



# Gesundheitliche Interaktion von HOLZ – MENSCH – RAUM

## Impressum:

Autoren:

Eva Bodemer, Miriam Kleinhenz,  
Linda Erhard, Stefan Winter,  
TU München  
Lehrstuhl für Holzbau  
und Baukonstruktion  
Arcisstr. 21, 80333 München

in Kooperation mit:  
proHolz Bayern  
Cluster-Initiative Forst und Holz  
in Bayern gGmbH

gefördert von:



online verfügbar:

<http://www.hb.bgu.tum.de>

Verlag:

Detail Business Information GmbH  
Messerschmittstr. 4  
80992 München  
[www.detail.de](http://www.detail.de)  
Geschäftsführung: Karin Lang

Redaktion:

Thomas Jakob

Grafik:

Sabine Hoffmann, München

Druck:

Kohlhammer Druckerei GmbH &  
Co. KG, Stuttgart

Die Wortmarke

INFORMATIONSDIENST HOLZ

ist Eigentum des

Informationsverein Holz e.V. –

[www.informationsvereinholz.de](http://www.informationsvereinholz.de),

[www.informationsdienst-holz.de](http://www.informationsdienst-holz.de)

# Inhalt

## 4 Editorial: Gesundheitliche Interaktion von HOLZ – MENSCH – RAUM

### Emissionen

#### 6 Starke Abnahme der Emissionen nach drei Monaten

Studie des Instituts für Infektionsprävention und Krankenhaushygiene,  
Universitätsklinikum Freiburg

#### 8 Verbesserung des Raumklimas

Studie des Instituts für Konstruktion und Materialwissenschaften,  
Universität Innsbruck, und der Holzforschung Austria, Wien

#### 10 Abhängigkeit der Emissionen von der Nutzertätigkeit

Studie des Instituts für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und  
Technische Biowissenschaften, TU Wien

#### 12 Verbesserung der Lebensqualität

Studie der Holzforschung Austria, Wien, des Technischen Büros für Chemie Karl Dobianer,  
Wien, und des Zentrums für Public Health, Medizinische Universität, Wien

### Material

#### 14 Hygiene in Patientenzimmern

Studie des Instituts für Infektionsprävention und Krankenhaushygiene,  
Universitätsklinikum Freiburg

#### 16 Antimikrobielle Wirkung unbehandelter Oberflächen

Studie der Faculty of Architecture und der Faculty of Chemical and  
Food Technology, Slovak University of Technology, Bratislava

#### 18 Mikrobiologisches Raumklima

Studie der Faculty of Architecture und der Faculty of Chemical and  
Food Technology, Slovak University of Technology, Bratislava, und der  
Kompetenzzentrum Holz GmbH – Wood K plus, Linz

#### 20 Steigerung des Wohlbefindens

Studie des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktion, TU München,  
und der Bau-Fritz GmbH & Co. KG, Erkheim/Allgäu

## Medizin

- 22 Verträglichkeit von/ gegenüber holznatürlichen Emissionen**  
Studie des Instituts für Infektionsprävention und Krankenhaushygiene und des Instituts für Medizinische Biometrie und Statistik, Universitätsklinikum Freiburg, und des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung, Braunschweig
- 24 Steigerung von Leistungs- und Erholungsfähigkeit**  
Studie des Instituts für Konstruktion und Materialwissenschaften, Universität Innsbruck, und der Holzforschung Austria, Wien

## Wahrnehmung

- 26 Psychologischer Einsatz von Holz**  
Studie des Departments of Wood Engineering, Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba, und des Tsukuba Research Institute, Sumitomo Forestry Co. Ltd., Ibaraki
- 28 Erhöhung der Stressresistenz**  
Studie der Faculty of Graduate Studies, The University of British Columbia, Vancouver
- 30 Mögliche Vorbeugung von Demenz**  
Studie der Faculty of Medicine, University of Tsukuba, Ibaraki, des Tokyo Toy Museums, der Faculty of Wood, Gifu Academy of Forest Science and Culture, Gifu, und der Faculty of Education, Saitama University, Saitama
- 32 Ausblick**
- 34 Literaturverzeichnis der vorgestellten Studien**
- 34 Weiterführende Literatur**

# Gesundheitliche Interaktion von HOLZ – MENSCH – RAUM



Die Holzbaubranche sieht sich im Moment Diskussionen ausgesetzt, in deren Mittelpunkt die gesundheitliche Bewertung des Emissionsgehalts im Innenraum und somit leichtflüchtiger organischer Verbindungen (englisch: Volatile Organic Compounds, VOC) steht. Grund hierfür ist das luftdichte Bauen, sodass nicht nur Wärme, sondern auch Emissionen länger im Innenraum bleiben. Holz und

Holzwerkstoffe emittieren materialbedingt natürliche, aber auch herstellungsbedingt, z.B. durch zusätzliche Verklebungen, flüchtige organische Verbindungen. Diese Emissionen müssen nicht gleich negativ eingestuft werden. Aktuelle Schlagzeilen in der Presse vermitteln den am gesunden Bauen und Wohnen interessierten Nutzern und Planern den Eindruck, Holz führe aufgrund seines hohen Emissionsgehalts grundsätzlich zu einer schlechten gesundheitlichen Beeinflussung der Bewohner. In der Bewertung wird jedoch nicht zwischen holznatürlichen und anderen Emissionen unterschieden.

Die Grundlage einer Bewertung bilden zahlreiche Richt-, Orientierungs- und Leitwerte sowie einige wenige rechtlich festgelegte Grenzwerte, welche als Nicht-Experte schwer nachvollziehbar sind und Nutzer und Planer verunsichern. Verordnungen und Bewertungsansätze erschweren es zusätzlich, das Themenfeld des Gesundheitsschutzes zu überblicken. Der Gesundheitsschutz und somit die Sicherung des gesunden Wohnens durch emissionsarme Bauprodukte wurden von Seiten der Europäischen Kommission als Grundanforderung in die neue Bauproduktenverordnung mit aufgenommen und führt höchstwahrscheinlich zu einem europäischen Klassifizierungssystem für die Kennzeichnung von Bauprodukten. Nach Meinung führender Wissenschaftler des Holzbausektors sind VOC-Emissionen aus Holz und Holzbauprodukten im Hinblick auf ihre Qualität und Quantität derzeit nicht in ein solches Klassifizierungssystem integrierbar. Die Auswirkungen auf die Gesundheit und das

Wohlbefinden sowie auf die Leistungsfähigkeit des Menschen müssen zum heutigen Zeitpunkt wissenschaftlich untersucht und besser verstanden werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts HOMERA (HOlz MEensch RAum) untersuchte der Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TU München unter Leitung von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter in einer Vorstudie das Potenzial der gesundheitlichen Auswirkung von Holz und holzbasierten Produkten im Wohn- und Arbeitsumfeld. In einer Metastudie wurden mehr als 42 Studien analysiert, die sich mit den Auswirkungen der Verwendung von Holz auf das Raumklima und damit auf den Menschen befassen. Um sie besser miteinander vergleichen zu können, wurden sie den Kategorien Emissionen, Material, Medizin und Wahrnehmung zugeordnet. Alle Studien liefern positive Ergebnisse bezüglich der Frage, ob sich Holz positiv auf das Raumklima und/oder auf den Menschen auswirkt.

