

Hygienische Bewertung von Baumaterialien – richtig planen und konstruieren

Karl-Heinz Weinisch
Geschäftsführer, Bausachverständiger
IQUH GmbH
Weikersheim, Deutschland



Hygienische Bewertung von Baumaterialien – richtig planen und konstruieren

Hygienische bzw. gesundheitsdienliche Räume, Bauteile und Bauprodukte sind juristisch betrachtet ein im Grundgesetz, im Vertragsrecht, in der Landesbauordnung oder im Arbeitsschutzgesetz festgeschriebener Anspruch.

Der bauliche Gesundheitsschutz ist neben dem Wärme-, Schall- und Brandschutz eine baurechtliche Anforderung und betrifft zunehmend die Planung und Ausführung von Gebäuden. Das Thema ist komplex, da es viele Rahmenbedingungen, Regelungen und Zusammenhänge zu beachten gilt.



Abbildung 1: Informationen zum Gesundheitsschutz auf der Internetseite des Informationsdienst Holz: www.holz-und-raumluft.de

Zudem betreffen die gewonnenen Planungs- und Materialdaten die Nachhaltigkeitsziele von Zertifizierungssystemen wie DGNB und BNB und seit 01. Juli 2021 das neue Konzept Qualitätsziele zum Nachhaltigen Bauen (QNG), also auch die Ökobilanzen und Lebenszykluskosten für Gebäude.¹

1. Nachhaltiges Bauen und Gesundheitsschutz

Seit Gebäude immer besser gedämmt sind und weniger Luftwechsel stattfindet, richtet sich der Blick auf die Qualität der Innenraumluft und mögliche Baustoffemissionen. Neben CO₂, Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflussen die Baumaterialien und eine Vielzahl an Fremdstoffen die Qualität der Raumluft, die oftmals unbedacht durch den Raumnutzer selbst beeinflusst wird. Aus mangelnder Sachkenntnis über seine eigenen möglicherweise schadstoffemittierenden Möbel, Reiniger oder Raumausstattungs-materialien wird er dann als Kläger die Störquelle beim Gebäude oder Baustoff suchen.



Abbildung 2: Baustoff-, nutzer- und standortbezogene Einflussfaktoren auf die Raumluftqualität

¹ Programm und Datenbank für LCC und LCA www.legep.de, Dipl.-Ing. Holger König. DGNB / BNB Verfahren.

Fest steht, dass wegen der Energieeinsparverordnung und durch die technische Entwicklung von Kleb-, Dicht-, Kunststoff- und Glasbaustoffen eine nahezu luftdichte Bauweise möglich ist. Der ständige Luftaustausch durch Fugen ist daher heute viel geringer als früher und mit zunehmender Luftdichtigkeit sinkt logischerweise die Raumluftqualität, wenn ein geregelter Luftwechsel fehlt.

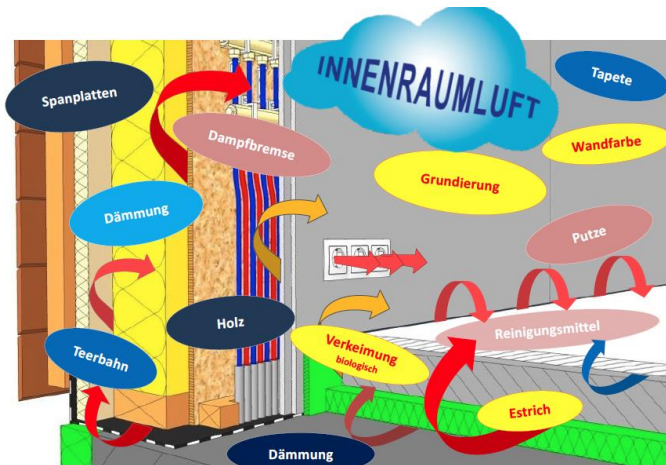


Abbildung 3: Bauprodukte und Konstruktionen und Emissionen in die Raumluft.

Demzufolge muss das Thema Lüftung noch intensiver geplant werden. Baustoffe, Farben und Lacke, Bindemittel und Kleber beeinflussen vor allem in der Anfangszeit das Raumklima durch erhöhte Abgaben von Problemstoffen. Je nach Abklingzeit fallen viele VOC Emissionen schon nach etwa 6 Monaten unter die Richtwert- oder Bestimmungsgrenze.

1.1. Auftraggeber fordern erhöhten Gesundheitsschutz

Behörden und Auftraggeber verlangen zunehmend die Verwendung von schadstoffgeprüften Baustoffen. Zur Freigabe und Bauabnahme wird vor allem in Kitas und Schulen, aber auch für sensible Auftraggeber in Werkvertragsvorgaben verlangt, dass nach Baufertigstellung die Raumluft auf Schadstoffe (VOC – Volatile Organic Compounds gem. Siedepunkt-Definition) geprüft wird. Die Leistungsfähigkeit der Lüftungsanlagen kann mit Hilfe einer CO₂ Messung geprüft werden.

