

Hygienische Bewertung von Baumaterialien – richtig Planen und konstruieren

Karl-Heinz Weinisch
Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene
Weikersheim, Deutschland



Hygienische Bewertung von Baumaterialien – richtig Planen und konstruieren

1.1. Behördliche Richtwerte

Das Umweltbundesamt und deren Ausschuss für Innenraumrichtwerte veröffentlichen aktuell Anforderungen und Richtwerte zum Thema Innenraumlufthygiene in Wohn-, Schul- und Arbeitsräumen. «Die Menschen in Mitteleuropa halten sich heute durchschnittlich 90% der Zeit in Innenräumen auf. Pro Tag atmet der Mensch 10 bis 20 qm Luft ein, je nach Alter und je nachdem, wie aktiv er ist. Dies entspricht einer Masse von 12 bis 24 kg Luft. Das ist weitaus mehr als die Masse an Lebensmitteln und Trinkwasser, die eine Person täglich zu sich nimmt!» (Aus: Umweltbundesamt – Richtwerte f. die Innenraumluft, 09.08. 2011) Aber wie baut man, damit die «hygienischen» Richtwerte eingehalten werden? Wie sind emissionsreduzierte Produkte gekennzeichnet? ¹ In wie weit kann man sich auf geprüfte Baustoffe insoweit verlassen, dass man mit ihnen die Innenraumrichtwerte sicher unterschreitet?



Wenn bestimmte Innenraumschadstoffe die Bewohner belasten, können Geruchs- und Befindlichkeitsstörungen ausgelöst werden. In Deutschland wird die Bevölkerung immer sensibler. Etwa 30 Millionen Menschen leiden an Allergien und manche reagieren sogar auf Hausstaub und ganz natürliche Stoffe wie Gras-, Birken- oder Haselnusspollen. Verschärft wird die Schadstoffproblematik heutzutage durch die bautechnisch genormte luftdichte Gebäudehülle und zu geringe Lüftungstätigkeit.

Gesundheitsrelevante aber auch allergieauslösende Inhaltsstoffe aus Möbeln, Teppichen, Bodenbelägen, Reinigern, Raumausstattungen, Kleb- und Dichtstoffen können besonders Kleinkinder, ältere Menschen und chronisch Kranke belasten. Symptome die dann nur im Gebäude auftreten wie Kopfschmerzen, Schwindel, Schlaflosigkeit, Atemprobleme oder Augenreizungen könnten von Auftraggebern als Zeichen für eine nicht richtwertkonforme Raumluftqualität gedeutet werden. Ursache Nummer Eins für schlechte Raumluft ist jedoch eine nicht angepasste Lüftungstätigkeit bzw. das Fehlen von RLT-Anlagen.

Alle am Bau Beteiligten können mit einer gezielten Materialauswahl und sorgfältiger Verarbeitung viel zur Raumluftqualität beitragen. Auf die behördlich formulierten oder vertraglich festgelegten Hygieneanforderungen sollte rechtzeitig und schon bei der Planung Rücksicht genommen werden. Im Beratungsgespräch können verschiedene Lüftungs-, Material- und Bauteilvariationen bezüglich der raumlufthygienischen Konsequenzen gegenübergestellt werden. Menschen, die ihre neue Wohnung beziehen, sind sich meist nicht darüber im Klaren, wie schnell Baustoffgerüche wegen der zunehmend luftdichteren Bauweise bei gleichzeitig zu geringer Lüftungstätigkeit als störend wahrgenommen werden im Gegensatz zur vormals bewohnten Altbauwohnung, wo sich der Schadstoff- und Geruchabbau durch undichte Fenster oder Türen von selbst geregelt hat. Welche Bauprodukte und Lüftungsanlagen garantieren ein optimales Raumklima?

¹ EG-Bauproduktenrichtlinie (RL 98/106/EWG) – neu ab 01. 07 2013 Bauprodukteverordnung, Bauproduktengesetz (BauPG), Musterbauordnung bzw. Landesbauordnungen, CE = Europ. Konformitätszeichen, Emissionsprüfung nach AgBB Schema (VOCs und SVOCs nach 28 Tagen), Formaldehyd-Emissionsprüfung für Holz- u. Holzwerkstoffe E1 und E0, Blauer Engel | RAL Gütezeichen, Natureplus etc. (siehe auch Anlagen)

1.2. Richtwerte zur Material- und Raumluftqualität

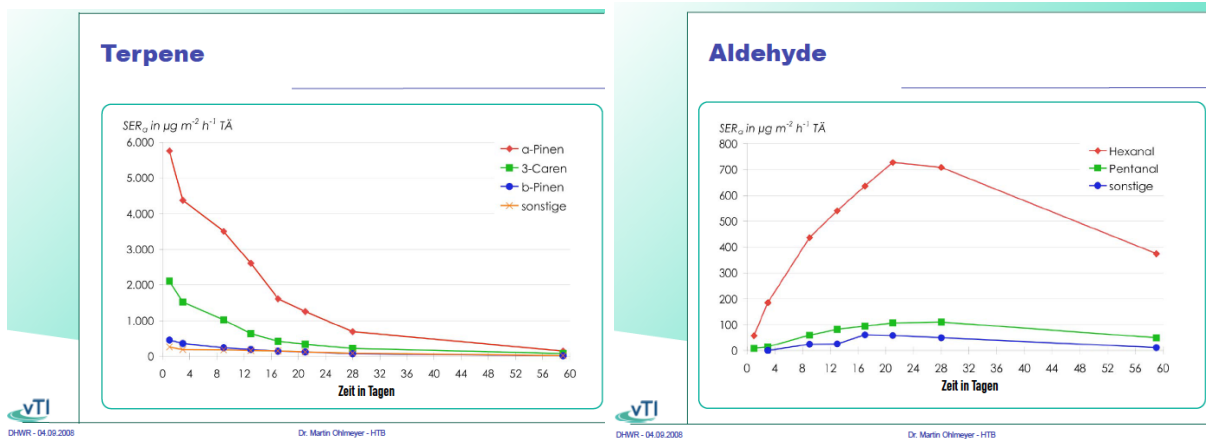


Momentan führen nach Baufertigstellung die durch Auftraggeber anberaumten Raumluft-Kontrollmessungen zu unerwarteten Baumängelanzeigen wegen Richtwertüberschreitungen. In Brüssel arbeiten die zuständigen Kommissionen aktuell an neuen VOC (Volatile Organic Compounds = leichtflüchtige organische Verbindungen) Regelungen für Baustoff- und Raumluftprüfungen.

Um hohe Kosten und lange Rechtsstreitigkeiten zu vermeiden, sollten Bauunternehmen und Planer in Zukunft neben Schall-, Wärme und Brandschutz, Standsicherheit oder Kostenüberwachung auch die aktuellen hygienischen Anforderungen an die Innenraumluft berücksichtigen. Selbst wenn im Bauvertrag die Einhaltung von Richtwerten nicht explizit vereinbart wurde, kann erfahrungsgemäß ein Rechtsstreit wegen Neubaugerüchen drohen, besonders dann, wenn in der Werbung eine «gesunde» oder «allergikergerechte» Bauweise angeboten wurde.

Unangenehme Folgen kommen ganz sicher auf den Auftragnehmer zu, wenn er die in Bauverträgen oder Leistungsverzeichnissen geforderten hygienebezogenen Raumluftrichtwerte oder diesbezügliche Materialvorgaben übersieht und dann die Bauabnahme verweigert wird, weil er sie nicht einhält. Um keinen Rechtsstreit zu riskieren, sollten sich Bauunternehmer und Planer zukünftig mit den hygienebezogenen Baustoffanforderungen und den VOC-Richtwerten befassen.

