

Die Sache mit der Chemie

Raumluftqualität | Holz kann süßliche, harzige, säuerliche, aromatische und viele weitere Geruchsnoten abgeben. Je frischer, desto intensiver. Die Gerüche sind chemisch gesehen flüchtige organische Verbindungen (VOC) und bauen sich unter Sauerstoffeinfluss ab. Das Umweltbundesamt (UBA) hat VOC Leit- und Richtwerte erstellt, die auch Holzemissionen betreffen. Diese können bei Rechtsproblemen Relevanz erlangen.

Waldemar Bothe, Robert Simon und Karl-Heinz Weinisch



Der Einsatz und die Kombination unterschiedlichster Baustoffe in immer dichteren Gebäudehüllen führt zu einer komplexen Verkettung verschiedener Effekte. Die Rolle des VOC-emittierenden Baustoffs Holz gilt es dabei ehrlich und sachlich zu berücksichtigen.

Erfahren Sie mehr zu einer nützlichen Website zum Thema im Beitrag auf Seite 48.

Diverse Labels (DGNB/BNB, MINERGIE-ECO etc.), aber auch Bauämter fordern zunehmend die Einhaltung von VOC-Zielwerten, welche über Werkverträge vereinbart werden. Die Einhaltung der Richtwerte wird dadurch erschwert, dass die Gebäude immer luftdichter werden. Wenn keine Lüftungsanlage vorgesehen ist oder eine regelmäßige manuelle Lüftung unterbleibt, reichern sich Emissionen und Gerüche an und führen zu Reklamationen. Seit 2015 nimmt die Anzahl der Abnahmemessungen zu und im gleichen Maße häufen sich die Überschreitungen der Zielwerte.

Einerseits soll das nachhaltige Bauen gefördert werden, andererseits existieren zunehmend strengere Richtwerte für Holze-

missionen – ein Widerspruch, der sehr kontrovers diskutiert wird. Höchste Zeit, dass Zimmereien und Hausbauunternehmen darauf vorbereitet sind, wie sie

- Überschreitungen von Richtwerten vorbeugen bzw. in den Griff bekommen,
- gegenüber Kunden argumentieren können,
- Rechtsprobleme im Keim ersticken und
- Werkverträge auf unzumutbare Anforderungen hin prüfen.

Subjektives Geruchsempfinden ist ein unsicherer Helfer

Holz riecht für die Einen angenehm – andere vermuten gefährliche Stoffe. Terpene sind

geruchlich bei frischem Nadelholz (z. B. Kiefer, Fichte) wahrzunehmen. Bei Laubholz sind es eher die Aldehyde und Carbonsäuren. Der Anteil an VOC hängt dabei von der Holzart und den Herstellungsbedingungen (Temperaturen, Trocknung, Lagerung) ab.

In Deutschland gibt es einen ersten anerkannten Heilwald. In Japan und den USA ist „Waldbaden“ bereits von staatlichen Gesundheitsbehörden als Therapie bestätigt.

Eine Humantoxizitätsstudie zu Holzemissionen ergab keine Hinweise auf gesundheitsschädigende Effekte bei der Exposition gegenüber Holz-VOC, weder bei den Gesundheitsparametern wie Lungenfunktion und Entzündungsreaktion noch bei Befindlichkeitsstörungen wie Augenreizun-

ÜBERBLICK

Leit-, Richt-, Referenz- und Grenzwerte

Selbst in der Fachwelt wird die Bedeutung von Leit-, Richt- und Grenzwerten oft fehlinterpretiert. Das kann in der Baupraxis zu teuren Missverständnissen führen. Die nachfolgende Tabelle 1 klärt auf.

Verbindliche Grenzwerte für die Summe der in der Innenraumluft vorliegenden VOC existieren derzeit zwar nicht, aber dennoch kann wegen der Überschreitung einer der werkvertraglich vereinbarten VOC Produkt- oder

Raumluftrichtwerte die Bauabnahme verweigert werden.

Achtung: ein Richtwert oder Leitwert wird zum „Grenzwert“, wenn die Einhaltung im Werkvertrag vereinbart wird!

