

EGGBI Bewertungen von Schadstoffen, Informationen und Prüfberichten zu Produkten/Produktgruppen, Bausystemen für den Einsatz in Gebäuden mit erhöhten Anforderungen an die „Wohngesundheits“ (Schulen, Kitas und Risikogruppen: Allergiker, Chemikaliensensitive, Schwangere, Kleinkinder...) Informationsstand: 05.12.2018

Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen

**aus der Perspektive einer
besonders strengen "wohngesundheitlichen Bewertung" von Produkten und
Gebäuden bei der Beratung von Allergikern, Umwelterkrankten und Risikogruppen im
Hinblick auf Sensitivitäten gegenüber Emissionen – auch natürlichen Ursprungs
(unter anderem auch Kleinkinder, Schwangere)**

Ein Bevölkerungsanteil „Allergiker“ von bereits 30 % ergibt die Notwendigkeit, auch bei öffentlichen Gebäuden, vor allem Schulen, Kindergärten, Sportstätten nicht nur Fragen von „toxischen“, sondern auch „sensibilisierenden“ Stoffen zu berücksichtigen. [Link](#)

Inhalt

1	Traditionsbaustoff Holz.....	3
1.1.1	"Mangelhafte" Prüfberichte.....	3
2	Rechtliche Situation "wohngesunde Holzhäuser".....	4
2.1	Bewertung der "Gesundheitsverträglichkeit eines Gebäudes".....	4
3	"Natürliche" Emissionen aus Holz.....	5
3.1	Terpene.....	5
3.1.1	Neue Bewertungsgrundlage für Terpene gefordert.....	5
3.2	Essigsäure.....	6
3.2.1	Allgemeine Infos zu Essigsäure.....	6
3.2.2	Richt-, Vorsorge- und Orientierungswerte Essigsäure.....	9
3.2.1	Analytik und Zuordnung der Essigsäure.....	10
3.3	Ameisensäure.....	11
3.4	Acetaldehyd.....	12
3.5	"Natürliches" Formaldehyd.....	12
3.6	Weitere "natürliche Emissionen aus Holz.....	13
4	Aktuelle Richtwerte I und II.....	14
5	Holz als positiver Gesundheitsfaktor.....	15
5.1	Positive Auswirkung von holzeigenen Emissionen am Beispiel Zirbelkiefer:.....	15
5.2	Psychologischer Effekt.....	16
6	Negative Ausnahmefälle.....	16
6.1	Belastungen aus "Naturholz".....	16
6.2	Holzwerkstoffe.....	17
6.3	Unglaubliche Aussagen und Prüfberichte - "emissionsfreie?" Holzprodukte.....	18
7	Beispiele unglaubwürdiger Aussagen und Messwerte.....	19
7.1	Beispiel 1 emissionsfreie Holzwerkstoffe:.....	19
7.2	Beispiel 2 nicht nachvollziehbare VOC- Angaben:.....	19
7.3	Beispiel 3 "emissionsfreie Laminat ".....	19
7.4	Beispiel 4 VOC Angaben in EPDS:.....	20
8	Handlungsbedarf zur "Förderung" des "Holzhausbaus".....	20
8.1	Neubewertung natürlicher Emissionen.....	20
8.2	Kostenvergleich Holzbau Massivbau.....	21
9	Schadstoffe in Holzwerkstoffen.....	22
9.1	Pellets aus Abfallholz der Industrie.....	22
10	Weitere Informationen – Links.....	23
11	Allgemeiner Hinweis.....	23

1 Traditionsbaustoff Holz

Seit Jahrtausenden wird Holz als angenehmer, wohlriechender Baustoff geschätzt und eingesetzt; die Bewohner von Holzhäusern erleben in der Regel Ihr Wohnumfeld als angenehm und "wohngesund".

In den letzten Jahrzehnten kam es aber immer wieder auch zu "Reklamationsfällen" verursacht durch

- Schadstoffe aus Holzwerkstoffen (Verklebungen, Oberflächenbehandlungen, Holzschutzmittel) die nicht dem Produkt Holz selbst zuzuschreiben sind, allerdings zu teils erheblichen gesundheitlichen Belastungen geführt haben (z.B. Formaldehyd aus Spanplatten, PCP, Lindan u.a. aus Holzschutzmitteln)
- als (zumindest) belästigend empfundene übermäßige Geruchsbelastung – aus
 - Holzwerkstoffen, verursacht durch herstellungsbegründete Verfahren, beispielsweise übermäßige Erhitzungen bei der Plattenproduktion mit entsprechender "Aldehydbildung" (u.a. geruchsintensives Hexanal)
 - holzartbedingt erhöhte "Terpenwerte" vor allem bei harzreichen Holzsorten mit ebenfalls intensiver Geruchsentwicklung.

Diese in manchen Fällen als "störend" empfundenen Gerüche stellen bei üblichen Konzentrationen keinerlei gesundheitliches Risiko dar; bei wesentlich erhöhten Werten werden manche dieser Terpene allerdings als "zumindest" sensibilisierend, u.a. 3-Carene auch als "Allergen" eingestuft.

- ebenfalls holzartspezifische Konzentrationen von Essig- und Ameisensäure, die bei erhöhten Werten durchaus zumindest für Chemikaliensensitive ein "störendes" Potential besitzen können. Bezüglich eines unbestritten toxischen Potentials bei wesentlich erhöhten Werten liegen auch hier derzeit noch extrem widersprüchliche Bewertungen vor. Hier findet zudem vor allem auch eine Diskussion bezüglich der Aussagekraft der aktuellen "normgerechten" Analytik statt.

Marketingaussagen zum Thema "Gesundheit und Holz" sind daher nicht grundsätzlich abzulehnen, sollten aber ohne entsprechenden "Nachweisen" entsprechend der diesbezüglichen Rechtslage zu Werbeaussagen sorgfältig erwogen werden.

Bedingt durch die zunehmend strengeren Energieeinsparverordnungen, die zu immer „dichteren“ Häusern führen –

leider sehr oft ohne ausreichenden angepassten Lüftungskonzepten dazu,

*können erhöhte Emissionen dazu führen, dass sich Bewohner in ihren Häusern – unabhängig von der Bauweise (Ziegel, Holz, Beton) nicht mehr wohlfühlen – **belastende Emissionen auch zu gesundheitlichen Beschwerden führen können.***

Siehe dazu auch: [Werbung mit "Gesundheit"](#)

1.1.1 "Mangelhafte" Prüfberichte

Nach wie vor werden bei den meisten Produkt- und Raumluft- Prüfberichten, **sogar derzeit nach unserem Informationstand bei allen Gütezeichen** beispielsweise Essigsäure, Ameisensäure, durchaus gesundheitsrelevante Stoffe überhaupt nicht richtig erfasst!

Dies, obwohl auch die [VDI Richtlinie 4301 Blatt 1](#) ausdrücklich darauf verweist, dass es mit der Tenax-Methode zu Mindererfassungen kommt!

Bei Parallelmessungen mit Silicagel- Sammlern erhielten wir bis zu nahezu [3 fache Essigsäure-Werte!](#)

Auch für Formaldehydmessungen gilt seit 2018 verbindlich die [DIN EN 16516](#).

Sie beunruhigt derzeit Holzwerkstoffhersteller, da sich damit völlig neue Grundlagen zur Feststellung/ Kennzeichnung der Formaldehydemissionen ergeben.

Bisherige Messergebnisse (Formaldehydwerte) nach der EN 717-1 sind demnach künftig mit dem Faktor 2 zu multiplizieren - zahlreiche Produkte werden damit bisherige "Grenzwerte" beispielsweise für Gütezeichen aber auch die AgBB Werte nicht mehr einhalten.

Für den Architekten ist dies unbedingt zu beachten, um nicht mit "ausgezeichneten" Produkten Grenzwertüberschreitungen im Sinne der Landesbauordnungen ([Architektenhaftung](#)) zu verursachen.

Glaubwürdige Emissionsprüfberichte sind leider derzeit nur von den wenigsten Herstellern erhältlich - entsprechend kommt es auch immer wieder zu "Schadensfällen" und sogar [Produktwarnungen](#).

2 Rechtliche Situation "wohngesunde Holzhäuser"

Insgesamt gibt es zahlreiche Landes/ Bundes und EU Verordnungen im Hinblick auf Anforderungen an eine gesundheitliche Unbedenklichkeit von Bauprodukten und Gebäuden.

Siehe dazu: [Rechtliche Grundlagen für Wohngesundheit](#)

Ausdrücklich erwähnt sind in der Landes- Musterbauverordnung auch „unzumutbare Belästigungen“- somit keineswegs nur „gesundheitsgefährdend! -

durch chemische und biologische Einflüsse.

2.1 Bewertung der "Gesundheitsverträglichkeit eines Gebäudes"

Zwar sind gesundheitsgefährdende Belastungen in Gebäuden grundsätzlich unter anderem auch durch die Bauprodukteverordnung "ausgeschlossen",

es gibt aber noch keine gesetzlichen“ Grenzwerte“ für allgemeine Emissionen in Gebäuden.

Das Umweltbundesamt gibt aber [Empfehlungen](#) (Seite 996), mit Wertangaben zu tolerierbaren Lösemittelbelastungen ([VOCs](#)), die zwischenzeitlich auch bei gerichtlichen Auseinandersetzungen gerne als Maßstab herangezogen werden.