Die vorliegende Broschüre zeigt eine Auswahl der Studien aller vier Kategorien und soll Nutzern und Planern die Unsicherheit nehmen bzw. darin bestärken, Holz und Holzbauprodukte im Innenraum zu verwenden. Das Literaturverzeichnis im Anhang verweist zudem auf weitere Studien zu diesem spannenden Themenfeld.

Eva Bodemer und Miriam Kleinhenz

The image shows a close-up of a wooden chipboard surface, characterized by a dense, irregular pattern of light-colored wood chips and shavings. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the top left portion of the image, containing the word 'Emissionen' in a dark, sans-serif font.

## Emissionen

Trotz dichter Außenhülle mit sehr geringem Luftwechsel sinkt nach der 2. Woche die Summe der VOC-Konzentration bis zur 15. Woche um fast die Hälfte.

# Starke Abnahme der Emissionen nach drei Monaten

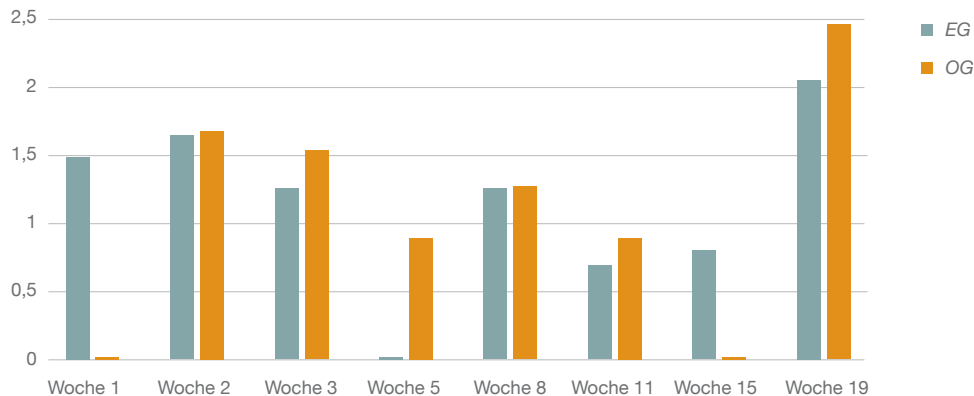
Holzwerkstoffe, Farben, Tapeten und Bodenbeläge emittieren flüchtige organische Verbindungen (VOC), Aldehyde und Ketone. Um die Konzentration dieser Emissionen im Verlauf des Innenausbaus zu messen, analysierten Wissenschaftler des Universitätsklinikums Freiburg während des 19-wöchigen Innenausbaus eines neu gefertigten Holzhauses die Raumluft auf VOCs, Aldehyde und Ketone. Die höchsten Konzentrationen wurden in der 2. Woche gemessen. Bei den Aromaten waren viele Substanzen auffällig, die häufig in Lösungsmitteln von Kleb- oder Dichtstoffen vorkommen. Trotz der dichten Außenhülle des Gebäudes mit sehr geringem Luftwechsel sank nach der 2. Woche die Summe der VOC-Konzentration bis zur 15. Woche um fast die Hälfte. Mit dem Verlegen des Parketts und den Malerarbeiten in der 19. Woche stieg die Konzentration wieder. Keine Auffälligkeiten gab es bei Geruchsintensität und Reizerscheinungen. Analog zu den Messungen bis zur 15. Woche dürften die Emissionen nach der 19. Woche erneut zurückgehen.

## Messungen der Innenraumluftemissionen während der Bauphase eines modernen Holzhauses (2013)

Schulte-Hubbert F., Rehmers A., Schuster A., Gminski R., Hurraß J.

Institut für Infektionsprävention und Krankenhaushygiene, Universitätsklinikum Freiburg  
[www.uniklinik-freiburg.de/iuk](http://www.uniklinik-freiburg.de/iuk)

TVOC-Konzentrationen in mg/m<sup>3</sup>



Entwicklung der TVOC-Konzentrationen im Verlauf des Innenausbaus eines Holzhauses

A close-up photograph of a wall made of numerous parallel wooden slats. The slats are light-colored wood with visible grain and knots. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the upper left portion of the image, containing the word 'Emissionen' in a dark, sans-serif font.

## Emissionen

Die Langzeitemissionen aller vier Container sind gemäß österreichischem Bewertungssystem (BMLFUW) unbedenklich.



# Verbesserung des Raumklimas

Ziel von BIGCONAIR an der Universität Innsbruck war es, fundierte Aussagen über die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Materialien und Bauweisen einerseits und den Raumluftparametern andererseits abzuleiten. Dazu wurden an der Universität vier Container gefertigt: ein Referenzcontainer (Stahlcontainer), ein Brettsperrholzcontainer, ein Lehmcontainer und ein Nachrüstcontainer (Stahlcontainer mit Lehmelementen). Zwei Jahre maßen die Wissenschaftler die Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in den Containern.

Nach einem halben Jahr war die Summe der VOC-Konzentrationen nicht nur im Referenz- und Nachrüstcontainer, sondern auch im Brettsperrholzcontainer so niedrig, dass die Wissenschaftler sie als unbedenklich einstufen. Die Werte für den Stahl-Lehm-Container hingegen lagen erst nach einem Jahr auf einem durchschnittlichen Niveau. Die Langzeitemissionen aller vier Container sind jedoch gemäß des Bewertungssystems des österreichischen Lebensministeriums unbedenklich.



## **BIGCONAIR – Baubiologische Containerentwicklung für hochwertige Holzmodule in Containerform – Raumluftmessungen (2015)**

Stratev D., Weigl M.,  
Führapper C., Habla E.,  
Nohava M, Beikircher W.,  
Flach M.

Institut für Konstruktion und  
Materialwissenschaften,  
Universität Innsbruck  
[www.uibk.ac.at/holzbau](http://www.uibk.ac.at/holzbau)

Holzforschung Austria – Öster-  
reichische Gesellschaft für  
Holzforschung, Wien  
[www.holzforschung.at](http://www.holzforschung.at)

Außenansicht Container

# Emissionen



Das Schälen einer Orange setzt mehr Emissionen frei als Holz im Innenraum.

# Abhängigkeit der Emissionen von der Nutzertätigkeit

Um herauszufinden, wie einzelne Ausbauphasen und die Nutzertätigkeit die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) beeinflussen, bauten Wissenschaftler der TU Wien zwei 30 m<sup>2</sup> große Modellräume im Maßstab 1:1 aus Brettsperrholz und OSB-Platten und maßen die VOCs. Um zu prüfen, wie einzelne Tätigkeiten die Innenraumluft beeinflussen, simulierten sie verschiedene Szenarien.