Bei vielen Konsumenten nimmt die Gesundheitsprävention inzwischen einen hohen Stellenwert ein, sodass auch das Wohnen in einem ökologisch gebauten und energieeffizienten Gebäude diesem Kundenanspruch genügen sollte. Zudem fallen sogar die «Sowiesoemissionen» der Holz- und Holzwerkstoffe – wie die natürlichen Terpene und Aldehyde, die auch den Geruch des Holzes bestimmen und die der Hersteller oder Verarbeiter kaum beeinflussen kann – unter die strengen behördlichen Richtwerte².



Obwohl bis heute noch keine wissenschaftlich begründeten Nachweise für deren Gesundheitsgefährdung bei solchen meist geringen Raumluftanteilen vorliegen, müssen sie trotzdem eingehalten werden, um keinen Rechtsstreit zu riskieren. Harzreiche Holzarten geben beispielsweise hohe Terpenkonzentrationen an die Raumluft ab und sollten deshalb schon in der Planung mit Bedacht im innenraumseitigen Bauteil platziert werden. Beim Einkauf sollten solche Holzwerkstoffhersteller ausgewählt werden, die auf eine optimierte Rohstoffqualität und auf emissionsreduzierte Produktions- und Lagerungstechniken achten. Hersteller präsentieren ihre Qualitätssicherung und Produktlabel im Internet, in der Anlage werden diese hygienebezogenen Produktprüfungen kurz vorgestellt.

² <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc> in der BRD, https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/luft/innenraumluft/richtlinie_innenraum.html in Österreich

1.3. Hygienische Grundsätze für die Baustoffauswahl

Die hygienebezogene Baustoffbewertung befasst sich präventiv mit den Wechselbeziehungen zwischen dem Werkstoff und seiner Umwelt. Im Zusammenhang mit der Innenraumhygiene geht es vorrangig um die raumseitig verarbeiteten Raumausstattungs-materialien wie Kleber-, Lack-, Dicht- und Beschichtungsstoffe und zweitrangig um Rohbaumaterialien.

Wie beschrieben kann selbst der Baustoff Holz, der schon immer für Gesundheit und Wohlbefinden steht und als erprobter und anerkannter Baustoff ein eher positives Image genießt, in die Schusslinie der strittigen Terpen- und Aldehydrichtwerte (nVOCs) gelangen. Aktuelle Forschungsvorhaben im Universitätsklinikum für Umweltmedizin in Freiburg durch Prof. Dr. med. Volker Mersch-Sundermann sollen die Unbedenklichkeit holzeigener Emissionen bei holzbautypischen Raumluftkonzentrationen nachweisen, damit die jetzigen strengen Richtwerte für nVOCs angehoben werden könnten.

1.4. Richtwerte für die Innenraumluft

Wenn der vereinbarte Summen-Richtwert (TVOC) bei der Bauabnahme nicht eingehalten werden kann oder Geruchsprobleme vorliegen, wird der Bauherr einen Baumangel anzeigen, wobei die folgenden Richtwerte die Bewertungsgrundlage für die Sachverständigen darstellen.

Stufe	Konzentrationsbereich [mg TVOC/m ³]	Hygienische Bewertung
1	≤ 0,3 mg/m ³	Hygienisch unbedenklich
2	> 0,3-1 mg/m ³	Hygienisch noch unbedenklich, Richtwertüberschreitungen für Einzelstoffe beachten
3	>1-3 mg/m ³	Hygienisch auffällig, w. o.
4	>3-10 mg/m ³	Hygienisch bedenklich, w. o.
5	>10 mg/m ³	Hygienisch inakzeptabel, w. o.

Für künstliche und natürliche Emissionen gibt es zudem Einzelrichtwerte, wobei meist die Einhaltung der in der folgenden Tabelle als strengere und daher niedrigere RW I im Werkvertrag vereinbart werden, ohne dass sich ein Holzbauunternehmer darüber bewusst sein dürfte, mit welchen Maßnahmen er diese Werte sicher einhalten kann.

TAB. 7.1: INNENRAUMLUFTRICHTWERTE FÜR SUBSTANZEN MIT MÖGLICHER RELEVANZ FÜR HOLZ UND HOLZPRODUKTE¹⁾

Substanz/Substanzklasse	Richtwert	Bemerkungen
bicyclische Monoterpene ²⁾	RW I = 0,2 mg/m ³ RW II = 2 mg/m ³	Ad hoc AG (2003)
monocyclische Monoterpene ³⁾	RW I = 1 mg/m ³ RW II = 10 mg/m ³	Ad hoc AG (2010)
gesättigte azyklische aliphatische C4- bis C11-Aldehyde	RW I = 0,1 mg/m ³ RW II = 2 mg/m ³	Ad hoc AG (2009)
2-Furaldehyd (Furfural)	RW I = 0,01 mg/m ³ RW II = 0,1 mg/m ³	Ad hoc AG (2011)
Benzaldehyd	RW I = 0,02 mg/m ³ RW II = 0,2 mg/m ³	Ad hoc AG (2010)
Formaldehyd	0,1 ppm ⁴⁾ 0,08 ppm ⁵⁾	Bundesgesundheitsamt (1977) WHO (2010)

1) Aktualisierte Richtwerte und Erläuterungen sind über die Internetseite des Umweltbundesamtes abrufbar (www.umweltbundesamt.de/gesundheits/innenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm)
2) Leitsubstanz α -Pinen
3) Leitsubstanz d-Limonen
4) Bestätigt im Jahr 2006 durch die Ad hoc AG
5) Definiert für Kurz- und Langzeitexposition

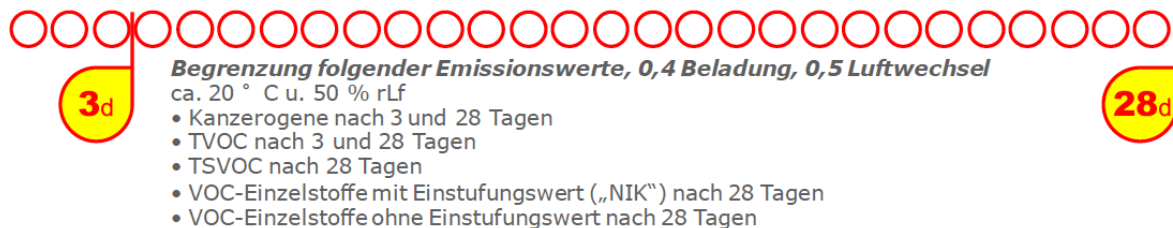
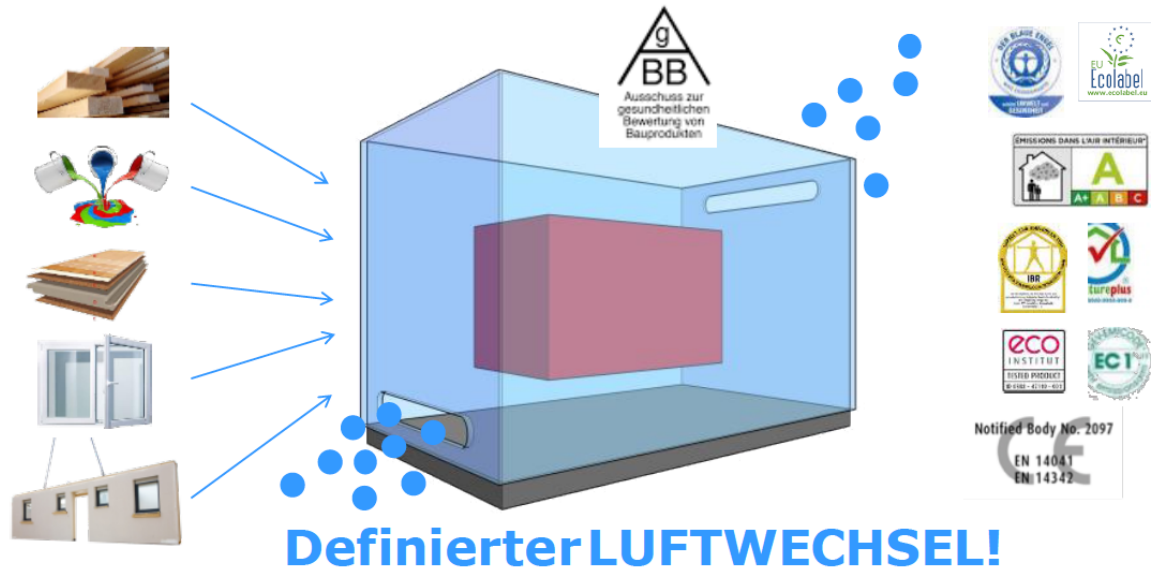
Gemäß unseren Messstudien können diese o.g. nVOCs (natürliche VOCs wie Terpene und Aldehyde) aus Holz durch kapillargängige lösemittelhaltige Pflegemittel und Reiniger, Dicht- und Klebstoffe, Lacke und Anstrichmittel gefördert werden. Diese dringen nach der Verarbeitung in Holzkanälchen ein, sodass sie die natürlichen Holzinhaltsstoffe «anlösen». Deshalb sollte man lösemittelhaltige Baustoffen sorgfältig verarbeiten, austauschen oder ganz vermeiden und bei ausreichendem Luftwechsel verarbeiten.