Tab. 1 Bewertungskonzepte für die Innenraumluft nach Sagunski, Heinzow und Müller⁷

Bewertungskonzept	Definition/Erläuterung	Bemerkungen
Referenzwert	Statistische Zustandsbeschreibung; Abbildung der Innenraumsituation nur zu einem bestimmten Zeitraum für einen definierten Innenraum unter definierten Messbedingungen	Gesundheitlich nicht begründet; rechtlich nicht verbindlich
Leitwert	Gesundheitlich-hygienisch begründeter Beurteilungswert eines Stoffes, für den der Kenntnisstand nicht ausreicht, um einen toxikologisch begründeten Richtwert abzuleiten (Richtlinie VDI 6022 Blatt 3)	Rechtlich nicht verbindlich
Richtwert	Toxikologisch abgeleiteter Wert basierend auf geeigneten Erkenntnissen zu toxischen Wirkungen und Dosis-Wirkungs-Beziehungen des jeweiligen Stoffes (Richtlinie VDI 6022 Blatt 3)	Rechtlich nicht verbindlich, kann aber rechtliche Bedeutung erlangen
Grenzwert	Gesetzlich festgelegter Beurteilungswert, der eingehalten und hinreichend sicher unterschritten werden muss (Richtlinie VDI 6022 Blatt 3)	Rechtlich verbindlich; legislative Grenzwerte (Ergebnis eines parlamentarischen Prozesses) und administrative Grenzwerte (binden Verwaltung und betroffene Kreise, z. B. Gebäudeeigentümer)

Die Richtwerte des Umweltbundesamtes in Tabelle 2 sind für Holz besonders relevant.

Tab. 2 Besonders relevante Richtwerte (RW) im Holzbau. Quelle: Umweltbundesamt

Verbindung	RW II (mg/m ³)	RW I (mg/m ³)	Jahr der Festlegung
Formaldehyd (CAS-Nr. 50-00-0)	Nicht abgeleitet	0,1	2016
2-Furaldehyd (CAS-Nr. 98-01-1)	0,1	0,01	2011
Acetaldehyd (CAS-Nr. 75-07-0)	1	0,1	2013
Benzaldehyd (CAS-Nr. 100-52-7)	0,2 (v)	0,02 (v)	2010
Monozyklische Monoterpene (Leitsubstanz d- Limonen)	10	1	2010
Aldehyde, C4 bis C11 (gesättigt, azyklisch, aliphatisch)	2	0,1	2009
Terpene, bicyclisch (Leitsubstanz α-Pinen)	2	0,2	2003

gen. Lediglich der Holzgeruch wurde wahrgenommen, aber deutlicher positiv als negativ bewertet.

Parallel dazu wurden Studien an Lungenzellkulturen mit wesentlich höheren Konzentrationen durchgeführt. Auch hier wurden keine gesundheitsrelevanten Effekte gefunden.

Eine Studie der Joanneum Research Forschungsgesellschaft aus dem Jahr 2003 über den Einfluss von Zirbenholz zeigte eine verbesserte Erholungsqualität in Form einer niedrigeren Herzfrequenzrate bei Belastung und Erholung.

Auch die Feldstudie von M. Moser „Schule ohne Stress“ aus 2007 kam zu dem

Schluss, dass Massivholz sich positiv auf die Herzfrequenz und den Vagustonus (medizinischer Parameter, der eine wichtige Rolle beim Schutz des Herzens vor Infarkt und Schädigung spielen soll) auswirkt.

In der Veröffentlichung „Emissionsverhalten von Holz und Holzwerkstoffen“ des UBA wird bei Kiefernholz dokumentiert, wie schnell die natürlichen VOC-Emissionen zurückgehen. Daraus wird klar, dass der Messzeitpunkt nach Baufertigstellung sorgfältig ausgewählt sein und zudem zu hohe Baufeuchten vermieden werden sollten, die sich zusätzlich emissionsfördernd auswirken.