Jedes Material, das beim Innenausbau verwendet wird, beeinflusst die Luftqualität. Die VOC-Emissionen sanken über sechs Monate rasch ab. Nicht zu unterschätzen ist der Einfluss des Menschen auf die Emissionen. So kamen die Wissenschaftler der TU Wien zu dem überraschenden Ergebnis, dass das Schälen einer Orange mehr Emissionen freisetzt als das verwendete Holz.

**Indoor emissions. A study on various sources of volatile organic compounds in a close-to-reality model room (2016)**

Höllbacher E., Srebotnik E., Marutzky R.

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, Technische Universität Wien  
[www.vt.tuwien.ac.at](http://www.vt.tuwien.ac.at)

Kompetenzzentrum Holz GmbH – Wood K plus, Linz  
[www.wood-kplus.at](http://www.wood-kplus.at)



- 1 Modellraum aus Holzwerkstoffen
- 2 Modellraum, ausgestattet als Schlafzimmer

## Emissionen



Probanden stufen ihre Lebensqualität und die Zufriedenheit mit der eigenen Gesundheit in Objekten in Massivholz- und in Holzständerbauweise als hoch ein.

# Verbesserung der Lebensqualität

Das Projekt Wood2New befasste sich mit dem Zusammenhang zwischen dem Baustoff Holz und dem gesunden Wohnen. Die Holzforschung Austria zeichnete in einer Probandenstudie ein Jahr lang Innenraumluftparameter von sechs Objekten in Massivholzbauweise und sechs Objekten in Holzständerbauweise auf.

Zwei Monate nach dem Einzug sanken die Emissionen auf einen Durchschnitts- bzw. Tiefstand. Ein deutlicher Anstieg der Emissionen während der Einzugsphase lässt sich auf den Bodenbelag und die Möblierung zurückführen. Die Zusammensetzung der VOCs veränderte sich durch Faktoren wie Werkstoffe, Möblierung, Bodenbelag oder die Nutzung der Bewohner. Vor allem zu Beginn der Untersuchung waren dies die wesentlichen Emissionsquellen. Die gemessenen Formaldehyd-Konzentrationen waren unauffällig und unbedenklich. Auch beim Feinstaub in der Innenraumluft und bei Schimmelsporen gab es keine Auffälligkeiten.

Zusätzlich wurden medizinische Daten der Bewohner erfasst. Selbst bei erhöhten Emissionswerten stellten die Wissenschaftler weder physische Beeinträchtigungen wie Reizerscheinungen der Schleimhäute noch Beeinträchtigungen des Atemwegsystems bei den Probanden fest. Zudem stuften die Probanden ihre Lebensqualität sowie die Zufriedenheit mit der eigenen Gesundheit als hoch ein.



## Wood2New – Konkurrenzfähige Materialien aus Holz für den Innenbereich und Systeme für moderne Holzkonstruktionen (2017)

Fürhapper C., Habla E.,  
Stratev D., Weigl M.,  
Dobianer K., Waldhör T.,  
Hutter H.P.

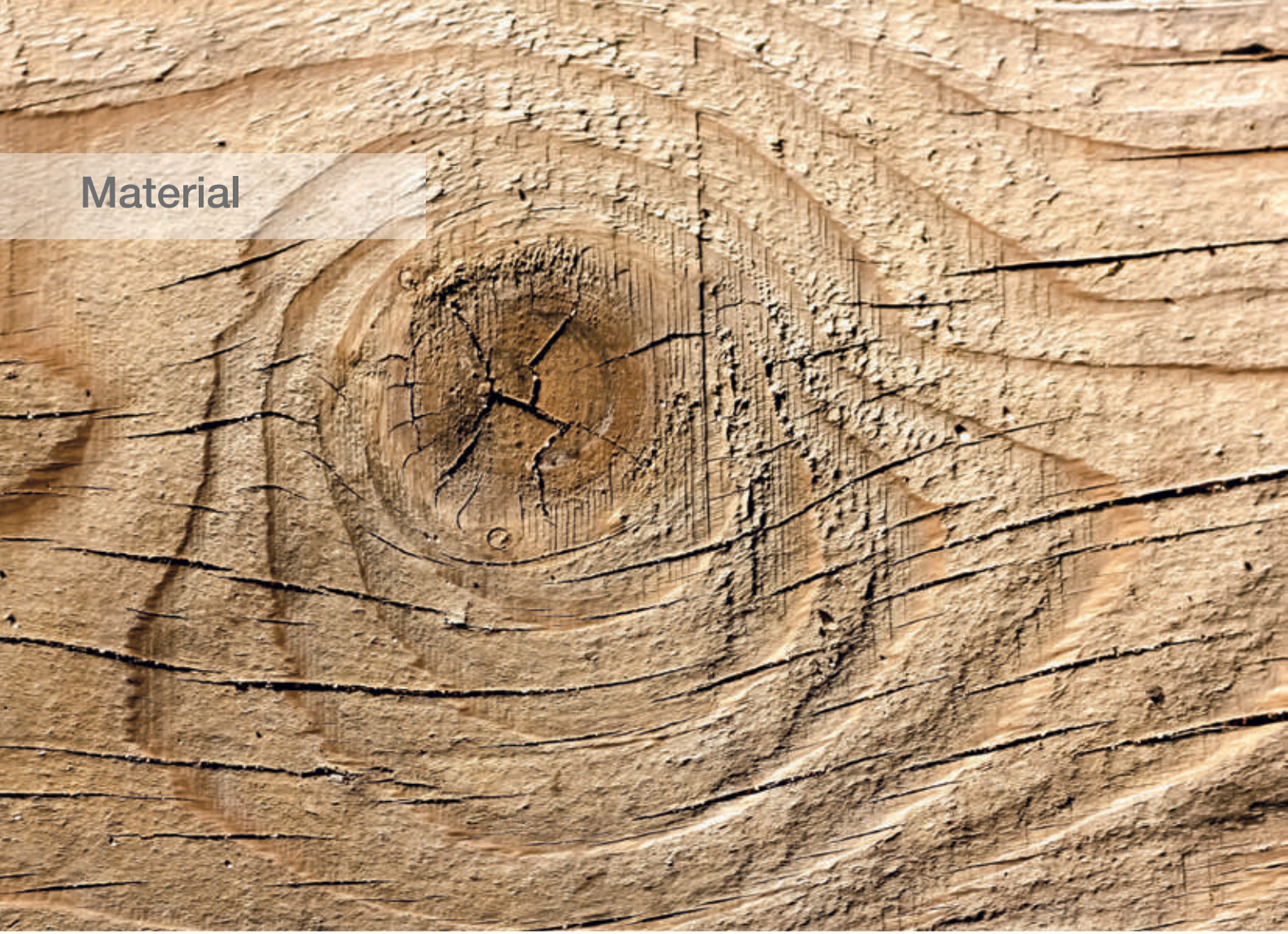
Holzforschung Austria –  
Österreichische Gesellschaft für  
Holzforschung, Wien  
[www.wood2new.org](http://www.wood2new.org)  
[www.holzforschung.at](http://www.holzforschung.at)

Technisches Büro für Chemie  
Karl Dobianer, Wien  
[www.dobianer.com](http://www.dobianer.com)

Zentrum für Public Health,  
Medizinische Universität, Wien  
[www.zph.meduniwien.ac.at](http://www.zph.meduniwien.ac.at)

Keine Auffälligkeiten bei der  
Messung von Blutdruck und Puls  
bei den Probanden

## Material



Auf Kernholz der Kiefer sterben krankenhaustypische Keime schneller ab als auf Kunststoffoberflächen aus Polyethylen und Melamin. Zudem befürworten Patienten und Stationspersonal Holz in Patientenzimmern.