Erfahrungsgemäß nehmen diese durch Holz verursachten natürlichen Emissionen nach 3-6 Wochen und bei ausreichender Lüftungstätigkeit schnell wieder ab. Auf diesen Sachverhalt sollte die Bauherrschaft hingewiesen werden, um verfrühte Probenahmen und Messwertverfälschungen auszuschließen. CO₂- und Emissionswerte können auf Grund von

statistisch basierten Rechenmodellen im Voraus eingeschätzt werden. Gemäß unseren durch Raumluftmessungen verifizierten Rechenmodellen mussten wir leider feststellen, dass alleine durch die Einhaltung der normativen Vorgaben für Bauprodukte die Rechtsprobleme wegen überhöhten Raumluftemissionen nicht vermieden werden können.

1.5. Normative Vorgaben für Bauprodukte

Prüfnorm für Bauprodukte DIN EN 16000ff (2016 neue EU VOC Norm)



Die Ursachen der unerwarteten Richtwertüberschreitungen bei Realraummessungen – obwohl möglicherweise alle Produkte die Prüfkammerzertifizierung bestanden haben – sind die unterschiedlichen Messbedingungen sowie die unterschiedlichen Materialmengen in der Prüfkammer und in einem Realraum. In der Prüfkammer werden zudem definierte Luftwechsel und konstante Klimabedingungen vorgegeben, wohingegen in Realräumen ohne Lüftungsanlagen sind die Räume vor der Messung ca. 8 Std. unbelüftet sind, oftmals auch deutlich länger. Im realen Innenraum gibt es häufig Fremdeinträge durch Baustellenstäube, chemische Wechselwirkungen mit anderen Bauprodukten, Temperatur- und Feuchteschwankungen was die Messwerte zu Lasten des Bauunternehmers verfälscht. Deshalb sind Raumluftmessungen gerade im Holzbau sorgfältig vor auszuplanen.

Folge: Die Verwendung von normgerecht geprüften Bauprodukten schützt deshalb Holzbauunternehmen nur bedingt vor einer Überschreitung von Raumluftrichtwerten bei der Bauabnahme.

Die Lösung: Eine Produktdeklaration mit der Angabe aller Inhaltsstoffe ist eine gute Bewertungsgrundlage. Zusätzliche Simulationsberechnungen für CO₂ und VOCs als Emissionsprognose basierend auf der Messwertstatistik in öffentlichen, gewerblichen und privaten Immobilien bieten zusätzliche Sicherheit. Bestenfalls sollten heute die Produkte vorsorglich die Prüfkriterien wie die von E1 plus, EC 1 plus (s. Anlage) oder natureplus erfüllen.

Baustoffe sollten daher

- die in Europa geltenden Mindestanforderungen an Bauprodukte (siehe Anlage) erfüllen,
- keine unerlaubten umwelt- und gesundheitsrelevanten Stoffe abgeben,
- keine oder geringe Problemstellung für die Umwelt in allen Verwendungsphasen darstellen (Nachhaltigkeit und Ökologie),
- möglichst ungiftig im Brandfall sein,
- kapillaraktiv sowie schadstoff- und schallabsorbierend sein,
- über gute kapillare Feuchteaufnahme und Feuchteabgabe verfügen und
- keine elektrostatischen Aufladungen erzeugen, um Mikro-Hausstaub zu vermeiden.

1.6. Rechtsstreit wegen Richtwertüberschreitungen

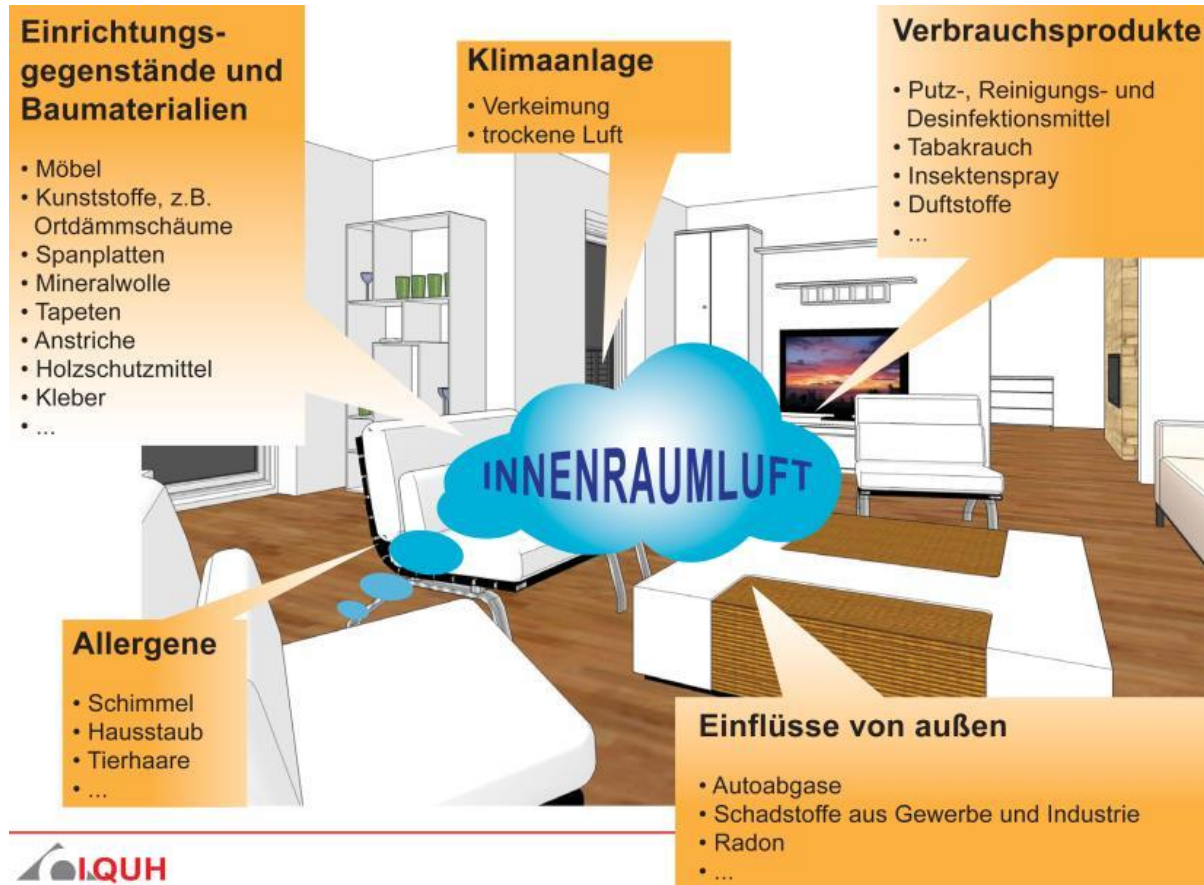
Unzufriedene Kunden beanstanden immer häufiger neu bestellte geruchsauffällige Möbel oder frisch verlegte Bodenbeläge. Maler müssen wegen «inakzeptablen» Gerüchen ihre neu gestrichenen Wände wieder abfräsen. In den letzten Jahren kam es wiederholt zum Rechtsstreit wegen «Schadstoffbelastungen» in Innenräumen neu erstellter oder renovierter Holzgebäude, die sich im Nachhinein aber oftmals auf Grund mangelhaft geplanter und nicht normgerechter Kontrollmessungen als unbegründet herausstellten. Daher waren die Haftungsansprüche gegenüber den Handwerkern, Planern oder Generalunternehmern oftmals ungerechtfertigt. Das führte dann zu jahrelangen juristischen Auseinandersetzungen, ohne dass die Justiz eine Konfliktlösung herbeiführen konnte. Zudem sind die Richtwerte I bzgl. der nVOCs (Terpene, Aldehyde aus Holz) neu zu überdenken und durch wissenschaftlich belastbare Richtwerte zu ersetzen.