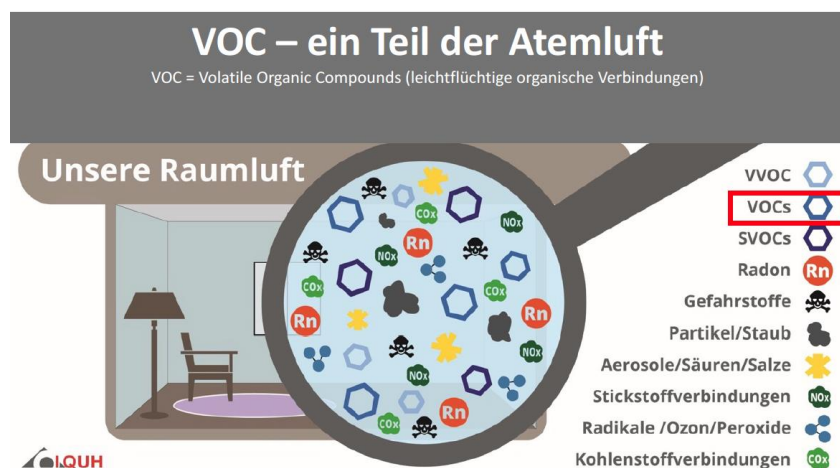


Abbildung 4: VOC und andere Bestandteile in der Atemluft.

Doch ab welcher Konzentration gilt ein Stoff in der Raumluft als «schädlich» bzw. reklamationstauglich? Sind die auffälligen Gerüche oder VOC Emissionen erwiesenermaßen gesundheitsgefährdend, wie es bei streng eingestuftem Benzol oder Styrol der Fall ist? Oder gibt es lediglich ein hygienebezogenes Problem wie bei CO₂ und den Terpenen, Aldehyden und Carbonsäuren durch Holz und Holzwerkstoffe? Diese können erfahrungsgemäss erst bei sehr hohen Konzentrationen Befindlichkeitsstörungen verursachen.

2. Allgemeine juristische Bewertung zum Gesundheitsschutz

Gemäss GG Art. 3 lässt sich eine Fürsorgepflicht für Arbeitgeber, Vermieter oder Bauhandwerker aber auch für die Endverbraucher ableiten. Im Gefahrstoffrecht², in der Landesbauordnung oder in Verordnungen mittels Technischer Regeln (TRGS, TRBA, Asbest/PAK/PCB/PCP-Richtlinie) wird auch über Landesgesetze mit gesundheitsbezogenen Bewertungen zu Bauprodukten Stellung bezogen und über deren Verwendung bestimmt. Auch die Berufsgenossenschaften und Kranken- und Unfallversicherer geben Hinweise zur gefahrlosen Verwendung oder Vermeidung von gesundheitsproblematischen Bau- und Arbeitsstoffen. Mit Richtlinien werden Versicherte, Arbeitnehmer und Arbeitgeber im Sinne der Gesundheitsvorsorge informiert.

Gemäss BGB § 617-619 besteht eine Fürsorgepflicht für Schulgebäudeinhaber gegenüber Schülern und Lehrern gem. BGB § 78 iVm § 45 BamtStG. Auf Grund handelsrechtlicher Vorschriften durch die CE Kennzeichnung und Bauprodukteverordnung besteht eine Prüfpflicht für den Handel und seine in Verkehr gebrachten Baustoffe. Hersteller und Industrie sind ebenfalls verpflichtet, die europäischen oder landeseigenen Regeln und Prüfpflichten einzuhalten. Produkt- und Industrielabel wie Blauer Engel, natureplus, TÜV geprüft, IBR. Baustoff- und Gebäude-Label orientieren sich an staatlichen Vorgaben und Normen und dienen der besseren Vermarktung und dem freiwilligen Verbraucherschutz.

Aktuelle wissenschaftliche Studien zu Holzemissionen und deren Gesundheitsverträglichkeit³ lassen hoffen, dass die bisher strengen Richtwerte bezogen auf Terpene, Aldehyde und Carbonsäuren (nVOC = natürliche leichtflüchtige organische Verbindungen, z.B. Terpene) neu diskutiert werden.

Im Holzbau ist besonders darauf zu achten, dass die Normen und Empfehlungen für die Raumluftuntersuchungen, insbesondere die Klima- und Messraumvorbereitung, streng eingehalten und protokolliert werden. Der Messtechniker benötigt besondere Erfahrung mit den Folgen von frischen Farbanstrichen, hohen Raum- oder Oberflächentemperaturen und Luftfeuchtwerten sowie Lüftungsfehlern vor der Raumluftmessung.