# Hygiene in Patientenzimmern

Auf Kernholz der Kiefer (*Pinus sylvestris*) sterben krankenhaustypische Keime schneller ab als auf Kunststoffoberflächen aus Polyethylen und Melamin. Das ist das Ergebnis einer Untersuchung des Instituts für Infektionsprävention und Krankenhaushygiene des Universitätsklinikums Freiburg.

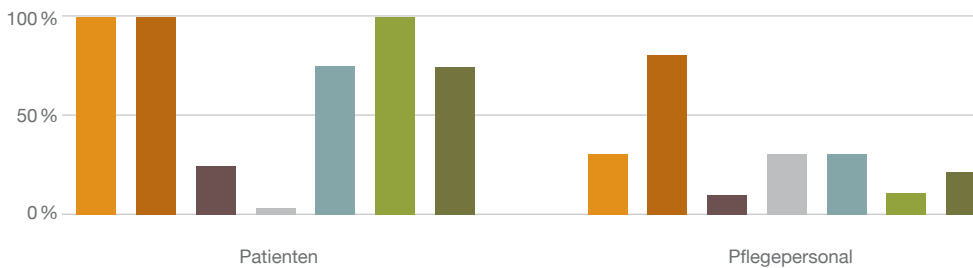
Die Prüfkörper aus Holz wiesen bereits nach dem Antrocknen deutlich niedrigere Keimzahlen auf als die aus Kunststoff. Über 24 Stunden zeigte das Holz eine bessere Keimreduktion. Nach 24 Stunden sanken die Keimzahlen noch weiter ab.

Auch gegen krankenhaustypische Keime zeigte das Kiefernkernholz eine antimikrobielle Wirkung. In mit Kiefernholz ausgestatteten Patientenzimmern waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Keimzahlen auf den Holzoberflächen und den Referenzmaterialien Kunststoff, Glas und lackierte Buche zu erkennen. Unabhängig von diesen Ergebnissen befürworteten die Patienten und das Stationspersonal Holz in Patientenzimmern.

## Wie hygienisch und sinnvoll ist Holz in Patientenzimmern? (2006)

Schuster A.,  
Schmidt-Eisenlohr E.,  
Daschner F.

Institut für Infektionsprävention  
und Krankenhaushygiene,  
Universitätsklinikum Freiburg  
[www.uniklinik-freiburg.de/iuk](http://www.uniklinik-freiburg.de/iuk)



- Zimmereinrichtung mit Holz
- Holzoberflächen wohnlischer als Kunststoff- oder Metalloberflächen
- Ablagen im Bad hygienisch
- Nachteile durch die Holzausstattung
- Nachttische und Ablagen nach Reinigung sauber
- Gute Qualität der Reinigung der Holzoberflächen
- Beibehalten von Holzoberflächen

Auswertung der Befragung von  
Patienten und Pflegepersonal

## Material



Die Bakterienzahlen korrelieren mit der Absorptionskapazität des Holzes.  
Je mehr Absorption möglich ist, desto kürzer sind die Bakterien nachweisbar.



# Antimikrobielle Wirkung unbehandelter Oberflächen

Wie müssen Holzoberflächen beschaffen sein, damit sie antimikrobiell wirken? Dieser Frage gingen die Architekturfakultät und die Fakultät für Chemische und Lebensmitteltechnologie der Slovak University of Technology Bratislava nach.

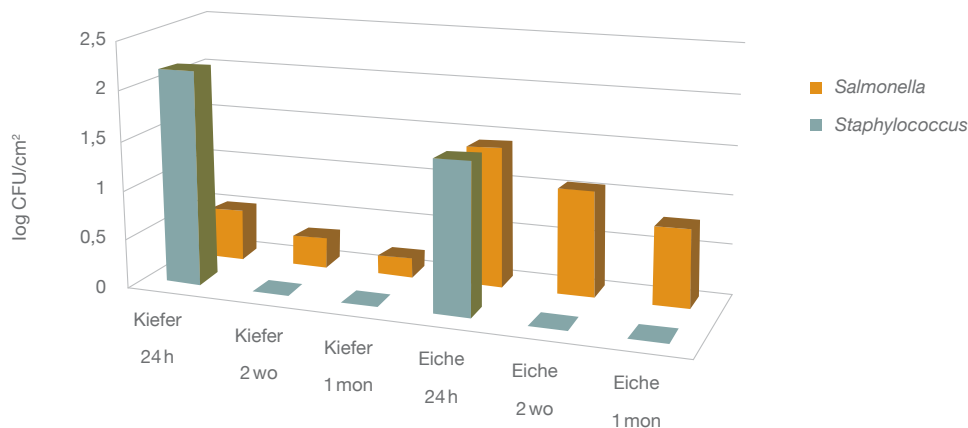
Mithilfe kleiner Probeholzwürfel wurde nachgewiesen, dass unbehandeltes Eichen- und Kiefernholz eine höhere antimikrobielle Wirkung als behandeltes Holz hat. Chemisch unbehandelte Oberflächen aus Eichen- und Kiefernholz wiesen eine bessere antimikrobielle Wirkung auf als geölte oder lackierte Holzoberflächen. Geölte Oberflächen wiederum hatten eine bessere antimikrobielle Wirkung als lackierte. Demnach korrelieren die Bakterienzahlen stark mit der Absorptionskapazität des Holzes: Je weniger Absorption möglich ist, desto länger sind die Bakterien nachweisbar.

**Wood for health care and therapeutic facilities – second generation of wood properties related to increasing of well-being and public health (2016)**

Kotradyová V., Kaliňáková B., Boleš M.

Faculty of Architecture, Slovak University of Technology, Bratislava  
www.fa.stuba.sk

Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Bratislava  
www.fchpt.stuba.sk



Überleben der Bakterien auf unbehandeltem Kiefern- und Eichenholz



## Material

Chemisch unbehandeltes Holz verbessert aufgrund seiner Fähigkeit zur Adsorption und Absorption das mikrobiologische Klima eines Raums.

# Mikrobiologisches Raumklima

Nach der Untersuchung der „Antimikrobiellen Wirkung unbehandelter Oberflächen“ (s. S. 17) statteten Wissenschaftler der Slovak University of Technology Bratislava im Rahmen einer weiteren Studie die Lobby und Warteräume des National Oncology Institute in Bratislava mit unbehandeltem, massivem Kiefernholz und einen Sitzbereich mit Lärchenholz aus. Ein hölzernes Relief an der Wand ergänzte die Versuchsanordnung. Gemessen wurde die mikrobiologische Luft- und Oberflächenqualität vor der Umgestaltung sowie drei Wochen nach dem Einbau und nochmals nach vier Monaten.

