

Inhalt

1	Einleitung	03
2	Natürliche Emissionen aus Holz u.Holzwerkstoffen	04
3	Grenz-, Leit-, Richt- und Referenzwerte	05
3.1	Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten - AgBB	06
4	Baurechtliche Einordnung	07
4.1.	Gesunde Innenraumluft als baurechtliches Schutzziel	08
5	Aktuelle Forschungsvorhaben „HoInRaLu“	09
	Aktuelle Forschungsvorhaben „GesundHolz“	10
6	Raumluftmessung und Messstrategie	10
7	Betriebliche Massnahmen (DHV-Empfehlungen)	11
8	Feuchte- und Emissionsmanagement im Holzbau	11
9	Literaturnachweis	11

Al Samarraie OeConsulting

Diese Informationsschrift wurde im Auftrag des DHV von Ahmed Al Samarraie erstellt



Ahmed Al Samarraie ist Bauökologe, Planer und Sachverständiger für baulichen Gesundheitsschutz, Raumlufthygiene und energieeffizientes Bauen. Als Vorstandsmitglied im DHV, leitet er u.A. den Arbeitskreis ökologisches Bauen im Holzfertigbau. Kontakt: al-samarraie@hausbauplus.de



1 Einleitung

Die Innenluft von Räumen wird durch verschiedenste Faktoren beeinflusst. Dies sind Temperatur, Luftfeuchte, Luftwechselrate, Innenraumthermik, Lichtverhältnisse, Schall, Ionen, Pilze, Bakterien, Pollen, Insekten, Partikel, Stäube, Gase, Aerosole, Biozide, Gerüche und andere Irritationen. Dies gilt für alle Räume unabhängig ihrer Bauweise.

Raumluftqualität in Wohngebäuden in Holzbauweise

Gebäude sind so zu planen und zu errichten, dass von ihnen keine Gefahren für die Bewohner und/oder Nutzer ausgehen. Hierzu gibt es verschiedene Regularien. Um zu beurteilen ob es sich bei den Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen um „Schadstoffe“ handelt, ist die jeweilige Substanzkonzentration entscheidend. Bei der Einschätzung der Auswirkung betrachtet man die hygienische Auswirkung auf die Innenraumluft.

Wohnen mit viel Holz im Innenbereich oder gar ein komplettes Holzhaus ist nicht nur eine gute Wahl, weil der Baustoff Holz ein nachwachsender Rohstoff ist, sondern weil er in einzigartiger Art und Weise bautechnische Vorzüge mit einem unvergleichlichen Wohnwert verbindet, wie z.B. Wärmeschutz, Feuchteschutz, Luftdichtheit, Schallschutz, Brandschutz und ein angenehmes Raumklima.

Die Holzbaubranche sieht sich im Moment jedoch Diskussionen ausgesetzt in deren Mittelpunkt die gesundheitliche Bewertung der Art und Menge von Holzemissionen im Innenraum und somit von volatilen organischen Verbindungen (VOCs) stehen. Ein Grund dafür ist die immer häufiger eingesetzte luftdichte Bauweise, so dass Emissionen länger im Innenraum verbleiben.

Diese Infoschrift richtet sich an Holzbaubetriebe und Planungsbüros, die einen sichereren Umgang mit der Thematik der Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen erreichen wollen, um Raumlufthygiene und baulichen Gesundheitsschutz zu optimieren.

2 Natürliche Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen

Als organischer Werkstoff natürlichen Ursprungs, emittiert Holz - wie nahezu alle organischen Materialien - flüchtige organische Verbindungen (VOC). Dies sind primär die natürlich im Holz vorkommenden Emittenten, z.B. Terpene, die für den typischen Geruch verschiedener Nadelhölzer ursächlich sind und sekundäre die beispielsweise als Reaktionsprodukte entstehen können wie organische Säuren aus Laubhölzern. Formaldehyd kann ebenfalls in eher geringen Mengen von Holz und anderen organischen Produkten abgegeben werden.

Holzwerkstoffe für das Bauwesen, werden heute in der Regel formaldehydfrei verklebt, sodass die Bindemittel keinen Einfluss auf das Emissionsverhalten haben. Holzprodukte emittieren einerseits organische Verbindungen können aber auch aus ihrer Umgebung Substanzen absorbieren und somit zur Verringerung von Schadstoffkonzentrationen beitragen.

