

# **Individuell und doch modular – kein Widerspruch! Moderne Holzhybride**

Andreas Schimmelpfennig  
cree Deutschland GmbH  
Bremen, Deutschland



2 | Individuell und doch modular – kein Widerspruch! Moderne Holzhybride | A. Schimmelpfennig

# Individuell und doch modular – kein Widerspruch! Moderne Holzhybride

## 1. Holz zurück in moderne Städte!

### 1.1. CREE, eine Idee die wächst und wächst

Dieser technische Erläuterungsbericht ergänzt meinen heutigen Vortrag auf dem 1. Holzbau Kongress in Berlin und stellt Ihnen detailliert die patentierte Holz-Hybrid Bauweise des CREE Building System vor. Unser Beitrag für innovative, nachhaltige und zukunftsweisende Immobilien mit einer hervorragenden CO<sub>2</sub>-Bilanz!

Unsere wirtschaftlichen Konstruktionsprinzipien der (Holz-Beton) Hybridbauweise ermöglichen eine modulare Bauweise, die – verbunden mit einem hohen Vorfertigungsgrad – deutliche Vorteile für die Bauzeit bietet und minimale Beeinträchtigungen durch Emissionen erzeugt.

## 2. Das Bausystem CREE

Zu den Besonderheiten unseres CREE Building Systems zählt das hohe Maß an industrieller Vorproduktion, welche bei großflächigen, geradlinigen, solitären Gebäuden mit geringen Konstruktionshöhen optimal herstellbar und umzusetzen ist. Die Lärm- und Staubbelastung in der Bauphase ist gering, da der Anteil der konventionell erstellen Bauleistungen auf ein Minimum reduziert werden konnte. Einzelteile der Fassade und der Tragstruktur sind bei Bedarf austauschbar und erhöhen auch damit die Lebensdauer von CREE-Gebäuden. Auf Wunsch kann auch eine Rückbauanleitung erstellt werden.

## 3. Die Modularität in der Produktion

Die CREE-Modularität teilt das ganze Gebäude in sinnvolle – systemisch geplante – Bauteilelemente, welche über entsprechende Verbundschnittstellen entweder bereits während der Vorproduktion oder auf der Baustelle wieder zusammengefügt werden. Die Bauteile können dadurch in den unterschiedlichsten Disziplinen miteinander agieren, so z.B. in der Konstruktion, in der Vorfertigung, in der Lagerung, im Transport und während der Montage.

In der Serienfertigung werden unsere CREE-Bauteile werkseitig unter kontrollierten Fertigungsbedingungen mit einer sehr hohen Qualität und Genauigkeit hergestellt. Die Vorfertigung benötigt eine fertigungs- und produktorientierte Planung mit einer für den Logistikprozess optimierten Materialwirtschaft.

## 4. Die Maßordnung

Unsere Gebäude basieren auf einer Modulordnung von 1,25m | 1,35m | 1,50m, d.h. Achsraster 2,50m | 2,70m | 3,0m; für moderne Büroimmobilien z.B. Modulraster 1,35m = Achsraster 2,70m. In der Gebäudetiefe spannt die CREE-Hybrid-Deckenplatte bis zu 8,10m unterstützungsfrei.

Das Deckentragwerk der CREE-Hybrid-Deckenelementen (z.B. 2,70mx8,10m) besteht aus 28cm hohen Brettschichtholzträgern mit einer 10cm starken Stahlbetonplatte, welche auf Stahlbeton- oder Stahlunterzügen in der Mittelachse oder am aussteifenden Treppenhauskern aufgelagert werden. Die Unterzüge in der Mittelachse werden durch Stahlbetonstützen i.d.R. 40x40cm getragen (Alternativen in Holz, Stahl oder Stahlverbund sind möglich). In der Fassadenebene werden die Deckenelemente durch Brettschichtholzstützenpaare, je Stütze i.d.R. 24x24cm getragen, welche in einem Achsraster von z.B. 2,70m an der Fassadenebene stehen.