Dabei werden VOC Belastungen über **3.000 µg/m³ als bedenklich, über 10.000 µg/m³ als unakzeptabel definiert.**

Auch VOC Werte **über 1000 µg/m³** gelten dabei allerdings bereits als „auffällig“ – ohne Berücksichtigung der Frage, um welche „VOCs“ es sich dabei überhaupt handelt.

Enthalten sind in diesen Summenwerten oftmals bei Auswertungen neben toxischen Stoffen wie Styrol leider auch die **natürlichen „Terpene“** und weitere arttypische Emissionen des Holzes,

die laut einer umfangreichen toxikologischen Studie in „üblichen“(!) Konzentrationen noch in keiner Weise als „gesundheitskritisch“ eingestuft werden können.

(Siehe Zusammenfassung der Studie: ["keine Gefahr durch VOC aus Holz"](#))

Schlussfolgerungen dieser Studie:

„Auf Basis der jetzt durchgeführten umfangreichen Studien ist eine Gefährdung des Menschen durch Freisetzung holz- bzw. holzwerkstofftypischer VOC in die Raumluft

bei praxisüblicher und sachgerechter Verbauung von Hölzern und Holzwerkstoffen nicht zu erkennen.“

Dazu wird näher definiert:

„Zieht man die Ergebnisse der mittlerweile zahlreichen Studien zum Vorkommen von VOC in privaten Wohnungen oder Häusern heran, so bedeuten Terpen- Konzentrationen von etwa 10 mg/m³ **eine Überschreitung innenraumbezogener Mittelwerte um das 100bis 1000fache.“**

Daraus abzuleiten: Derart überhöhte Werte (Einzelfälle) sind nicht primär dem Baustoff Holz zuzuschreiben, sondern einer unsachgemäßen Verarbeitung!

Unbestritten können Terpene, Essigsäure allerdings ähnlich vielen auch anderen grundsätzlich unbedenklichen Produkten aus der Lebensmittelbranche (z.B. Nüsse), der Kosmetik und allen anderen Lebensbereichen

auch bei wesentlich geringeren Belastungen für Allergiker bereits sensibilisierend wirken, für Chemikaliensensitive sogar absolut unverträglich sein!

Daraus aber grundsätzliche gesundheitliche Unverträglichkeit des Holzes und seines natürlichen Geruches abzuleiten, ist natürlich keineswegs gerechtfertigt.

3 "Natürliche" Emissionen aus Holz

Wie jedes Naturprodukt weist auch Holz eine Reihe von Emissionen auf- sehr unterschiedlich im Hinblick auf

- die jeweilige Holzsorte
- den Standort und das Alter des Baumers
- den Zeitpunkt des Baumschlages
- die Trocknungsweise, Trocknungszeitraum und Trocknungsstufe (Feuchte)

Bei Holzwerkstoffen kann es zu natürlichen zusätzlichen Emissionen kommen je nach

- Art der Verarbeitung (z.B. Oxidationsprozesse durch Hitze, Druck, Reaktion mit Zusatzprodukten wie Leimen...)
- Alter des Holzwerkstoffes

Wir haben hier nur die wesentlichen, am häufigsten auftretenden Stoffe aufgelistet:

3.1 Terpene

Terpene finden wir vor allem in Nadelhölzern- wesentlich erhöhte Werte vor allem bei der Kiefer. Zu Terpenen gibt es bereits sehr viel an Fachliteratur- aktuell laufen aber unter Federführung der Universität Freiburg intensive weitere Forschungen zur toxikologischen Bewertung von Holzwerkstoffen, im Besonderen aber erneut der Terpene.

3.1.1 Neue Bewertungsgrundlage für Terpene gefordert

Vor allem bei der Zertifizierung von Gebäuden sollte künftig die toxikologische Bewertung natürlicher Emissionen, getrennt von der allgemeinen TVOC Bewertung (höhere praxisgerechte Toleranzgrenzen, angepasst an aktuelle Forschungsergebnisse zur toxikologischen Relevanz dieser Einzelstoffe) berücksichtigt werden, um dem Holzhausbau und auch anderen Holzprodukten (Böden, Möbel) nicht weiterhin mit diesen Bewertungen ungerechtfertigte Barrieren zu setzen.

Bis zu einer umfassenden wissenschaftlichen toxikologischen Neudefinition begründbarer „neuer“ Richtwerte für Terpene (unter anderem aktuelles Forschungsprojekt der [FNR zur toxikologischen Neubewertung von Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen](#)) unter Federführung des Instituts für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene am Universitätsklinikum Freiburg (unter Mitarbeit auch von AGÖF, EGGBI u.a.) wäre eine höhere, gesamtsummenbegrenzte Orientierung für Terpene wesentlich realitätsnäher, wünschenswert und sicherlich auch aus gesundheitlicher Sicht vertretbar - aus der Sicht der Förderung nachhaltiger Bauprodukte mehr als wünschenswert - bei Betrachtung der wesentlich [industriefreundlicheren Sonderbehandlung von "krebserzeugendem" Formaldehyd](#) aber auch mehr als gerecht. Natürlich sind aber Terpen-Einzelwerte weit über 1000 µg/m³ (wir fanden Werte bis zu 20.000 µg/m³ in – dadurch unbewohnbaren – Gebäuden) aber trotz "ihrer Natürlichkeit" über mehrere Monate nicht tolerabel.

Unabhängig von der aktuellen toxikologischen Bewertung der Terpenemissionen:

Eine ausreichende Kennzeichnung und Information aller Bauprodukte (natürlich auch Holzwerk- Stoffe) inklusive glaubwürdiger Emissionsnachweise für eine individuelle Verträglichkeitsbewertung für Allergiker, [Chemikaliensensitive](#) im Rahmen individueller Beratung ist dabei wie auch im allgemeinen "[Allergikerbau](#)" natürlich unverzichtbar.

3.2 Essigsäure

3.2.1 Allgemeine Infos zu Essigsäure

(Synonyma: Ethansäure, Acetylsäure, Acid, Methancarbonsäure, Acetasol, E 260, Eisessig)

CAS 64197

Siehe dazu auch: Kapitel [1.1.1](#)

Zitat VDI:

Carbonsäuren sind gesundheitlich relevant, da sie bereits bei geringen Konzentrationen Kopfschmerzen auslösen. Daher stehen sie auch auf der Prioritätenliste der UBA-ad-hoc-AG "Innenraumrichtwerte". (Einleitung zur VDI-DIN 4301, Blatt 7; 2018-1)

Essigsäure und Lüftung

Zitat aus [Gebäudeschadstoffe und Innenraumluft, Band 6](#)

"Während nutzungsübliches Lüften zu deutlichen Reduzierungen der Raumluftkonzentrationen von Terpenen und längerkettigen Aldehyden führt, sind die Lüftungseffekte für Formaldehyd sowie für Ameisensäure und Essigsäure wesentlich schwächer ausgeprägt. Infolge der Lüftung kann es sogar zu einem Konzentrationsanstieg kommen."(Dipl.-Chem. Dr. Wigbert Maraun)

Bereits 2008 wurde in einer AGÖF Publikation für das Umweltbundesamt anlässlich der WaBoLu Tage im Zusammenhang mit einem Forschungsprojekt "Datenbank" zitiert:

"Zu den Substanzen, die in etwa 90 % der Räume gefunden wurden, gehören neben den Terpenen a-Pinen und Limonen 1-Butanol, n-Pentanal, Aceton, Essigsäure, nUndecan, Ethylbenzol und 1,2,4-Trimethylbenzol". Die höchsten Medianwerte (> 20 µg/m³) erreichten Aceton, **Essigsäure**, Formaldehyd und Propanal. (Publikation Seite 49)

Dennoch wurden bei der Betrachtung natürlicher Holz- Emissionen, die teilweise in sehr hohen Konzentrationen auftretende Werte von Essigsäure, in wesentlich geringerem Maße auch der Ameisensäure lange Zeit zu wenig beachtet, anders als die seit langem viel diskutierten Terpene.

So liegen uns Produkt- Emissionsprüfberichte auch aus Fichtenprodukten mit Essigsäure-Emissionswerten von 1800 µg/m³ nach 3 Tagen, immerhin noch über 600 nach 28 Tagen vor.

Vor allem in Schul- und Bürocontainern wurden die Carbonsäuren bisher in der Regel nicht ausreichend exakt gemessen, bereits erste Symptome wie Kopfschmerzen einfachheitshalber einem schlechten Luftwechsel mit entsprechenden mangelhaften CO₂ Werten zugeschrieben.

Siehe dazu auch "Carbonsäuren in Schulcontainerbauten"

"Unbewohnbares Haus"

Selbst fanden wir in einem konkreten Fall **noch nach einem Jahr** (bei massiven gesundheitlichen Beschwerden der Bewohner) in einem Haus eine wesentliche RWII Überschreitung (19.01.2017: 1740 µg/m³; TVOC: 2800 µg/m³); bei einer Nachmessung am 4. August 2017 (mit Silikagelträger): **nur Essigsäure: 3290 µg/m³**

Die Familie benötigt bis zur gerichtlichen Klärung, (auf Grund fehlender "garantierter" Saniermethode; vor allem auch im Hinblick auf die inzwischen eingetretene generelle Sensibilisierung der Bauherrin auf Essigsäure) bis zu einer (geforderten) Rückabwicklung neben allgemeinen Schadenersatz eine Ersatzwohnung!