Derzeit läuft das Forschungsprojekt der Fachagentur nachwachsender Rohstoffe (FNR) zur gesundheitlichen Bewertung von Holzemissionen in Innenräumen. Erste Zwischenergebnisse sind vielversprechend und nähren die Hoffnung auf eine gute Verträglichkeit von Holzgerüchen. Das Projekt „Mineralische Farbsysteme zur Reduktion von Materialemissionen und Fehlgerüchen in der Innenraumluft von Gebäuden in Holzbauweise“ der Berner Fachhochschule (BFH) in Biel startete im Januar 2018 unter Leitung von Prof. Dr. Ingo Mayer zusammen mit dem Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene (IQUH)

Tab. 3 Raumlufmessung vorher/nachher						
Stoff	Raum 1		Raum 2		Raum 3	
	aus	an	aus	an	aus	an
Lüftung						
Terpene (Bi Cycl)	651	227	647	38	297	226
TVOC	1017	338	1138	108	541	312

und wird neue und wertvolle Erkenntnisse über den positiven und emissionsreduzierenden Einfluss von bestimmten Beschichtungen bringen.

Trotz dieser positiven Erkenntnisse und Forschungsprojekte existieren die UBA-Richtwerte für Holz-Emissionen und diese können juristische Relevanz erlangen.

Fallbeispiel zeigt Verfahrensfehler

Aufgrund einer Übergabemessung wurden in einem neu errichteten Schulge-

bäude in München in Holzständerbauweise vom Auftraggeber Raumlufmessungen in mehreren Räumen durchgeführt. Das ausführende Ingenieurbüro stellte bei mehreren Messungen Richtwertüberschreitungen in verschiedenen Räumen fest. Die Räume wurden nicht frei gegeben und Wiederholungsmessungen durchgeführt.

Folgende im Leistungsverzeichnis (LV) verankerten Qualitätsniveaus für die Raumluf mussten eingehalten werden: „

Auf die Schriften des Umweltbundesamtes wird verwiesen. Insbesondere auf den Leitfaden für Schulgebäude. Im fertigen Gebäude müssen alle in diesem Leitfaden genannten Werte eingehalten werden. Sofern verschiedene Werte genannt werden, jeweils diese mit dem günstigsten Wert für die Raumlufqualität.“

Diese allgemeinen Qualitätsanforderungen nutzte das vom Auftraggeber beauftragte Sachverständigenbüro, um die gemessenen Raumlufwerte gemäß den höchsten Qualitätsstandards für die Raumlufqualität des Umweltbundesamtes im Bezug auf Emissionen in Schulgebäuden zu bewerten.

Diese sind unter anderen:

- TVOC < 300 µg/m³
- Bicyclische Terpene < 200 µg/m³

In keinem der gemessenen Räume konn-

AUF EINEN BLICK

Vier häufige Fehler bei VOCs treiben die Kosten

Werden Leit- oder Richtwerte überschritten (unabhängig von der Bauweise), kommt es nicht selten zu teuren Problemen wie: – Abnahme des Gebäudes wird verweigert, – Rechtsstreit und Rechnungen werden nicht bezahlt und Rückbau oder sogar Abriss. Die ursächlichen TOP 4-Fehler sind:

1. Nicht einhaltbare Klauseln im Werkvertrag Oft werden zu ungenaue oder nicht einhaltbare Vereinbarungen aufgestellt. Beispiel ist ein zu früher Messzeitpunkt direkt nach Baufertigstellung – ohne Berücksichtigung der natürlichen Abklingraten von Holz. Wichtig sind auch vorbeugende Vertragsvereinbarungen, d.h. was muss streitvermeidend geleistet werden, falls ein Zielwert überschritten wurde.

Welche Material- und Emissionsgüte (natureplus, Blauer Engel etc.) wurde vereinbart? Bauunternehmen wird empfohlen, die Vor-/Nebentexte von Leistungsverzeichnissen, aber auch den eigentlichen Bauvertrag genau durchzulesen. Kommen Zweifel auf, ob die geforderten Werte oder Baustoffvorgaben eingehalten werden können, sollte man sich dringend bei dem zuständigen Zimmerer-/Holzbauverband oder einem erfahrenen Baufachanwalt Rat holen.