Terpene, Aldehyde (z.B. Hexanal und Pentanal) und organische Säuren (z.B. Essig- und Hexansäuren) sind die häufigsten Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen. Sie treten je nach Holzart in unterschiedlichen Anteilen und Konzentrationen auf, die üblicherweise ein Abklingverhalten aufweisen. Bei normaler Gebäudenutzung, mit entsprechendem Luftaustausch, nimmt die Konzentration dieser Emissionen nach wenigen Monaten deutlich ab, wobei Temperatur und Feuchte, beeinflusst durch äußere klimatischen Bedingungen, Auswirkungen auf den Verlauf haben und zu Schwankungen führen.

Je nach Holzart lassen sich unterschiedliche Anteile der holztypischen Emissionen nachweisen, wobei auch bei gleicher Holzart erhebliche Abweichungen aufgrund der Holzherkunft, der Lagerung und Bearbeitung und der Messanalyse festzustellen sind. Im Gegensatz zu beispielsweise den Festigkeitseigenschaften von Holz stellen die flächenspezifischen Emissionsraten der einzelnen VOC keinen dauerhaft feststehenden Wert dar, sondern nur eine Momentaufnahme zu einem bestimmten Zeitpunkt. Der Startpunkt der Emissionsprüfung hat dementsprechend einen entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis.



Unterschiedlicher Emissionsverlauf von Primäremissionen, z.B. Monoterpenen, und Sekundäremissionen, z.B. Aldehyden, die sich infolge von Autoxidationsprozessen aus den ungesättigten Fettsäuren bilden
(verändert nach Back et al. 2000)

3 Grenz-, Leit-, Richt- und Referenzwerte

Zur Beurteilung chemischer Verunreinigungen der Innenraumluft dienen in Deutschland üblicherweise vier unterschiedliche Bewertungskonzepte: Grenzwerte, Richtwerte, Leitwerte und Referenzwerte. Diese Bewertungskonzepte unterscheiden sich hinsichtlich ihrer rechtlichen Verbindlichkeit und ihrer gesundheitlichen Bedeutung.

- **Grenzwerte** sind gesetzlich festgelegt und rechtlich verbindlich. Sie müssen eingehalten werden und sind in den Technischen Baubestimmungen, in den Landesbauordnungen, in Technischen Regeln oder in Verwaltungsvorschriften geregelt. Für Innenraumluft gibt es nur einen bundeseinheitlichen Grenzwert für Tetrachlorethen (2.BImSchV).
- **Leitwerte** sind rechtlich nicht verbindlich aber gesundheitlich-hygienisch begründete Beurteilungswerte eines Stoffes oder einer Stoffgruppe (z.B. Kohlendioxid, TVOC und Feinstaub in der Innenraumluft). Auch Festlegungen überregionaler Organisationen wie z.B. die Air Quality Guidelines der WHO sind als solche anzusehen.
- **Richtwerte** sind auf geeigneten Erkenntnissen zu toxischen Wirkungen und Dosis-Wirkungsbeziehungen aus Erfahrungen am Menschen oder aus tierexperimentellen Untersuchungen abgeleitete Beurteilungswerte. Sie können auf unterschiedliche Schutzniveaus abzielen, z.B. der RW II der AG Raumluft des Umweltbundesamtes, der als Gefahrenwert gilt und der RW I, der als Vorsorgewert gilt.
- **Referenzwerte** sind statistische Werte, die keinen Aufschluss über Gesundheitsrisiken geben.

ACHTUNG: Werden bei einem Werksvertrag einzuhaltende Zielwerte für eine Raumluftmessung vereinbart, so werden diese zu „Grenzwerten“, sind also vertraglich bindend. Es ist in jedem Fall abzuraten, diese vertraglich festzulegen!