Der Hausherrin ist selbst im Januar 2018 (Aufnahmen für einen TV Bericht) ein Betreten des Hauses nicht möglich.

Zitat:

Medizinisches Gutachten LMU Klinikum der Universität München zu diesen Messergebnissen:
27.02.2017

"Eine Quellenidentifizierung durch einen Bau- oder Umweltingenieur und eine anschließende fachgerechte Sanierung sind dringend erforderlich"...

"Grundsätzlich ist festzuhalten, dass auf Grund der dokumentierten Messwerte auf jeden Fall eine fachgerechte Sanierung erforderlich ist, unabhängig ob bei den Hausbewohnern gesundheitliche Beeinträchtigungen vorliegen oder nicht. "

Dabei wurden die im Sommer gemessenen, noch wesentlich höheren Werte gar nicht berücksichtigt.

Auch im April 2018 waren die Messwerte noch über dem Vorschlag für den „Gefahrenwert“ Richtwert II (400 µg/m³) und dem „Vorsorgewert“ von 160 µg/m³ und lagen tatsächlich in den gemessenen Räumen **zwischen 1110 und 1710 µg/m³**.

Die Baufirma verweigerte aus Kostengründen selbst die vorgeschlagene "Quellenidentifizierung" der von ihr eingebrachten (verdächtigen) Produkte um durch Austausch derselben eine zeitnahe Sanierung durchführen zu können und zieht eine "gerichtliche Klärung" vor.

Als "mögliche(!)" Essigsäure - Emissionsquellen im konkreten Fall (Haus unmöbliert) angenommen: Eichenparkett massiv, OSB Platte, Fichtenkonstruktion, Decke, Holzweichfaserdämmung – die Einzelemissionswerte der eingebrachten Produkte wurden nicht geprüft, somit ist unklar, welches dieser Produkte in welchem Ausmaß am überhöhten Summen-Wert (abhängig auch von der "Raumbeladung" mit den einzelnen Produkten) beigetragen hat.

Für den Bauherren ist eine Produktzuordnung letztendlich ohnedies unwesentlich, da sämtliche dieser Produkte von dieser einen Baufirma eingebracht worden sind - die Firma laut Landesbauordnung und Architektenhaftung gegenüber dem Bauherrn ausschließlich für das mit Recht reklamierte Ergebnis "Haus" und nicht für Eigenschaften einzelner von ihm (auch in gutem Glauben) eingebrachter Produkte haftet.

Eventuell interessant für die Baufirma könnte eine Quellensuche aber sein, um bei beträchtlichen Belastungen aus einem bestimmten Produkt möglicherweise Regressforderungen gegenüber dem Hersteller entsprechend Produktsicherheitsgesetz und EU Bauprodukteverordnung stellen zu können.

Dies erscheint aber wenig aussichtsreich, wenn sich die erhöhte Gebäudebelastung aus der Summe der Emissionen mehrerer verschiedener Produkte unterschiedlicher Hersteller ergibt, die einzeln möglicherweise nicht reklamationsfähig sind.

Wir verweisen auf die Folge eines für Baufirmen und Architekten "verheerenden" Urteils des Europäischen Gerichtshofes "zum Schutz der Baustoffindustrie" zu bis dahin in D "vorgeschriebenen" Schadstoffprüfungen für bauaufsichtliche Zulassungen von relevanten Produkten, wodurch die Gesamtverantwortung derzeit mangels ausreichender gesetzlich garantierter Produktinformationen ausschließlich wieder bei Baufirma und Architekten liegt, dem für eine gewissenhafte Planung wesentliche Informationen von den Herstellern aber größtenteils vorenthalten werden...

Allgemeines Zitat ARGUK:

*"Essigsäure stellt ein typisches Abbauprodukt aus Holz dar und ist deshalb auch bekannt als sogenannte Holzsäure. **Möglicherweise ist die Emission an Essigsäure deutlich mehr am Auftreten von Schleimhautreizungen beteiligt, als bisher angenommen. Ein wesentliches Vorkommen an Essigsäure betrifft Fertighäuser ältere Modelle sowie interessanterweise auch neuere Fertighäuser** – aber auch andere Innenräume, und ist im Wesentlichen auf die Emission aus Pressspan oder MDF Platten zurückzuführen.*

Die Bestimmung von Ameisen- und Essigsäure als Holzsäuren sollte deshalb bei keiner gutachterlichen Bewertung fehlen.

Bei Brandereignissen können ebenfalls hohe Konzentrationen an Essigsäure als korrosive Substanz in der Raumluft auftreten." [ARGUK – News 20.01.2015](#)

Bestätigt werden die Aussagen häufiger "Grenzwertüberschreitungen" auch durch Gutachten und Studien zu älteren Fertighäusern:

Fertighaus Baujahr 1970:

"Die vorgefundenen Raumluftkonzentrationen für Ameisensäure und Essigsäure lagen deutlich über den zulässigen Grenzwerten. Ameisen- und Essigsäure sind schleimhautreizende Substanzen. Bei längerem Kontakt mit diesen Säuren über die Atemluft kommt es zu Beschwerden der Atemwegsschleimhäute. Die Herkunft der Carbonsäuren ist vorwiegend der Emission aus Pressspan zuzuschreiben. Als Quelle kommen die Pressspan-Bauteile des Fertighauses in Betracht."

Ameisen- und Essigsäure in Fertighäusern - eine IfAU-Studie:

"Das Vorkommen von Ameisen- und Essigsäure in der Innenraumluft stellt einen zusätzlichen Bestandteil der typischen Schadstoffproblematik älterer Fertighäuser der siebziger und achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts dar, die bisher durch Emissionen von Formaldehyd, Holzschutzmittel und Chloranisole bekannt ist. Durch die mangelnden Emissionsregularien wie auch dem als ungeeignet zur Emissions- und Immissionsmessung der Essigsäure bisher verwendeten TENAX-Verfahren nach DIN ISO 16000 Bl. 6 zuzuschreibenden Missbefund konnte bisher das Belastungsausmaß durch die „Holzsäuren“ Ameisen- und Essigsäure in der Raumluft nicht erkannt werden. Die vorliegende Studie zeigt auf Grundlage einer neu entwickelten Analytik das Ausmaß des Schadstoffaufkommens an diesen niederen Carbonsäuren."

Siehe dazu aus der EGGBI Schriftenreihe: [Fertighäuser- Geruchsprobleme in älteren Fertighäusern](#)

Belastungs- Quellen:

Anders als bei Terpenen (vor allem Kiefer) kann(!) häufig der hohe Einsatz von Eiche, Fichte und Buche bei Boden, Wänden, Decken, in der Konstruktion und bei Möbeln in der Addition zu wesentlich erhöhten Essigsäure- Werten führen. Spanplatten und auch Holzweichfaserplatten können ebenfalls in der Summe erhöhte Emissionen bewirken.

Rückblick Bewertung bisher (siehe auch Kapitel **3.2.1 "Analytik und Zuordnung")**

Seit Jahren verweist das AGÖF Institut "Arguk" auf die Problematik der Tenax Erfassung:

"Es besteht der hinreichende Verdacht, dass Emissionsprüfungen am Holzwerkstoff wie auch Immissionsmessungen zur Gebäudeprüfung auf Grund eines bisher verwendeten Analyseverfahrens erhebliche Minderbefunde bis hin zur Unbrauchbarkeit der Messwerte geliefert haben. Die weitere Forschung zum Vorkommen der gesundheitlich relevanten Reizstoffe Ameisen und Essigsäure in der Raumluft und zu den emissionsbeeinflussenden Parametern sind zur Absenkung des Belastungsniveaus zwingend geboten."

ARGUK Forschung 2016: ["Ameisen und Essigsäure in der Raumluft..."](#)

3.2.2 Richt-, Vorsorge- und Orientierungswerte Essigsäure

3.2.2.1 Bewertung in Bauprodukten

3.2.2.1.1 NIK Werte

NIK Wert lt. AgBB 1200 µg/m³ ;

3.2.2.1.2 LCI Wert:

LCI (Lowest concentration of Interest =EU Bewertung): 1200 µg/m³

3.2.2.1.3 Sonderbetrachtung der Essigsäure bei natureplus

Mit der Einzelstoffbewertung von Essigsäure bei der Zertifizierung von Holzprodukten mit eigenem Grenzwert (600 µg/m³) und damit "Herausnahme" aus dem TVOC Grenzwert beschreitet natureplus (abweichend von AgBB) einen grundsätzlich(!) mutigen Schritt im Hinblick auf eine toxikologisch neu ausgerichtete Bewertung von Holzprodukten. Newsletter natureplus

Zu häufig wird zwischenzeitlich der Einsatz von Holzprodukten von Architekten "präventiv" vermieden bzw. reduziert, wenn der Bauherr (z.B. für ein angestrebtes Gebäudesiegel) die Einhaltung strenger Grenzwerte bezüglich des Summenwertes von VOCs (TVOC) (für den Zeitpunkt der Fertigstellung- noch vor Abnahme - des Gebäudes) vertraglich fordert.