2. Falscher Messzeitpunkt

Sind wenige Tage vor der Messung die Türen lackiert worden, wurde der Boden mit Che-

mikalien gereinigt oder sind Lösemittel ausgelaufen, kann dies die Messwerte derart verfälschen, dass die vereinbarten Zielwerte nicht eingehalten werden können und es kommt unnötig zum Streit. Eine gründliche Messvorbereitung, Feinreinigungen und die Einplanung in den Bauzeitenplan sind erforderlich.

Hohe Feuchtigkeit oder eine Aufheizung durch fehlende Beschattungen führen ungewollt zu überhöhten VOC-Emissionen. Die Material- und Lufttuchtigkeit sollte daher regelmäßig gemessen und dokumentiert werden, vor allem nachdem Estriche oder Putze eingebracht wurden.

Ist ein Bau luftdicht und steht er längere Zeit ohne Belüftung leer, kommt es zu einer unnatürlichen Anreicherung von VOC-Emissionen. Vor Messungen muss eine normale Raumnutzung mit regelmäßigem Luftwechsel garantiert werden. Dies ist bereits bei der Raumvorbereitung und Messplanung zu beachten.

3. Sachverständige ohne Holzbau - Erfahrung Schon eine unsachliche Schlussfolgerung wie „Rückbau, Abriss, Rechtsstreit, Gesundheitsgefahr“ oder eine überzogene Messwertinterpretation wegen geringfügiger Richtwertüberschreitungen kurz nach Fertigstellung kann ausreichen, um besorgte Eltern auf den Plan zu rufen - was durchaus verständlich ist, falls tatsächlich eine Gefahr bestünde. Un-

wissenschaftliche Prognosen zum Emissionsrückgang von Terpenen und Aldehyden können schnell das „Fass zum Überlaufen“ bringen. Wir empfehlen in solchen Fällen immer eine Zweitmeinung einzuholen, vor allem, wenn vorschnell ein Rückbau verlangt wird. Es gibt bewährte Verfahren mit alkalischen Beschichtungen, mit deren Hilfe man die postulierten Ziel-Werte schneller erreichen kann. Eine wissenschaftlich basierte Interpretation der Messergebnisse und die lösungsorientierte und schnelle Reaktion auf solche Reklamationen sind entscheidend für eine allseitig akzeptable „Schlichtung“. Das Gleiche gilt bei Reklamationen wegen einer Holzverfärbung durch Pilzarten, die weder als gesundheitsgefährdend noch als holzzerstörend eingestuft werden.

4. Nicht normgerechte Messung

Wussten Sie, dass eine Raumlufmessung nach vorangehendem 12 stündigem Raumverschluss höhere VOC - Werte bringt als die normgerechte Messung gemäß den Empfehlungen in der DIN ISO 16000 nach „etwa 8 Std.“?

Bei vielen Rechtsstreitfällen werden solche wichtigen Details nicht ernst genommen. Nur eine einheitliche Vorgehensweise bei diesen Prüfverfahren bringt vergleichbare und belastbare Ergebnisse. Es reichen ein paar Mikrogramm über dem vereinbarten Richtwert, um die Abnahme zu verweigern und einen Rechtsstreit auszulösen.



Messanordnung für die Raumlufmessung in einem Schulgebäude

ten diese Werte eingehalten werden. **Folglich wurde die Schule nicht für den Unterricht frei gegeben.**

Bei genauerer Betrachtung der Vorgaben des UBA ergab sich, dass die vorgegebenen Richtwerte des UBA an definierte und nach der DIN EN ISO 16000 einzuhalten- Messraumvorbereitungen, Messzeiten, Verschlusszeiten und Raumklimabedingungen geknüpft sind. Diese wurden in vielen Bereichen von dem SV-Büro nicht eingehalten. Speziell die von dem Leitfaden für Schulgebäude geforderten Lüftungsraten bei der besten Raumlufqualitätsklasse IDA 1 (DIN EN 13779:2007-09) konnten aufgrund fehlender Lüftungsanlagen nicht eingehalten werden. Zur Erinnerung: im LV wurden die Vorgaben des UBA mit „dem günstigsten Wert für die Raumlufqualität“ gefordert. Würde diese Forderung umgesetzt, müsste in jedem Klassenzimmer eine **Luftwechselrate von mindestens 54m³/h/Person** gewährleistet sein.

