
L3a, c / Private Dining / B.01.016	587,4	24,0	nein	ja	ja	nein
M-Reihe 2 (18.12.20)						
L4a,c / Large Conference Room / B06.014	4570,1	33,0	nein	ja	ja	ja
L5a,c / Büro / B05.028	1723,3	15,0	nein	ja	ja	nein
L6a,c / 3.OG, Thinktank	3812,9	25,0	nein	ja	ja	nein
L7a,c / Büro / B03.057a	1753,2	15,0	nein	ja	ja	nein
M-Reihe 3 (21.12.20)						
L8a,c / Büro / B02.059	4628,3	26,0	ja	ja	ja	ja
L9a,c / Büro / A02.063	3259,5	19,0	nein	ja	ja	ja
L10a,c / Thinktank / (Wiederholung L6)	4027,1	42,0	nein	ja	ja	nein
M-Reihe 4 (31.01.21)						

Warum waren einzelne Messwerte so hoch?

Gründe I:

In unmittelbarer Nähe einiger Messpunkte wurden Malerarbeiten durchgeführt

Gründe II:

Tabelle 6: Raum B05.028

L5a,c / Büro / B05.028	CAS-Num- mer	Ergebnis		Bewertung
		Gehalt	BG	Art der Überschreitung
m/p-Xylol, o-Xylol	108 - 38 - 3 106 - 42 - 3 95 - 47 - 6	204	1	> RW 1 (100 µg/m³)
Summe der Verhältnisse Alkylbenzole C7 - C8 zu jeweiligem Richtwert (Dimensi- onslos)		2,31		> RW 1 (1,0)
Summe Alkylbenzole C9 - C15		279,1		> RW 1 (100 µg/m³)
n-Butylacetat	123 - 86 - 4	307	1	> NOW (60 µg/m³)
Caprolactam	105 - 60 - 2	8,6	2	> NOW (5,0 µg/m³)

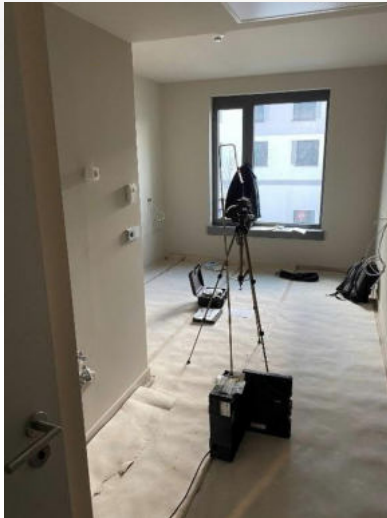
Ungenügende Lüftung der Räume und unzureichende Kontrolle der tatsächlich eingebrachten Materialien!

Kann das Gebäude trotzdem zertifiziert werden?

Parameter	CAS- Nummer	Quellen	Siedepunkt [°C]	Dampfdruck (20°C) [hPa]
Gruppe 1				
m/p-Xylol, o-Xylol	108 - 38 - 3 106 - 42 - 3 95 - 47 - 6	Xylol dient hauptsächlich als Lösungsmittel und findet bei der Herstellung von Kunststoffen, Farben, Lacken und Klebstoffen Verwendung	137,0 * 140,0	8,0
n-Butylacetat	123 - 86 - 4	Lösemittel für Lacke	126,0	13,0
Gruppe 2				
Alkylbenzole C9 - C15 (Hauptkomponenten Trimethylbenzole und Ethyltoluole)	526 - 73 - 8 95 - 63 - 6 108 - 67 - 8 611 - 14 - 3 620 - 14 - 4 622 - 96 - 8	Trimethylbenzole dienen als Lösemittel in Farben und Klebern; Ethyltoluole werden als Lösemittel für Natur- und Kunstharze eingesetzt	Trimethylbenzole: 165 – 176 Ethyltoluole: 161,3 – 165,2	Trimethylbenzole: 2,25 – 2,69 Ethyltoluole: 2,8 – 3,2