Leitwerte für TVOC in der Innenraumluft (2007):

Stufe	Konzentrationsbereich [mg TVOC/m ³]	Hygienische Bewertung
1	≤0,3mg/m ³	Hygienisch unbedenklich
2	>0,3-1 mg/m ³	Hygienisch noch unbedenklich, sofern keine Richtwertüberschreitungen für Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen vorliegen
3	>1-3 mg/m ³	Hygienisch auffällig
4	>3-10 mg/m ³	Hygienisch bedenklich
5	>10 mg/m ³	Hygienisch inakzeptabel

Quelle: Umweltbundesamt



Beim TVOC gibt es zwei für die Einhaltung von raumlufthygienischen Anforderungen wesentlichen Leitwerte. Oberhalb von 3 mg (3000 µg) / m³ gilt der Summenwert als hygienisch bedenklich. Daher werden nach Raumluftmessungen, deren Ergebnisse diesen Wert übersteigen, in der Regel Maßnahmen zur Ursachenforschung und Behebung notwendig. Unterhalb von 0,3 mg (300 µg) / m³ gilt der Wert als hygienisch unbedenklich. Dazwischen können Maßnahmen zu erörtern sein, wenn keine Richtwertüberschreitungen der einzelnen Stoffe vorliegen.

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/gesundheit/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

(Quelle: Infodienst Holz spezial „Bauen und Leben mit Holz“ 2013)

3.1 Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten

Aufgaben des AgBB zur Sicherung einer gesundheitlich unbedenklichen Innenraumluftqualität in baulichen Anlagen

Der Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB)² hat von der Gesundheits- und Bauministerkonferenz den Auftrag erhalten, die Grundlage für baurechtliche Regeln zum Schutz vor gesundheitlichen Belastungen in Innenräumen zu erarbeiten.

Der AgBB sieht es als eine seiner wichtigsten Aufgaben an, die Grundlagen für eine einheitliche Bewertung von Bauprodukten bereitzustellen. Dadurch werden einerseits die Forderungen aus den Landesbauordnungen und der europäischen Bauproduktenverordnung erfüllt und andererseits ist eine nachvollziehbare und objektivierbare Produktbewertung möglich. Der AgBB unterstützt Bestrebungen zur Harmonisierung der gesundheitlichen Bewertung von Bauproduktmissionen in Europa.

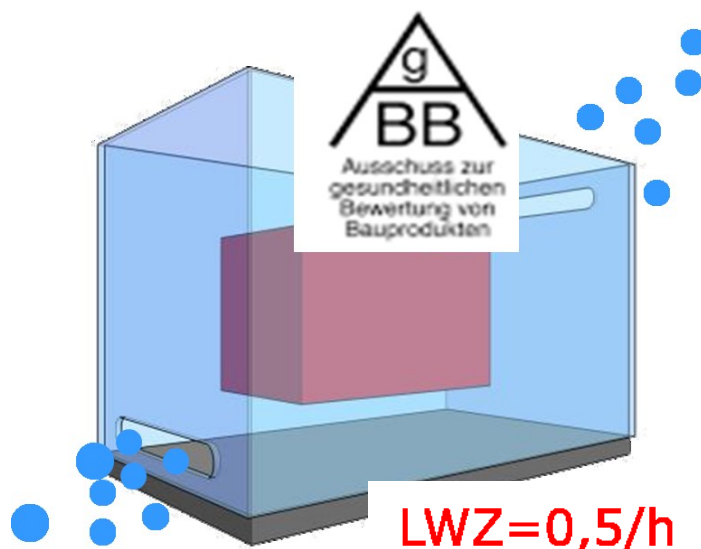


4 Baurechtliche Einordnung

Gebäude sind so zu planen und zu erreichen, dass von ihnen keine Gefahren für die Bewohner und/oder Nutzer ausgehen. Dies ist auf unterschiedlichen Ebenen geregelt. Hierzu die wichtigsten Regularien:

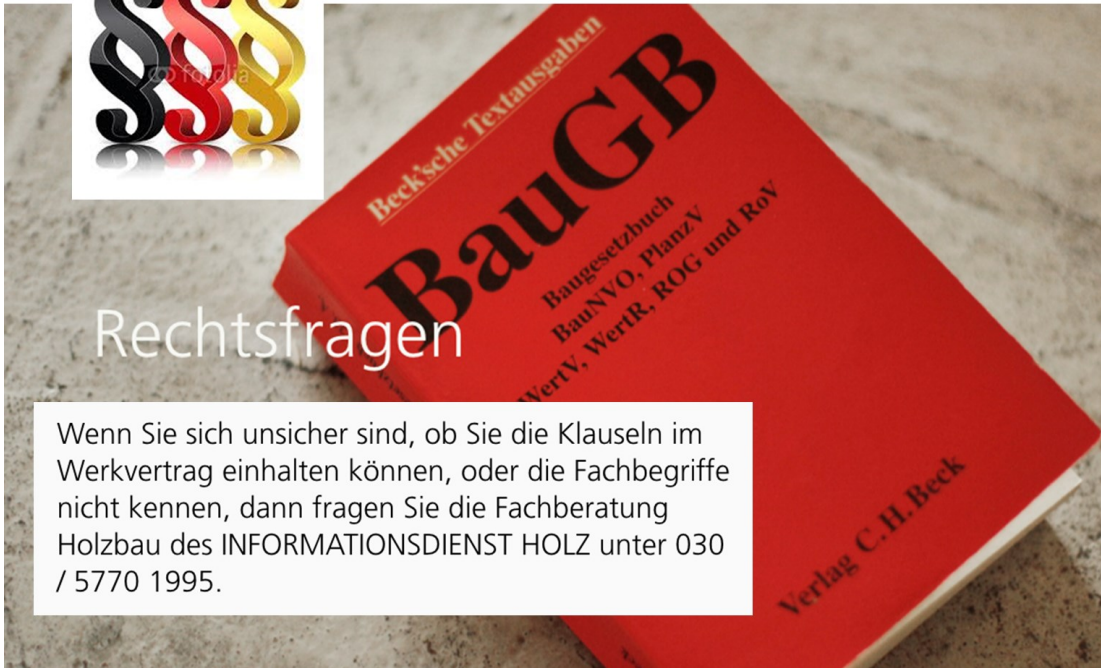
- **Landesbauordnungen** sind Hauptbestandteile des Bauordnungsrechtes und regeln die Anforderungen, die bei Bauvorhaben zu beachten sind. Da von baulichen Anlagen keine Gesundheitsgefahr ausgehen darf, stellen in diesem Sinne abgeleitete Richtwerte Gefahrenwerte dar (s.RW II)
- **Technische Baubestimmungen (siehe MVvTB)** alle 16 Länderbauordnungen orientieren sich an der aktuellen Musterbauordnung (MBO 2016 novelliert). Die zugehörigen Muster-Verwaltungsvorschriften Technische Baubestimmungen (MVvTB) konkretisieren allgemeine Anforderungen an bauliche Anlagen, Bauprodukte und andere Anlagen und Einrichtungen. Erstmals werden Anforderungen an OSB- und Spanplatten hinsichtlich des Gesundheitsschutzes formuliert.
- **Immissionsschutzrecht** ermöglicht sowohl Bewertung auf Basis der Gesundheitsgefährdung als auch unter dem Gesichtspunkt der Gesundheitsvorsorge
- **Arbeitsstätten-Verordnung** enthält Mindestvorschriften für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten einschließlich Baustellen

ACHTUNG: Die Anforderungen aus der MVvTB hinsichtlich Holzwerkstoffplatten (OSB und Spanplatten) treten ab 1.10.2019 in Kraft und beziehen sich auf die Produktprüfung der Hersteller. Die dann in den Markt gebrachten Produkte müssen die Anforderungen erfüllen. Ausführende Unternehmen sollten sich die aktuellen Prüfungsergebnisse der Kammerprüfungen hinsichtlich des Emissionsverhaltens von ihren Lieferanten vorlegen lassen.



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

Kammerprüfung für Produkte nach AgBB



Wenn Sie sich unsicher sind, ob Sie die Klauseln im Werkvertrag einhalten können, oder die Fachbegriffe nicht kennen, dann fragen Sie die Fachberatung Holzbau des INFORMATIONSDIENST HOLZ unter 030 / 5770 1995.

4.1 Gesunde Innenraumluft als baurechtliches Schutzziel

Für die Verwendung von Bauprodukten gelten in Deutschland die Bestimmungen der Landesbauordnungen.

Danach sind bauliche Anlagen so zu errichten und in stand zu halten, dass „Leben, Gesundheit und die Grundlagen nicht gefährdet werden“ (§ 3 Muster-Bauprodukte, mit denen Gebäude errichtet oder werden, haben diese Anforderungen insbesondere „durch chemische, Einflüsse Gefahren nicht entstehen“



Anlagen so zu errichten und „Leben, Gesundheit und die Grundlagen nicht gefährdet werden, haben diese Anforderungen in der Weise zu erfüllen, dass physikalische oder biologische oder unzumutbare Belästigungen (§ 13 MBO).