Die Anzahl von Menschen mit hohen gesundheitlichen Anforderungen nimmt wegen steigender Allergiebereitschaft oder hohen Empfindlichkeiten zu. Befindlichkeitsstörungen in Innenräumen können sowohl durch Parfüme, Waschmittel oder Möbel und Reiniger ausgelöst werden oder aber auch durch Holz.

Folglich sollte die zur Auswahl stehenden bau- und wohnhygienischen Maßnahmen zum Gesundheitsschutz schon bei der Planung mit dem Auftraggeber hinreichend besprochen und kosten-/nutzenoptimiert gegenübergestellt werden. Im Beratungsgespräch zwischen Baufamilien und Bauunternehmen bzw. Planern können dann die möglichen Material- und Planungsvorgaben in Verbindung mit dem zu erwartenden Raumklima oder den materialabhängigen Emissionswerten abschätzend berechnet werden. Ein zufriedener Bauherr und ein erfolgreich abgewickelter Holzbauwerk hängen immer mehr von der Materialauswahl und von der Verarbeitungskompetenz und Achtsamkeit der Mitarbeiter und Bauleiter ab. Damit es nicht zu Reklamationen wegen zu hoher Innenraumschadstoffwerte oder Feuchte- und Schimmelschäden kommt, wird ein branchenbezogenes Bau- und Produktdatenmanagement für Holzbaubetriebe empfohlen. Damit können erfahrungsgemäß erhöhte Messwerte und anschließend Vertrags- und Rechtsprobleme sicher vermieden werden. Solch vertrauensbildende Maßnahmen sollten in engem Schulterschluss mit den Lieferanten und Herstellern durchgeführt werden, damit Holzbauer vorgenannte Rechtsstreitfälle in Zukunft abwenden können.

2. Forschung: Raumluftqualität und die Einflussfaktoren

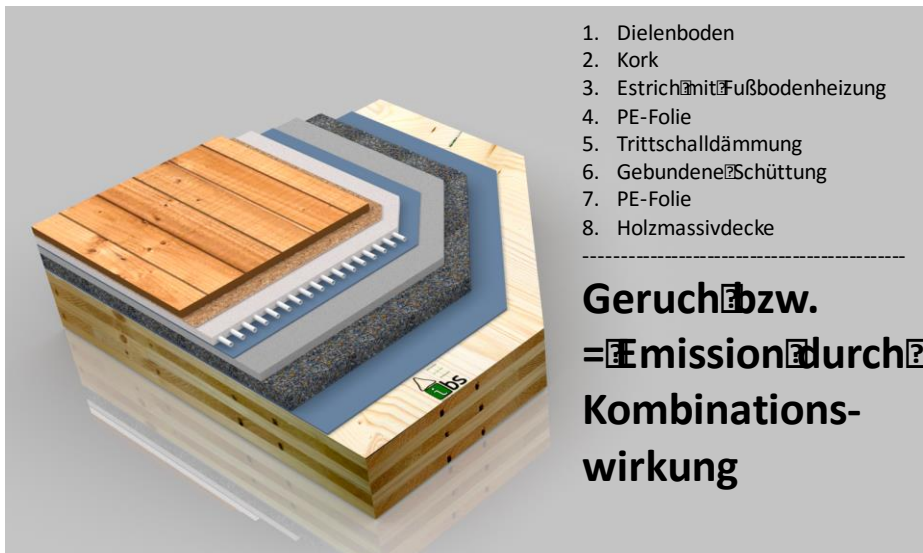
Die Messwerte bei Raumluftmessungen sind von vielerlei Einflussfaktoren wie Trocknungszeit, Temperatur, Luftfeuchte, Beschattung, Mikroreinigung aber auch von den Eigenschaften verwendeter Reinigungs-, Kleb- und Dichtstoffen abhängig. Die RLT-Anlagen spielen eine entscheidende Rolle bei der Gebäudevorbereitung und Messplanung, da vorhandene Lüftungsanlagen während der Messung angeschaltet sein dürfen.



Um Bauunternehmen Materialien empfehlen zu können, mit denen die behördlich geforderten Raumluftrichtwerte eingehalten werden können, wurden vom IQUH Messstudien durchgeführt, die unsere Thesen verifizieren sollten und die im Folgenden beschrieben werden.

2.1. Baustoffkunde, Trocknung und Lüftung

Viele der konventionellen Baustoffe aber auch so genannte natürliche und ökologische Bauprodukte wie Massivholz, Holzwerkstoffe, Farben, Putze, Dämmstoffe aus nachhaltigen Rohstoffen oder Bodenbeläge aus Naturmaterialien wie Kork, Linoleum oder Holzfertigparkett geben grundsätzlich in der Anfangsphase der Bautrocknung «Sowieso-Emissionen» an die Raumluft ab. Hierbei unterscheidet man zwischen mehr oder weniger umweltschädlichen Emissionen. Bei unsachgemäßer und zu schneller Verarbeitung oder bei unzureichender Trocknung emittieren künstliche aber auch die natürlichen Verbindungen besonders stark. Besondere Aufmerksamkeit gebührt den Bauteilschichten und deren Trocknung bzw. der Kombinationswirkung zwischen den einzelnen Schichtaufbauten durch Chemikaliengemische von Putz- und Farbaufbauten oder Dämmstrichaufbauten inklusive verklebten Bodenbelägen.