2.1. Individuelles Werkvertragsrecht

Durch die individuell gestaltbaren werkvertraglichen Vereinbarungen können diese Anforderungen neben den allgemein festgelegten Qualitätsanforderungen an den Gesundheitsschutz individuell verändert werden. Dies kann dazu führen, dass Richtwerte gelockert oder aber verschärft werden. Solche Absprachen zu strengeren Raumluftrichtwerten bewirken, dass nicht verpflichtende Raumluftrichtwerte rein rechtlich und bei Abnahmemessungen Grenzwert- bzw. Verbotscharakter erhalten.

Dies betrifft auch Raumluftgrenzwerte für VOC durch Güteabsprachen wie DGNB, BNB, QNG Siegel oder darin beschriebene Verwendungsverbote für Inhaltsstoffe oder Bauprodukte (z.B. gefährliche, hochentzündliche, toxische Stoffe gem. Sicherheitsdatenblatt). Bei der Bauabnahme kann es erfahrungsgemäss zu Beanstandungen durch die Bauherrschaft wegen dem Verdacht schädlicher Baustoffausdünstungen kommen, wenn er lediglich auf Geruchswahrnehmungen oder unspezifische Reizwirkungen auf die Augen oder Atemwege nach den Baumassnahmen begründet. In solchen Schlichtungs- oder Rechtsstreitfällen werden dann erfahrungsgemäss die allgemein publizierten Richtwerte wie die UBA oder die WHO Richtwerte⁴ zur raumluftanalytischen Beweissicherung herangezogen, die gemäss den werkvertraglichen Vorgaben sehr streng sein können.

² Forderungen an die Industrie: REACH – europäisches Chemikaliengesetz, Decopaint- Richtlinie für Lösemittel-EU

³ <http://www.holz-und-raumluft.de/forschung>

⁴ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte#ausschuss-fur-innenraumrichtwerte-air>

3. Technische Baubestimmungen zum Gesundheitsschutz

«Die Luftqualität in Innenräumen spielt eine wesentliche Rolle für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen. In zahlreichen wissenschaftlichen Studien ist belegt, dass die Ausbildung von Atemwegserkrankungen, Entzündungsreaktionen und Reizschädigungen am Atemtrakt und Augen, systemische Schädigungen, Sensibilisierungen/Allergien sowie eine Reihe unspezifischer Symptome (Unwohlsein, Kopfschmerzen, Übelkeit, zentralnervöse Störungen, Schwindel usw.) in direktem Zusammenhang mit der Innenraumluftqualität und Luftverunreinigungen stehen. Unter den gesundheitsschädigenden Wirkungen erfordern karzinogene, mutagene und reproduktionstoxische Auswirkungen eine besondere Beachtung.»

Die Gesundheits- und Hygieneanforderungen an bauliche Anlagen leiten sich aus den gesundheitsrelevanten Eigenschaften der verwendeten Bauteile, Bausätze und Baustoffe ab. Diese können durch Emissionen zu den Raumluftverunreinigungen beitragen und erhebliche Auswirkungen auf die Gesundheit verursachen. Dazu gehören potenzielle Emissionen flüchtiger anorganischer und organischer Verbindungen ebenso wie von Partikeln.

«Zu berücksichtigen sind bauliche Anlagen, Bauteile und Baustoffe mit direktem oder indirektem Kontakt zum Innenraum, das heisst auch solche Produkte, die zwar mit anderen Produkten verkleidet oder abgedeckt, aber nicht diffusionsdicht abgeschottet sind. Auch der Gehalt nicht oder wenig flüchtiger Stoffe ist für die gesundheitliche Bewertung von Bedeutung, da diese z.B. durch das Bearbeiten der Produkte auch in partikel- oder staubgebundener Form freigesetzt, für den menschlichen Körper verfügbar gemacht oder durch direkten Hautkontakt aufgenommen werden können.»

«Die Planung, Bemessung und Ausführung von Bauwerken und die Verwendung von Bauprodukten sind in Deutschland in den Landesbauordnungen geregelt. Diese enthalten allgemeine und materielle Anforderungen sowie Verfahrensregeln. Für das Weitere verweisen sie auf die Technischen Baubestimmungen. Diese konkretisieren die allgemeinen Anforderungen der Bauordnungen – zum Beispiel durch Inbezugnahme einschlägiger technischer Regeln.»⁵

3.1. Anforderungen an Bauprodukte bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG):2019-05⁶

Um zuverlässige Angaben zu Schadstoffemissionen aus Bauprodukten machen zu können, sind sowohl validierte Prüfverfahren als auch qualifizierte Prüfstellen erforderlich.

Bauprodukte und deren Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen können gemäss der Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft im Labor überprüft und zugelassen werden, Deutsche Fassung EN 16516:2017+A1:2020 (bzgl. Ammoniak, Vorbereitung PAK Recycle)⁷. Das Verfahren ist für flüchtige organische Verbindungen, schwerflüchtige organische Verbindungen, leicht flüchtige Aldehyde und Ammoniak anwendbar.