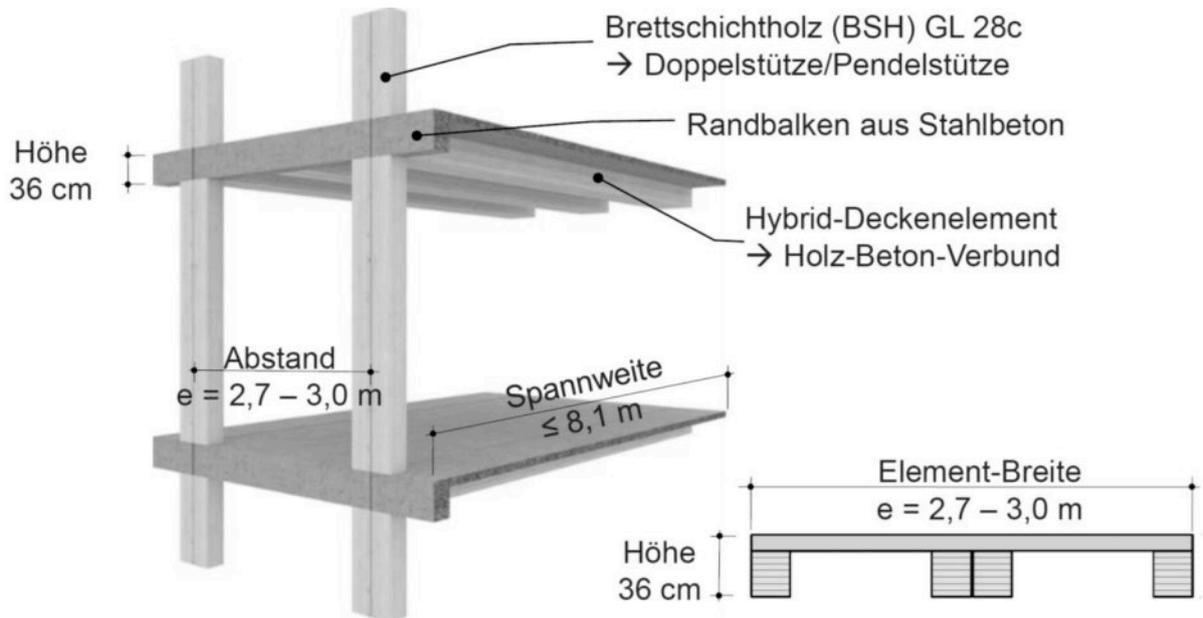


Abbildung 1: Darstellung des patentierten CREE Building System | © cree GmbH

Durch die Kombination von Holz und Beton wurde das Gesamtsystem bestmöglich optimiert, um alle materialspezifischen Vorteile auszunutzen.

Die patentierte CREE-Hybriddecke ist daher eine effiziente Funktionseinheit aus statisch tragenden Holzbalken und einer raumabschließenden Betondecke. Die oberseitige Betonplatte wird auf Druck belastet und mit der unterseitigen auf Zug belasteten Schicht aus Holz schubsteif miteinander verbunden. Aus dieser Materialkombination entsteht ein leistungsfähiger statischer Gesamtquerschnitt, der zudem ausreichend Platz für die haustechnischen Installationen bietet.



Abbildung 2: CREE-Decke mit haustechnischer Installation |© Thomas Knapp, Architekten Hermann Kaufmann

Die Erschließungskerne werden in konventioneller Bauweise in Stahlbeton bzw. Stahlbetonfertigteilen errichtet.

Die Geschosshöhe für unsere Büroimmobilien beträgt minimal 3,50m. Die nach ASR geforderte lichte Höhe von 3,00m - bei Arbeitsplätzen über 100m<sup>2</sup> - ist dadurch unter den sichtbar bleibenden Holzdeckenbalken gegeben. In den Mittelzonen (Begegnung, Besprechung, etc.) wird diese um einen mittig angeordneten Deckenkoffer zur Medienversorgung reduziert.

## 5. Die Fassade

Die Fassade im CREE-Bausystem wird – unter idealen Fertigungsbedingungen – im Herstellerwerk samt Fenster vorgefertigt und zusammen mit der Bauteilgruppe CREE-Decken in der Konstruktionsphase achsweise modular aufgerichtet. Die Fassaden werden als Holzrahmenelement inklusive der erforderlichen Bauteildämmung und den Fenstern im Herstellerwerk fertiggestellt und vor Ort nur noch mit einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade (VHF) und dem Sonnenschutz ergänzt.

Die in der Konstruktionsebene gedämmten Bauteile erfordern weniger Konstruktionsgrundfläche als konventionelle (Fertigteil-) Bauweisen. Die Vorfertigung führt zu hohen Bauqualitäten mit geringen Maßtoleranzen.