In vielen Fällen sind gerade die nVOCs aus Holz bei einer zu früh geplanten Raumluftmessung auffällig, da sie durch Lagerungs- oder Produktionsprobleme nur kurzzeitig so hohe Werte erreichen und nach einer bestimmten Zeit wieder abklingen. Grundsätzlich reichern sich in allen neu errichteten oder modernisierten «luftdichten» und energetisch optimierten Häusern alle leichtflüchtigen Verbindungen in den ersten 3 Monaten an. Viele sinken schon bei ausreichender Lüftungstätigkeit unter den Richtwert. Problematisch wird es, wenn kurz nach Fertigstellung eine normgemäße Raumluftmessung in einem 8 Stunden lang unbelüfteten Zimmer durchgeführt wird. Zur Überraschung der Hersteller und der Bauherrschaft liegen dann einige der neu erstellten Gebäude oberhalb der behördlich festgelegten Richtwerte. Erfahrungsgemäß kann man mit dem Einsatz einer raumlufttechnischen Anlage solch eine VOC-Richtwertüberschreitung nur dann vermeiden, wenn sie sach- und fachgerecht eingebaut, eingestellt und gewartet, aber auch CO₂-abhängig getestet wurde. Zu empfehlen sind RLT-Anlagen mit Wärmerückgewinnung und Raumfeuchteregulierung. Wird keine Lüftungsanlage vorgesehen, ist unseres Erachtens eine Lüftungsplanung mit Simulationsberechnung generell und zwingend erforderlich.

2.2. Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen

Wie oben beschrieben geben Holz- und Holzverbundstoffe grundsätzlich in der Anfangsphase der Bautrocknung «Ausdünstungen» an die Raumluft ab.

Für Handwerker sind gute und beständige Oberflächen wichtig, aber für den Kunden zählen immer mehr auch ökologische und gesundheitliche Gesichtspunkte. Aus ökologischer Sicht hat sicherlich das Naturharzöl- und Wachssystem einige Vorteile gegenüber altbewährten klassischen Lacksystemen, die ihren Vorteil wiederum in der Oberflächenhärte, Verarbeitbarkeit oder Beständigkeit haben. Im Bereich der Gesundheitsverträglichkeit muss man individuell abwägen, ob der Verarbeiter oder der Kunde bestimmte Stoffe oder Lösemittel nicht verträgt. Wasserlacke aus Kunstharzdispersionen haben aufgrund der mittel- bis schwerflüchtigeren Lösemittelanteile messtechnisch daher einen Vorteil gegenüber Natur- oder Kunstharzsystemen mit leichtflüchtigeren Lösemittelanteilen. Bei Betrachtung der Emissionen während der Nutzungsphase haben Wasserlacke jedoch den Nachteil, dass die speziell im Wasserlack enthaltenen schwerer flüchtigen Lösungsmittel und Akrylsäuren die Raumluft länger belasten können. Diese Geruchsprobleme werden aber durch die richtwertrelevanten Raumluftmessungen kaum erfasst. Unfachmännisch verarbeitete Naturharzsysteme sind geruchsauffällig, werden als muffig und ranzig geruchlich wahrgenommen. Dies geschieht besonders dann, wenn das vom Hersteller geforderte Verarbeitungsklima, die Abluftzeiten oder die Schichtstärken nicht eingehalten werden. Sie sind als nVOC Aldehyde im Raum messbar und werden oftmals fälschlicherweise dem Holz zugewiesen. Neue Nano-Lacksysteme werden in der Nutzungsphase als sehr stabil und emissionsarm angesehen, wenn sie vollkommen ausgehärtet sind und während der Nutzungsphase kein Abrieb stattfinden kann. Die Nanopartikel sind gefährlich klein und lungengängig, sodass besonders beim Verarbeiten oder Abschleifen ein Atemschutz und gute Be- und Entlüftung am Arbeitsplatz dringend empfohlen werden.

2.3. Innenraumoberflächen, Putze und Farben

Leichtflüchtige Raumlufschadstoffe können durch natürliche Kalkoberflächen mit einem hohen kapillaren Aufnahmevermögen reduziert werden. Gerade deshalb ist es empfehlenswert, in Kinder- und Schlafzimmern, in Schulen und am Arbeitsplatz mit Kalkoberflächen für ein gutes Raumklima zu sorgen. Reine alkalische Oberflächen aus Kalk, Lehm oder Silikat geben keine richtwertrelevanten Emissionen ab und Kalk nimmt zudem noch CO₂ aus der Raumluft auf. Besonders für Menschen, die hochsensibel oder allergisch auf Schadstoffe reagieren, empfiehlt es sich, alkalische Putze oder Farben einzusetzen.

IQUH, Klimabox-Studie – In welcher Höhe kann Kalk Emissionen aufnehmen?



Die während der Klimabox-Studie von uns durchgeführten Raumlufmessungen bestätigten die schadstoffreduzierende Wirkung eindrucksvoll. Sie bestätigten unsere Annahme, dass durch die Verwendung von Naturkalkprodukten in Holzgebäuden mit einer hohen Wahrscheinlichkeit die strengen Richtwerte RW I vom AIR-Umweltbundesamt eingehalten werden können. Um ca. 84% konnten die Schadstoffwerte in der Raumluft durch die Verwendung von Naturkalkputz auf Lehm- und Massivholzelementen verringert werden.

Abbildung 1: IQUH, Holzmassivbau - Emissionsforschung



Die Summe der leichtflüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) in der Klimabox ohne Lüftungsanlage in Höhe **von 2.131 µg/m³** bei der Erstmessung konnte durch die Beschichtung der Holzwände mit Lehmplatten und Naturkalkputz **auf 339 µg/m³** gesenkt werden. «In Räumen, die für einen längerfristigen Aufenthalt bestimmt sind, sollten diese Werte - **hier: 1.000 µg/m³** - auf Dauer nicht überschritten werden.» (Richtwert des Umweltbundesamtes seit 1999 «nach Seifert. B. Bundesgesundheitsbl 270-278).

Abbildung 2: IQUH, Innenbekleidung mit Lehmbauplatten und Kalkputz

Wie kommt es zu dieser schadstoffabbauenden Wirkung? Kalk besteht aus diffusionsfähigen und kapillaraktiven Oberflächen und eignet sich wegen seinem großen inneren Kapillarsystem besonders gut zum Schadstoffabbau. Ein dichtes Röhrchensystem lagert durch Adsorption (hier: kapillare Aufnahme und Einlagerung) Raumlufsäuren, CO₂ und VOC ein. Durch die hohe Alkalität wirkt Kalk sehr gut gegen Gerüche wie Tabak, Kleberausdünstungen und andere flüchtige organische Verbindungen aus Baustoffen, Reinigern oder bakteriellen Verkeimungsschäden. Der Effekt tritt nicht nur bei der Materialtrocknung und durch die Aufnahme von CO₂ (Carbonatisierung) direkt nach der Verarbeitung auf, sondern auch später mittels seiner optimalen Feuchteregulierung (Pufferwirkung) und einer ständigen CO₂- und Schadstoffaufnahme bei neuerlichem Feuchtewechsel.