Diskutiert wird und zu prüfen ist allerdings bei der Essigsäure,

- wie dieser neue natureplus Grenzwert **toxikologisch begründet wird** (?)
- und ob die bisher von natureplus angewandte Prüfmethode auf Tenax überhaupt Essigsäure ausreichend identifizierte, (eine Anfrage bezüglich aktueller Prüfmethode blieb unbeantwortet!)
- ob der Planer bei der Produktauswahl die möglichen "Additionseffekte" mit weiteren Essigsäure- emittierenden Produkten immer ausreichend berücksichtigt; für die Bewertung der Innenraumluft und die Einhaltung der Landesbauordnung (Haftung bei Überschreitung) interessieren nicht die Produkteinzelwerte sondern die Addition sämtlicher Emissionen (gilt natürlich auch für die Terpene) im Gebäude. (Siehe auch Architektenhaftung)

3.2.2.2 Bewertung Innenraumluf

3.2.2.2.1 AIR Arbeitsgruppe

Ausschuss für Innenraumrichtwerte (vormals adhoc Gruppe) am Umweltbundesamt

Protokoll 55042-2/1 07.05.2018

Der AIR legt für die Gruppe der C1-C8-Alkansäuren einen

Summenrichtwert II von 1 mg/m³ (1000 µg/m³)

und einen

Summenrichtwert I von 0,3 mg/m³ fest. (300 µg/m³)

Die Beschränkung der Richtwerte auf C8 -Alkane dient der Anpassung an die VDI Richtlinie 4301 Blatt 7. Der AIR weist darauf hin, dass bei der Ableitung dieser Richtwerte eine geruchliche Wirkung nicht betrachtet wurde.

3.2.2.2.2 AGÖF Orientierungswert (Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute)

AGÖF: 88 µg/m³ (Auffälligkeitswert)

3.2.2.2.3 ARGUK

ARGUK leitet aus langjährigen Untersuchungen eigene Vorsorgewerte für Essig- und Ameisensäure ab.

Arguk Vorsorgewerte, nutzungsüblich: 100 µg/m³

AIR Gefahrenwert: 400 µg/m³

Quelle: Langversion der ARGUK Untersuchungen Seite 15

3.2.1 Analytik und Zuordnung der Essigsäure

In Frage gestellt wird aktuell konkret die derzeit vorwiegend praktizierte Erfassung mit Tenax.

Erforderlich wäre bei der Probenahme an Stelle der Erfassung mit Tenax eine Anpassung an die VDI Richtlinie 4301 Blatt 7.

Zitat:

"Die C1- bis C8-Carbonsäuren sind mittels konventioneller VOC-Analytik gemäß ISO 16000-6 nur schwierig bestimmbar, weil erfahrungsgemäß für diese Carbonsäuren unter anderem bei Verwendung von Tenax TA® als Sorbens Minderbefunde erhalten werden. Für die empfindliche quantitative Bestimmung der C2- bis C8-Carbonsäuren eignet sich die Probenahme durch Adsorption auf Thermodesorptionsröhrchen, die mit geeigneten Sorbentien gefüllt sind. Die analytische Bestimmung erfolgt durch Thermodesorption mit Gaschromatografie-Massenspektrometrie (TDS-GC-MS). Alternativ kann die Bestimmung auch nach Adsorption an Silicagel mit anschließender, Flüssigextraktion und GC/MS erfolgen. Methansäure kann mit den oben erwähnten Methoden gaschromatografisch nicht bestimmt werden, sondern nur ionenchromatografisch."

Bedauerlicherweise werden diese Erkenntnisse derzeit (Oktober 2018) auch noch von den diversen "Gütezeichen" nicht umgesetzt!

Bei einer Paralleluntersuchung Raumluft mit der bisherigen TENAC Methode und einer Messung auf Silicagelträger ergaben sich massive Messergebnisse, die – umgelegt auch auf Produktprüfungen sämtliche publizierten Ergebnisse und Zertifizierungen in Frage stellen lassen:

Ergebnisse des Gutachters:

	Messung Tenax:	Messung Silicagel:
Raum 1 / 8 h	Essigsäure 1490 µg/m ³	3290 µg/m ³
	Ameisensäure 0	69 µg/m ³
Raum 2 / 8 h	Essigsäure 690 µg/m ³	2070 µg/m ³
	Ameisensäure 0	70 µg/m ³

Zuordnung Essigsäure zu den VOCS:

Nahezu alle Institute ordnen derzeit bereits bei der Summenberechnung (TVOC) Essigsäure den VOCS und **nicht den VVOCS** zu:

Aussage Umweltbundesamt zur Zuordnung TVOC:

Es sei ergänzend darauf verwiesen, dass in einem solchermaßen ermittelten TVOC Konzentrationswert nicht alle in der Raumluft befindlichen VOC erfasst sind. Insbesondere niedermolekulare Aldehyde, Amine und stark polare VOC sind mit den zur Zeit für die gaschromatographische Bestimmung von VOC in Luft üblichen Verfahren nur bedingt analysierbar und müssen unter Verwendung geeigneter Verfahren gesondert bestimmt werden. ([Seite 278 Quelle](#))

Die Bestimmung der Essigsäure funktioniert nicht bei einer unpolaren Säule und muss daher mit einem geeigneten Verfahren analysiert werden. Und damit gibt es einen Messwert einer identifizierten Substanz, der zum TVOC zählt.

Siehe dazu auch

"Essigsäure ist den VOC (Retentionsbereich C6C16) zuzuordnen, obwohl es sich dabei um eine kurzkettige Carbonsäure handelt. Sie ist daher Bestandteil des TVOC Werts."
([Baubook](#))

Abweichend von der strengeren Einstufung bezüglich RW I und RW II durch das UBA wurde unverständlicherweise im AgBB Schema 2012 (Bewertung von Bauprodukten) der NIK Wert für Essigsäure von 500 µg/m³ auf 1250 µg/m³ erhöht! [Eco Institut news 9.7.2012](#)

3.3 Ameisensäure

CAS 64186

(Synonyme: Formylsäure, Formalinsäure, Methansäure, *Actium formicum*, Hydrocarbonsäure, E 236)

Nach der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe geht von der Ameisensäure ein mehr als zweimal so großes Gefährdungspotential aus. Während die Essigsäure mit einem AGW (Arbeitsplatzgrenzwert) von 10 ppm (25 mg/m³) geführt wird, ist für die Ameisensäure ein **AGW von 5 ppm (9,5 mg/m³)** festgelegt.

Daraus abgeleitet:

Arguk Vorsorgewert, nutzungsüblich: Ameisensäure: 40 µg/m³

Arguk Gefahrenwert, nutzungsüblich: Ameisensäure: 150 µg/m³

Quelle: [Langversion der ARGUK Untersuchungen \(Seite 15\)](#)

weitere Aussagen:

[toxische Bewertung](#)

[weitere Infos zur Ameisensäure](#)

3.4 Acetaldehyd

CAS: 75070

3.4.1.1 Bewertung der Innenraumluft

Mitteilung der Adhoc Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Kommission Innenraumluftthygiene und der Obersten Landesgesundheitsbehörden (October 2013)

"Zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung setzt die Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Kommission Innenraumluftthygiene und der Obersten Landesgesundheitsbehörden Richtwerte für die Innenraumluft fest. Für eine gesundheitliche Bewertung von Acetaldehyd in der Luft liegen keine hinreichend aussagekräftigen Humanstudien vor. In einer gut dokumentierten und als zuverlässig eingestuft subchronischen Inhalationsstudie an Ratten wurden lokale Reizeffekte in den nasalen Epithelien beobachtet, insbesondere im olfaktorischen Epithel mit einem Verlust olfaktorischer Neurone.

Aus dieser Studie ergibt sich eine LOAEC für kontinuierliche Exposition von 48 mg Acetaldehyd/m³ für den Endpunkt nasale Epithelschädigung."

"Mit einem Extrapolationsfaktor von 1 für interspeziesunterschiede, von 10 für interindividuelle Variabilität sowie einem Faktor von 2 zur Berücksichtigung der im Vergleich mit Erwachsenen höheren Atemrate von Kindern ergibt sich ein

Richtwert II (Gefahrenrichtwert) von 1 mg/m³ (= 1000 µg/m³) Acetaldehyd/m³ und ein Richtwert I (Vorsorgerichtwert) von 0,1 mg/m³ (=100µg/m³) Acetaldehyd/m³ Raumluft." (Quelle)

3.4.1.2 Bewertung Bauprodukte

Natureplus setzt bei den meisten Produkten (gleich wie für Formaldehyd) einen Grenzwert von **36 µg/m³ Acetaldehyd** fest.

Beispiel: [Kriterien für Spanplatten](#)

3.5 "Natürliches" Formaldehyd

Diese Zusammenfassung erfasst sich ausschließlich mit den natürlichen Emissionen des Holzes; aus der Verarbeitung ergeben sich aber nach wie vor bei Holzwerkstoffen Probleme mit "zugefügtem" Formaldehyd, die teilweise zu massiven Erhöhungen der Innenraumbelastungen führen können. Auch hier werden aktuell bisherige Produktprüfungen bezüglich deren "Bewertung" in Frage gestellt. ([Quelle](#))

Siehe dazu Publikation [Raumschadstoff Formaldehyd](#)

Unabhängig von – vor allem in der Vergangenheit, aber unter anderem auch bei osteuropäischen Produktionsstätten noch immer eingesetzten "formaldehydhaltigen Klebern" für Holzwerkstoffe

emittiert Holz auch in geringen Mengen "natürliches Formaldehyd".

