

Belastungen mit höheren Aldehyden durch OSB-Platten in einem Niedrigenergiehaus - Ein Fallbeispiel -

Doris Schünemann und Jörg Thumulla

Problemstellung

Nach Fertigstellung eines in 2002 neu gebauten Einfamilienhauses in baubiologischer Holzrahmenbauweise/ NEH-Standard, stellte der Bauherr Unwohlsein und gesundheitliche Auffälligkeiten vor allem nach längerem Aufenthalt in dem Haus fest. Der Bauherr legte großen Wert auf ein „gesundes Wohnhaus“ und hat den Auftrag für den Hausbau deshalb einem Bauträger erteilt, der „Gesundes Bauen“ in seinem Firmennamen führt. Aufgrund der gesundheitlichen Auffälligkeiten beauftragte der Bauherr die Baubiologie Schünemann und anbus analytik GmbH zunächst mit orientierenden Raumluftuntersuchungen. Da das Untersuchungsziel die Aufklärung von Beschwerden war, wurden die Untersuchungen bei ausgeschalteter Lüftungsanlage durchgeführt. Als besonders auffällig wurden insbesondere die Konzentrationen der höheren Aldehyde angesehen, deren Konzentrationen mit Vergleichsdaten in der folgenden Tabelle dargestellt sind:

Tabelle 1: Messwerte und Referenzwerte

	Messwerte <i>Wohnzimmer</i>	Vergleichswerte (Perzentile Scholz 1998)					Geruchsschwellen (Devos,1990) µg/m ³
		50% µg/m ³	75% µg/m ³	90% µg/m ³	95% µg/m ³	max. µg/m ³	
n-Pentanal	38	<	7,4	19,6	33	82	22
n-Hexanal	130	3,1	15,4	31	64	254	58
n-Heptanal	83	<	<	3,9	6,9	26	23
n-Octanal	13	<	3,4	9,8	13,4	31	7,2
n-Nonanal	21	4,3	9,8	17,7	24,0	35	13,5
n-Decanal	8	<	<	7,8	9,6	21	5,9

Der Vergleich mit den üblicherweise in Haushalten auftretenden Konzentrationen (Scholz 1998) zeigt für die Probe *Wohnzimmer*, dass die 95. Perzentile z.T. deutlich überschritten wurden. Bei Heptanal wurde der publizierte Maximalgehalt sogar um den Faktor 3-4 überschritten. Auch die Geruchsschwellenwerte wurden, insbesondere in der Probe *Wohnzimmer*, bereits für die einzelnen Aldehyde deutlich überschritten. Auch in den übrigen Räumen dokumentieren die vorliegende Aldehydkonzentration eine deutliche Geruchsbeeinträchtigung der Raumluft, zumal sich die Geruchswirkung der einzelnen Aldehyde gegenseitig verstärkt.

Messungen mit laufender Lüftungsanlage zeigten, dass auch hier die Geruchsschwellenwerte deutlich überschritten wurden.

Zur Bewertung höherer aliphatischer Aldehyde hat das Institut für Umweltchemie, Bremen in einer Studie Orientierungswerte abgeleitet. Diese berücksichtigen die Gewährleistung eines gesundheitlichen Schutzes auch bei Personen mit schwacher Konstitution wie Kinder, alte Menschen oder Personen mit Allergiebereitschaft. Für die höheren Aldehyde wurde - da es sich um eine Substanzgruppe handelt, welche einen ähnlichen oder gleichen Wirkmechanismus sowie das gleiche Zielorgan haben - ein Summenwert von 60 ppb abgeleitet. Dieser Wert wird in der Probe *Wohnzimmer* mit einem Summenwert von 293 µg/m³ bzw. 67,7 ppb überschritten. Bei der festgestellten

Überschreitung ist zu berücksichtigen, dass in dieser Messung die niedrigeren Aldehyde Acetaldehyd, Propanal und Butanal noch nicht berücksichtigt sind.