Können Materialien und Gegenstände, die in einem Haus verbaut werden, die Gesundheit des Menschen beeinträchtigen? Dieser Frage widmet sich der Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB)⁸.

3.2. Qualitätsziele für Gebäude

Eine an die menschlichen Bedürfnisse angepasste und optimierte Wohnqualität wird durch die Einhaltung von Raumluft-, Raumklima- und Behaglichkeitszielwerten erreicht. Daher ist schon bei der Bauplanung auf eine emissionskontrollierte Stoffauswahl (Kontrollzertifikate gem. E1plus, EC1plus, DIN EN 16516, Blauer Engel, natureplus, eco-cert/Köln, uvm) zu achten. Trotz der Verwendung von geprüften Baustoffen folgt allerdings keine Garantie

⁵ Quelle: <https://www.dibt.de/de/wir-bieten/technische-baubestimmungen>

⁶ https://www.dibt.de/fileadmin/dibt-website/Dokumente/Referat/P5/Technische_Bestimmungen/MVVTB_2020-1.pdf

⁷ Norm zur Baustoff-Emissionsprüfung: <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-16516/321737979>

⁸ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/dokumente/kurzinfo_agbb.pdf

dafür, dass dadurch alle aktuellen VOC Richtwert-Vorgaben des UBA⁹ bei einer normgerechten Raumlufthmessung eingehalten werden können, da Prüfbedingungen wie die Aussen- und Innenklimaparameter einen immensen Einfluss auf die VOC Ergebnisse haben.



Abbildung 5: Best Practice Beispiele unter www.holz-und-raumlucht.de

Einige Städte haben bereits eigene Zielwertvorgaben für die Raumlucht wie z.B. extrem niedrige TVOC-Summenwerte oder VOC Einzelrichtwerte (Richtwerttabellen des Umweltbundesamtes und Ausschuss für Raumluchtqualität). Manchmal sind auch unrealistische oder nicht erfüllbare Formulierungen im Leistungsverzeichnis enthalten und bedürfen einer Klärung – möglichst noch vor der Unterzeichnung des Werkvertrags durch den Auftragnehmer.

Neben dem neuen QNG (Qualitätsziele für Nachhaltiges Bauen) für Privatgebäude steht mit dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums (BNB) und dem DGNB Verfahren (Dt. Ges. für Nachhaltiges Bauen)¹⁰ ein ergänzendes Bewertungsverfahren für Büro, Schul- und Verwaltungsbauten zur Verfügung, in dem u.a. die stufenweisen Zielwerte für die Raumluchtqualität formuliert und vereinbart werden.

4. Landesbauordnungen

Die zurzeit gültige Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) ist seit 31. August 2017 in Kraft. Sie hat nach § 85 a. der Musterbauordnung in erster Linie die Aufgabe, die allgemeinen Anforderungen der Musterbauordnung an bauliche Anlagen, Bauprodukte und andere Anlagen und Einrichtungen durch Technische Baubestimmungen zu konkretisieren. Genauso wie die Musterbauordnung besitzt die MVV TB keine Rechtskraft, entfaltet diese aber ab dem Zeitpunkt, an dem Landesbauordnungen sie in Bezug nehmen. Momentan (Stand August 2021) stehen noch Aktualisierungen zum Gesundheitsschutz in den jeweiligen Landesbauordnungen aus.

⁹ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innen-raumrichtwerte#richtwerte-fur-die-innenraumlucht>

¹⁰ Quellen: www.dgnb.de, www.bnb-nachhaltigesbauen.de, QNG www.nachhaltigesbauen.de

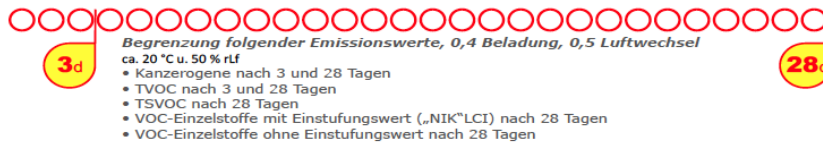
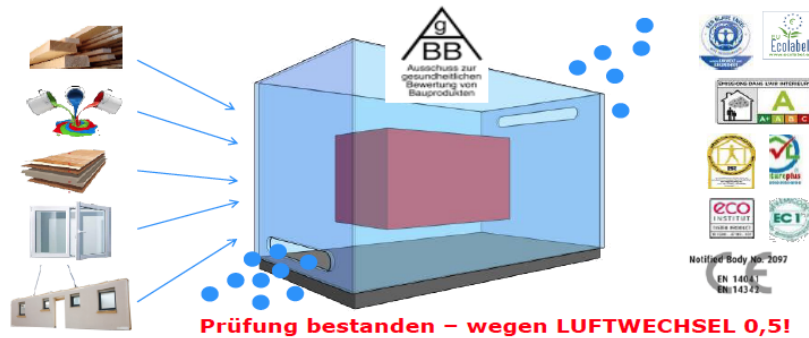
Prüfnorm für Bauprodukte DIN EN 16000ff (ab 2020 neue EU Norm 16516)