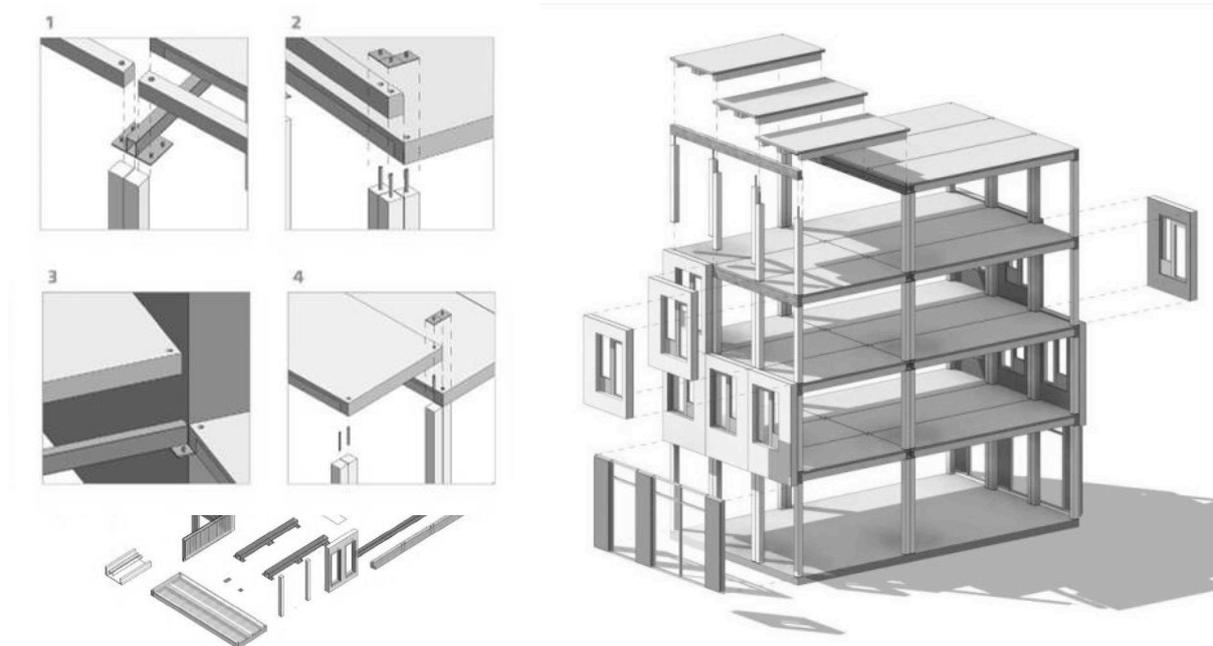


Abbildung 3: Schematische Darstellung der CREE Komponenten (Auszug) | © cree GmbH

## 6. Der Grundausbau

Durch den großen Holzanteil in den Deckenuntersichten in Verbindung mit den Holz-Doppelstützen wird ein sehr angenehmes Arbeits- und Aufenthaltsklima geschaffen. Der Fußboden wird als Hohlraumboden hergestellt. Zu beiden Seiten des Unterzuges in Feldmitte ist die Gebäudetechnik in einem gemeinsamen Deckenkoffer integriert.

Unterhalb des Deckenkoffers können beispielsweise die Ausbauwände für den Mieterausbau angeschlossen werden.

## 7. Die Referenzen (Auszug)



Abbildung 4: Büro im LCT ONE in Dornbirn | © Darko Todorovic | Photography, Dornbirn



Abbildung 5: Büro BTV in Memmingen | © Tom Haider



Abbildung 6: LCT ONE in Dornbirn | © Norman A. Müller



Abbildung 7: Visualisierung «Bürogebäude Handwerkerhaus» in Bremen | © Zech Group



Abbildung 8: Visualisierung «Bürogebäudekomplex Südkreuz» in Berlin | © EDGE Technologies



Abbildung 9: Visualisierung «Empfangsgebäude Siemens» in Erlangen | © SIEMENS

**Fazit: Mit dem ältesten Baustoff der Welt, errichten wir moderne und smarte Gebäude für Arbeits- und Wohnwelten von heute, morgen und übermorgen. Individuell und doch modular – für uns kein Widerspruch!**

# Wohngesundheit, Raumluf und Ausführungsqualität ist **SICHER** planbar

Karl-Heinz Weisch  
IQUH GmbH  
Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene  
Weikersheim, Deutschland





# Wohngesundheit, Raumlufth und Ausführungsqualität ist SICHER planbar

## 1. Einführung in die Prüfverfahren zum Gesundheitsschutz

Der bauliche Gesundheitsschutz ist neben Wärme-, Schall- und Brandschutz inzwischen auch 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-raumlufth.de](http://www.holz-und-raumlufth.de)

Seit Gebäude immer besser gedämmt sind und weniger Luftwechsel stattfindet, richtet sich der Blick auf die Qualität der Innenraumlufth und mögliche Baustoffemissionen. Neben CO<sub>2</sub>, Temperatur und Luftfeuchtigkeit beeinflussen eine Vielzahl an Fremdstoffen die Qualität der Raumlufth.

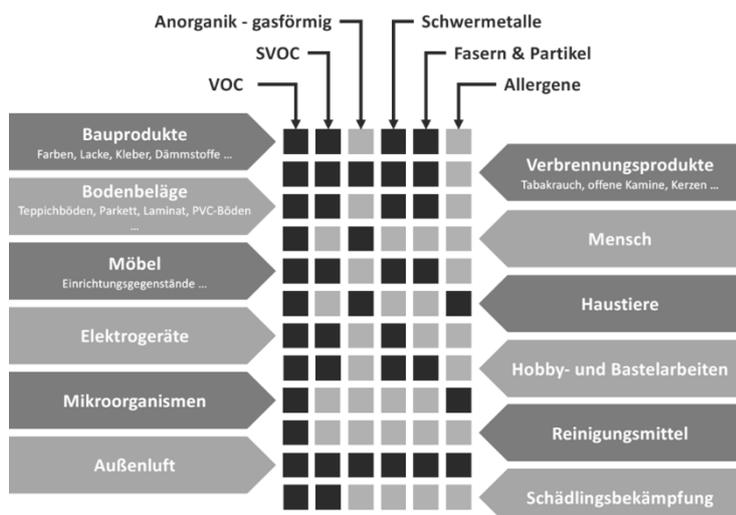


Abbildung 2: Kleb- und Dichtstoffe und Reiniger aber auch die pflanzenbasierten Baustoffe können in einem erheblichen Maß die VOC Raumlufthzielwerte beeinflussen oder Fehlgerüche auslösen.

Doch ab welcher Konzentration gilt ein Stoff in der Raumlufth als «schädlich» bzw. reklamationfähig? Zudem gilt es bei jeder Raumlufthbeanstandung zu klären, ob die auffälligen Gerüche oder VOC Emissionen als erwiesenermaßen gesundheitsgefährdend eingestuft werden müssen wie bei streng eingestuftem Benzol oder Styrol oder ob sie lediglich ein hygienebezogenes Problem darstellen, wie bei CO<sub>2</sub> und den Terpenen, Aldehyden und

Carbonsäuren durch Holz und Holzwerkstoffe, die möglicherweise und erst bei hohen Konzentrationen Befindlichkeitsstörungen entfalten.