Quellensuche

Nachdem dieser Befund über Kontrolluntersuchungen bestätigt und auch bei eingeschalteter Lüftungsanlage keine ausreichende Verminderung der Konzentrationen an höheren Aldehyden festgestellt wurde, wurde der Untersuchungsauftrag auf die Ursachensuche erweitert. Gemäß Baubeschreibung wurden alle Außenwände, Fußböden und Decken raumseitig mit OSB-Holzbauplatten erstellt, die Innenwände wurden beidseitig mit OSB-Holzbauplatten hergestellt.

Um Hinweise auf die Quellen der erhöhten Konzentrationen an höheren Aldehyde zu erhalten, wurden vergleichende Untersuchung der Raumluft und der in Bauteilen enthaltenen Luft genommen. Hierbei zeigte sich, dass insbesondere in der Fußbodenheizungskonstruktion (aus OSB-Platten) in den Zimmern extrem hohe Konzentrationen der höheren Aldehyde nachzuweisen waren.

Tabelle 2: Luftkonzentration im Fußbodenaufbau

Ergebnisse	Luft aus Fußbodenaufbau Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Butanal	12
Pentanal	120
Hexanal	830
Heptanal	62
Octanal	22
Nonanal	26
Decanal	8

Da der Fußbodenaufbau hauptsächlich aus OSB-Platten bestand, war die Schlussfolgerung naheliegend, dass die OSB-Platten die Quelle der Belastung waren, und es wurde ein Austausch der OSB-Platten gegen emissionsärmere Platten empfohlen. Auf diese Untersuchungen und unsere Empfehlungen hin wurden seitens des Herstellers (einer der Marktführer) Proben der OSB-Platten zur Untersuchung in der Prüfkammer angefordert. Gegenproben wurden von uns durchgeführt. Bezüglich der höheren Aldehyde ergab sich folgendes Ergebnis, dass im Rahmen der bei Prüfkammeruntersuchungen üblichen Abweichungen als vergleichbar anzusehen ist:

Tabelle 3: Prüfkammeruntersuchungen der OSB-Platten aus dem Bodenaufbau

Aldehyde	Vom Hersteller beauftragte Untersuchung $\mu\text{g}/\text{m}^3$	anbus analytik $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Butanal	3	< 5
Pentanal	11	10
Hexanal	24	32
Heptanal	n.b.	4,6
Oktanal	5	5,5
Nonanal	9	15
Dekanal	n.b.	4,0
Summe VOC	82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n.b.

Aufgrund dieses Prüfkammerergebnisses wies der Hersteller die Schlussfolgerung, seine Platten seien verantwortlich für die Aldehydbelastung, zurück. Die Grenzwerte für leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC) seien eingehalten und die Platten in baubiologischen Gutachten für gut befunden worden. Laut Aussagen des Herstellers seien die festgestellten Prüfkammerkonzentrationen normale, zu erwartende Werte und nicht Ausreißer einer sog. „Montagsproduktion“.

Aufgrund der nahezu gleichen Ergebnisse der beiden Prüfkammeruntersuchungen waren die Prüfergebnisse an sich unstrittig, strittig jedoch ihre Interpretation. Daraufhin wurden wir beauftragt, in einer gutachterlichen Stellungnahme die Ergebnisse der vom Hersteller durchgeführten Prüfkammeruntersuchung zu bewerten und auf die konkreten Verhältnisse in dem betroffenen Niedrigenergiehaus umzurechnen. Zunächst wurden hierfür die Raumbeladungen bestimmt. Aus den vom Auftraggeber überlassenen Unterlagen ergeben sich Raumbeladungen zwischen 1,4 m²/m³ im Windfang/ Treppenhaus über 1,6 m²/m³ im Wohnzimmer bis hin zu 2,5 m²/m³ im 2. Schlafzimmer und 3,0 m²/m³ im Lager. Im Mittel ergibt sich eine Raumbeladung von 1,81 m²/m³. Die folgende Tabelle zeigt die Raumluftkonzentrationen, die sich theoretisch in den Räumen des Wohnhauses aus den Prüfkammeruntersuchungen der drei unterschiedlichen verbauten OSB-Plattentypen berechnen lassen. Als Luftwechsel werden die beiden Lüftungsraten angenommen, die sich aus Einstellungsstufe 1 (0,3/h) und Einstellungsstufe 2 (0,7/h) der kontrollierten Lüftungsanlagen ergeben.