Abbildung 6: Zertifizierungs- und Prüfkammermodell – Bauprodukte und Prüfzeichen

4.1. Für welche Bauprodukte besteht eine Nachweispflicht?

Die MVV TB beinhaltet im Anhang 8 «Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG)» allgemeine und besondere Anforderungen an Bauprodukte um sicherzustellen, dass eine gesundheitsgefährdende Exposition der Gebäudenutzer ausgeschlossen werden kann.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Liste der genannten Produkte nicht abschliessend ist und Änderungen noch möglich sind. Der jeweils aktuelle Stand der Umsetzung kann im Internet abgerufen werden. (DIBt: www.dibt.de/de/wir-bieten/technische-baubestimmungen)

Stand 2021: Für die nachfolgend aufgeführten Bauprodukte bestehen Anforderungen hinsichtlich der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen, wenn sie in Aufenthaltsräumen und in baulich nicht davon abgetrennten Räumen Verwendung finden:

- Bodenbeläge, Bodenbelagskonstruktionen sowie deren Komponenten
- Klebstoffe,
- reaktive Brandschutzbeschichtungssysteme auf Stahlbauteilen,
- Dämmstoffe (Phenolharzschäume und UF-Ortschäume),
- Dekorative Wandbekleidungen und dickschichtige Wandbeschichtungen auf Kunststoffbasis,
- Deckenverkleidungen und Deckenkonstruktionen auf Kunststoffbasis,
- Holzwerkstoffe in Form von schlanken ausgerichteten Spänen (OSB) und kunstharzgebundene Spanplatten,
- dekorative Hochdruck-Schichtpressstoffplatten (HPL),
- nachträglich aufgebrachte organische Feuerschutzmittel.

4.2. Fazit und Aussichten

Für Holzfaserdämmplatten oder Naturholz besteht bis auf weiteres keine Prüfpflicht. In öffentlichen Ausschreibungen für Schulen und Kitas werden zunehmend erweiterte Nachweispflichten bzw. das Anlegen von Baustoffinventaren vorgeschrieben. Es besteht zurzeit eine Verunsicherung über die Gültigkeit von älteren VOC Prüfergebnissen. Daher ist es ratsam, jetzt schon auf Produkte umzustellen, die nach der aktuellen Prüfnorm DIN EN 16516 geprüft wurden.

5. Bauplanungstools zum Gesundheitsschutz

Vor allem im Schulbau wird der Holzbau immer attraktiver. Gleichzeitig sind aber auch die Nachweisverpflichtungen für nachhaltige und gesundheitsverträgliche Bauweisen gestiegen. Daher ist es bei öffentlichen Ausschreibungen zum baulichen Gesundheitsschutz wichtig, dass schon bei der Grundlagenermittlung, aber vor allem bei der Vertragsunterzeichnung, keine Anforderungen bezogen auf die Einhaltung von Baustoffqualitäten, Stoffverbote oder die Einhaltung von Raumluftrichtwerten übersehen werden, da diese LV-Vorgaben unter Umständen die Kostenkalkulation oder die Bauzeit betreffen könnten.

Ausbildungstools unterstützen die Holzbauunternehmen bei der Auftragsannahme, Stoffauswahl, Planung und Controlling. Daher wird neben der Einweisung und Schulung der Mitarbeiter ein

- Auftrags-Controlling (Sichtung von Vertragsbedingungen, Materialauswahl)
- Planungs-Controlling (Unterstützung bei der Werkplanung, Bauteilkonstruktionen)
- Qualitäts-Controlling (Koordination der Messplanung, Raumklimakontrolle und Messraumvorbereitung, Vorlagen für die Mess- und Probenahmebedingungen) empfohlen.

5.1. Lüftungsplanung

Der staatlich eingeschlagene Weg des Umweltschutzes mit Hilfe des erhöhten baulichen Wärmeschutzes insbesondere der Luftdichtheit ist eng mit einer bauphysikalisch korrekten Ausführung verknüpft, um Bauschäden durch Konvektions- und Kondensatfeuchte oder Schimmelwachstum zu vermeiden. Die Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung soll hierzu massgeblich beitragen. Das wird damit begründet, dass wegen der energetischen Anforderung zur Luftdichtigkeit ein ausreichender Luftwechsel durch Fugenlüftung (sog. Infiltrationslüftung) nicht mehr sichergestellt ist. Deshalb ist generell eine nutzerunabhängige Lüftungskonzeptplanung ratsam, nicht zuletzt um Reklamationen wegen VOC Richtwertüberschreitungen, Gerüchen, Feuchte- und Risschäden zu vermeiden.