2.1. Einsatz von Lüftungsgeräten im Schulgebäude

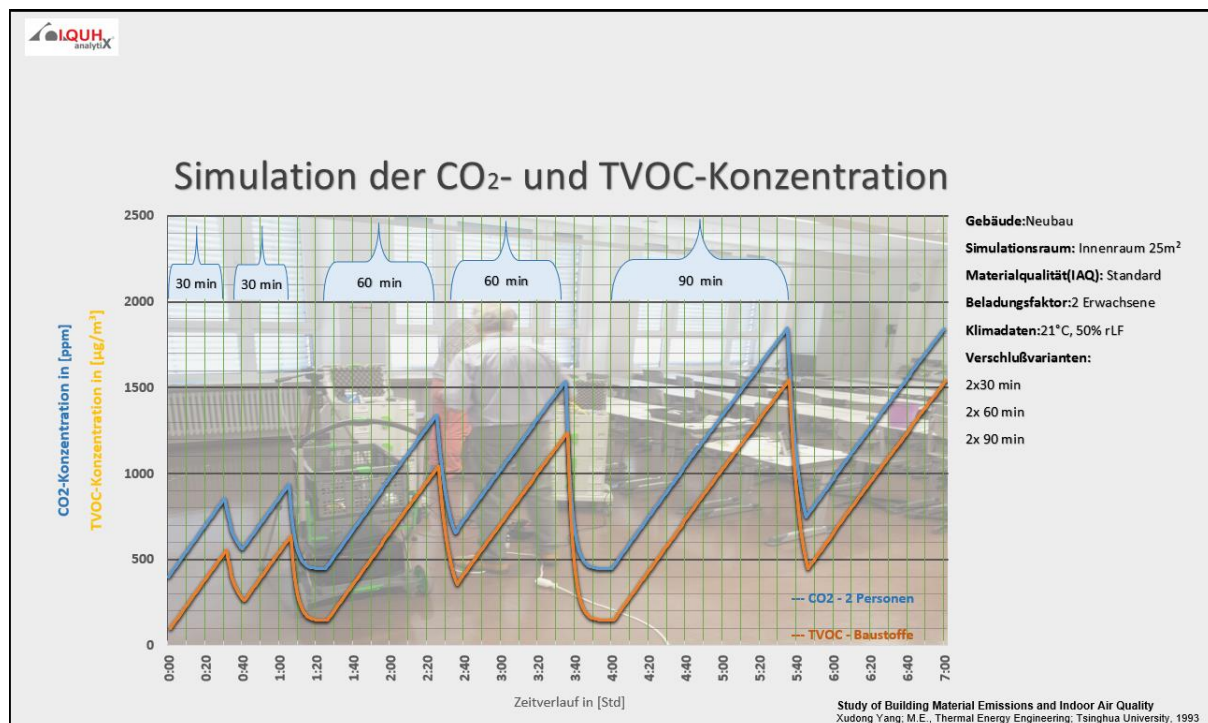
Um die Leistungsfähigkeit verschiedener Lüftungsgeräte zu prüfen, wurden mehrere Räume in einem neu errichteten Schulgebäude in Holzbauweise mit unterschiedlichen dezentralen Lüftungsgeräten ausgestattet und die Raumluft nach 8 Std. und nach ca. 1,5 Std. Verschlusszeit auf Emissionen getestet. Die zentrale Fragestellung war nun, ab welchem Luftwechsel bzw. mit welchem Lüftungsgerät alle VOC-Richtwerte eingehalten werden können.



4 verschiedene dezentrale RLT-Anlagen mit unterschiedlichen Leistungszahlen wurden in Schulräumen installiert. Anschließend wurden bei mittlerer Leistungsstufe VOC Raumluftmessungen durchgeführt, um Anlagengeräusche auf ein akzeptables Maß zu reduzieren. Große Geräte haben eine hohe Leistung aber sind auch hochpreisig. Es kann festgehalten werden, dass nur mit Hilfe hoher Luftwechselraten die VOC-Richtwerte sicher eingehalten werden können. Ohne Lüftungsgeräte müsste bei Schulbetrieb schätzungsweise alle 25-45 Minuten eine Querlüftung mit nahezu vollständigem Luftaustausch stattfinden.

2.2. Verschiedene Luftwechsellintervalle in Wohnräumen

Um zu zeigen wie die VOC Werte in Wohnräumen ohne RLT Anlagen von der Luftwechselrate (LWR) abhängen, haben wir die ermittelten Werte in folgender Simulation zusammengefasst.



Diese Simulation zeigt den kontinuierlichen Anstieg von CO₂, beispielsweise in einem mit 2 Erwachsenen belegten Raum, bei unterschiedlichen Lüftungsintervallen. In solch einem neu erstellten Wohngebäude, in Standard Holzrahmenbauweise, würden die mit orange gefärbten TVOC Werte die rechts- und richtwertrelevanten 1.000 (µg/m³) übersteigen, wenn ca. 60 Min nicht gelüftet werden würde. Grundsätzlich steigen die TVOC Werte gleichzeitig mit den CO₂ Werten an, wobei die TVOC Werte, anders als die CO₂ Werte, auch ohne Bewohner ansteigen würden.

3. Zusammenfassung und Empfehlungen

In Zukunft sollten sich nicht nur Hersteller, Handwerker und Planer mit der Raumklimaplanung in luftdichten Innenräumen auseinandersetzen, sondern auch die Eigentümer bzw. die Gebäudenutzer. Gerade für moderne luftdichte und energieeffiziente Innenräume sollte der Bauherrschaft und den Raumnutzern (Schüler, Angestellte etc.) generell eine hygienebezogene Gebrauchsanleitung erklärt und ausgehändigt werden. Wie dies auch den Gebäudeplanern lt. EnEV 2016 empfohlen wird, sollten aus hygienischen Gründen, je nach Nutzungsart und Belegungszahl, die Wohn-, Schul- oder Arbeitsräume mit Raumlufthechnischen Anlagen nach DIN EN 13779 und DIN EN 15251 geplant werden. Eine Lüftungsplanung gemäß DIN 1946-6 für freie Lüftung bzw. CO₂ unterstützte Steuerung und gem. VDI 6040 Blatt 1 (für Schulen) sollte vorliegen. Die Raumlufthechnische Qualität und der Lüftungserfolg kann mit Hilfe von CO₂/Temperatur/Luftfeuchte Klimamessgeräten effektiv kontrolliert werden.

Wird mit geprüften und emissionsreduzierten Baustoffen gebaut und werden die empfohlenen Luftwechsel gem. DIN EN ISO 15251 (für alle Gebäude) und ASR A3.6/2013 (Lüftung/Technische Regeln für Arbeitsstätten) eingehalten, können gemäß unserer langjährigen Messerfahrung die behördlich oder vertraglich geforderten Richtwerte sicher eingehalten werden.

Um Verfälschungen der Messwerte zu vermeiden, muss vor Innenraumuntersuchungen eine normengerechte und eine an die Anforderungen im Holzbau angepasste Messplanung durchgeführt werden.

Geprüfte und deklarierte Produkte verwenden

Für Formaldehyd, Terpene oder Aldehyde aus Holz oder andere leichtflüchtige Stoffe gilt: je mehr von diesen Emissionen aus Baustoffen, Möbeln, Raumausstattungen und Haushaltschemikalien erwartet werden, desto öfter sollte man während und nach Baufertigstellung lüften. Viele der leichtflüchtigen Emissionen lassen sich durch regelmäßige Querlüftung per Hand oder durch den Einsatz einer Lüftungsanlage wirkungsvoll reduzieren. Bei händischer Lüftung müssen Bewohner jedoch alle 1 – 2 Stunden ans Lüften denken was in der Realität schwer umsetzbar ist, vor allem dann, wenn mehrere Personen im Raum sind.

Beim Kauf von Möbeln oder Holzwerkstoffen werden geprüfte und formaldehyd- und emissionsarme Qualitäten empfohlen. Man kann die gängigen Emissionslabel anfordern oder die Inhaltsstoffliste der Produkte. Vorsicht! Für Produkte, die außerhalb der EU produziert werden, gelten oftmals gar keine oder geringere Anforderungen an die Produktqualität. Hersteller mit überwachten und deklarierten Produkten sind deshalb vorzuziehen.