Das Ergebnis: Die Zahl der Mikroorganismen reduzierte sich sowohl auf den Holzoberflächen als auch in der Innenraumluft im Vergleich zu vor der Umgestaltung. Holzflächen, mit denen die Patienten nicht in Kontakt gekommen waren, wiesen die ursprüngliche antimikrobielle Wirkung auf. Chemisch unbehandeltes Holz verbessert demnach aufgrund seiner Fähigkeit der Adsorption und Absorption das mikrobiologische Klima eines Raums.

## Hygiene of wood surfaces / Antimicrobial effects of wood – wood (and other natural materials) in the healthcare facilities (2017)

Kotradyová V., Kaliňáková B.,  
Boleš M.

Faculty of Architecture, Slovak  
University of Technology,  
Bratislava  
[www.fa.stuba.sk](http://www.fa.stuba.sk)

Faculty of Chemical and Food  
Technology, Slovak University of  
Technology, Bratislava  
[www.fchpt.stuba.sk](http://www.fchpt.stuba.sk)

Kompetenzzentrum Holz  
GmbH – Wood K plus, Linz  
[www.wood-kplus.at](http://www.wood-kplus.at)



- 1 Wartezimmer vor der Umgestaltung
- 2 Wartezimmer nach der Umgestaltung

# Material



Holz beeinflusst das menschliche Wohlbefinden positiv. Teilweise gehen sogar gesundheitliche Beschwerden aufgrund einer Vorerkrankung zurück.

# Steigerung des Wohlbefindens

Ziel einer Studie des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktion der TU München und des Fertighaus-Herstellers Baufritz war es, mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen von Bewohnern von Wohnungen in Holzbauweise zu eruieren. Zudem ging es um deren subjektiven Erfahrungen mit der Holzbauweise. Dazu wurden 282 Kunden der Firma Baufritz mithilfe eines Fragebogens befragt.

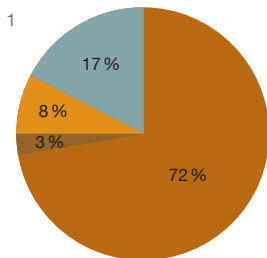
Die Mehrheit der Kunden hatte sich bewusst für ein Haus in Holzbauweise entschieden. Insbesondere Aspekte wie Behaglichkeit und gesundheitliche Aspekte standen dabei im Vordergrund. Die Mehrheit hatte keine Vorkenntnisse in Bezug auf flüchtige organische Verbindungen (VOC), die aktuell im Fokus stehen. Jedoch hatten 99 % der Beteiligten Vorkenntnisse zu Formaldehyd. Über die Hälfte der Teilnehmer gab an, dass sie einen positiven Unterschied der Innenraumluftqualität gegenüber einer konventionellen Bauweise empfanden. Holz beeinflusst das menschliche Wohlbefinden also positiv. Teilweise gingen sogar die gesundheitlichen Beschwerden von Vorerkrankungen zurück.

## Innenraumklima Holz – Auswirkungen von Bauprodukten aus Holz auf das Innenraumklima und die Gesundheit der Nutzer (2016)

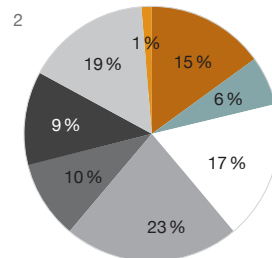
Meyer P., Schindele S., Bodemer E., Kleinhenz M., Winter S.

Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, TU München  
www.hb.bgu.tum.de

Bau-Fritz GmbH & Co. KG,  
Erkheim/Allgäu  
www.baufritz.com/de



■ Positiver Unterschied: n=204  
■ Gemischt: n=8  
■ Kein Unterschied: n=21  
■ K.A.: 49



■ Kopfschmerzen  
■ Hautprobleme  
□ Atemwegsbeschwerden  
■ Schlafstörungen  
■ Chronische Leiden  
■ Allgemeines Wohlbefinden  
■ Allergien  
■ Elektrosensibilität

1 Verbesserung der Innenraumluftqualität  
2 Verbesserung gesundheitlicher Beschwerden

# Medizin



Weder die zunehmende VOC-Konzentration noch eine veränderte VOC-Zusammensetzung führen zu Auffälligkeiten bei Augen, Nasen und Rachen. Lediglich der Geruch beeinträchtigt das Wohlbefinden.

# Verträglichkeit von/ gegenüber holznatürlichen Emissionen

Das Institut für Infektionsprävention und Krankenhaushygiene und das Institut für Medizinische Biometrie und Statistik des Universitätsklinikums Freiburg haben zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Holzforschung in Braunschweig sensorische Irritationen von Augen, Nase und Rachen untersucht. Dazu setzten sie 15 gesunde Probanden zu Gruppen von je 3 bis 4 Personen fünfmal über jeweils zwei Stunden in einer 48 m<sup>3</sup> großen Expositions-kammer den Emissionen aus Kiefernvollholz aus und weitere 24 Probanden den Emissionen von Grobspanplatten.

Weder die zunehmende VOC-Konzentration im Raum mit dem Kiefernholz noch eine veränderte VOC-Zusammensetzung führten zu Auffälligkeiten bei Augen, Nasen und Rachen. Auch die Lungenfunktionsanalyse und das Ausatmen von Stickoxid führten zu keinen bedeutsamen Veränderungen im Vergleich zur Reinfluftexposition. Lediglich der Geruch beeinträchtigte das Wohlbefinden. Die Geruchsempfindung nahm innerhalb dieser kurzzeitigen Versuche von zwei Stunden jedoch ab.

## **Sensorische und irritative Effekte durch Emissionen aus Holz- und Holzwerkstoffen: eine kontrollierte Expositionsstudie (2011)**

Gminski R., Kevekordes S., Ebner W., Marutzky R., Fuhrmann F., Bürger W., Hauschke D., Mersch-Sundermann V.

Institut für Infektionsprävention und Krankenhaushygiene, Universitätsklinikum Freiburg  
Institut für Medizinische Biometrie und Statistik, Universitätsklinikum Freiburg  
[www.uniklinik-freiburg.de/iuk](http://www.uniklinik-freiburg.de/iuk)

Fraunhofer-Institut für Holzforschung – Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI), Braunschweig  
[www.wki.fraunhofer.de](http://www.wki.fraunhofer.de)

# Medizin



Natürliche Materialien, die in einem Raum verbaut sind, beeinflussen die Leistungs- und Erholungsfähigkeit positiv.