Das Lüften von Räumen kann technisch oder manuell erfolgen. Aus hygienischen Gründen muss je nach Art und Intensität der Raumnutzung ein regelmässiger und ausreichender Luftaustausch stattfinden. Bei unzureichender und nicht angepasster Fensterlüftung oder durch eine falsch gesteuerte oder unzureichend dimensionierte Lüftungsanlage kann genügende Frischluftzufuhr bzw. Feuchte- und Schadstoffabführung nicht garantiert werden.

Die Luftqualität wird u.a. durch die Konzentration von sogenannten «flüchtigen organischen Verbindungen» aus Möbeln, Baustoffen, Reinigungsmitteln, Wohntextilien, Druckern und Tabakrauch bestimmt. Neben diesen Stoffen sollen auch CO₂, das radioaktive Radongas, Keime und Feinstaub durch einen Luftaustausch «hinausgelüftet» werden.

5.2. Lüftung bietet Sicherheit

Um eine rechtssichere Raumlufthausqualität erreichen zu können, sollte die Bauherrschaft über die Notwendigkeit eines Luftwechsels aufgeklärt werden. Eine nutzungsbezogene Lüftungsplanung ist unabdingbare Voraussetzung für ein behagliches Raumklima und die Einhaltung der werkvertraglich zugesicherten VOC Raumlufthauszielwerte. Weiterhin liefert die Lüftungsplanung Angaben für die Lüftungsbedingungen vor und während den VOC Freimessungen.



Abbildung 7: LWR – Luftwechselraten, Holzbau Messstudie in Schulräumen: Auswirkung von unterschiedlich grossen Lüftungsanlagen auf die Raumluftmesswerte (Risikominimierung durch Vermeidung von hohen Partikel-, VOC-, CO₂-Werten).

Wie können auch bei Gebäuden ohne Lüftungsanlage die VOC Richtwerte eingehalten werden? Auf Grund von Berechnungen und je nach Raumkubatur und Raumnutzerzahl sollte im Idealfall alle 45 – 120 Minuten quergelüftet werden, damit bestenfalls die gesamte Raumluft ausgetauscht wird. In Schulen und Kindertagesstätten ist für Räume ohne Lüftungsanlage solch eine vorher berechnete Luftwechselzahl vorgeschrieben. In Nutzungs- und Dienstanweisungen kann das Lehrpersonal zur händischen Querlüftung in vorher berechneten Zeitabständen verpflichtet werden. Komfortabler sind VOC-, CO₂-, Temperatur- und Feuchtesensoren, die zur notwendigen Lüftungszeit ein unüberhörbares Tonsignal abgeben.

Fazit:

Neubauvorhaben, für die rechtsverbindliche VOC Raumluftzielwerte festgelegt wurden, sollten mit effektiven Lüftungsanlagen geplant werden, damit am VOC Raumluftmessgerät des Messtechnikers (Kopfhöhe Sitzplatz des Raumnutzers - Raummitte) der vom Hersteller garantierte Frischluftanteil tatsächlich ankommt. Mit einer CO₂ Verlaufsanalyse kann die Effizienz von Lüftungsanlagen vor einer VOC-Richtwertmessung geprüft werden.

Erfahrungsgemäss ersetzen manche Lüftungsanlagen im Normalbetrieb und mit noch akzeptablem Geräuschpegel nicht vollständig eine nutzungsangepasste Querlüftung über die Fenster und Türen. Wird vom Auftraggeber keine Lüftungsanlage gewünscht, ist die normengerechte und unbedenkliche Nutzung von Schul-, Verwaltungs- und Wohnräumen in Frage zu stellen. Im Privatbereich ist der Nutzer für sich selbst verantwortlich. Nicht nur die Baufirmen, sondern auch die Gebäudenutzer wie z.B. Arbeitgeber und Betreiber von Schulen haben die Verantwortung für eine gute Raumluftqualität, d.h. eine ausreichende Frischluftzufuhr bzw. eine Abfuhr von Schadstoffen. Wird also keine Lüftungsanlage installiert, so müssten die für einen ordnungsgemässen Gebäudebetrieb verantwortlichen Stellen mit Hilfe einer Arbeits- bzw. Dienstanweisung die an die Raumgrösse und Personenzahl angepassten Lüftungsintervalle den dafür zuständigen Personen vorschreiben und die CO₂ Werte kontrollieren.