Ein erklärtes Ziel der Landesbauordnungen und der EU-Bauproduktenverordnung ist es, die Gesundheit von Gebäudenutzern zu schützen. „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ zählen zu den Grundanforderungen an Bauwerke, die in Form von „wesentlichen Merkmalen“ der darin eingebrachten Bauprodukte sicher zu stellen sind.

EU-Bauproduktenverordnung

Nr. 305/2011 - ab 1. Juli 2013 verbindlich

Nationale Regelungen sind unzulässig seit Okt. 2016

Notified Body No. 2097



EN 14041
EN 14342

5 Aktuelle Forschungsvorhaben zum Thema

Aktuell beschäftigen sich viele Forschungsprojekte, die von der FNR (Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe) begleitet und über diese gefördert werden, mit Themen zu Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen, der Sensorik und deren Toxikologie und ihr Bedeutung für den Nutzer.



Davon werden u.A. zwei wesentliche Projekte durch den DHV begleitet. Das Projekt „**HolnRaLu**“ beschäftigt sich mit dem „Erarbeiten eines objektiven Verfahrens unter Berücksichtigung der Besonderheiten von Holz und Holzwerkstoffen bei der Bewertung ihres Einflusses auf die Innenraumluftqualität (Thünen Institut) und dem Vergleich von Untersuchungen in unterschiedlichen Prüfkammern (Fraunhofer / WKI)“. Hier werden in Realräumen und realitätsnahen Bedingungen Emissionen und ihr Verhalten gemessen und analysiert sowie in Kammerprüfungen die gleichen Materialien und Konstruktionen aus gleichen Chargen geprüft.



Dabei wurde u.A. das typische Abklingverhalten der holztypischen Emissionen bestätigt, aber es wurde ebenso festgestellt, dass der übliche Messzeitraum von 3 bzw. 28 Tagen aus dem normierten Prüfkammerverfahren nicht 1:1 übertragbar ist in den Realraum. Alleine schon die durch Autooxidation sich verstärkenden Aldehydemissionen beginnen meist erst nach drei bis vier Wochen anzusteigen um dann wieder über einen längeren Zeitraum abzuklingen. Auch sind die äußeren Klimaparameter von erheblichem Einfluss und können auch wieder temporär zu steigenden Emissionsraten führen, die dann aber auf insgesamt niedrigerem Niveau steigen um anschließend weiter abzuklingen. Abschließende Ergebnisse sind erst Ende 2019 zu erwarten.

- **Forschungen** zu Emissionen aus Holz, bestätigen aktuell das Abklingverhalten, zeigen keine signifikant gesundheitsgefährdenden Emissionsraten und weisen auf Differenzen zwischen Kammerprüfung und Raumluftprüfung hin.

Das zweite Projekt „**GesundHolz**“ beschäftigt sich mit den humantoxikologischen Auswirkungen der Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen. An Humanzell- und Tierversuchen wurden forsch, insbesondere Kiefernholz und von Platten, sowohl auf als auch auf Mäusen. weils sehr hohen onen ausgesetzt die



die Auswirkungen er- die von Terpenen aus Aldehyden aus OSB- humane Lungenzellen Dabei wurden sie je- Wirkstoffkonzentrationen weit oberhalb von

baulichen Realsituationen lagen, um überhaupt Wirkung zu erzielen. Außerdem wurde eine Metastudie zusammengestellt, die die aktuell wichtigsten Erkenntnisse aufführt. Die abschließende Projektphase wird sich mit der Risikoeinschätzung und dem Rückschlüssen aus den bisherigen Ergebnissen beschäftigen. (bis Ende 2019)

- **Forschungen** zu humantoxikologischen Wirkungen von Emissionen aus Holz, zeigen auf, dass von natürlichen Emissionen aus Holz bei den üblichen Konzentrationen im Raum mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Gesundheitsgefährdung zu befürchten ist.