Wegen der Energieeinsparverordnung und dem Klimaschutz dichtet man an neuen oder energetisch optimierten Gebäudehüllen immer mehr Leckagen ab, durch die früher Wärme und Luft entwich. Durch die technische Entwicklung von Kleb-, Dicht-, Kunststoff- und Glasbaustoffen ist eine nahezu luftdichte Bauweise möglich. Der ständige Luftaustausch durch Fugen ist heute daher viel geringer als früher und mit zunehmender Luftdichtigkeit sinkt logischerweise die Raumluftqualität, wenn ein geregelter Luftwechsel fehlt. 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.

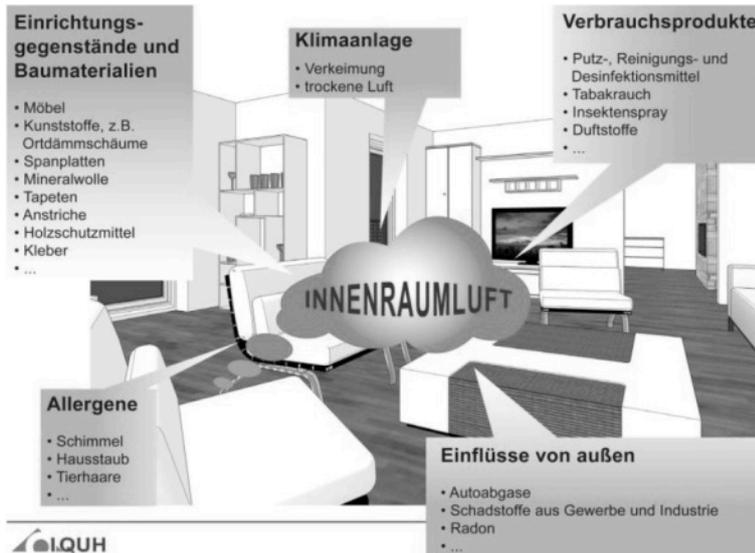


Abbildung 3: Baustoff-, nutzer- und standortbezogene Einflussfaktoren auf die Raumluftqualität

Behörden und Auftraggeber verlangen daher 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 CO<sub>2</sub> Messung geprüft werden.

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 Baustoffauswahl (Kontrollzertifikate gem. EC1 plus, DIN EN 16516, Blauer Engel, natureplus, eco-cert/Köln, ...) zu achten. Trotz der Verwendung von geprüften Baustoffen folgt allerdings keine Garantie dafür, dass dadurch die VOC Richtwert-Vorgaben automatisch eingehalten werden können.

Emissions- und schadstoffarme Lacke	RAL-UZ 12a
Emissionsarme Holzwerkstoffplatten	RAL-UZ 76
Emissionsarme Wandfarben	RAL-UZ 102
Emissionsarme Bodenbelagsklebstoffe und andere Verlegewerkstoffe	RAL-UZ 113
Elastische Fußbodenbeläge	RAL-UZ 120
Emissionsarme Dichtstoffe für den Innenraum	RAL-UZ 123
Emissionsarme textile Bodenbeläge	RAL-UZ 128
Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für die Anwendung in Gebäuden	RAL-UZ 132
Emissionsarme Verlegeunterlagen für Bodenbeläge	RAL-UZ 156
Emissionsarme Bodenbeläge, Paneele und Türen aus Holz und Holzwerkstoffen für Innenräume	RAL-UZ 176
Emissionsarme Innenputze	RAL-UZ 198

Abbildung 4: Bauprodukte für Innenräume mit dem «Blauen Engel»

## 1.1. Zielwerte für die Raumlufthqualität

Einige Städte haben bereits eigene Zielwertvorgaben für die Raumlüftung wie z.B. extrem niedrige TVOC-Summenwerte oder VOC Einzelrichtwerte (Richtwerttabellen des Umweltbundesamtes und Ausschuss für Raumlüftungqualität). 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.

Mit dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums steht ebenso wie beim DGNB Verfahren (Dt. Ges. für Nachhaltiges Bauen) ein ergänzendes Bewertungsverfahren für Büro, Schul- und Verwaltungsbauten zur Verfügung, in dem u.a. die stufenweisen Zielwerte für die Raumlüftungqualität formuliert und vereinbart werden.

## 2. Geprüfte Bauprodukte nach Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)

### 2.1. Baurechtliche Vorgaben

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 20. Januar 2020) stehen noch Aktualisierungen zum Gesundheitsschutz in den jeweiligen Landesbauordnungen aus.