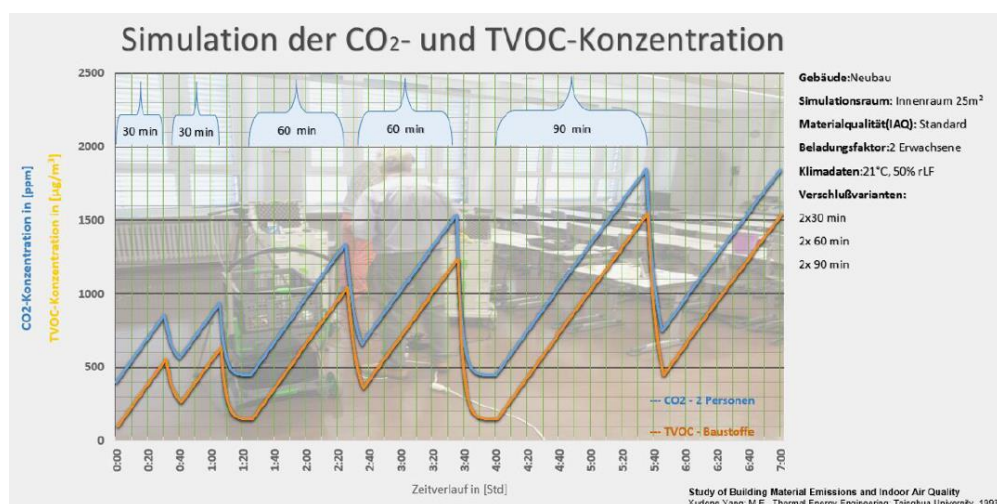


Abbildung 8: Erfahrungs-basiertes Simulationsmodell für TVOC (Summe der leichtflüchtigen organischen Verbindungen) mit einem Excel Algorithmus. Das Einschätzungsmodell (Betrachtungszeitraum ca. 1-8 h) basiert auf Messdaten in neu errichteten Holzgebäuden. Die TVOC Werte sind von der Auswahl der Baustoffe, Reiniger und Raumausstattung abhängig. Nimmt die Anzahl der Raumnutzer zu, dann steigen die CO₂ Messwerte kontinuierlich weiter an. VOC und CO₂ Werte haben einen ähnlichen Verlauf.

In Zukunft sollten Planer und Holzbauunternehmer neben den Standard Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung auch feuchte- und klimatechnische Geräte anbieten, weil die Innenraumhygiene sich inzwischen auch mit der sommerlichen Überhitzung und der winterliche Lufttrockenheit beschäftigen muss.

6. Checklisten helfen Planern

Mit Hilfe der folgenden Pre-Checks, d.h. Checklisten und Prüfungen können Sie das Risiko von Rechtsproblemen und Stress bei Bauabnahmen frühzeitig beeinflussen und sogar Vorteile im Wettbewerb erarbeiten.

Ökobilanzdaten schon bei der Angebotsabgabe überzeugen Auftraggeber hinsichtlich Nachhaltigkeit und ein Qualitätsmanagement und geschulte Mitarbeiter sorgen für die Erreichung der Raumluft-Richtwerte sowie ein gutes Image. Die Prüfung von Werkverträgen auf realistische Anforderungen schützt vor Überraschungen im Bauablauf und unvorhergesehen Kosten.

6.1. Pre-Check Bauplanung

- Prüfung der geforderten Raumluftrichtwerte und der vereinbarten Materialgüte. (Prüfzertifikate wie EPD, Blauer Engel, EC1plus u.a.)
- Ist eine PreCheck-Ökobilanzierung (LCA) und Lebenszykluskosten LCC) im Schätzverfahren zu erstellen?
- Planung mit emissionsarmen Farben, Klebern, Estrichen, Dämmstoffen, Holz- und Holzwerkstoffen sowie Hilfsprodukten.
- Einsatz von emissionsarmen und kapillaraktiven Raumbooberflächen.
- Materialänderungen sind mit der Bauherrschaft und den Baubeteiligten abzustimmen.
- Planung der Kontrollmessung gemäss den Anforderungen aus dem Werkvertrag.

6.2. Pre-Check/Bauwerkvertrag

- Gibt es allgemeine Textstellen im Leistungsverzeichnis wie: «Vorgaben zum baulichen Gesundheitsschutz lt. der neuen MVV TB/ LBO, oder lt. Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden (UBA) sind einzuhalten?»
- Gibt es gefahrstoffrechtliche Anforderungen (z.B. verbotene Stoffe) im Text/ bzgl. baulichem Gesundheitsschutz?

- Sind für die Verwendung von Bauprodukten spezielle (VOC) Prüfzertifikate, Labels vorgeschrieben?
- Sind bestimmte Stoffe oder Baumaterialien vom Einsatz ausgeschlossen?
- Ist vom AN ein Baustoffinventar inkl. TM, SDB, Prüfzertifikaten zu führen?
- Werden im Leistungsverzeichnis klimatechnische Anforderungen für den Gesundheitsschutz, z.B. Beschattung, RLT-Anlagen, Luftwechsel ausreichend berücksichtigt?
- Werden seitens des AG die Einhaltung von Raumlufthzielwerten (VOC, TVOC Leit- u. Richtwerte) gefordert?
- Wird die Vorgehensweise bei der Raumlufthkontrollmessung (DIN ISO 16000) im Vertrag exakt beschrieben?
- Werden Normen und Bewertungsquellen für die Raumlufthmesswerte vom AG angegeben?
- Ist die ordnungsgemäße und rechtssichere Raumlufthmessung vom AN anzubieten?
- Sind Massgaben zur Messraumvorbereitung vorhanden?
- Werden erfüllbare Massnahmen nach einer **nicht** bestandenen Kontroll- u. Freimessung beschrieben?