Verarbeitungsfehler vermeiden

Innenraumschadstoffe können unerwartet zunehmen, wenn Bauprodukte unsachgemäß verarbeitet wurden. Durch zu hohe Schichtstärken, Trocknungsstörungen oder unvorhergesehene chemische Prozesse (Autoxidation³, Lösemittelretention⁴) innerhalb der Farb- oder Oberflächenschichten können außergewöhnlich hohe Emissionen freigesetzt werden. Wasch- und Reinigungsmittel oder andere Haushaltschemikalien sind sorgfältig auszuwählen und dürfen vor Raumlufthechnischen Messungen nicht angewendet werden. Solche Stoffe können sich sogar in Tapeten, Holz oder Holzwerkstoffplatten anreichern und später wieder ausströmen. Lösungsmittel können natürliche Holzemissionen zusätzlich fördern, sodass man bei Raumlufthechnischen oder Materialanalysen falsche Schlussfolgerungen ziehen könnte.

³ Autoxidation bezeichnet eine Oxidation durch Luftsauerstoff. Die Autoxidation verläuft sehr langsam und ohne merkliche Wärmeentwicklung oder Flammerscheinung, im Gegensatz zur Verbrennung. Dabei werden aus Kohlenwasserstoffen zunächst Hydroperoxide gebildet, die langsam zu Alkoholen, Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren weiterreagieren können. Die Reaktion wird durch Licht, insbesondere ultraviolettes Licht, und Spuren von Metallen wesentlich beschleunigt. Die Autoxidation ist der Grund für das Altern von Materialien an der Luft. Bei Metallen wird der Prozess meist als Korrosion bezeichnet. Typische Beispiele sind das Ausbleichen von Farben, die Alterung von Kunststoffen, das Ranzigwerden von Speisefett und das (unvollständige) Aushärten oxidativ trocknender Lacke. Vor allem Verarbeitungsfehler (zu geringe Trocknungszeiten, zu hohe Schichtdicken) im Bereich von Wand-, Bodenbelags- oder Möbeloberflächen führen in der Folge zu unangenehmen Gerüchen und einer Erhöhung von TVOC Innenraumbelastungen.

⁴ Kann nicht die Gesamtmenge des im Beschichtungsstoff befindlichen Lösemittels entweichen, verbleibt somit ein Rest, versteht man darunter eine Lösemittelretention.

Baustoffauswahl

Selbst eine nur teilweise Verwendung von mineralischen kalk-, lehm- oder silikathaltigen Oberflächen vermindert Emissionen in Innenräumen von Holzgebäuden und wirkt gut feuchtausgleichend. Alkalisierende und kapillaraktive Kalkoberflächen reduzieren die natürlichen Holzemissionen. Kalk vermindert auch die Gefahr von Schimmelbildung und vermindert Mikrostaubentstehung, weil er elektrostatisch neutral ist. Lehm speichert hervorragend überschüssige Raumluftfeuchte und gibt sie bei Bedarf und vor allem zur trockenen Winterzeit wieder an die Raumluft ab. Neue Gipsbauplatten mit alkalisierenden mineralischen Zuschlägen wirken ebenfalls schadstoffreduzierend.

3.1. Aussichten

Es besteht aktuell Forschungsbedarf hinsichtlich der hygienischen Einschätzung von natürlichen Terpenen und Aldehyden aus Holz. Nach Ansicht vieler Experten werden die aktuellen wissenschaftlichen Studien zum Ergebnis kommen, dass die Richtwerte für natürliche Holzemissionen RW I angehoben werden können, wodurch zukünftige viele Baukonflikte vermieden werden könnten.

Holzbaubetrieben wird aktuell empfohlen, vorsorglich ihre Standardprodukte emissionstechnisch zu überprüfen und durch emissionsärmere Produkte zu ersetzen, um die Raumluftemissionen vorsorglich zu senken. So können behördlich oder vertraglich geforderte Raumluftrichtwerte⁵ eingehalten werden. Für diese Aufgaben wurde mit Holzbauverbänden die Ausbildung zum Qualitätskoordinatoren/-in im Holzbau entwickelt, in der wertvolle Tipps für die Einhaltung der Richtwerte und die normgerechte Messraumvorbereitung vermittelt werden.




Zudem raten wir Bauunternehmen vorsorglich Bedenken anzumelden, wenn sie für einen Auftraggeber ein Gebäude errichten oder sanieren sollen, für das keine normgerechte Lüftungsplanung vorliegt.

⁵ gem. DIN EN 15251, Energieeffizienz, Behaglichkeit, Raumklima, Licht, Schall, Temp. etc., Innenraumluftrichtwerte www.uba.de





4. Anlagen

Die folgende Aufzählung ist nicht vollständig und Inhalte wurden gemäß Internetrecherchen möglichst objektiv verfasst.⁶

4.1. Grundlagen für Verbraucher- u. Gesundheitsschutz

	<p>Grundgesetz – Art.2 in Abs. 2 Satz 1: «Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit.» Grundrecht auf Gesundheit i.S. eines Anspruchs des Bürgers auf Schutz, Förderung und Verbesserung seiner Gesundheit durch den Staat. Das entspricht der Tendenz des Internationalen Rechts, dem Einzelnen ein begrenztes Recht auf Gesundheit zuzusprechen.</p>
	<p>Musterbauordnung und Landesbauordnungen LBO – Zur Erfüllung der in der MBO/den LBO formulierten Anforderungen sind bauliche Anlagen oder Teile von baulichen Anlagen, insbesondere Aufenthaltsräume und zugehörigen Nebenräume, so zu errichten, dass sie gesundheitlich unbedenklich genutzt werden können und sie keine unzumutbaren Belästigungen verursachen. § 3 Allgemeine Anforderungen: (1) Bauliche Anlagen sowie Grundstücke, andere Anlagen und Einrichtungen im Sinne von § 1 Abs. 1 Satz 2 sind so anzuordnen und zu errichten, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht bedroht werden</p>
	<p>Werkvertrag, Kaufvertrag, Pacht- und Mietvertrag, Arbeitsvertrag (Vertragspflicht Arbeits- und Gesundheitsschutz). Qualitätsziele wie vereinbarte Richtwerte, Label, Prüfverfahren, Qualitätsstandards unterliegen mit beiderseitigem Einverständnis der allgemeinen Vertragsfreiheit und sind dann verbindlich einzuhalten.</p>

4.2. Gesetzliche Grundlagen für Bauprodukte




	<p>Die EU-Bauproduktenverordnung (EU CPR 305:2011) fordert eine Deklaration der Produkteigenschaften (performance declaration) hinsichtlich Ressourcenverbrauch, Hygiene und Umweltschutz.</p>
	<p>Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV) Die Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV) regelt Beschränkungen beim Inverkehrbringen und die Verbote von bestimmten gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffe) für den allgemeinen Gesundheits- und Umweltschutz im Bereich der Bundesrepublik Deutschland. Beschränkungen und Verbote, die überwiegend dem Arbeitsschutz dienen, werden in der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) behandelt.</p>
	<p>Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) – Nationale Regeln im Umgang mit den gefährlichen Chemikalien oder Biostoffen für alle Beteiligten.</p>
	<p>CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 - Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 – Informationspflichten für Rohstoffe und deren Inverkehrbringer bzw. Anwender</p>




⁶ Es kann keine Gewähr über Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit oder Qualität der Interpretationen übernommen werden. Haftungsansprüche gegen den Autor, welche sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen.

4.3. Prüfverfahren, Label für Bauprodukte

	<p>AgBB-Schema-Prüfgrundlage für die meisten Produkt-Emissionsprüfungen der folgenden Labelhalter. Problem ist, dass die Produkte in belüfteten Kammern getestet werden. Daher sind die Prüfraumbedingungen nicht kompatibel zu den Realbedingungen in Innenräumen, und wenn ohne Be- und Entlüftungsanlagen gemessen wird. Zudem ist die Beladungszahl (Prüfkörpermenge bezogen auf Raumkubatur) der Prüfkammer nicht mit der in Holzgebäuden zu vergleichen. Neu: prEN 16516 soll das AgBB Einstufung in Zukunft ablösen/ergänzen. Dieser europäische Norm-Entwurf legt ein horizontales Referenzverfahren zur Bestimmung der Abgabe von regulierten gefährlichen Stoffen aus Bauprodukten an die Innenraumluft fest. Dieser europäische Norm-Entwurf gilt für die CE-Kennzeichnung und legt die damit verbundene Konformitätsbewertung fest.</p>
	<p>Blauer Engel – RAL UZ für Bauprodukte (Emissionsprüfung) gem. AgBB Vorgaben. Keine ausreichende Inhaltsstoffdeklaration erhältlich.</p>
	<p>EU-Ecolabel Produktprüfung - Die Vergabe erfolgt an Produkte und Dienstleistungen mit vergleichsweise geringeren Umweltauswirkungen. Beantragt wird das Zeichen in der BRD beim der RAL gGmbH. Keine ausreichende Inhaltsstoffdeklaration erhältlich.</p>
	<p>TÜV geprüft (Emissionsprüfung) - Prüfzeichen «Schadstoffgeprüft» von TÜV Rheinland für Bauprodukte und Gebäude. Keine ausreichende Inhaltsstoffdeklaration erhältlich.</p>
	<p>Eco-Labor, IBO geprüft (baubiologische Prüfung und Emissionsprüfung) gem. AgBB Vorgaben. Keine ausreichende Inhaltsstoffdeklaration erhältlich</p>
	<p>Natureplus (Emissionsprüfung, Inhaltsstoffprüfung) Gütesiegel für nachhaltige Produkte und Verbraucher- und Umweltschutz. Keine ausreichende Inhaltsstoffdeklaration erhältlich.</p>
	<p>Emicode – EC1plus (Emissionsprüfverfahren für Bodenbelagskleber- u. Verlegewerkstoffe). Keine ausreichende Inhaltsstoffdeklaration erhältlich.</p>
	<p>E1 und E1plus - (Emissionsprüfverfahren Formaldehyd für Holz- und Holzwerkstoffe) gem. EN 717-1,2 und DIBt RL 100, EN 120 / EN ISO 12460-5. Keine ausreichende Inhaltsstoffdeklaration erhältlich.</p>
	<p>Prüfstelle für Formaldehyd- Erfüllung der weltweit unterschiedlichen gesetzlichen Anforderungen in Bezug auf die Herstellung und den Einsatz formaldehydarker Holzwerkstoffe, die sich in Zertifizierungsstandards von USA, Japan, BRD, EU niederschlagen.</p>
	<p>Eurofins und viele weitere Institute – EU- und weltweit gültige und länderbezogene Prüfverfahren wie F****, Material- und Raumluftprüfzertifikate wie oben. Keine ausreichende Inhaltsstoffdeklaration erhältlich.</p>

4.4. Prüfverfahren, Regelungen für Innenräume

	<p>ECA Report (European Collaborative Action on Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure Reports) seit 1988, (1997) «Indoor Air Quality and its Impact on Man»: Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigations. Report No. 19 (EUR 17675 EN), EC Joint Research Centre, Ispra. Zusammenarbeit von europäischen Wissenschaftlern mit dem Ziel Vorlagen zu schaffen für die Umsetzung und Bereitstellung von gesunden und ökologisch nachhaltigen Gebäuden.</p>
	<p>DIN EN 15251 – Behagliches Innenraumklima - IndoorClimateValues - Klimawerte für Luftfeuchte, Temperatur, CO₂, Luftwechsel, VOCs, Licht, Schall etc.</p>
	<p>AIR (Ausschuss für Innenraumhygiene, BRD) – Innenraum RW (Richtwerte, Orientierungswerte) und Empfehlungen zu Raumluftmessungen gem. DIN EN ISO 16000ff, www.umweltbundesamt.de</p>

	<p>Werkverträge und IAQ-Qualitätsziele –DGNB / BNB QN (Qualitätsniveaus) Gold/Silber/Bronze u.a. EU Prüfverfahren wie BREEAM, Green Building etc.</p>
	<p>Neu und in Bearbeitung: EU IAQ– IndoorAirQuality – ab ca. Dez. 2016 veröffentlicht durch CEN Ausschuss gem. dem franz. Modell für Baustoffe und Innenraumluft.</p>
	<p>IAQ – IQUH Prüfverfahren für Innenräume gem. DIN EN ISO 16000ff mit Messraumvorbereitung, optimierte Neubautrocknung, Spezial-Feinstaubreinigung vor Innenraummessungen, CO₂- und VOC Simulationsberechnungen, Messplanung speziell für Holzgebäude</p>

4.5. Informationsquellen für Baustoffinhaltsstoffe

	<p>Sicherheitsdatenblätter liefern dem beruflichen Verwender von Chemikalien wichtige Informationen zu folgenden Merkmalen: Identität des Produktes, auftretende Gefährdungen, sichere Handhabung und Maßnahmen zur Prävention sowie im Gefahrenfall. Keine ausreichende Deklaration zu Inhaltsstoffen, nur zu Gefahrstoffen in bestimmten Mengen.</p>
	<p>Techn. Merkblätter geben für alle am Bau beteiligten wichtige Hinweise zu den herstellerbezogenen Anwendungsvorschriften bzgl. Trocknungszeit, Untergrundvorbereitung, Beschaffenheit der Untergründe, Kombinationsmöglichkeiten, Klimabedingungen uvm. Diese sind dringend einzuhalten.</p>
	<p>WECOBIS bietet für die wichtigen Bauproduktgruppen und Grundstoffe umfassende, strukturiert aufbereitete, herstellernerneutrale Informationen zu gesundheitlichen und umweltrelevanten Aspekten einschließlich möglicher Anwendungsbereiche. Diese Informationen werden für die Lebenszyklusphasen Rohstoffe, Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und Nachnutzung zur Verfügung gestellt. Geprüfte Produktdeklarationen sind nicht ausreichend vorhanden. www.wecobis.de</p>
	<p>GESTIS-Stoffdatenbank enthält Informationen für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen und anderen chemischen Stoffen am Arbeitsplatz. Darüber hinaus wird der Nutzer über wichtige physikalisch-chemische Daten sowie über spezielle Regelungen zu den einzelnen Stoffen informiert, insbesondere zur Einstufung und Kennzeichnung nach GHS gemäß CLP-Verordnung (Piktogramme, H-Sätze, P-Sätze). (http://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-stoffdatenbank/index.jsp)</p>
	<p>Umweltproduktdeklarationen mit wichtigen Infos über Produktherstellung, Umwelt- und Emissionserwartung und das Verhalten der Produkte im Lebenszyklus bzw. deren Stoffkreislauf in Boden, Wasser, Luft. Umwelt-Produktdeklarationen (EPDs) bilden die Datengrundlage für die ökologische Gebäudebewertung.</p>
	<p>Datenbank geprüfter Produkte mit geschätzter Emissionserwartung. Ausreichende Inhaltsstoffdeklarationen sind von einigen Herstellern vorhanden. Anfragen an www.iquh.de.</p>