Auch unbehandeltes "Naturholz" emittiert geringe Mengen von Formaldehyd, die allerdings in der Regel aus gesundheitlicher Bewertung nicht für das Raumklima als relevant betrachtet werden.

2 Zitate:

1) "Die nachfolgende Auflistung zeigt die Formaldehydabgabe von natürlich gewachsenem Holz- die Emissionswerte sind bei allen Holzarten derart gering, dass sie für die Belastung von Innenräumen vernachlässigt werden können. (Werte liegen im ppb Bereich: 1 ppb = 0,001 ppm.

Buche	frisch/feucht: 0,002 ppm	getrocknet: 0,003 ppm
Fichte	frisch/feucht: 0,003 ppm	getrocknet: 0,004 ppm
Kiefer	frisch/feucht: 0,003 ppm	getrocknet: 0,005 ppm
Douglasie	frisch/feucht: 0,004 ppm	getrocknet: 0,005 ppm
Eiche	frisch/feucht: 0,009 ppm	getrocknet: 0,004 ppm

Seite 17 von ["Holzwerkstoffe in Innenräumen"](#) (technische Dokumentation der LIGNUM)

E1 Richtwert im Vergleich: 0,1 ppm!

2) Die in der Literatur (1) angegebenen Werte für Formaldehyd-Abgabe von natürlich gewachsenem Holz in der Prüfkammer sind nach DIN V ENV 717-1 zwischen 0,009 ppm bei Eiche und bis 0,002 bei Buche; Douglasie, Fichte und Kiefer liefern Werte zwischen 0,003 und 0,004 ppm." ([Quelle](#))

Kritische Raumbelastungen entstehen vor allem durch den Einsatz von formaldehydhaltigen Klebern und Lacken seit vielen Jahren fordert natureplus auf Grund der Einstufung als "krebserzeugend" bereits strengere Grenzwerte für Formaldehyd. ([PresseDienst](#)).

Aussagen und Gütezeichen beispielsweise zu vollkommen "formaldehydfreien" Holzprodukten sind daher grundsätzlich sehr kritisch zu hinterfragen. (Richtig wäre: "formaldehydfrei verleimt").

3.6 Weitere "natürliche Emissionen aus Holz"

Neben den aufgeführten wesentlichen holzeigenen Emissionen finden sich auch- je nach Holzart eine Reihe weiterer Stoffe, die aber auf Grund der geringen Konzentrationen aus unserer Sicht einer präventiven gesundheitlichen Bewertung auch für Sensitive in der Regel nicht relevant sind.

Alkohole und Ether (z.B. 1-Butanol, 3-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on)

Aromatische Kohlenwasserstoffe (z.B Toluol)

Aldehyde (z.B. Pentanal, Hexanal)

Isoalkane

Grundsätzlich weist die Kiefer in der Regel die höchsten VOC Emissionen auf, wesentlich geringere Werte zeigen Tanne und Buche, die niedrigsten Werte finden wir bei der Pappel. ([Quelle1](#) Seite 22 und [Quelle 2](#) Seite 77)

4 Aktuelle Richtwerte I und II

für typische Holzemissionen als Handlungsempfehlung des Umweltbundesamtes:

"Innenraumluft-Richtwerte für einzelne Stoffe erarbeitet die „Ad-hoc-Arbeitsgruppe“, die aus Mitgliedern der Innenraumluftthygiene-Kommission (IRK) beim Umweltbundesamt sowie der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) besteht. Grundlage ist ein 1996 im Bundesgesundheitsblatt veröffentlichtes „Basisschema“. Es gibt zwei Richtwert-Kategorien: **Richtwert II (RW II) ist ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglich zu handeln ist.** Diese höhere Konzentration kann, besonders für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen, eine gesundheitliche Gefährdung sein. Je nach Wirkungsweise des Stoffes kann der Richtwert II als Kurzzeitwert (RW II K) oder Langzeitwert (RW II L) definiert sein.

Richtwert I (RW I - Vorsorgerichtwert) beschreibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bei der bei einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch dann keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn ein Mensch diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist. Eine Überschreitung ist allerdings mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, unerwünschten Belastung verbunden. Aus Gründen der Vorsorge sollte auch im Konzentrationsbereich zwischen Richtwert I und II gehandelt werden, sei es durch technische und bauliche Maßnahmen am Gebäude (handeln muss in diesem Fall der Gebäudebetreiber) oder durch verändertes Nutzerverhalten. RW I kann als Zielwert bei der Sanierung dienen.

<http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ad-hoc-arbeitsgruppe-innenraumrichtwerte>

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: <http://www.wohnbehagen.eu/wp-content/uploads/Bauen-und-Leben-mit-Holz-Informationsdienst-Holz.pdf> (Seite 23)

Eine "Überarbeitung" dieser Richtwerte unter Berücksichtigung natürlich strenger toxikologischer Bewertung mit Hinweisen auf mögliche allergenisierende Eigenschaften **im Hinblick auf die natürlichen holzeigenen Emissionen** wäre im Interesse eines jahrtausendealten bewährten Baustoffes dringend erforderlich!

5 Holz als positiver Gesundheitsfaktor

Grundsätzlich vermeidet EGGBI den Begriff „gesunder Baustoff“, da es in der Regel nicht die Funktion von Baustoffen sein kann, „gesund“ zu machen oder zu sein – unsere Anforderung ist es, dass Baustoffe nicht „krank machen“ dürfen.

Dennoch gibt es auch Aussagen zum Baustoff Holz, die diesem in besonderen Fällen „gesundheitsfördernde Eigenschaften“ nachsagen:

5.1 Positive Auswirkung von holzeigenen Emissionen am Beispiel Zirbelkiefer:

Die Universität Graz (Joanneum) untersuchte dabei

„Evaluation der Auswirkungen eines Zirbenholzumfeldes auf Kreislauf, Schlaf, Befinden und vegetative Regulation“ (Link: [Zirbelstudie –Joanneum Graz](#))

„Die Studien sprechen eine deutliche Sprache.

Alle voran stehen die umfangreichen Studien, die die HOLZFORSCHUNG AUSTRIA, Wien, und die Forschungsgesellschaft JOANNEUM RESEARCH (Institut für Nichtinvasive Diagnostik [IND], Weiz) durchgeführt haben. Sie belegen einerseits die deutliche toxische, antibakterielle Wirkung des zirbeneigenen Terpens Pinosylvin gegen Schadorganismen, wie Pilze und Bakterien.

Andererseits wurde eine ausgeprägte Belastungs- und Erholungsfähigkeit bei Versuchspersonen festgestellt. Psychische und physische Belastungssituationen im Labor und über 24 Stunden in Alltagssituationen ergaben eine niedrigere Herzrate in körperlichen und mentalen Belastungssituationen. In Ruhephasen konnte zudem ein beschleunigter vegetativer Erholungsprozess festgestellt werden.

Das JOANNEUM RESEARCH Graz betreute in diesem Zusammenhang 30 gesunde Erwachsene über Monate hindurch medizinisch und untersuchte die Wirkung des Zirbenholzes in Belastungstests und Schlafstudien gleichermaßen. Bei Belastung verzeichnete man deutlich kürzere Regenerationsphasen der Testpersonen, die in Zirbenzimmern trainierten.

Die gemessenen Herzfrequenzen lagen zudem deutlich niedriger. Die Schlafstudien zeigten ebenfalls gravierend Positives. Viel vitaler und ausgeruhter kamen die Testschläfer aus den Zirbenholzbetten.“

Auch die TU Wien befasste sich mit der Zirbelkiefer

„Untersuchungen des Kompetenzzentrums Holz GmbH und der TU Wien belegen deutlich, dass der Zirbenlüfter ein potentieller Schadstoff-Absorber ist. Das Zusammenspiel des Holzgehäuses mit den innenliegenden Zirbenlamellen und des Wassers sorgen für eine deutliche Reduktion von Schadstoffen und für eine entscheidende Verbesserung des Raumklimas.“ <http://www.zirbenluefter.at/zirbenluefter-erfolgreich-gegen-luftschadstoffe/>

Leider ist die Zirbel-Studie des Joanneums (Auftraggeber bzw. Projektpartner vor allem aus dem Bereich der Waldwirtschaft und der Holzverarbeitung) nicht "unbestritten"; die "wissenschaftliche Themenbearbeitung" wird teilweise in Frage gestellt.

Dazu auch eine Ergänzung EGGBI:

Für Allergiker, Chemikaliensensitive (MCS) kann gerade auch das Zirbenholz auf Grund des kieferntypischen, natürlichen hohen Terpengehaltes ein nicht zu unterschätzendes Belastungsrisiko darstellen!

5.2 Psychologischer Effekt

Viele Bauherren fühlen sich einfach wohl in einer natürlichen Umgebung mit "angenehm" riechenden Holz – auch in Zusammenhang mit "gemütlichem Ambiente".