Normenreihe für Bauprodukte DIN EN 16516 / Angebot DIBt 01.10.19

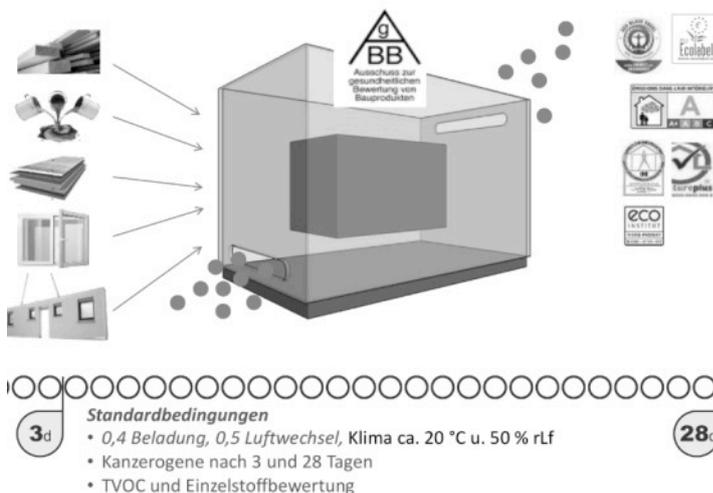


Abbildung 5: Wie sollen ab 2020 Bauprodukte VOC geprüft werden? Änderungen sind zu beachten.

### 2.2. Für welche Bauprodukte besteht aktuell eine Nachweispflicht?

Die MVV TB beinhaltet im Anhang 8 «Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG)» in Anlage 3 eine Positivliste aller Bauprodukte, für die eine VOC-Nachweispflicht besteht.

Eine Klarstellung der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz (Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der 16 Länder) vom 4. Oktober 2017 und bestätigt durch das Deutsche Institut für Bautechnik mit Schreiben vom 16. Oktober 2017 lautet, dass für den allgemein gefassten Listenpunkt «behandelte oder verklebte Hölzer» bzw. eine Vielzahl holzbasierter Bauprodukte – auch Holzfaserdämmprodukte folgendes gilt:

- Vom Naturwerkstoff Holz gehen keine Gesundheitsgefahren aus, daher möchte man die Verwendung nicht einschränken und daher gelten für unbehandelte Hölzer ohne Holzschutzmittel keine erhöhten Anforderungen.
- Für nicht mit Holz- oder Brandschutzmitteln behandelte OSB- und Spanplatten war ein Nachweis der VOC-Emissionen ab 1.1.2019 geplant und die Frist wurde auf 1.10.2019 verlängert.
- Für andere Holzwerkstoffe - wie z.B. Sperrholz, Furnierholz und Holzfas(er)dämmplatten sowie auch Holzprodukte wie Brettschichtholz, Kanthölzer und Furnierschichtholz - ist eine VOC-Prüfung zur Erfüllung der Anforderung der MVV TB nicht erforderlich.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Liste der genannten Produkte nicht abschließend ist und Änderungen noch möglich sind.

Seit Januar 2019 liegt ein Anhörungsdokument zur Novellierung der MVV TB vor. Die bisher in einer separaten Anlage der MVV TB aufgeführte Positivliste der nachweispflichtigen Bauprodukte ist im Anhörungsdokument direkt in den Haupttext des Anhangs 8 übernommen worden. Die Liste ist weitgehend gleichgeblieben und wurde lediglich punktuell angepasst.

Unter **Abschnitt 2.2.1 des Anhang 8** sind gelistet:

- Bodenbeläge, Bodenbelagskonstruktionen sowie deren Komponenten
  - z. B. elastische Bodenbeläge, textile Bodenbeläge, Laminatbodenbeläge, Parkette und Holzfußböden, Kunstharzestriche, künstlich hergestellter Stein auf Kunstharzbasis, Verbundbodenbeläge, Korkbodenbeläge, Sportböden, Verlegeunterlagen, Oberflächenbeschichtungen für Holzfußböden, elastische Bodenbeläge und Korkfußböden.
- Klebstoffe
  - Bodenbelagsklebstoffe und Klebstoffe für strukturelle Verbunde
- Reaktive Brandschutzbeschichtungssysteme auf Stahlbauteilen
- Dämmstoffe (z.B. Phenolharzschäume und UF-Ortschäume)
- Dekorative Wandbekleidungen und dickschichtige Wandbeschichtungen auf Kunststoffbasis
- Deckenverkleidungen und Deckenkonstruktionen auf Kunststoffbasis
- **Holzwerkstoffe in Form von schlanken ausgerichteten Fasern (OSB), kunstharzgebundenen Spanplatten und dekorativen Hochdruck-Schichtpresstoffplatten**
- nachträglich aufgebrachte organische Brandschutzmittel.

Laut Bauministerkonferenz und DIBt soll die neue MVV TB Anfang 2020 in Kraft treten. In den Nachfolgemonaten werden die Bundesländer ihre Landes-Verwaltungsvorschriften entsprechend anpassen und die Vorgaben der MVV TB mehr oder weniger eins zu eins in Bezug nehmen. Der jeweils aktuelle Stand der Umsetzung kann abgerufen werden unter <https://www.dibt.de/de/aktuelles/novellierung-des-bauordnungsrechts/>

### 2.3. Sonderfall OSB-Platten in BW

Der Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg (VGH) hat mit zwei Beschlüssen vom 10. Juli 2019 die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen des Landes Baden-Württemberg – und damit inhaltlich auch die gleichlautenden Anforderungen gemäß der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen der Bauministerkonferenz – hinsichtlich VOC-Emissionen aus Holzwerkstoffen für voraussichtlich nicht rechtens erklärt. Entsprechende Anforderungen an VOC-Emissionen (flüchtige organische Verbindungen) wurden vorläufig außer Vollzug gesetzt. Die Beschlüsse sind unanfechtbar (Az. 8 S 2962/18 und 8 S 3008/18).