Tabelle 4: Aus Prüfkammerergebnissen berechnete Raumluftkonzentrationen bei einem Luftwechsel von 0,3 und 0,7/h

Raumbeladung	Prüfkammer	SZ	AZ	Flur	Diele	WZ	SZ 2	Gast	Bad	Küche	Gesamtfläche
ges.	m²/m³	1,91	2,13	1,81	1,85	1,61	2,47	2,11	1,62	1,32	1,85
OSB Boden	m ² /m ³	0,38	0,75	0,00	0,75	0,75	0,75	0,38	0,00	0,00	0,49
OSB Decke	m ² /m ³	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
OSB Wände	m ² /m ³	1,33	1,56	1,44	1,27	1,19	1,75	1,46	1,25	0,94	1,32
Luftwechsel	1/h	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Pentanal											
ges.	µg/m³	31	47	18	45	44	48	32	17	15	36
OSB Boden	µg/m ³	11	14	28	0	28	28	14	0	0	18
OSB Decke	µg/m ³	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9
OSB Wände	µg/m ³	2	9	10	10	8	8	12	10	8	9
Hexanal											
ges.	µg/m³	94	129	66	123	121	134	97	62	55	103
OSB Boden	µg/m ³	24	30	60	0	60	60	30	0	0	39
OSB Decke	µg/m ³	26	33	33	33	33	33	33	33	33	33
OSB Wände	µg/m ³	7	31	36	34	30	28	41	34	29	31
Nonanal											
ges.	µg/m³	28	42	18	39	38	44	30	16	13	32
OSB Boden	µg/m ³	9	11	23	0	23	23	11	0	0	15
OSB Decke	µg/m ³	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
OSB Wände	µg/m ³	3	13	16	14	13	12	17	15	12	13

Raumbeladung	Prüf- kammer	SZ	AZ	Flur	Diele	WZ	SZ 2	Gast	Bad	Küche	Gesamt- fläche	
Luftwechsel 1/h		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	
Pentanal												
ges.	µg/m ³	13	20	8	19	19	21	14	7	6	15	
OSB Boden	µg/m ³	11	6	12	0	12	12	12	6	0	0	8
OSB Decke	µg/m ³	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
OSB Wände	µg/m ³	2	4	4	4	4	3	5	4	4	3	4
Hexanal												
ges.	µg/m ³	40	55	28	53	52	57	42	26	23	44	
OSB Boden	µg/m ³	24	13	26	0	26	26	26	13	0	0	17
OSB Decke	µg/m ³	26	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
OSB Wände	µg/m ³	7	13	16	14	13	12	17	15	12	9	13
Nonanal												
ges.	µg/m ³	12	18	8	17	16	19	13	7	6	14	
OSB Boden	µg/m ³	9	5	10	0	10	10	10	5	0	0	6
OSB Decke	µg/m ³	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
OSB Wände	µg/m ³	3	6	7	6	5	5	7	6	5	4	6

Wf/TH: Windfang/ Treppenhaus

In der folgenden Tabelle werden exemplarische die Messwerte für das Wohnzimmer den sich aus den Prüfkammerkonzentrationen ergebenden Raumlufkonzentration gegenübergestellt. Man erkennt deutlich die große Übereinstimmung zwischen den aus den Prüfkammeruntersuchungen errechneten theoretischen Werten und den Messwerten im Wohnzimmer bei einem Luftwechsel von 0,3 /h:

Tabelle 5: Vergleich zwischen errechneten und gemessenen Konzentrationen (vor der Sanierung)