Abbildung 9: Welche Dokumente wurden für die Prüfung verwendet und können dem AG vorgelegt werden? Wie rechtssicher sind die Dokumente bzw. die Aussagen zu den VOC? Sind die Daten für die Ökobilanzierung im PreCheck Verfahren verwendbar?

6.3. Checkliste Bauausführung und Bauleitung

- Einhaltung von Trocknungszeiten und Verarbeitungsvorschriften der Bauprodukte.
- Vermeidung von unnötigen Gerüchen, Lösungsmitteln oder Geruchs-, Staub- und Materialemissionen kurz vor Messungen.
- Beachtung von Baufeuchte, Klima und Temperaturen während und nach der Verarbeitung. Protokollierung der Klimaparameter (z.B. Holzfeuchtwerte) für die Bauabnahme.
- Permanente Be- und Entlüftung und Temperierung der Baustelle während den Endausbaustufen.

6.4. Vorbereitung von Raumlufthmessungen

- Im Bauzeitenplan ist zu berücksichtigen, dass ca. 10 Tage vor der Messung keine Reinigungs- und Bauarbeiten mit emittierenden Stoffen durchgeführt werden.
- In Raumlufthtechnischen (RLT)-Anlagen muss die Funktionstüchtigkeit und Staubfreiheit garantiert werden. Kontrollsensoren hinsichtlich Temperatur, Feuchte oder CO₂, sind zu empfehlen.
- Bei Neubauten ohne RLT-Anlagen sind höhere Anforderungen an die Planung erforderlich, um die Hygiene-Richtwerte einhalten zu können.

- Die zu messenden Räume, die angrenzenden Flure und Räume und die Treppenhäuser müssen vor der Messung beschattet werden. Aussenklimawerte sind zu berücksichtigen.
- Erst wenn die Raumklima-Zielwerte eingehalten sind, kann die Raumluftmessung stattfinden.
- Die Normenvorgaben für Raumluftmessungen sind exakt einzuhalten.
- Für die Durchführung werden holzbauerfahrene Messingenieure empfohlen.

7. Schlussbetrachtung

Hohe CO₂ Werte, Fehlgerüche durch zu geringe Luftwechsel oder durch Reiniger sind erfahrungsgemäss die häufigsten Reklamationsgründe in neu bezogenen Holzgebäuden. An zweiter Stelle für Baumängelanzeigen wegen auffälliger Fehlgerüche stehen unsachgemäss verarbeitete Baustoffe als Ursache. Werden in Holzgebäuden unsachgemäss vorbereitete Raumluftmessungen durchgeführt, dann fallen natürliche VOC wie Terpene, Aldehyde und Carbonsäuren auf. Diese nVOC sind jedoch nur zahlenmässig auffällig, denn neueste Forschungsergebnisse belegen, dass sie unproblematischer sind, als bisher angenommen. Bei ausreichender Frischluftzufuhr sind diese Verbindungen sowieso instabil und bauen sich von selbst wieder schnell ab.

Neueste toxikologische bzw. tier- und zellenbasierte Studien geben Anlass zur Hoffnung, dass vor allem die durch Holz und Holzwerkstoffe verursachten Terpenkonzentrationen keine gesundheitlichen Auswirkungen auf die Gesundheit haben. (Infos/Quellen unter <https://baustoffe.fnr.de/projekte/emissionen/>) Studien weisen sogar darauf hin, dass Terpenoide gesundheitsförderliche Wirkweisen haben können. (Infos/Quellen unter <http://www.holz-und-raumluft.de/forschung>)

7.1. Aussichten und Empfehlung

Bevor wegen mangelhafter Messraumvorbereitung oder minimalen Richtwertüberschreitungen und unbewiesenen Gesundheitsfolgen unverhältnismässig aufwändige Sanierungsmassnahmen sowie Eskalation bzw. Rechtsstreit drohen, führt erfahrungsgemäss schon der Einbau eines dezentralen Einzellüfters mit Wärmerückgewinnung zu einer Einigung und zur Einhaltung der VOC Zielwerte. Andernfalls muss vor allem in Schulen den Raumnutzern eine schriftliche Gebrauchsanleitung mit den hygienebezogenen Lüftungsintervallen für die freie Lüftung ausgehändigt werden.

VOC Kontrollmessungen sollten nur bei normgerechten Messraumvorbereitungen und Standard-Klimabedingungen von einem holzbauerfahrenen Messingenieur durchgeführt werden.