### 2.4. Fazit und Aussichten

Für Holzfas(er)dämmplatten oder Naturholz besteht bis auf weiteres keine Prüfpflicht. Eine VOC-Nachweispflicht besteht in einigen Bundesländern seit 1. Oktober 2019 für OSB- und Spanplatten. In Baden-Württemberg ist diese vorerst ausgesetzt. In öffentlichen Ausschreibungen für Schulen und Kitas werden zunehmend erweiterte Nachweispflichten

bzw. das Anlegen von Baustoffinventaren vorgeschrieben. Es besteht zurzeit eine große Verunsicherung über die Gültigkeit von älteren Prüfergebnissen. Daher ist es ratsam, dass man jetzt schon auf Produkte umstellt, die nach der aktuellen Prüfnorm DIN EN 16516 geprüft wurden.

### **3. 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. Dazu kommen durch die EnEV von 2014 zusätzliche Anforderungen. Sowohl die europäische Kommission als auch die Bundes- und Landesregierungen wollen bis zum Jahr 2020 den Energiebedarf um 30 bis 40 Prozent verringern. Die Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung soll hierzu maßgeblich beitragen. Es 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.

#### **3.1. Frischluft und verbrauchte, schädliche Luft**

Das Lüften von Räumen kann technisch oder manuell erfolgen. Aus hygienischen Gründen hat je nach Art und Intensität der Raumnutzung ein regelmäßiger und ausreichender Luftaustausch stattzufinden. Bei unzureichender und nicht angepasster Fensterlüftung oder durch eine falsch gesteuerte oder unzureichend dimensionierte Lüftungsanlage kann eine natürliche Frischluftzufuhr bzw. eine Feuchte- und Schadstoffabführung nicht garantiert werden. Welchen Einfluss hat die Luftwechselzahl, die Klima- und Lüftungstechnik und die Frischluftmenge auf die Neubaugerüche, Schadstoffemissionen oder auf Bau- oder Wohnfeuchte und Schimmelbildung?

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 CO<sub>2</sub>, das radioaktive Radongas, Keime und Feinstaub durch einen Luftaustausch «hinausgelüftet» werden.

### **4. Checklisten helfen Planern**

Ein Pre-Check dient der Prüfung von Bauprodukten gemäß dem aktuellen Stand des Wissens zu Emissionen und Schadstoffausträgen aus Bauprodukten. Beim Pre-Check werden die charakteristischen Emissionen aus Bauprodukten aufgezeigt und im Bedarfsfall werden Ersatzprodukte empfohlen. Zudem werden die vorhandenen Produktprüfungen auf ihre Gültigkeit hin untersucht.

Der Planer oder Bauunternehmer erhält dadurch Informationen über Möglichkeiten zur Minderung von Emissionen und Gerüchen aus Bauprodukten, um die VOC Zielwerte sicher einhalten zu können. Die geltenden gesetzlichen Regelungen sowie weitere Kriterien und Kennzeichnungen, die bei der Produktauswahl behilflich sind, werden dabei ausgewiesen und helfen den Informationsbedarf zum baulichen Gesundheitsschutz zu stillen.

## Emissionseinschätzung oder Emissionsprüfung?

Produkt-Kammerprüfung > Bauteil-Kammerprüfung > Raumluftprüfung

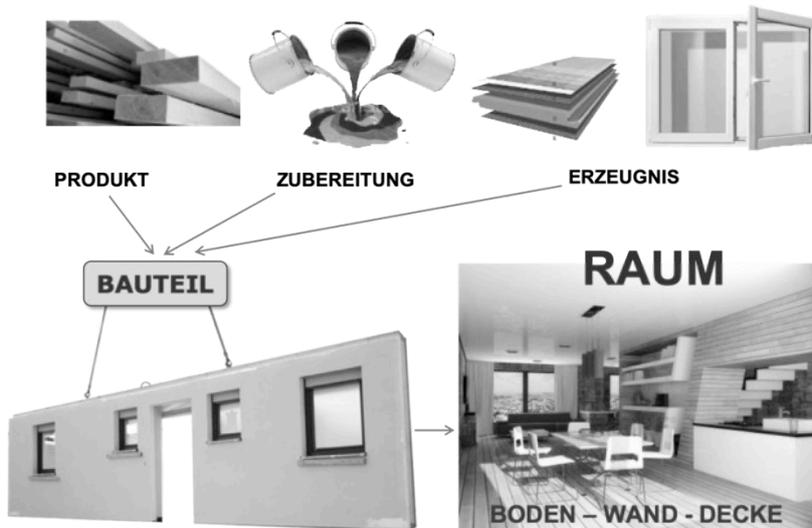


Abbildung 6: Wurden die zum Einsatz kommenden Bauprodukte ausreichend auf VOC geprüft? Wie sicher können die Raumluftzielwerte bei der Bauabnahme eingehalten werden, wenn VOC geprüfte Baustoffe verwendet wurden?