Wohnzimmer	Messwert	Aus Prüfkammerwerten errechnete Konzentrationen	
Luftwechsel	n.b.	0,3	0,7
n-Pentanal	38	44	19
n-Hexanal	130	121	52
n-Heptanal	83	n.b.	n.b.
n-Octanal	13	n.b.	n.b.
n-Nonanal	21	38	16
n-Decanal	8	n.b.	n.b.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die verbauten OSB-Platten wegen ihrer hohe Raumbeladung trotz relativ niedriger Gesamtemissionen an VOC für die festgestellte Belastung mit höheren Aldehyden verantwortlich sind. Die Modelrechnung aus den Prüfkammerergebnisses zeigt, dass ein Auswechseln des Fußbodenaufbaus durch mineralische Fertigestrichelemente zusammen mit einem Dauerbetrieb der Lüftungsanlage auf Stufe 2 (Luftwechsel 0,7) den zunächst höchsten Sanierungserfolg versprach. Die folgende Tabelle zeigt die zu erwartenden Konzentrationen nach der Sanierung sowie die in Folge der Sanierung tatsächlich gemessenen Raumlufkonzentrationen.

Tabelle 6: Vergleich zwischen errechneten und gemessenen Konzentrationen (nach der Sanierung)

Wohnzimmer	Aus Prüfkammerwerten errechnete Konzentrationen		Messwerte 18.07.03	Messwerte 29.01.04
Luftwechsel	0,3	0,7	0,7*	0,7*
n-Pentanal	17	7	2,2	5
n-Hexanal	60	26	15	14
n-Heptanal	n.b.	n.b.	4,2	2
n-Octanal	n.b.	n.b.	5,0	n.b.
n-Nonanal	16	9	10	5
n-Decanal	n.b.	n.b.	<2	n.b.

* geprüfter Luftwechsel bei Lüftungsanlage Stufe 2

Der Sanierungserfolg bestätigt die vorab durchgeführten Berechnungen und zeigt eine annehmbare Konzentration höherer Aldehyde. In der zweiten Kontrollmessung nach einem halben Jahr zeigte sich nur noch eine geringe Abnahme der Aldehydkonzentration, so dass ungewiss bleibt, wann die Leistung der Lüftungsanlage reduziert und allein dem nutzungsbedingten Luftwechsel angepasst werden kann.

Fazit

Das vorgestellte Fallbeispiel zeigt folgendes:

1. Prüfkammeruntersuchungen zur Bewertung von Bauprodukten sollten an der späteren Nutzung orientiert werden. Es hilft wenig, OSB-Platten bei einem Luftwechsel von 1/h und einer Raumbeladung von $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ in der Prüfkammer zu testen und als emissionsarm zu bewerten, wenn der Hersteller den Einsatz für Wände, Decken und Böden bewirbt und hierbei Raumbeladungen entstehen, die deutlich oberhalb der in der Prüfkammer liegen: Zusätzlich ist in einem Niedrigenergiehaus von einem natürlichen Luftwechsel von deutlich kleiner als 0,3 /h auszugehen. Bei emissionsgeprüften Platten wird kein Planer auf die Idee kommen, dass der kombinierte Einsatz dieser Platten zu relevanten Raumluftproblemen führen kann.
2. Aus Prüfkammerergebnissen lassen sich (auf jeden Fall im vorgestellten Beispiel) bei Kenntnis der Raumbeladung und des Luftwechsels eintretende Schadstoff-Konzentrationen relativ genau abschätzen. Dies bedeutet, dass es bereits in der Planung möglich ist, durch die Auswahl der verwendeten Baustoffe die spätere Raumluftqualität bezüglich flüchtiger organischer Substanzen zu optimieren.

Literatur

Devos, M., Patte, F., Rouault, J, Laffort P., van Gemert, L.J., Standardized Human Olfactory Thresholds, IRL Oxford University Press, Oxford 1990.

Institut für Umweltchemie Bremen, Zur Toxikologie aliphatischer Aldehyde, 1994

Scholz, Helmut, „Vorkommen ausgewählter VOC in Innenräumen und deren Bewertung“, in: Gebäudestandard 2000: Energie & Raumluftqualität, Hrsg. Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute, 1998.