Normale Belüftung vorausgesetzt, klingen die Konzentrationen spätestens nach 24 Monaten unter die Vorgabewerte ab

ZERT Fall 3 → DGNB: Büro- und Hotelgebäude Raum Heilbronn 2020



*Unzureichende Einbindung
der Messungen in den
Planungsprozess!*



*Elektroinstallation noch
nicht fertiggestellt*

Büro- und Hotelgebäude Raum Heilbronn 2020: Messwerte

Tabelle 2: Ergebnisse Raumlufthuntersuchungen

Probe	TVOC [µg/m ³]	Formaldehyd [µg/m ³]	> RW 2-	> RW 1-	> NOW-	> vGLW II-
L1a-c / R103, 1.OG	314	7,9	nein	nein	ja	nein
L2a-c / R104, 1.OG	1884,2	18,0	nein	ja	ja	nein
L3a-c / R109, 1.OG	182,7	7,2	nein	nein	ja	nein
L4a / RA02 - A04, 2.OG	166,6	4,0	nein	nein	nein	nein
L5a / A02-B-16, 2.OG	165,2	6,6	nein	nein	ja	nein
L6a / A02-B-14, 2.OG	289,8	7,8	nein	nein	ja	nein

RLT wirklich überall in Betrieb? In Raum 104 erst drei Stunden vor der Messung erstmalig in Betrieb genommen

Büro- und Hotelgebäude Raum Heilbronn 2020: Messwerte

Tabelle 4: Überschreitungen von RW I oder NOW in Raum 104, 1.OG (L2)

Parameter	CAS-Num- mer	Ergebnis		Bewertung
		Gehalt	BG	Art der Überschreitung
m/p-Xylol, o-Xylol	108 - 38 - 3 106 - 42 - 3 95 - 47 - 6	235	1	> RW I (100 µg/m ³)
Summe der Verhältnisse Alkylbenzole C7 - C8 zu jeweiligem Richtwert (Dimensionslos)*		1,95		> RW I (1,0)
Summe Alkylbenzole C9 - C15 (Hauptkomponenten Trimethylbenzole und Ethyltoluole)	526 - 73 - 8 95 - 63 - 6 108 - 67 - 8 611 - 14 - 3 620 - 14 - 4 622 - 96 - 8	311,2		> RW I (100 µg/m ³)
Summe Aldehyde C4 - C11, azyklisch (Hauptkomponenten Pentanal und Hexanal)	110 - 62 - 3 66 - 25 - 1	126,9		> RW I (100 µg/m ³)

Fazit für die Zertifizierung

Beide Projekte wurden von unterschiedlichen Unternehmen durchgeführt, zeigen aber insbesondere bei den Alkylbenzolen zu hohe Konzentrationen. Dies führt gemäß den DGNB Vorgaben zu einer schlechteren Bewertung.

Lösung:

- **Eine möglichst gute Belüftung der Räume über die gesamte Bauzeit führt zu besseren Ergebnissen!**

ZERT Fall 4 → DGNB: Mehrzweckgebäude Raum Stuttgart 2022



*Lüftungsanlage optimal eingestellt.
Messung nach Möblierung und vor
der Nutzung.*



Ergebnisse Mehrzweckgebäude Raum Stuttgart

Tabelle 2: Ergebnisse Raumlufthuntersuchungen

Probe	TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Formaldehyd [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	> RW 2-	> RW 1-	> NOW-	> vGLW II-
L1a,c / 02-021.1, 2.OG (Labor)	5,5	2,4	nein	nein	nein	nein
L2a,c / 02-113.1, 2.OG (Labor)	3,2	< 2,0	nein	nein	nein	nein
L3a,c / 03-214.1, 3.OG (Besprechung)	27,0	2,4	nein	nein	nein	nein
L4a,c / 03-104.1, 3.OG (Großraumbüro)	39,0	6,0	nein	nein	nein	nein

ZERT Fall 5 → DGNB: Zertifizierungen von Umbauprojekten, laufend

Bürogebäude München

Baujahr 1996



Vorgaben DGNB: Prüfung auf Schadstoffe im Bestand

- **Asbest**
- Holzschutzmittel
- **Alte KMF**
- **Mineralölkohlenwasserstoffe**
- PAK
- PCB
- **Radon**



Geruchsbelastungen vor dem Umbau ???