### 4.1. Pre-Check Bauplanung

- Prüfung der geforderten Raumluftrichtwerte und der vereinbarten Materialgüte. (Prüfzertifikate wie EPD, Blauer Engel, EC1plus u.a.)
- 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.

### 4.2. 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, Lüftungsplanung (IDA Werte gem. DIN EN 15251 f. Schulen, Büros) ausreichend berücksichtigt?
- Werden seitens des AG die Einhaltung von Raumluftzielwerten (VOC, TVOC Leit- u. Richtwerte) gefordert?
- Wird die Vorgehensweise bei der Raumluftkontrollmessung (DIN ISO 16000) im Vertrag exakt beschrieben?
- Werden Normen und Bewertungsquellen für die Raumluftmesswerte vom AG angegeben?
- Ist die ordnungsgemäße und rechtssichere Raumluftmessung vom AN anzubieten?

- Sind Maßgaben zur Messraumvorbereitung vorhanden?
- Werden erfüllbare Maßnahmen nach einer **nicht** bestandenen Kontroll- u. Freimessung beschrieben?

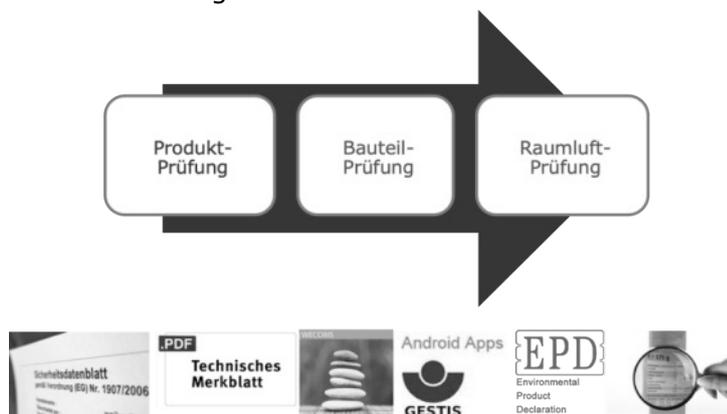


Abbildung 7: Welche Dokumente wurden für die Prüfung verwendet und können dem AG vorgelegt werden? Wie rechtssicher sind die Dokumente bzw. die Aussagen zu den VOC?

### 4.3. 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.

### 4.4. Checkliste für die Vorbereitung von Raumlufmessungen

- Im Bauzeitenplan ist zu berücksichtigen, dass ca. 10 Tage vor der Messung keine Reinigungs- und Bauarbeiten mit emittierenden Stoffen durchgeführt werden.
- Bei Raumluftechnischen (RLT)-Anlagen muss die Funktionstüchtigkeit und Staubfreiheit garantiert werden. Sind Klimaregulierungen vorhanden hinsichtlich Temperatur, Feuchte oder CO<sub>2</sub>, sind die Normalwerte gemäß DIN EN 15251 einzuhalten.
- Ohne Einsatz von RLT-Anlagen sind diese Normalwerte ebenfalls zu befolgen und zu protokollieren, damit der Auftragnehmer den Messtermin einplanen kann.
- Die zu messenden Räume, die angrenzenden Flure und Räume und die Treppenhäuser müssen vor der Messung beschattet werden. Ansonsten darf nur mit Zustimmung des Auftragnehmers gemessen werden.
- Erst wenn die Raumklima-Zielwerte gemäß DIN EN 15251 eingestellt sind, kann eine Raumlufmessung in zwei vergleichbaren Räumen durchgeführt werden.
- Die Normensammlung (DIN EN ISO 16000) für Raumlufmessungen ist exakt einzuhalten.
- Für die Durchführung werden holzbauerfahrene Messingenieure empfohlen.

## 5. Schlussbetrachtung

Hohe CO<sub>2</sub> Werte, hygienebasierte Fehlgerüche durch zu geringe Luftwechsel oder Reiniger sind erfahrungsgemäß die häufigsten Reklamationsgründe in neu bezogenen Holzgebäuden. An zweiter Stelle sind unsachgemäß verarbeitete Baustoffe die Ursache für Baumängelanzeigen wegen auffälligen Fehlgerüchen zu nennen. Werden dann in Holzgebäuden unsachgemäß vorbereitete Raumlufmessungen durchgeführt, dann fallen natürliche VOC wie Terpene, Aldehyde und Carbonsäuren auf, die bei ausreichender Frischluftzufuhr instabil sind und sich dann schnell und problemlos wieder von selbst abbauen.

TAB. 7.1: INNENRAUMLUFTRICHTWERTE FÜR SUBSTANZEN MIT MÖGLICHER RELEVANZ FÜR HOLZ UND HOLZPRODUKTE<sup>1)</sup>

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

1) Aktualisierte Richtwerte und Erläuterungen sind über die Internetseite des Umweltbundesamtes abrufbar ([www.umweltbundesamt.de/gesundheitsinnenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm](http://www.umweltbundesamt.de/gesundheitsinnenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm))  
2) Leitsubstanz  $\alpha$ -Pinen  
3) Leitsubstanz d-Limonen  
4) Bestätigt im Jahr 2006 durch die Ad hoc AG  
5) Definiert für Kurz- und Langzeitexposition

Abbildung 8: Die Tabelle zeigt typische Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen oder anderen Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen.