Auch dazu bestünde sicherlich noch "Forschungsbedarf", um diese Effekte möglicherweise nicht nur auf "psychologisches Empfinden" einschränken zu müssen, sondern auch eventuelle "chemische, neurologische" Interreaktionen – auch bei anderen Holzsorten diesbezüglich wissenschaftlich unterlegen zu können.

6 Negative Ausnahmefälle

mit durchaus „allergie- und gesundheitskritischer“ Relevanz auch für „Nicht-sensitive“ und sehr hoher wirtschaftlicher Relevanz für Holzhaus Bauunternehmen:

(Gewährleistungsfragen/ Reklamationen wegen "nicht sachgerechter Ausführung", nachweisbar störenden Geruchsbelastungen, weit überhöhten TVOC Werten)

6.1 Belastungen aus "Naturholz"

Es fanden sich in der Vergangenheit immer wieder vereinzelt Holzhäuser mit mehr als **10.000 µg/m³** TVOC, größtenteils

Terpene, daneben vor allem Aldehyde und/oder Essigsäure. Unter anderem findet sich zu erhöhten Terpenwerten auch in einer Publikation des deutschen Holzwirtschaftsbeirates DHWR [Bauen und Leben mit Holz](#) (Seite 26 bis 28) der Hinweis, dass solch massiv erhöhte Werte

keineswegs mehr „**realistischen Innenraumkonzentrationen**“ entsprechen und offensichtlich auf „**nicht sachgerechte Verbauung**“ rückschließen lassen.

Vor allem OSB Platten als Verursacher finden sich immer wieder in den Medien mit Berichten über "nicht akzeptable" Raumluftbelastungen - meist verursacht durch den unsachgemäßen Einsatz (nicht emissionsgeprüfter Holzwerkstoffe) Beispiel: [KITA Wallerfangen, 3 Jahre unbenutzbar](#), nun Sanierung mit enormen Kostenaufwand ([17. Januar 2017](#) und "Neubau" [18. Januar 2017](#))

Mögliche Ursache für "unerwünschte (wesentlich überhöhte) Belastungen":

- Verwendung von Sturmholz mit erhöhten Terpenwerten verursacht durch möglicherweise Behandlung mit (auch "biologischem") Holzschutz (z.B.: Terpentinöl; ein Indikator dafür wären erhöhte Alkohol, Xoluolanteile bei der Emissionsmessung...),
- überdurchschnittlicher Einsatz von Kiefernholz-Werkstoffen mit erhöhter Terpen- und Aldehydbelastung (OSB)
- zu feuchtes Bauholz
- definitive Falschangaben des Lieferanten wie z.B. "[formaldehydfrei verleimtes Holz](#)"
- Bläueschutz gegen "Vergrauen" vor allem bei Buchenholz bereits im Sägewerk

Verarbeiter und auch Möbelbauer sollten sich stets im eigenen Interesse (Rechtssicherheit!) schriftlich am Auftrag/Lieferschein bestätigen lassen, dass das gelieferte Holz ausreichend getrocknet und in keiner Weise "behandelt" worden ist - bei Holzwerkstoffen entsprechende Emissionsprüfberichte mit Einzelwerten einfordern.

Aussagen in der bereits zitierten Studie Bauen und Leben mit Holz:

„Mehrere unabhängige Untersuchungen haben gezeigt, dass für die die Gruppe der Monoterpene, d.h. im Wesentlichen α -Pinen und 3-Caren, **die typischen Raumluftkonzentrationen** im Bereich von ca. 0,01- 0,1 mg/m³ (=10 bis 100 μ g/m³) liegen. Der RW 1 von 0,2 mg/m³ (200 μ g/m³) wird unter normalen Wohnbedingungen nur selten erreicht bzw. überschritten.

Folgerung:

Gemessen an den **in Realräumen auftretenden holzwerkstoffspezifischen VOC** sind auf der Basis der jetzt durchgeführten Untersuchungen gesundheitliche Risiken für die Bewohner nicht zu erkennen, **zumal bei sachgerechter Verbauung die Konzentrationen spezifischer VOC deutlich niedriger sind als in der Studie** und zumeist rasch abklingen (Mersch Sundermann, Marutzky,2011) [Seite 27](#)

Somit bestätigt sich die EGGBI Forderung nach gewissenhafter Planung und „sachgerechter Bauausführung“ – dies gilt allerdings ohnedies für sämtliche Bauarten!

6.2 Holzwerkstoffe

Vor allem für Holzwerkstoffe (Plattenware) fordert EGGBI seit Jahren mehr Kommunikationsoffenheit der Hersteller im Hinblick auf deren Emissionen, bedingt durch diverse Verklebungen, Oberflächenbehandlungen aber auch Produktionsprozesse mit erhöhten Aldehydwerten. Dies gilt vor allem auch für die teilweise sehr [emissionsreichen OSB Platten](#).

Die Vorlage von Emissionsprüfberichten solcher Produkte würde auch dem Architekten vor allem bei zu zertifizierenden Gebäuden (z.B. DGNB Zertifizierung) die derzeit größtmögliche Planungssicherheit im Hinblick auf nicht zu überschreitende TVOC Raumluftwerte geben.

Unverantwortlich, dass vor allem beim KITA und Schulbau immer wieder "emissionsintensive" Produkte eingesetzt werden, die in der Folge dem Holzhausbau insgesamt ungerechtfertigterweise ein absolut negatives Image bescheren. Beispiele 2016: [Grundschule](#); [Kita](#)

- Fehlendes Verantwortungsbewusstsein bezüglich gesundheitlicher Risiken bei Herstellern führt immer wieder auch zu [erhöhten Formaldehydkonzentrationen in Holzwerkstoffen](#), die insgesamt dem Image "Holzhausbau" enorm schaden.
- Fehlende Emissionsangaben verursachen aber vor allem für Architekten und Baufirmen, die laut [Musterverwaltungsvorschriften](#) und Landesbauordnungen verpflichtet sind, ein Gebäude "ohne chemischen, physikalischen oder biologischen Einflüssen, Gefahren oder unzumutbaren Belästigungen" zu liefern, eine nahezu unlösbare Aufgabe und hohes [Haftungsrisiko!](#)

6.3 Unglaubliche Aussagen und Prüfberichte - "emissionsfreie" Holzprodukte

Einen schlechten Dienst erweisen dem "Baustoff Holz" sogenannte Prüfberichte, Gütezeichen, die bis vor wenigen Jahren mit NULL-Emissionsaussagen beispielsweise für diverse Holzämmprodukte "warben".

Naturprodukte sind nicht emissionsfrei (dies ist grundsätzlich natürlich auch keineswegs aus gesundheitlicher Sicht erforderlich, entscheidend ist ja stets nur die Art und die Quantität der Emissionen) - Gütezeichen wie natureplus erlauben daher selbstverständlich auch gewisse Mengen an natürlichen Emissionen (z.B. aktuell VOC - natureplus: 300 µg/m³; sicherlich wären hier beispielsweise bei Terpenen auch höhere Werte aus rein gesundheitlicher Sicht! durchaus vertretbar).

Nullwerte bei Naturprodukten sind in der Regel unrealistisch - natürliche Emissionen aus verschiedenen Holzarten:

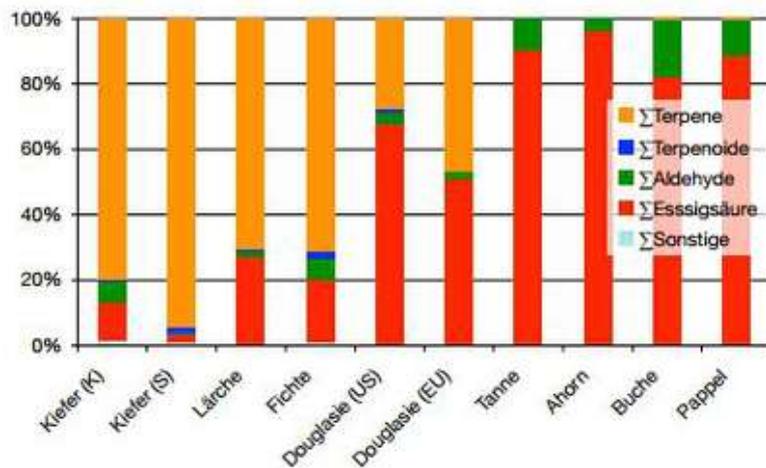


Abbildung 12: Zusammensetzung der VOC-Emissionen verschiedener Holzarten nach 20 Minuten und bei 60 °C im Thermoextraktor

Quelle: http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dk040782.pdf (Seite 23)

Weitere Aussagen dazu:

Emissionen aus Holz Schieweck, Alexandra; Salthammer, Tunga Seiten: 147-155: "Auch die mit einem Gütezeichen versehenen Holzwerkstoffe sind nicht emissionsfrei"

Flächenspezifische Emissionsraten von Holzfaserplatten 8.3.2. [ibp Fraunhofer](#)

Bei Prüfberichten, die daher von "emissionsfrei!" oder "nicht feststellbaren VOC Werten" für diverse Holzprodukte sprechen, muss in der Regel davon ausgegangen werden, es