6 Raumlufmessung und Messstrategie

Die Kammerprüfungen von Produkten ist baurechtlich geregelt, die von Raumlufmessungen nicht. Diese sind zivilrechtliche Vereinbarungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer und sind dann Teil des Werkvertrags. Folgendes ist zu beachten:

Für den Werkvertrag

- Die Einzelstoff-Richtwerte II (ERW II) der beim Vertragsabschluss aktuellen AIR/UBA Richtwerttabelle sind einzuhalten.
- Der TVOC-Wert in Höhe von 1.500 µg/m₃ ist einzuhalten.
- Der Richtwert I für Formaldehyd in Höhe von 100 µg/m₃ ist einzuhalten

Für die Raumlufmessung

- Die Raumlufmessung hat nach DIN 16000 ff zu erfolgen. Es sollte durch einen holzbauerfahrenes Institut oder vgl. erfolgen.
- Für die Vorbereitung der Messung ist eine sachgerechte Messplanung aufzustellen und an der Baustelle umzusetzen.
- Die zu messenden Räume sind fachgerecht u.A. mit einem Feinstaubsauger zu reinigen. Dabei sind keine alkohol- oder chlorhaltigen Reinigungsmittel zu verwenden.
- Es darf nur bei nutzungsüblichen Raumklimazielen gemessen werden. Bei Sonneneinstrahlung ist eine rechtzeitige Beschattung zu bewerkstelligen. Normwerte für Schulen, Büros und Wohnräume gem. DIN EN 15251 bzgl. Temperatur, Luftfeuchte, CO₂ sind einzuhalten

7 Betriebliche Maßnahmen (Empfehlungen des DHV)

- **Der DHV** rät zu einem Produktmanagement mit Erfassung aller gesundheitlich relevanter Daten (Technische Merkblätter, Sicherheitsdatenblätter u. EPD).
- **Baulicher Gesundheitsschutz** sollte integrierter Teil des betriebseigenen Qualitätsmanagements sein (DHV-Zertifizierung der Betriebe und der Qualitätskoordinatoren)
- **Emissions- und Feuchtmanagement** sind in den betrieblichen Abläufen bis zur Fertigstellung der vertraglich vereinbarten Leistung, sicherzustellen.
- **Raumluftmessungen** sind soweit vertraglich vereinbart, nur nach vorher festgelegter Messstrategie durchzuführen. (Messvorbereitung, Einhaltung der DIN, Feinreinigung, Verschlusszeiten und Belüftung)
- **Geregelte Lüftungsanlagen** sind bei einem Haus mit einer niedrigen n50-Wert ($< 0,8$) aus allgemein raumluft-hygienischen Gründen zu empfehlen.

8 Feuchte- und Emissionsmanagement im Holzbau

Hierzu bietet der DHV eine mehrteilige Fortbildung mit der Möglichkeit der Zertifizierung an. Teil 1 ist ein Grundlagenseminar zu allen angesprochenen Inhalten des Punkt 7 (betriebliche Maßnahmen) zzgl. aktueller Rechtsfälle und richtet sich an Holzbauunternehmen und Planer / Fachingenieure und interessierte Herstellervertreter. Auf dieser Grundlage kann dann die Implementierung in den Betrieben erfolgen. Dies geschieht durch die Integration in das bestehende Qualitätsmanagement und umfasst sowohl das Produktdatenmanagement, die Einbindung der Thematik in die gesamte Prozesskette und die Messvorbereitung und Durchführung einer Raumluftmessung an einem Neubau. Danach wird sowohl der durchführende „Qualitätskoordinator“ als auch der Betrieb zertifiziert.



Näheres erfahren Sie in der DHV Geschäftsstelle bei Herr Michael Trefz.

9 Literaturverzeichnis

Metastudie 2018, Abschnitt 1, K.Butter, Dr.M.Ohlmeyer, Thünen Institut, Projekt GesundHolz,

Faktencheck DGFM-Faktenblätter für BMEL, Thünen Institut, 2017 / 2018

Ausschuss für Innenraumrichtwerte (Umweltbundesamt) Richt- und Leitwerte für die Innenraumluft, Stand: 23.11.2017,

IQUH, u.A. Ergänzungen zum Leistungsverzeichnis, K.H.Weinisch, 2018



Deutscher
Holzfertigbau-
Verband e.V.



VOC im Holzbau

**Wissen rund um VOC, Richtwerte und
baulichen Gesundheitsschutz im Holzbau**

Deutscher Holzfertigbau-Verband e.V.

Hellmuth-Hirth-Straße 7
73760 Ostfildern

Telefon: 0711 / 239 96 54

Telefax: 0711 / 239 96 60

info@d-h-v.de

www.d-h-v.de