Neueste toxikologische bzw. tier- und zellenbasierte Studien geben Anlass zur Hoffnung, dass vor allem die durch Holz und Holzwerkstoffe verursachten Terpenkonzentrationen, wie sie üblicherweise in Holzgebäuden anzutreffen sind, keine gesundheitlichen Auswirkungen auf die Gesundheit haben. (Infos/Quellen unter <https://baustoffe.fnr.de/projekte/emissionen/>)

Die Meta-Studie HOMERA der TU München nahm mehr als 42 Einzelstudien unter die Lupe, die sich alle damit auseinandergesetzt haben, wie sich Holz auf das Raumklima und damit auch auf den Menschen in geschlossenen Räumen auswirkt. Das Ergebnis ist wenig überraschend: So gesundheitsfördernd und erfrischend der Spaziergang im Wald ist, so angenehm und leistungssteigernd ist der Holzgeruch in Wohn- und Arbeitsräumen. Viel mehr noch deuten in-vivo-Studien darauf hin, dass Terpeneide auch gesundheitsförderliche Wirkweisen haben können. (Infos/Quellen unter <http://www.holz-und-raumluft.de/forschung>)

Diese Erkenntnisse decken sich auch mit einer groß angelegten Studie über die Ursachen von innenrauminduzierten Erkrankungen. Im Bereich der Innenraumschadstoffe spielen demnach die üblicherweise vorkommenden VOC, wozu auch die nVOC (z.B. natürliche Terpene) gehören, für die Entstehung von Krankheiten eine zu vernachlässigende Rolle.

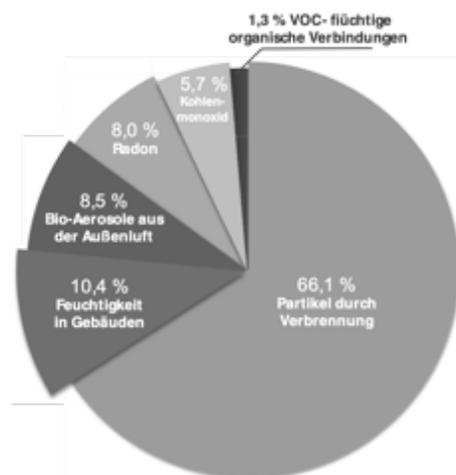


Abbildung 9: Die Tortengrafik zeigt: Mit einem Anteil von lediglich 1,3 % haben VOCs den weitaus geringsten Einfluss auf Erkrankungen, die ihre Ursache in verunreinigter Innenraumluft haben. (Infos/Quellen unter <http://www.holz-und-raumluft.de/blog/wird-die-gesundheitsrelevanz-von-vocs-im-innenraum-ueberschaetzt>)

## 5.1. Aussichten und Empfehlung

Auf Grund der beschriebenen Forschungsergebnisse sollte davon ausgegangen werden, dass die durch Holz austretenden Gase in den benannten Konzentrationen 0-1.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  keine gesundheitlichen Probleme verursachen, sondern allenfalls ein hygienisches bzw. geruchliches und daher Lüftungstechnisches Hygieneproblem darstellen.

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

Abbildung 10: Die jeweils aktualisierten UBA / AIR herausgegebenen TVOC und Einzel VOC Richtwerte können im Internet <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluf> abgerufen werden.

Bevor wegen minimalen Richtwertüberschreitungen und unbewiesenen Gesundheitsfolgen unverhältnismäßig aufwändige Sanierungsmaßnahmen sowie eine Eskalation bzw. ein Rechtsstreit drohen, führt erfahrungsgemäß schon der Einbau eines dezentralen Einzellüfters mit Wärmerückgewinnung zur Einhaltung der VOC Zielwerte. Andernfalls muss den Raumnutzern eine Gebrauchsanleitung mit den hygienebezogenen Lüftungsintervallen ausgehändigt werden.

VOC Kontrollmessungen sollten nur bei Standard-Klimabedingungen und durch einen holzbauerfahrenen Messingenieur durchgeführt werden.

## 6. Wichtige Normen zur Produkt- und Raumlufqualität

DIN EN 15251

Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik.

DIN EN 13779

Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme.

DIN EN 16798 Teil 1 - 17 (Entwurf)

Energieeffizienz von Gebäuden – Vorgaben für Raumlufqualität, Temperatur, Licht, Akustik. Berechnungsverfahren für Energiebedarf von Lüftungs- und Klimaanlage sowie Kühlsysteme.

DIN 1946 Teil 1 – 7

Raumluftechnik – Raumluftechnische Anlagen und Vorgaben zur Lüftung.

DIN EN ISO 16000 – Teil 1 – 36

Innenraumlufverunreinigungen – Probenahmestrategien und Prüfvorgaben.

DIN EN 16516

Die neue Prüfmethode DIN EN 16516 für Bauprodukte dient erstrangig dazu, verbindliche VOC-Prüfungen in den Mitgliedstaaten der EU zu vereinheitlichen und Angaben zu VOC-Emissionen im Kontext der CE-Kennzeichnung zu ermöglichen. Sie eignet sich zusätzlich genauso gut zum Nachweis von freiwilligen Kriterien beispielsweise in Umweltzeichen oder zu neutralen Angaben zum Emissionsverhalten bei Umweltdeklarationen (EPDs).