- wurden entweder "sehr alte, abgelagerte" Materialproben getestet (die meisten Gütezeichen fordern allerdings Produkte - nachgewiesen - aus laufender Produktion)
- es stimmt etwas mit der Analytik des prüfenden Instituts nicht (handelt es sich überhaupt um ein für Emissionsprüfungen akkreditiertes Institut wie z.B. Eurofins, natureplus, eco Institut, Bremer Umweltinstitut, TÜV, DEKRA, ALAB u.v.a.?) Gab es die Nichteinhaltung inzwischen allgemein anerkannter Analytik-Standards?
- oder aber handelt es sich um "preiswerte" "Gefälligkeitsgutachten" oder "unseriöse" Marketingaussagen (siehe dazu auch "[Greenwashing](#)")

Dasselbe gilt für Aussagen zu Formaldehyd - und Aussagen wie "formaldehydfrei"; auch unbehandeltes Holz enthält (in diesen Mengen gesundheitlich absolut unbedenklich) grundsätzlich "natürliches" Formaldehyd.

siehe dazu auch Vortrag Dr. Kuebart: [Emissionen aus Holz](#) (Seite 5) bzw. [natürliches Formaldehyd](#)

Bei der Veröffentlichung solcher Prüfberichte stellt sich natürlich die Frage nach "lauterem Wettbewerb" und Prospektwahrheit –

vor allem für Architekten, Planer und Handwerker, die sich bei Vertragsabschluss zur Einhaltung definierter Raumluftwerte verpflichtet haben, gibt die Wertung unglaubwürdiger Prüfberichte (und damit Einsatz solcher Produkte) natürlich ein falsches Sicherheitsgefühl und damit ein erhöhtes Haftungsrisiko dar.

Es stellt sich beispielsweise die Haftungsfrage, wenn als "formaldehydfrei" deklarierte Produkte in der Folge ([Beispiel: Grundschule Obermenzing](#)) zu massiver [Gesundheitsgefährdung](#) und oft enormen Sanierungskosten führt.

Hinweise zu mangelnder Sorgfaltspflicht des Planers bei der Ausschreibung; Haftung des Bauunternehmens aus "Landesbauordnungen", Produkthaftung des Herstellers "Produktsicherheitsgesetz", Haftung aus Strafgesetzbuch "Baufähigung", aus dem "Bürgerlichen Gesetzbuch"; "Sach- und Rechtsmangel" siehe "[rechtliche Grundlagen für Wohngesundheit](#)"

7 Beispiele unglaubwürdiger Aussagen und Messwerte

Immer wieder wird von "emissionsfreien Produkten" gesprochen bzw. nachgewiesen, dass das prüfende Labor weder VOCs noch Formaldehyd nachweisen konnte...

7.1 Beispiel 1 emissionsfreie Holzwerkstoffe:

[Link 1](#) ("emissionsfreie" Holzwerkstoffe)

7.2 Beispiel 2 nicht nachvollziehbare VOC- Angaben:

[IBR Zeugnis für Steico Holzweichfaser](#), gültig bis 12/2015 (Seite 9 und 10 "VOC und Formaldehyd nicht nachweisbar"). Diese Null Werte waren natürlich für Architekten ein Grund, diese Produkte anderen, realistisch geprüften Produkten (mit natürlich VOC und Formaldehyd Emissionen!) vorzuziehen.

In einem aktuelleren [Bericht](#) (gleiches Prüfinstitut/gleicher Hersteller, gültig bis 2019) sind zwar VOC Summenwerte angegeben; VOC Emissionen plötzlich doch vorhanden, aber im Vergleich zu üblichen Holzweichfaser- Werten (mehrerer anderer Hersteller, geprüft von natureplus) unglaubwürdig niedrige TVOC Summenwerte), - aber keinerlei Einzelwertangaben, um welche VOCs es sich bei den mit Gütezeichen "ausgezeichneten" unterschiedlichen Produkten überhaupt handelt. Üblicherweise enthalten umfassend geprüfte Holzweichfaserprodukte beispielsweise alleine schon ein Vielfaches an natürlicher [Essigsäure](#), als die VOC Gesamtsummenwerte in diesem Bericht vorgeben. (Ein Grund, warum natureplus für Essigsäure die Grenzwerte wesentlich erhöht hat).

Die hier "zertifizierten" Messergebnisse sind daher aus unserer Erfahrung - vor allem aber für unsere Bewertungen angesichts einer besonders "schützenswerten Klientel" (Allergiker, Chemikaliensensitive, junge Familien mit Kleinkindern, Schulen/Kitas) nicht nachvollziehbar. Gibt es einen Grund warum der Hersteller bis 2012 bei "natureplus" prüfen ließ, und diese Prüfergebnisse aber jahrelang verweigerte?

7.3 Beispiel 3 "emissionsfreie Laminat ":

[Link 3](#) ("emissionsfreie" Laminatböden)

7.4 Beispiel 4 VOC Angaben in EPDS:

nicht nachvollziehbare VOC Angaben [in manchen EPDs](#)

Bei EPDs für OSB Platten finden sich teils nicht nachvollziehbare Begründungen, warum die TVOC Werte nicht bekanntgegeben werden können – beispielsweise das Argument, es gäbe noch keine "anerkannte Methode" zur TVOC Ermittlung bei [OSB Platten!](#)

Benachteiligt werden dadurch aber auch Firmen, die sich jährlich strengen Wiederholungsprüfungen ernsthafter Gütezeichen- Vergabestellen wie z.B. natureplus stellen - bei "Prüfberichtvergleichen" auf Grund unterschiedlicher "Seriosität" der Prüfergebnisse aber ungerechtfertigterweise ins Hintertreffen gelangen.

Vor allem aber für Chemikaliensensitive, Allergiker, die auf seriöse Emissionsinformationen angewiesen sind, stellen solche Aussagen eine unzumutbare Irreführung und somit Gefährdung dar.

Besonders "kritisch" wird die Rechtslage vor allem dann, wenn Hersteller Produkte unterschiedlicher Herstellungsorte/ **Herstellungsländer** und unterschiedlicher Emissionswerte unter einem Namen und ohne Hinweis an den Kunden auf den jeweiligen Produktionsstandort der gelieferten Ware vermarkten und es dadurch beispielsweise in der Folge zu erhöhten Formaldehydbelastungen kommt.

8 Handlungsbedarf zur "Förderung" des "Holzhausbaus"

Der Einsatz nachhaltiger Baustoffe ist ein erklärtes Ziel der Bundesregierung – die „Nachhaltigkeit“ des Produktes Holz wird sicherlich **von niemandem in Frage gestellt**.

8.1 Neubewertung natürlicher Emissionen

Die allgemeinen Empfehlungen des Umweltbundesamtes zur Innenraumlufthygiene werden zunehmend als Grenzwerte – zumindest als Orientierung - für Gebäudezertifizierungen verwendet – (DGNB, BNB, , [S-Cert](#) - Tabelle 4, [Toxproof](#)); bei den meisten Gebäudezertifikaten sollten dabei Werte von 1000 µg/m³ TVOC nicht überschritten werden.

Die Empfehlungen werden aber auch teilweise bereits vor Gericht als Grundlage für die Bewertung von "Mängeln" herangezogen.

Die Gleichbehandlung natürlicher Emissionen aus dem Holz mit Schadstoffen allgemein bei diesen Summenwertempfehlungen hat dazu geführt, dass viele Planer aus Angst vor Überschreitungen (siehe dazu auch: "[rechtliche Grundlagen für Wohngesundheit](#)" auf den Einsatz von Holzwerkstoffen verzichten – eine Entwicklung die sicherlich nicht im Sinne nachhaltiger Baustoffauswahl liegen kann, und die auch durch die derzeit bereits publizierten toxikologische Bewertungen von Terpenen keineswegs gerechtfertigt ist.

Im Gegenteil – diese Bewertung wird sogar (bei "sachgerechter Verbauung von Holz" und "typischen Raumluftkonzentrationen" - siehe dazu auch "[negative Ausnahmefälle](#)") als keinesfalls begründbar dargestellt .

Unabhängig von rechtlichen und toxikologische Bewertungen wurde schon in zahlreichen Pilotprojekten, bereits 2006/2007 unter anderem auch durch ein Forschungsprojekt, gefördert durch die [Bundesstiftung Umwelt](#) nachgewiesen, dass es durchaus bei sorgsamer Baustoffauswahl und fachgerechter Umsetzung möglich ist, Holzhäuser sogar mit unter 200 bzw. 100 µg/m³ Gesamt-VOC Emissionen zu errichten

Beispiel 1: DBU-Projekt [Freiburg, Vogelneest](#);

Beispiel 2: DBU Projekt [Wohnhaus Ahrensburg](#)).

Ähnliches beweist auch des Gemeindezentrum Ludesch mit 60 µg/m³ TVOC ([Bericht, Seite 47](#)), ein Vorzeigeprojekt von Holzarchitektur und baulicher Umsetzung ebenso wie auch die meisten gewissenhaft geplanten und ausgeführten Holzhäuser insgesamt, mit Bewohnern, die sich in ihren Häusern äußerst wohlfühlen.

Vor allem bei der Zertifizierung von Gebäuden sollte künftig die toxikologische Bewertung natürlicher Emissionen, getrennt von der allgemeinen TVOC Bewertung

(höhere praxisgerechte Toleranzgrenzen, angepasst an aktuelle Forschungsergebnisse zur toxikologischen Relevanz dieser Einzelstoffe)

berücksichtigt werden, um dem Holzhausbau und auch anderen Holzprodukten (Böden, Möbel) nicht weiterhin mit diesen Bewertungen **ungerechtfertigte** Barrieren zu setzen.

Eine ausreichende Kennzeichnung und Information für Allergiker, Chemikaliensensitive im Rahmen individueller Beratung ist dabei wie auch im Übrigen "[Allergikerbau](#)" natürlich unverzichtbar.

8.2 Kostenvergleich Holzbau Massivbau

Nicht uneingeschränkt berechtigt sind viele Argumente in der jahrelangen Auseinandersetzung zwischen Massiv- und Holzbauweise.

Während einerseits beispielsweise mit öffentlichen Mitteln das bayerische [Bauministerium mit kostenintensiven Image-Publikationen einseitig für die Holzbauweise](#) Partei ergreift (ohne qualitativen Aussagen z. B. zum Thema "Wohngesundheit" - wird seitens Teilen der Massivbauindustrie immer wieder versucht, mit einseitigen Aussagen den Holzhausbau generell zu diskreditieren (u.a. Pauschalaussagen zu den Holz-Emissionen, zu "[höheren Baukosten](#)",.....).

Wir empfehlen hier - vollkommen "herstellerneutral" eine sachliche und faire Darstellung - mit beiden Bauweisen **ist es möglich(!)**, "nachhaltige" Gebäude mit hervorragenden Innenraumluft- Werten zu durchaus allgemein erschwinglichen Preisen zu errichten.

Wir sehen hier die große Gefahr einer ungerechtfertigten "Beeinflussung" der Verbraucher mit falschen Aussagen oder pauschalen Imageaktivitäten von Herstellern, Baufirmen aber auch mit nicht vertretbaren einseitigen staatlichen "Subventionen" durch **dafür** nicht zuständige(!) Ministerien.

In allen Fällen - bei allen Bauweisen - ist es erforderlich, die Produkte sorgfältig auszuwählen, um übermäßige Geruchs- und/oder Schadstoffbelastungen zu vermeiden.

Kostenvergleich:

Dazu gibt es aktuelle Untersuchungen an Hand von Modellberechnungen die beweisen, dass es durchaus möglich ist, Holzhäuser auch preisgleich mit zu errichten.

Sehe dazu: **Vergleichsrechnungen zeigen: [Holzbau kann günstiger sein als Standardbauweise](#)** (Holger König; Entwickler der Bau-Software Legep)

[Überblick über Emissionen aus Holzwerkstoffen](#) (Dr. Kuebart, eco Institut) aus 2009 mit immer noch aktuellem Handlungsbedarf (Seite 49)

9 Schadstoffe in Holzwerkstoffen

Neben den natürlichen Emissionen aus Holz, die bei sachgemäßer Anwendung zumindest für "Nicht- [Allergiker](#) oder Nicht- [Chemikaliensensitive](#) in der Regel keinerlei gesundheitliches Risiko darstellen,

sind viele Holzwerkstoffe durch

- Verklebungen,
- Oberflächenbehandlung und
- "Holzschutz", aber auch durch entsprechende
- Produktionsprozesse (Erhitzung/ Druck...)

mit unterschiedlichsten Chemikalien bzw. Emissionen, Gerüchen belastet.

Hier ist es besonders wichtig, sich über alle "eingesetzten" Komponenten Klarheit zu beschaffen, von den Herstellern entsprechende [glaubwürdige Nachweise](#) einzufordern.

[Sanierungen](#), so überhaupt möglich (vielfach konstruktive Bauteile) sind oft sehr kostenintensiv - sei es der spätere Rückbau emissionsintensiver Spanplatten (z.B. in der Vergangenheit oftmals mit [Formaldehyd](#) belastet), geruchsintensiver [OSB Platten](#) (Aldehyde u.a.), von Konstruktionsholz; von tragenden Elementen - belastet mit [Holzschutzmittel](#) (früher PCP, Lindan, heute andere Stoffe wie [Propiconazol](#)), Austausch von Produkten mit belasteten Oberflächenbehandlungen (Farben, Lacke, Öle, Wachse, [Lasuren](#)).

Dabei ist auch die Aussage [lösemittelfrei](#) ebenso wie viele zahlreiche aussagearme [Gütezeichen](#), [unglaubwürdige Prüfberichte](#) kein Garant für "Gesundheitsverträglichkeit". (Siehe auch "[Greenwashing](#)" und Beispiele [unglaubwürdiger Messwerte](#)).

Vor allem der Einsatz von Holzschutzmitteln sollte so weit als möglich vermieden werden (Verwendung entsprechender jeweils "[richtiger](#)" Holzarten, [konstruktiver Holzschutz](#)).

Eine gewissenhafte Produktauswahl ermöglicht aber natürlich den Einsatz von Holzwerkstoffen in allen Bereichen von Bau- und Inneneinrichtung zur Schaffung eines von vielen gewünschten besonderen positiven "Wohnklimas".

Dies beweisen zahlreiche Positivbeispiele- Holzhäuser mit Emissionswerten bei der Fertigstellung unter 100 µg/m³ TVOC.

9.1 Pellets aus Abfallholz der Industrie

Beunruhigend aus "gesundheitlicher Sicht" sind Informationen, dass Pellet- Hersteller auch Restholz aus der Holzwerkstoffindustrie mit teilweise bezüglich Brandverhalten kritischer Verklebungen zur Pellet- Herstellung einsetzen sollen - in normalen "Hausheizungen" somit **unter anderem** bedenkliche Isocyanatbelastungen, halogenhaltigen Rückständen entstehen können.

Wir haben den [Deutschen Energieholz- und Pellet-Verband e.V. \(DEPV\)](#) und zahlreiche **Hersteller** um eine entsprechende Stellungnahme gebeten, ob und wodurch der Verbraucher abgesichert wird, nicht als "Entsorger" von kritischen Abfällen missbraucht zu werden.

Der DEPV teilte uns unmittelbar nach unserer Anfrage mit, dass von einem solchen Einsatz in Deutschland angesichts strenger Norm- unterstützter Qualitätsansprüche nicht auszugehen ist - entsprechende gesicherte Informationen auch zu entsprechenden Reaktionen des Verbandes führen würden; wir werden uns zugesicherte weitere Informationen dazu sorgfältig prüfen.

Auf jeden Fall sollten Verbraucher auf entsprechende Kennzeichnungen achten und deren Aussagekraft hinterfragen.

10 Weitere Informationen – Links

[Anforderungen an Prüfberichte von Holzwerkstoffen](#)

[Gütezeichen für Baustoffe aus "gesundheitlicher" Sicht](#)

[Gesundheitsrisiken in Gebäuden](#)

[Schulen und Kitas](#)

[Barrierefreiheit für Umwelterkrankte](#)

[Rechtliche Grundlagen für "Wohngesundheit" und Definition](#)

11 Allgemeiner Hinweis

*EGGBI berät **vor allem** Allergiker, Chemikaliensensitive, Bauherren mit besonderen Ansprüchen an die Wohngesundheit sowie Schulen und Kitas und geht daher bekannter Weise von überdurchschnittlich hohen – präventiv geprägten - Ansprüchen an die Wohngesundheit aus.*

[EGGBI Definition "Wohngesundheit"](#)

Wir befassen uns in der Zusammenarbeit mit einem umfangreichen internationalen Netzwerk von Instituten, Architekten, Baubiologen, Umweltmedizinern, Selbsthilfegruppen und Interessensgemeinschaften ausschließlich mit gesundheitlich relevanten Fragen bei der Bewertung von Produkten, Systemen, Gebäuden und auch Gutachten – unabhängig von politischen Parteien, Baustoffherstellern, Händlern, „Bauausführenden“, Mietern, Vermietern und Interessensverbänden.

Sämtliche "allgemeinen" Beratungen der kostenfreien Informationsplattform erfolgen ehrenamtlich, und es sind daraus keinerlei Rechts- oder Haftungsansprüche abzuleiten. Etwaige sachlich begründete Korrekturwünsche werden kurzfristig bearbeitet. Für die Inhalte von „verlinkten“ Presseberichten, Homepages übernehmen wir keine Verantwortung.

Bitte beachten Sie die allgemeinen
[fachlichen und rechtlichen Hinweise zu EGGBI Empfehlungen und Stellungnahmen](#)

Für den Inhalt verantwortlich:

Josef Spritzendorfer

Mitglied im Deutschen Fachjournalistenverband DFJV

Gastdozent zu Schadstofffragen im Bauwesen

spritzendorfer@eggbi.eu

D 93326 Abensberg

Am Bahndamm 16

Tel: 0049 9443 700 169

Kostenlose [Beratungshotline](#)

Ich bemühe mich ständig, die Informationssammlungen zu aktualisieren. Die aktuellste Version finden Sie stets unter

[EGGBI Schriftenreihe](#) und

[EGGBI Downloads](#)

Bitte beachten Sie die zahlreichen erklärenden Links in dieser Stellungnahme. Sollten Sie diese Zusammenfassung in Papierform erhalten haben, so bekommen Sie die ständig aktualisierte Version als PDF mit "funktionierenden" Links unter
[http://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Emissionen aus Holz- und Holzwerkstoffen.pdf](http://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Emissionen_aus_Holz-_und_Holzwerkstoffen.pdf)