Daraufhin forderte der Auftragnehmer gegen den massiven Widerstand des SV Büros und der Auftraggeber die Installation von Lüftungsanlagen und das normgerechte Messen der Raumlufqualität durch ein holzbauerfahrenes Ingenieurbüro.

Die Ergebnisse der normgerechten Raumlufmessung (s.a. Tabelle 3) zeigen,

dass der Einsatz von Lüftungsanlagen in allen gemessenen Räumen eine signifikante Reduzierung der Terpene und der TVOC's bewirkte. Bei der Messung wurden verschiedene Einstellungen der Luftwechselzahl getestet, um im laufenden Betrieb die optimale Anlageneinstellung zu erhalten. Deshalb wurden die Räume für die Nutzung frei gegeben, obwohl noch leichte Zielwertüberschreitungen bei der Raumlufmessung vorhanden waren.

Fazit: Anforderungen stehen im Widerspruch

Die Qualitätsanforderungen an die Raumlufgüte werden weiter steigen. Wer sich und seine Mitarbeiter vorbereitet und eine baubegleitende Qualitätssicherung bezogen auf Emissionen und Baufeuchte durchführt, wird den Anforderungen im modernen Holzbau gerecht.

Berufsschulen aber auch Hochschulen müssen vermehrt eine Grundlagenausbildung in Bauchemie, Materialkunde und Raumklimaforschung anbieten, damit die zukünftigen Bauleiter, Architekten, Holz- und Bauingenieure die Ansprüche der Bauherrschaft auf ein behagliches Raumklima sicher erfüllen können.

Gerade weil die Produktions- und Prozessgeschwindigkeit im Holzbau enorm optimiert wurde, dürfen auf der anderen Seite die Sorgfalt bei der Materialauswahl

und das Feuchtemanagement nicht darunter leiden. Bewährte kapillaraktive und emissionsarme oder bekanntermaßen VOC – bindende Baustoffe sollten vermehrt verwendet werden, wenn erhöhte Raumklimaansforderungen vorliegen.

Die aktuelle praxisorientierte Feldforschung zeigt uns, dass moderne Wohn- oder Arbeits- und Schulräume nicht mehr ausreichend gelüftet werden können, um einen in der DIN EN 15251 geforderten Luftwechsel zu gewährleisten. Daher werden ohne den Einsatz raumluftechnischer Anlagen bzw. ohne klima- und nutzerangepasstes Fensterlüften gerade in Wohnräumen mit nahezu luftdichten Gebäudehüllen die strengen und werkvertraglich geschuldeten Richtwerte nur schwerlich oder „eher nur“ zufällig eingehalten.

Quellen- und Literaturverzeichnis

- https://www.focus.de/gesundheits/gesundleben/alternativmedizin/neuer-trend-wald-statt-pille-heilwald-senkt-blutdruck-und-aktivierkillerzellen-gegen-krebs_id_7041125.html
- Mersch-Sundermann, V., Marutzky, R. (2011): Holz – ein gesundheitsverträglicher Baustoff? Holz-Zentralblatt, S. 186
- Evaluation der Auswirkungen eines Zirbenholzfeldes auf Kreislauf, Schlaf, Befinden und vegetative Regulation. Hrsg. vom Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Institut für Nichtinvasive Diagnostik. Weiz 2003
- Schule ohne Stress. Hrsg. vom Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Institut für Nichtinvasive Diagnostik. Weiz 2007
- <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsverhalten-von-holz-holzwerkstoffen>
- <https://www.fnr.de/projektfoerderung/projekte-und-ergebnisse/projektverzeichnis/>
- Helmut Sagunski, Birger Heinzow, Ludwig Müller: Referenzwerte, Leitwert, Richtwerte und Grenzwerte für die Innenraumluf. Eine Kurzanleitung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 73(4), 2013, S. 169–175, ISSN 0949-8036

Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Waldemar Bothe/ Bausachverständiger kdR, Dipl. Ing. Holztechniker Robert Simon/ Messingenieur und Karl-Heinz Weinisch/Bausachverständiger, Weikersheim. Mehr im Netz unter www.iqih.de.