# Steigerung von Leistungs- und Erholungsfähigkeit

In der Probandenstudie des bereits unter „Emissionen“ erwähnten Projektes BIGCONAIR von Holzforschung Austria und dem Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften der Uni Innsbruck stuften die Probanden ihr Wohlbefinden und die Luftqualität in den Containern mit natürlichen Materialien als besser ein. Im Rahmen von BIGCONAIR errichteten die Wissenschaftler einen Stahlcontainer als Referenzcontainer, einen Brettsperrholzcontainer, einen Lehmcontainer und einen Stahlcontainer mit Lehmelementen als Nachrüstcontainer. Zwei Wochen wurden die Probanden zu ihrem subjektiven Wohlbefinden und zur aktuellen Aktiviertheit (Wachheit – Müdigkeit, Angespanntheit – Gelassenheit) befragt. Zusätzlich wurden Reaktionsfähigkeit und Herzfrequenz gemessen. Das Ergebnis: Natürliche Materialien, die in einem Raum verbaut sind, beeinflussen die Leistungs- und Erholungsfähigkeit positiv.

## BIGCONAIR – Baubiologische Containerentwicklung für hochwertige Holzmodule in Containerform – Probandenstudie (2015)

Zingerle P., Beikircher W., Philippe M., Flach M.

Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften,  
Universität Innsbruck  
[www.uibk.ac.at/holzbau](http://www.uibk.ac.at/holzbau)

Holzforschung Austria –  
Österreichische Gesellschaft für  
Holzforschung, Wien  
[www.holzforschung.at](http://www.holzforschung.at)



- 1 Referenzcontainer
- 2 Nachrüstcontainer
- 3 Holz-Lehmbauweise
- 4 Massivholzbauweise



## Wahrnehmung

Der erste Eindruck und der Holzanteil eines Raums tragen zum gesamten Wohlbefinden bei. Ein Raum ohne Holz gilt als künstlich, Räume mit Holz werden als angenehm empfunden – bis zu einem gewissen Grad an Holz.

# Psychologischer Einsatz von Holz

Für die Studie des Departments of Wood Engineering, Forestry and Forest Products des Research Institute in Tsukuba statteten die Wissenschaftler drei Räume mit einem Eichenholzanteil von 0 %, 45 % und 90 % aus. 15 Studenten verbrachten jeweils 90 Sekunden in den drei Räumen. Gemessen wurden Blutdruck, Herzfrequenz und Gehirnaktivität. Zudem füllten die Probanden einen Fragebogen aus, indem sie den Raum nach Kriterien wie „angenehm – unangenehm“, „natürlich – künstlich“ und „erholsam – unruhig“ beurteilten. Den Raum mit 45 % Holzanteil bewerteten die Probanden am besten hinsichtlich Ruhe und Erholsamkeit. Dort ließ sich eine deutliche Abnahme des Blutdrucks und ein deutlicher Anstieg des Pulsschlags feststellen. Der dritte Raum mit erhöhtem Holzanteil führte hingegen dazu, dass die Probanden müde wurden. Der erste Eindruck und der Holzanteil eines Raums tragen somit zum gesamten Wohlbefinden bei. Ein Raum ohne Holz gilt als künstlich, Räume mit bis zu einem gewissen Anteil an Holz werden dagegen als angenehm empfunden.

## Physiological effects in humans induced by the visual stimulation of room interiors with different wood quantities (2007)

Tsunetsugu Y., Miyazaki Y., Sato H.

Department of Wood Engineering, Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba  
[www.ffpri.affrc.go.jp](http://www.ffpri.affrc.go.jp)

Tsukuba Research Institute, Sumitomo Forestry Co. Ltd., Ibaraki  
[sfc.jp/english](http://sfc.jp/english)



1 Holzanteil 0 %  
2 Holzanteil 45 %  
3 Holzanteil 90 %

# Wahrnehmung



Die Verwendung von Holz in der Innenausstattung trägt viel zum Wohlfühlklima bei.  
Denn der Mensch empfindet Holzoberflächen als gemütlich und beruhigend.

# Erhöhung der Stressresistenz

Eine Doktorarbeit an der University of British Columbia in Vancouver untersuchte, inwiefern mit Holz ausgestattete Räume eine beruhigende Wirkung auf den Menschen haben. Gemessen wurden bei 119 Studenten Indikatoren für Stress wie Hautleitfähigkeit, Parasympathikus, Sympathikus und Herzfrequenzvariabilität. Ergebnis: Die Hautleitfähigkeit im Raum mit Holzausstattung war geringer; Blutdruck und Puls sanken. Zudem stellte sich heraus, dass Pflanzen keinen Einfluss auf das Stressempfinden der Studenten hatten. Auffällig war, dass Frauen die mit Holz ausgestatteten Räume besser in Bezug auf Natürlichkeit bewerteten als die befragten Männer. Holz hat eine beruhigende Wirkung auf den Menschen. Die Verwendung von Holz in der Innenausstattung trägt viel zum Wohlfühlklima bei: Holzoberflächen werden als gemütlich und beruhigend empfunden.

**Wood in the human environment. Restorative properties of wood in the built indoor environment (2010)**

Fell D., Kozak, R.

Faculty of Graduate Studies,  
The University of British  
Columbia, Vancouver  
[www.grad.ubc.ca](http://www.grad.ubc.ca)



- 1 Holz und Pflanzen
- 2 Kein Holz und Pflanzen
- 3 Holz und keine Pflanzen
- 4 Kein Holz und keine Pflanzen

# Wahrnehmung

A close-up photograph of a wooden surface, likely a tree trunk or a large log, showing concentric growth rings. A small, thin, light-colored branch is positioned diagonally across the upper right portion of the frame. The wood has a warm, brownish-orange hue with visible grain and some small, dark spots or knots.

Eine Inneneinrichtung aus Holz kann dazu beitragen, einer Demenz vorzubeugen.

# Mögliche Vorbeugung von Demenz

Wissenschaftler verschiedener japanischer Universitäten hatten mehrere Wochen lang in einer betreuten Einrichtung für Senioren beobachtet, wie sich das Verhalten der Senioren verändert, wenn man die bestehenden Einrichtungsgegenstände gegen solche aus Holz ersetzt. In verschiedenen Phasen wurden Möbel und Benutzungsgegenstände wie Geschirr kontinuierlich durch entsprechende Produkte aus Holz ersetzt. Gesundheitsforscher bewerteten den Gesundheitszustand und die täglichen Aktivitäten.

Die Innenausstattung aus Holz führte dazu, dass die Senioren gesprächiger wurden und eher dazu bereit waren, einander zu helfen. Dieses Interagieren basiert auf kognitiven Funktionen und erweitert den Selbstaussdruck positiv. Dass soziale Interaktion und ein veränderter Selbstaussdruck die Wahrscheinlichkeit verringern, an Demenz zu erkranken, das legen bereits Studien früherer Untersuchungen nahe. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass eine Inneneinrichtung aus Holz dazu beitragen kann, Demenzen vorzubeugen.

## Behavior changes in older persons caused by using wood products in assisted living (2012)

Anme T., Watanabe T., Tokutake K., Tomisaki E., Mochizuki H., Tanaka E., Wu B., Shinohara R., Sugisawa Y., Tada C., Matsui T., Asada S.

Faculty of Medicine, University of Tsukuba, Ibaraki  
[www.md.tsukuba.ac.jp](http://www.md.tsukuba.ac.jp)

Tokyo Toy Museum, Tokyo  
[www.goodtoy.org/ttm](http://www.goodtoy.org/ttm)

Faculty of Wood, Gifu Academy of Forest Science and Culture, Gifu  
[www.forest.ac.jp](http://www.forest.ac.jp)

Faculty of Education, Saitama University, Saitama  
[www.saitama-u.ac.jp](http://www.saitama-u.ac.jp)



- 1 Interaktion der Senioren in einem Aufenthaltsraum mit Holzausstattung
- 2 Aufenthaltsraum mit Holz-ausstattung





# Ausblick

Im Rahmen des Forschungsprojektes HOMERA (HOLz MENsch RAum) wurde der aktuelle Stand der Forschung gesundheitlicher Auswirkungen von Holz und holzbasierten Produkten auf den Menschen aufgezeigt. Wissenslücken und daraus resultierender Forschungsbedarf konnten daraus abgeleitet werden.

Die bisherigen Studien zeigten positive Auswirkungen von Holz im Innenraum auf den Menschen und dessen Gesundheit. Die Verwendung von Holz und Holzoberflächen wurde jeweils mit den Begriffen behaglich, angenehm, warm und guter Raumlufqualität verknüpft. Mentale und körperliche Tests zeigten bessere Ergebnisse in Räumen, die mit Holz ausgestattet waren. Trotz zahlreicher, positiver Ergebnisse fanden bisher die einzelnen Studien wenig Gehör. Es fehlt eine Harmonisierung der Studien aus den Kategorien Emissionen, Material, Medizin und Wahrnehmung. Mit weiteren Forschungen lassen sich mögliche positive Langzeiteffekte nachweisen und auch die vier Kategorien zusammenführen.

Im Laufe des Forschungsprojektes HOMERA wurden Kontakte zu Experten aus Forschung und Praxis geknüpft, um die Grundlage einer interdisziplinären Forschungsgruppe zu bilden und somit den Austausch zwischen den verschiedenen Fachbereichen zu fördern. Das Ziel des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktion der TU München ist es, wissenschaftlich belastbare Aussagen innerhalb eines interdisziplinären Studiendesigns zu finden, das den Zusammenschluss verschiedener Fachbereiche gewährleistet.

# Literaturverzeichnis der dargestellten Studien

## EMISSIONEN

**Fürhapper, C.** (2017): Wood2New - Konkurrenzfähige Materialien aus Holz für den Innenbereich und Systeme für moderne Holzkonstruktionen. Endbericht. Unter Mitarbeit von: E. Habla, D. Stratev, M. Weigl, K. Dobianer, T. Waldhör und H. P. Hutter. Hrsg. v. Holzforschung Austria – Österreichische Gesellschaft für Holzforschung. Wien

**Höllbacher, E.** (2016): Indoor emissions. A study on various sources of volatile organic compounds in a close-to-reality model room. Dissertation. Fakultät für Technische Chemie, Technische Universität Wien. Wien

**Schulte-Hubbert, F.; Rehmers, A.; Schuster, A.; Gminski, R.; Hurraß, J.** (2013): Messung der Innenraumluftemissionen während der Bauphase eines modernen Holzhauses. Innenraumluft. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 73 (3), S. 81–86

**Stratev, D.; Weigl, M.** (2015): BIGCONAIR – Baubiologische Containerentwicklung. Endbericht FFGForschungsprojekt. Projektteil: Raumluftmessungen. Unter Mitarbeit von C. Fürhapper, E. Habla und M. Nohava. Hrsg. v. Holzforschung Austria – Österreichische Gesellschaft für Holzforschung. Wien

## MATERIAL

**Kotradyová, V.** (2017): Hygiene of wood surfaces/Antimicrobial effects of wood. Wood (and other natural materials) in the healthcare facilities. Unter Mitarbeit von: B. Kaliňáková und M. Boleš. Faculty of Architecture, Slovak University of Technology. Bratislava

**Kotradyová, V.; Kaliňáková, B.; Boleš, M.** (2016): Wood for health care and therapeutic facilities – second generation of wood properties related to increasing of well-being and public health. World Conference on Timber Engineering 2016 (WCTE). Wien

**Meyer, P.** (2016): Innenraumklima Holz – Auswirkungen von Bauprodukten aus Holz auf das Innenraumklima und die Gesundheit der Nutzer. Nicht veröffentlichte Bachelorarbeit, zitiert mit Einverständniserklärung des Studierenden. Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Technische Universität München. München

**Schuster, A.; Schmidt-Eisenlohr, E.; Daschner, F.** (2006): Wie hygienisch und sinnvoll ist Holz in Patientenzimmern? In: Krh.-Hyg. + Inf.verh. 28 (4), S. 131–137

## MEDIZIN

**Gminski, R.; Kevekordes, S.; Ebner, W.; Marutzky, R.; Fuhrmann, F.; Bürger, W.; Hauschke, D.; Mersch-Sundermann, V.** (2011): Sensorische und irritative Effekte durch Emissionen aus Holz- und Holzwerkstoffen: eine kontrollierte Expositionsstudie. In: Arbeitsmed.Sozialmed.Umweltmed. (46), S. 459–468

**Zingerle, P.; Beikircher, W.; Philippe, M.** (2015): BIGCONAIR - Endbericht. Projektteil: Probandenstudie. Hrsg. v. Universität Innsbruck. Innsbruck

## WAHRNEHMUNG

**Anne, T.; Watanabe, T.; Tokutake, K.; Tomisaki, E.; Mochizuki, H.; Tanaka, E.; Wu, B.; Shinohara, R.; Sugisawa, Y.; Tada, C.; Matsui, T.; Asada, S.** (2012): Behavior changes in older persons caused by using wood products in assisted living. In: Public Health Research (2(4)), S. 106–109

**Fell, D.** (2010): Wood in the human environment. Restorative properties of wood in the built indoor environment. Dissertation. University of British Columbia. Vancouver

**Tsunetsugu, Y.; Miyazaki, Y.; Sato, H.** (2007): Physiological effects in humans induced by the visual stimulation of room interiors with different wood quantities. In: J Wood Sci 53 (1), S. 11–16

# Weiterführende Literatur

## EMISSIONEN

**FNR** (2017b): Verbundvorhaben (FSP-Emissionen), Teilvorhaben 4: Untersuchung von Holzprodukten sowie Bereitstellung der holztechnologischen Expertise (2016–2019). Thünen-Institut für Holzforschung. Online verfügbar unter [www.fnr.de/index.php?id=11150&fkz=22011115](http://www.fnr.de/index.php?id=11150&fkz=22011115), zuletzt geprüft am 4.10.2017

**Lang, I.; Bruckner, T.; Triebig, G.** (2008): Formaldehyde and chemosensory irritation in humans: A controlled human exposure study. In: Regulatory Toxicology and Pharmacology 50 (1), S. 23–36

**Lappalainen, V.; Sohlberg, E.; Järnström, H.; Laamanen, J.; Viitanen, H.; Pasanen, P.** (2015): IAQ Simulator Tests: VOC emissions from hidden mould growth. IBPC 2015. In: Energy Procedia 78, S. 1212–1217

**Markowicz, P.; Larsson, L.** (2015): Influence of relative humidity on VOC concentrations in indoor air. In: Environmental science and pollution research international 22 (8), S. 5772–5779

**Ostendorp, G.; Heinzow, B.** (2015): Innenraumluftqualität in Kindertagesstätten in Holzständerbauweise. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft (3), S. 71–76

**Wilke, O.; Wiegner, K.; Jann, O.; Brödner, D.; Scheffer, H.** (2012): Emissionsverhalten von Holz und Holzwerkstoffen. UBA-FB 001580. Hrsg. v.

UBA. BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung. Dessau-Roßlau  
**Yu, C. W.F.; Kim, J. T.** (2012): Long-term impact of formaldehyde and VOC emissions from wood-based products on indoor environments; and issues with recycled products. In: *Indoor and Built Environment* 21 (1), S. 137–149

### MATERIAL

**Gehrig, M.; Schnell, G.; Zürcher, E.; Kucera, L. J.** (2000): Hygienische Eigenschaften von Holz und Kunststoffbrettern in der Nahrungsmittelverarbeitung und -präsentation. Ein Vergleich. In: *Holz als Roh- und Werkstoff* 58 (4), S. 265–269

**Kavian-Jahromi, N.** (2016): Mikrobiologische Untersuchungen zur antimikrobiellen Wirkung von Lärchenholz mit Fokus auf den Einsatz in hygienisch sensiblen Bereichen. *Transnationale Gesundheitsforschung – Brücken bauen von Grundlagenwissenschaft zu angewandter Forschung. Forschungsforum der österreichischen Fachhochschulen 2016 (FFH)*. Wien

**Prechter, S.; Betz, M.; Cerny, G.; Wegener, G.; Windeisen, E.** (2002): Hygienische Aspekte von Schneidebrettern aus Holz bzw. Kunststoff. In: *Holz als Roh- und Werkstoff* 60 (4), S. 239–248

**Sakuragawa, S.; Kaneko, T.; Miyazaki, Y.** (2008): Effects of contact with wood on blood pressure and subjective evaluation. In: *J Wood Sci* 54 (2), S. 107–113

**Vahtikari, K.; Noponen, T.; Hughes, M.** (2016): The effect of wood anatomy and coating on the moisture buffering performance of wood surfaces. *World Conference on Timber Engineering 2016 (WCTE)*. Wien

### MEDIZIN

**FNR** (2017a): Verbundvorhaben (FSP-Emissionen), Teilvorhaben 3: Untersuchungen allergischer und entzündlicher Effekte im Tiermodell (2016–2019). Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung. Online verfügbar unter [www.fnr.de/index.php?id=11150&fkz=22011015](http://www.fnr.de/index.php?id=11150&fkz=22011015), zuletzt geprüft am 4.10.2017

**Grote, V.; Lackner, H.; Muhry, F.; Trapp, M.; Moser, M.** (2003): Evaluation der Auswirkungen eines Zirbenholzumfeldes auf Kreislauf, Schlaf, Befinden und vegetative Regulation. Hrsg. v. JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH – Institut für Nichtinvasive Diagnostik. Weiz

**Grote, V.; Avian, A.; Frühwirth, M.; Hillebrand, C.; Köhldorfer, P.; Messerschmidt, D.; Resch, V.; Schaumberger, K.; Zeiringer, C.; Mayrhofer, M.; Moser, M.** (2012): Gesundheitliche Auswirkungen einer Massivholzausstattung in der Hauptschule Haus im Ennstal. Kurzfassung. Human Research Institut. Weiz. Online verfügbar unter [http://humanresearch.at/newwebcontent/wp-content/uploads/2012/11/pfd\\_Schule\\_ohne\\_Stress\\_Folder\\_de.pdf](http://humanresearch.at/newwebcontent/wp-content/uploads/2012/11/pfd_Schule_ohne_Stress_Folder_de.pdf), zuletzt geprüft am 19.01.2018

**JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH (Hrsg.)** (2009): Naturholzbüro aus Südtiroler Bergfichte. Auswirkungen auf Konzentrationsleistung, Befinden und Beanspruchung sowie auf das vegetative Nervensystem. Unter Projektleitung von M. Moser. Weiz

**Mølhave, L.; Kjaergaard, S. K.; Hempel-Jørgensen, A.; Juto, J. E.; Andersson, K.; Stridh, G.; Falk, J.** (2000): The eye irritation and odor potencies of four terpenes which are major constituents of the emissions of VOCs from Nordic soft woods. In: *Indoor Air* 2000 (10), S. 315–318

### WAHRNEHMUNG

**Bhatta, S. R.; Tiippana, K.; Vahtikari, K.; Hughes, M.; Kytä, M.** (2017): Sensory and emotional perception of wooden surfaces through fingertip touch. In: *Frontiers in psychology* 8 (367)

**Ebner, G.** (2011): Ästhetische Wirkung von Holzoberflächen. Bachelorarbeit. Institute of Wood Science and Technology, BOKU Wien. Wien

**Hirata, S.; Toyoda, H.; Ohta, M.** (2017): Reducing eye fatigue through the use of wood. In: *J Wood Sci* 58, S. 239

**Jiménez, P.; Dunkl, A.; Eibel, K.; Denk, E.; Grote, V.; Kelz, C.; Moser, M.** (2015): Evaluating psychological aspects of wood and laminate products in indoor settings with pictures. In: *Forest Products Journal* 65 (5/6), S. 263–271

**Nyrud, A. Q.; Strobel, K.; Bysheim, K.** (2016): User perceptions of naturalness and the use of wood in the interior environment. *World Conference on Timber Engineering 2016 (WCTE)*. Wien

**Nyrud, A. Q.; Bysheim, K.; Bringslimark, T.** (2010): Health benefits from wood interior in a hospital room. Hrsg. v. Proceedings of the International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations Economic Commission for Europe – Timber Committee. Geneva

**Rice, J.; Kozak, R. A.; Meitner, M. J.; Cohen, D. H.** (2006): Appearance wood products and psychological well-being. In: *Wood and Fiber Science* (38(4)), S. 644–659

**Sakuragawa, S.; Miyazaki, Y.; Kaneko, T.; Makita, T.** (2005): Influence of wood wall panels on physiological and psychological responses. In: *J Wood Sci* 51 (2), S. 136–140

**Tsunetsugu, Y.; Miyazaki, Y.; Hiroshi, S.** (2002): The visual effects of wooden interiors in actual-size living rooms on the autonomic nervous activities. In: *J Physiol Anthropol* (21), S. 297–300

**Verma, I.; Cronhjort, Y.; Kuittinen, M.** (2016): Design for care - use of wood in public buildings. *World Conference on Timber Engineering 2016 (WCTE)*. Wien



PEFC zertifiziert  
Dieses Produkt stammt aus  
nachhaltig bewirtschafteten  
Wäldern und kontrollierten  
Quellen.  
[www.pefc.de](http://www.pefc.de)