7.2 Ergebnisse der olfaktorischen Prüfung

Bei der Prüfung wiesen die folgenden Räume einen Geruch auf, der an Teppichbodenbelag/ -kleber erinnert:

4. OG: 4 F 24, 4 M 30, 4 M 12, 4 M 36, 4 M 17,

3. OG: 3 M09, 3 M 34, 3 M 14, 3 K 22, 3 H 26, 3 F 30, 3, H 13,

2.OG: 2 K 17, 2 M 03, 2 M 3, 2 M 20, 2 K 26 2 H 10 2 F 22 2 F 23, großer Sitzungsaal, kleiner Sitzungsaal, Treppenhaus 2 T 27

Die Intensität des Geruches war innerhalb eines Stockwerkes relativ konstant. Von oben nach unten nahm die Intensität ab. In allen Räumen wäre eine Nutzung für den Prüfer akzeptabel gewesen. Der Geruch wurde insgesamt als weder angenehm noch wirklich unangenehm empfunden.

Statusuntersuchungen auf VOC vor den Umbauarbeiten

Tabelle 9: Festgestellte TVOC- und Formaldehyd-Konzentrationen

Bezeichnung Probe/ Labor-Nr.	Ort der Probenahme	TVOC	Formaldehyd
		[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
L1a,c / 4F 24, 4.OG	Raum 4F 24, 4.OG	44,0	23,0
L2a,c / 4H 15, 4.OG	Raum 4H 15, 4.OG	79,2	29,0
L3a,c / 3F 30, 3.OG	Raum 3F 30, 3.OG	13,8	24,0
L4a,c / 3M 09, 3.OG	Raum 3M 09, 3.OG	39,3	19,0
L5a,c / 2H 10, 2.OG	Raum 2H 10, 2.OG	56,4	24,0
L6a,c / 2M 31 Sitzungssaal, 2.OG	Raum 2M 31 Sitzungs- saal, 2.OG	9,1	3,9

Raumtemperaturen: 19 – 21°C

Rel. Feuchte: 34 %

RLT: Normalbetrieb

Schlussfolgerungen für das Gebäude (Auszug)

a) Schadstoffe im Bestand:

Hinsichtlich dieses Themengebiets ist festzustellen, dass insbesondere in den Untergeschossen Radonkonzentrationen oberhalb der Referenzkonzentration des Strahlenschutzgesetzes nicht auszuschließen sind. Wir empfehlen hier die Durchführung von Raumlufthuntersuchungen. Hinsichtlich KMF gibt es keine relevanten Verwendungen im Gebäude, die besondere Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an den Materialien bedingen würden. Alle weiteren „Bestandsschadstoffe“ sind unauffällig. Details sind den Abschnitten 5. ff zu entnehmen.

c) hohe Raumlufthbelastungen (z.B. flüchtige organische Verbindungen) und

d) starke Geruchsbelastungen:

In den oberirdischen Geschossen wurden bei der Erstuntersuchung (vgl. unseren Zwischenbericht vom 26.11.2020) Geruchsauffälligkeiten festgestellt. Aufgrund des Geruchseindrucks wurde vermutet, dass diese im Zusammenhang mit dem Doppelboden stehen könnten, der im Gebäude verbleiben soll. Die daraufhin exemplarisch durchgeführten Raumlufthuntersuchungen auf VOC, Aldehyde und Ketone bestätigen diesen Verdacht nicht. Es wurden unauffällige Konzentrationen festgestellt. Nähere Ausführungen finden sich in Abschnitt 7.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit