

Auf dem Holzweg – ein Irrweg ?

Holzinhaltstoffe im Kreuzfeuer der Wissenschaft

von *Karlheinz Müller*

Zusammenfassung

Holz begleitet den Menschen seit Beginn seiner Entwicklung – als Baustoff, Grundmaterial für Werkzeuge und Brennstoff. Es erfüllt als nachwachsende Ressource eine Grundanforderung an einen nachhaltigen Werkstoff, bindet Kohlenstoff, schafft herrliche Wohnräume und bereitet paradoxerweise seit einigen Jahren in modernen luftdichten Gebäuden Probleme mit der Innenraumluftqualität – Holzprodukte geben eine Vielzahl von flüchtigen Substanzen ab, die einerseits die Gesundheit empfindlicher Personen beeinträchtigen, aber auch das Wohlbefinden von Bewohnerinnen und Bewohnern steigern können. Holz steht im Kreuzfeuer der Wissenschaft!

Schlüsselwörter: Holz, Innenraumluft, flüchtige organische Substanzen, Emissionen, gesundheitliche Auswirkungen

Abstract

Wood under fire from all sides

Karlheinz Müller

Wood has accompanied mankind since the beginning of human development – as building material, basic material for tools, and fuel. As a renewable resource, it fulfils basic requirements for a sustainable material, binds carbon, creates beautiful living spaces and, paradoxically, has been causing problems with indoor air quality in modern airtight buildings since several years: timber products emit a large number of volatile substances which can impair the health of sensitive people on the one hand, but also increase the well-being of residents.

Wood is under fire from all sides!

Keywords: wood, indoor air, volatile organic compounds, emissions, healthy impacts

UMWELT & GESUNDHEIT 3 (2020) 93-7

Einleitung

Menschen halten sich heute bis zu 90 Prozent ihrer Zeit in geschlossenen Räumen auf. Daher spielt die Qualität

der Innenraumluft eine große Rolle in Bezug auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Das Gewährleisten einer hohen Raumluftqualität durch den Einsatz sehr emissionsarmer Produkte und die Sicherstellung einer angemessenen Luftwechselrate erhöht das Wohlbefinden der Bewohner und stellt einen wichtigen Beitrag zur Gesundheitsvorsorge dar.

Im Laufe der menschlichen Entwicklung hat der Mensch seit Tausenden von Jahren regelmäßig mit Holz und Holzinhaltstoffen Kontakt und sich somit an ein gewisses Spektrum und eine gewisse Dosis von Holzinhaltstoffen gewöhnt. Die Behausungen der Vorzeit aus ehemals einfachen Holzkonstruktionen waren teilweise mit Holz, Leder, Naturfaserbahnen, Blättern und so weiter verkleidet. Bedarfsgegenstände des täglichen Lebens wie Werkzeuge, Aufbewahrungsgefäße, einfache Möbelstücke wurden teilweise auch aus den vor Ort verfügbaren Holzarten gefertigt.



Abbildung 1: Alte Holzhütte (Foto: © Rudolf Dueller/flickr.com)

Bekanntermaßen waren diese Bauten sehr luftdicht, das heißt es kam selten bis gar nicht zu einer Anreicherung von jeglichen flüchtigen Stoffen und somit auch zu keiner hohen Konzentration an Holzinhaltstoffen wie Terpenkohlenwasserstoffen (α -Pinen, β -Pinen, Limonen, ...), sowie Carbonsäuren (Ameisensäure, Essigsäure, Hexansäure...) und reaktiven Stoffen wie den Aldehyden.

Der moderne Holzbau nahm Ende der 1980er-Jahre Fahrt auf und steuert aktuell etwa 20 % des gesamten privaten Neubauvolumens bei. (BDF 2019)



Abbildung 1: Nachhaltig erwirtschaftetes Holz kann ausgezeichnet werden, zum Beispiel mit dem FSC- oder dem PEFC-Siegel. Die Non-Profit-Organisation FSC (Forest Stewardship Council) mit Sitz in Bonn wurde 1993 gegründet. PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) mit Sitz in Genf wurde 1998 von europäischen Waldeigentümern gegründet. (Fotos: ©wikimedia.org)

Der Beitrag beschäftigt sich mit nachhaltig produziertem Nadel- und Laubholz aus europäischer Herkunft mit FSC-, PEFC- oder ähnlich consequenter Zertifizierung beziehungsweise mit daraus hergestellten Produkten. Alle Aufgabenstellungen im Bereich Haus- und Möbelbau können mit diesen Holzsortimenten sicher erfüllt werden. Tropenhölzer, die ökologisch höchst problematisch sind, werden nicht benötigt.

Innenraumluft – Richt- und Orientierungswerte

In den letzten 25 Jahren hat sich unter anderem durch notwendige Energieeinsparziele, aber auch durch gestiegene Komfortwünsche die Luftdichtigkeit von Wohnbauten massiv verbessert. Gleichzeitig wurde seit Anfang der 1990er-Jahre in Deutschland durch verschiedene Fachstellen das Wissen über Innenraumluftqualität, aber auch das Anforderungsprofil an die Raumluftqualität erhöht.

Diese sind insbesondere:

- **Der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR, vormals die so genannte Ad-hoc-Arbeitsgruppe)** leitet seit 1993 im Auftrag der Gesundheitsministerkonferenz bundeseinheitlich Richtwerte für Einzelsubstanzen in der Innenraumluft ab. Diese erlauben eine quantitative Bewertung der entsprechenden Einzelstoffe, das heißt

ab wann sich eine Substanz in der Raumluft auf die menschliche Gesundheit negativ auswirken kann. Der Ausschuss setzt sich aus Fachleuten der Innenraumlufthygienekommission (IRK) und Fachleuten der Arbeitsgruppe Innenraumluft des Umwelthygieneausschusses der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) zusammen. Die Geschäftsstelle des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR) ist am Umweltbundesamt (UBA) angesiedelt. (UBA 2019)

Das Richtwerte-Schema des Ausschusses für Innenraumrichtwerte erfolgt nach dem so genannten Basischema nach toxikologischen Gesichtspunkten und unterscheidet zwei Richtwerte: (IRK 1996)

Der Richtwert II (RW II) ist ein wirkungsbezogener Richtwert, der sich auf die aktuellen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Es handelt sich um die Konzentration eines Stoffes, bei deren Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglicher Handlungsbedarf besteht. Besonders für empfindliche Personen kann die entsprechende Konzentration bei Daueraufenthalt in betroffenen Räumen zu einer gesundheitlichen Gefährdung führen.

Der Richtwert I (RW I), auch Vorsorgerichtwert genannt, stellt die Konzentration einer Einzelsubstanz in der Raumluft dar, bei der nach gegenwärtigem Kenntnisstand auch dann keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn ein Mensch diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist. Der RW I kann auch als Zielwert bei Sanierungen dienen.

Da eine Überschreitung des RW I mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, unerwünschten Belastung verbunden ist, sollte auch im Konzentrationsbereich zwischen RW I und RW II präventiv gehandelt werden, beispielsweise durch verbesserte Lüftung oder die Beseitigung von stark emittierendem Material.

Leider ist die Ableitung von offiziellen Richtwerten ein aufwändiger und langer Prozess, sodass bisher erst einige Dutzend dieser Richtwerte existieren. (Tabelle 1)

Tabelle 1: Ausschnitt von Richtwerteschema RW I und RW II, sowie von AGÖF-Normal- und Auffälligkeitwerten

Substanz	CAS-Nr.	RW I	RW II	AGÖF 50 %- Percentil (Normalwert)	AGÖF 90 %- Percentil (Auffälligkeitwert)
Benzol	71-43-2	8	-	1	3
Toluol	108-88-3	300	3000	7	30
Ethylbenzol	100-41-4	200	2000	1	10
Tetrachlorethen	127-18-4	100	1000	1	1
Limonen	138-86-3	1000	10000	4	23
Summe monocyclische Terpene		1000	10000	-	-
- Pinen	80-56-8	200	2000	4	68
Summe bicyclische Terpene		200	2000	-	-
Acetaldehyd	75-07-0	100	1000	20	54
Benzaldehyd	100-52-7	20	200	4	15
Furfural	98-01-1	10	100	1	4
Formaldehyd	50-00-0	100	-	35	81
Summe Aldehyde		100	2000	-	-
Essigsäure	64-19-7	100	400	24	88

- **Die Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF)** ist ein Verband unabhängiger Beratungs- und Dienstleistungsunternehmen in den Bereichen Schadstoffmessungen, Innenraumanalytik, Produktprüfung sowie umwelt- und gesundheitsverträglicher Gebäudekonzepte und hat aus den mehreren Tausend anlassbezogenen Raumluftmessungen der Mitglieder so genannte **Orientierungswerte** beziehungsweise Neubauorientierungswerte entwickelt. Sie dienen seither als Hilfestellung für die Bewertung von Innenraumluftmessungen und wurden 2004 zum ersten Mal als „AGÖF-Orientierungswerte“ einer Fachöffentlichkeit vorgestellt, 2007 und 2012 überarbeitet und ergänzt. (AGÖF 2004, 2013)

Anhand dieser Orientierungswerte können Messergebnisse bezüglich einer statistischen Wahrscheinlichkeit eingestuft und damit in ihrer Relevanz für die Suche nach Ursachen von gesundheitlichen Beschwerden gewichtet werden. Die Bewertung eines konkreten gesundheitlichen Risikos ist mit den Orientierungswerten nicht möglich, sie dienen aber dem grundsätzlichen Ziel des vorbeugenden Gesundheitsschutzes. Im Bereich der VOCs

(flüchtige Stoffe aus Klebern, Farben, Ölen, Wachsen, Kunstharzbeschichtungen, Holzwerkstoffplatten, Spachtelmassen, Putzen, Bodenbelägen, Möbeln und so weiter) wurde so die Bewertungslücke bei den offiziellen Richtwerten des Umweltbundesamtes ein Stück weit geschlossen und ergänzt seither den Sachverständigen-Alltag.

- **Das Schweizer Wohngebäude-Zertifizierungssystem Minergie-ECO** ergänzt die Minergie-Baustandards, über die in der Schweiz über viele Jahre erfolgreich energieeffiziente Wohngebäude gefördert wurden, mit den Themen Gesundheit und Bauökologie. Bei der dabei geforderten abschließenden Raumluftmessung, die maximal einen Monat nach Abschluss der letzten Arbeiten stattfinden darf, wird ein maximaler Summenwert für flüchtige Substanzen TVOC (DIN ISO 16000) von 1.000 µg/m³ gefordert; er stellt ein Ausschlusskriterium bei der Gebäudezertifizierung dar.
- **Die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen DGNB e.V.** wurde 2007 gegründet. Ziel des Vereins ist es, Nachhaltigkeit in der Bau- und Immobilienwirtschaft zu fördern und

Schwerpunkt

im Bewusstsein der breiten Öffentlichkeit zu verankern. Mit dem Ziel DGNB-Gold beziehungsweise -Platin wird bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden die Erfüllung anspruchsvoller Kriterien gefordert. Bei den dabei geforderten abschließenden Raumlufmessungen, die maximal vier Wochen nach Abschluss der letzten Arbeiten stattfinden dürfen, muss ein maximaler Summenwert für flüchtige Substanzen TVOC (DIN ISO 16000) von $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten werden, um volle Punktzahl zu erhalten.

- Weitere Labels für die Bewertung der Innenraumlufqualität wie „Wohnmedizinisch empfohlen“ oder der Sentinel-Gesundheitspass orientieren sich auch an TVOC (DIN ISO 16000) - Werten von $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- **Das Bau-Institut für Ressourceneffizientes und Nachhaltiges Bauen GmbH (BiRN)** ist eine Ausgründung des Fachgebiets Baukonstruktion und Bauklimatik der Architektur fakultät der Hochschule München im Zuge der Entwicklung des Bewertungssystems Nachhaltiger Kleinwohnhausbau (BNK). Mit dem BNK-Bewertungsschema sollen neu zu errichtende Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Mehrfamilienhäuser mit bis zu fünf Wohneinheiten hinsichtlich ausgewählter Nachhaltigkeitskriterien bewertet werden. Im Bereich der Innenraumhygiene fordert das BNK-Entwicklungsteam von *Natalie Eßig* einen maximalen TVOC-Summenwert (DIN ISO 16000) von $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, um volle Punktzahl zu erreichen. (BNK 2019)
- **Wegbereiter für die Beurteilung Allergiker-gerechte Baustoffe waren Eva und Friedhelm Diel vom Institut für Umwelt und Gesundheit (IUG) in Fulda.** Das IUG entwickelte bereits 1999 das Konzept des Allergiker-gerechten Ökohauses (ALLÖKH®) und vergibt das Produktsiegel „Allergiker-freundlich“. (IUG 2020)
- **Das Zertifizierungssystem der Baubiologie für gesundes Bauen und Wohnen VDB-Zert** bewertet in einem sehr umfassenden Ansatz neben dem VOC-Gehalt auch schwerflüchtige SVOC-Einflüsse (Pestizide, Flammschutzmittel, Weichmacher), Schimmelpilze, Radon sowie elektrische und magnetische Wechselfelder und gibt bei seinem sehr umfassenden

Bewertungsansatz ebenfalls nur bei TVOC-Werten von $\leq 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ volle Punktzahl – wohlgemerkt im real bewohnten Zustand mit allen Benutzereinflüssen und verwendet mit dem umfangreicheren TVOC nach Umweltbundesamt einen sehr strengen Bewertungsmaßstab! (VDB-Zert 2018)

Außer dem offiziellen Richtwerteschema des Umweltbundesamtes handelt es sich ausschließlich um privatwirtschaftliche Bewertungssysteme beziehungsweise baubiologische Vorsorgewerte, die aber zunehmend auch bei Rechtsstreitigkeiten Anwendung finden.



Abbildung 2: Auswahl harzarter Hölzer und passende Oberflächenbehandlung können eine VOC-Belastung deutlich reduzieren (Foto: ©pixnio.com)

Reduktion der VOC-Belastung durch richtige Holzwahl und -bearbeitung

Holzprodukte sollten nicht wegen ihrer natürlichen Eigenschaften benachteiligt werden, vor allem weil unter Nachhaltigkeitsaspekten die Nutzung von Holz beim Bau von Gebäuden eigentlich gewünscht ist. Wenn harzarme Nadelhölzer oder Laubhölzer handwerklich richtig verarbeitet werden, weder durch Stäube oder unpassende Oberflächenbehandlungen wie zum Beispiel durch Lacke oder bestimmte Öle, eine unnötige zusätzliche VOC-Belastung auftritt, kann schon wenige Wochen – bei Spezialanbietern teilweise schon nach wenigen Tagen – nach Abschluss der letzten Arbeiten beim Neubau oder bei Renovierungen mit Holz eine sehr niedrige VOC-Situation ermöglicht werden. Für empfindliche Menschen oder gesundheitlich angeschlagene Menschen sollten Vorsorgemaßnahmen, wie eine emissionsarme Holz Auswahl, die Substitution von Kunstharzlack durch emissionsarmes Naturöl oder Seife bei Oberflächen-

behandlungen, das Verlegen von stauenden Arbeiten von der Baustelle ins Freie, das Aufstellen von Luftreinigern während der Bauzeit, ein Heizungs-Lüftungs-Management und eine Feinreinigung vor Übergabe des Gebäudes durchgeführt werden. Auch eine Karenzzeit von einigen Tagen vor dem Einzug schafft Entlastung nicht nur für gesundheitlich angeschlagene Menschen.

Bei den heute üblichen Gebäudequalitäten bezüglich der Luftdichtigkeit ist eine Lüftungsunterstützung durch eine Komfortlüftung unter baubiologischer Vorsorge eigentlich selbstverständlich – alleine schon, um den im Haus beziehungsweise in der Wohnung vom Mensch selbst verursachten CO_2 -Pegel auf einem niedrigen Niveau zu halten. Beim Einsatz einer gut konzipierten und fachgerecht ausgeführten technischen Lüftung werden dann auch alle VOC-Einflüsse aus dem Bauwerk, dem Mobiliar, den Wohntextilien, den Haushaltschemikalien und Körperpflegemitteln und nicht zuletzt auch der Radonpegel im Haus reduziert.



Abbildung 4: Das Holz der Weißtanne emittiert weniger Terpene als Fichtenholz (Foto: ©Achim Raschka/wikimedia.org)

Raumlufmessung – Nachweis flüchtiger organischer Verbindungen

Beim Einsatz des nachwachsenden Rohstoffes Nadelholz beim Neubau sowie bei der Möblierung von Häusern und Wohnungen kommt es nach der Messerfahrung des Autors je nach zeitlichem Verlauf der Bauaktivitäten, Art und Menge des eingesetzten Holzes sowie der Art der Verarbeitung immer wieder zumindest zu kurzzeitigen Richtwert-Überschreitungen (RW I) unter anderem bei den Terpenkohlenwasserstoffen,

Carbonsäuren und Aldehyden. Erschwerend bei der Bewertung der Messergebnisse kommt hinzu, dass Terpene in vielen Haushaltsprodukten wie Erkältungseinreibungsmitteln, Saunaaufgüssen, Haushaltsreinigern und Öl-Pflegemitteln enthalten sind. Carbonsäuren wie zum Beispiel Essigsäure sind auch Teil des menschlichen Stoffwechsels und in verschiedenen Haushaltsreinigern („Essigreiner“) enthalten. Solche Wohnsituationen erfahren dann bei den oben genannten Zertifizierungs- und Bewertungssystemen eine Abwertung bei der abschließenden Raumluftmessung, gleichzeitig wird den Holzinhaltsstoffen aber von verschiedenen Stellen eine sogar gesundheitsfördernde Wirkung zugeschrieben, wie nachfolgende Beispiele zeigen.

Gesundheitsfördernde Wirkung durch Holz

Das Forschungsteam um *Volker Mersch-Sundermann* vom Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene beim Universitätsklinikum Freiburg hat im Rahmen einer dreijährigen Humanstudie untersucht, ob VOC-Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen unerwünschte gesundheitliche oder toxische Effekte haben. Dabei kommen die Forschenden zu der Erkenntnis, dass eine Gefährdung des Menschen nicht zu erkennen ist. (*Kevekordes et al. 2011*)

Beim **Forschungsprojekt BIGCON-AIR** (Baubiologische Containerentwicklung für hochwertige Holzmodule) stufte die Probandinnen und Probanden ihr Wohlbefinden und die Luftqualität in den Testcontainern mit natürlichen Materialien als signifikant besser ein im Vergleich zu konventionellen Containerbauten. Zwei Wochen lang wurden die Probanden zu ihrem subjektiven Wohlbefinden sowie Wachheit und Müdigkeit, Angespanntheit und Gelassenheit befragt, zusätzlich wurden Reaktionsfähigkeit und Herzfrequenz gemessen. **Das Ergebnis: Natürliche Materialien, die in einem Raum verbaut sind, beeinflussen die Leistungs- und Erholungsfähigkeit positiv.** (*Stratev und Weigl 2015*)

Ziel der **Studie Innenraumklima Holz – Auswirkungen von Bauprodukten aus Holz auf das Innenraumklima und die Gesundheit der Nutzer** des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktion der TU München und des

Haus-Herstellers Baufritz war es, im Rahmen des Forschungsprojekts **HOMERA (HOLZ MENSCH RAUM)** mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen von Bewohnern von Wohnungen in Holzbauweise zu erforschen. (*Bodemer et al. 2017*) 282 Kundinnen und Kunden der Firma Baufritz gaben Auskunft mittels eines Fragebogens. Die Mehrheit der Befragten hatte sich bewusst für ein Haus in Holzbauweise entschieden, insbesondere Aspekte wie Behaglichkeit und Gesundheit standen dabei im Vordergrund. Der überwiegende Teil der Befragten hatte keinerlei Vorkenntnisse in Bezug auf flüchtige organische Verbindungen (VOC), allerdings hatten 99 % der Beteiligten Vorkenntnisse zu Formaldehyd. 72 % der Teilnehmer gaben an, dass sie einen positiven Unterschied der Innenraumluftqualität gegenüber einer konventionellen Bauweise empfanden, teilweise gingen sogar die gesundheitlichen Beschwerden von Vorerkrankungen zurück.

Waldbaden – *Shinrin yoku*



Abbildung 6: Waldbaden (japanisch „shinrin yoku“) bezeichnet einen bewusst erlebten, entspannend wirkenden Aufenthalt im Wald. Ein wichtiger Bestandteil von Shinrin Yoku ist das bewusste Erleben der Natur mit allen Sinnen, häufig in Kombination mit Entspannungsübungen. (Foto: © Joaquín Matos Morales/Wikimedia.org)

Qing Li von der Japanischen Gesellschaft für Waldmedizin, der „Vater der Waldmedizin“, ist Arzt und Umweltmediziner. Er hat seit 1988 die Auswirkungen von Umweltchemikalien, Stress und Lebensstil auf das Immunsystem an der Kagoshima University und der Nippon Medical School untersucht. Das Forschungsteam um *Li* wies nach, dass das Waldbaden eine ganze Reihe positiver Auswirkungen auf die menschliche

Gesundheit hat: Es erhöht die Aktivität von natürlichen Killerzellen. (*Li et al. 2007*) Dabei handelt es sich um Immunzellen, die eine wichtige Rolle bei der Abwehr von Bakterien, Viren und Tumoren spielen, was auf eine mögliche präventive Wirkung auf Krebs hindeutet.

Waldbaden reduziert Stress, verbessert den Schlaf, sorgt für Ruhe und Erholung und kann unter anderem eine präventive Wirkung bei Depressionen haben. Beim Waldbaden wirken mehrere positive Effekte zusammen, zum einen der Aufenthalt an der frischen Luft, die Ruhe im Wald, der Duft von Moos und Waldböden und nicht zuletzt der Mix an flüchtigen Holzinhaltsstoffen von Nadel- und Laubbäumen. (*Li et al. 2006 und 2007*)

Fazit

Holzprodukte geben eine Vielzahl von flüchtigen Substanzen ab, die einerseits die Gesundheit empfindlicher Personen beeinträchtigen, aber auch das Wohlbefinden von Bewohnerinnen und Bewohnern steigern können.

Um der Verunsicherung von Kunden, aber auch Anbietern von Holzprodukten entgegenzuwirken, sind Langzeitstudien zur gesundheitlichen Wirkung von Holzinhaltsstoffen dringend notwendig, um dann gegebenenfalls auch auf etablierte Richtwerte und Bewertungsschemen Einfluss zu nehmen.

Dipl.-Ing. (FH) *Karlheinz Müller*
Ingenieurbüro Baubiologie Müller
Hirtenu 8
D-87746 Erkheim/ Allgäu
Tel.: 0049 8336 80891

E-Mail: mueller-erkheim@t-online.de

Karlheinz Müller ist seit rund 29 Jahren als Dipl.-Ing. (FH) Holztechnik und Baubiologe (IBN / VDB) für Privatkunden, Geschäftskunden, Bildungseinrichtungen und Gemeinden tätig und deckt dabei beratungs- und messtechnisch alle Bereiche des Standards der baubiologischen Messtechnik (Technische Felder, Innenraumhygiene, Schimmelpilze) ab. Er ist vom VDB-personenzertifizierter baubiologischer Sachverständiger und betreibt in Erkheim / Allgäu eine vom Institut für Baubiologie und Nachhaltigkeit (IBN) zertifizierte Beratungsstelle. Er ist Mitglied im Vorstand des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen VDB e.V. und des Allergie-Vereins in Europa – AVE e.V.

Literatur und Links:

Allergieverein in Europa AVE e.V.
<https://www.allergieverein-europa.de>

Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF): AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft. *UMWELT & GESUNDHEIT* 15 1 (2004) 6-13, <https://www.agoef.de/orientierungswerte/agoef-voc-orientierungswerte.html> (aktualisierte Fassung vom 28. November 2013)

BNK (Bewertungssystem nachhaltiger Kleinwohnbau): <https://bau-irn.com>, (Stand Juli 2019)

Bodemer E, Kleinhenz M, Winter S: Gesundheitliche Interaktion von HOLZ – MENSCH – RAUM: HOMERA – Metastudie der TU München. Abschlussbericht DBU-Aktenzeichen 33277-25 (München 2017) online verfügbar: https://www.bgu.tum.de/fileadmin/w00blj/hb/04_Forschung/02_Abgeschlossene_Forschungsprojekte/2017/DBU-AZ_33277-25_HOMERA_12.01.18.pdf (Stand Juli 2018)

Bundesverband Deutscher Fertigung e.V. (BDF): Wirtschaftliche Lage der deutschen Fertigungsindustrie 2019 (<https://www.fertigung.de/bdf/unsere-branchen/>) Abruf 30. September 2020

DGNB (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen): Gebäudebewertungssystem DGNB Zertifizierung, <https://www.dgnb.de/de/verein/system/> (Stand Juli 2019)

Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR): Verbundvorhaben - FSP-Emissionen: Gesundheitliche Bewertung von Emissionen aus Holz und Holzprodukten in Innenräumen 2016-2019. <https://www.kiwuh.de/holz-holz-gesundheit/projekte-zu-holz-und-gesundheit> IBN (Institut für Baubiologie und Nachhaltigkeit) <https://www.baubiologie.de>

IRK (Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission) des Umweltbundesamtes und des Ausschusses für Umwelthygiene der AGLMB: Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. *Bundesgesundheitsblatt* 39 (1996) 422-5

IUG (Institut für Umwelt und Gesundheit): <https://www.iug-umwelt-gesundheit.de>, Stand September 2020

Kevekorde S, R Gminski R, Marutzky R, Fuhrmann F, Bürger W, Hauschke D, Ebner W, Mersch-Sundermann V: Humanstudie zum akuten Gefährdungspotenzial von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) aus Holz- und Holzwerkstoffen. *Gesundheitswesen* 73 3 (2011) P23. DOI: 10.1055/s-0031-1274472

Li Q, Morimoto K, Nakadai A, Inagaki H, Katsumata M, Shimizu T, Hirata Y, Hirata K, Suzuki H, Miyazaki Y, Kagawa T, Koyama Y, Ohira T, Takayama N, Krensky AM, Kawada T: Forest bathing enhances human natural killer activity and

expression of anti-cancer proteins. *Int J Immunopathol Pharmacol* 20 Suppl 2 (2007) 3-8

Li Q, Nakadai A, Matsushima H, Miyazaki Y, Krensky AM, Kawada T, Morimoto K: Phytoncides (wood essential oils) induce human natural killer cell activity. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 28 2 (2006) 319-33

Minergie ECO: Zusatzprodukt ECO <https://www.minergie.ch/de/zertifizieren/eco/> (Stand September 2020)

Stratev D, Weigl M: Endbericht FFG-Forschungsprojekt BIGCONAIR, Projektteil: Raumluftmessungen. Probandenstudie vom Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften der Universität Innsbruck und der Holzforschung Austria – Österreichische Gesellschaft für Holzforschung. (Wien 2015)

UBA (Umweltbundesamt) Richtwerte des Umweltbundesamtes (RW I und RW II) (Stand Juli 2019)

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuerinnenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc#textpart-1e>

VDB (Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V.): VDB-Zert – Das Bewertungssystem der Baubiologie für gesundes Bauen und Wohnen (Stand 09/2020):

<https://www.baubiologie.net/vdbzert.html>

Hühner auf der Stange: Holzbau als Beitrag zum Tierwohl

Es gibt Studien die belegen, dass Räume mit hohem Holzanteil einen positiven Einfluss auf das Wohlbefinden des Menschen haben. Die Frage ist, ob dies bei Hühnern genauso ist? Ein Forschungsteam an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) untersucht erstmals, ob es einen Zusammenhang zwischen dem in Ställen verbauten Material und der Tiergesundheit und dem Tierwohl gibt.

Holz wird in Hühnerställen vor allem zum Bau von Sitzstangen eingesetzt. Der überwiegende Teil der Haltungseinrichtungen besteht mittlerweile aus Kunststoff und Metall. Die Frage ist, warum ist das so? „Oft wird angeführt, dass Holz schlechter zu reinigen ist, schneller verschleißt und daher öfter ausgetauscht werden muss. Zusätzlich sind Kunststoffe und Metalle mittlerweile günstiger in der Fertigung und im Einkauf“, beobachtet *Anja Kampe*, akademische Mitarbeiterin an der HNEE. Bisher fehlen jedoch Daten, sodass ein Vergleich der verschiedenen Materialien nicht möglich ist. „Wir wollen daher verschiedene native Holzarten und Holz-Modifikationen miteinander auf ihre Beständigkeit in diesem Zusammenhang überprüfen. Dabei soll unter anderem geschaut werden, ob eine Holzart eventuell gegen

Parasiten zum Beispiel der Roten Vogelmilbe hilft, ähnlich wie Zirbenholz gegen Motten“, sagt *Gerriet Trei*, akademischer Mitarbeiter am Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz der HNEE. Ziel des Projekts sei eine Verbesserung des Tierwohls von Hühnern und anderem Geflügel durch gezielte Substitution von erdölbasierten Materialien (Kunststoffen) durch biobasierte nachwachsende Rohstoffe.



Abbildung: Huhn auf der Stange (Foto ©Liz Lawley/wikimedia.com)

Das Forschungsteam untersucht im Forschungsprojekt „HühnerHolz“ unterschiedliche Holzarten, Material- und Modifikationskombinationen, neue Konstruktionen und ökologische Beschichtungen. Auch der Einsatz von alternativen biobasierten Rohstoffen in festen und mobilen Hühnerställen an exemplarischen Stallkomponenten wird hierbei erforscht. „Bei den Beschichtungen wollen wir schauen, ob sich beispielsweise die Reinigungsmöglichkeit von Holz verbessern lässt“, ergänzt *Anja Kampe*.

Inwieweit sich durch den Einsatz von Holz langfristig auch Kosten für den Stallbau reduzieren lassen, ist noch nicht abschätzbar und eher schwierig zu kalkulieren. „Häufig werden Berechnungen nur für gesamte Ställe, also inklusive Außenhülle durchgeführt. In unserem Projekt konzentrieren wir uns jedoch auf die Einrichtung, vor allem der Aspekt der Haltbarkeit der Materialien spielt eine große Rolle“, meint *Gerriet Trei*.

Das HNEE-Team erhofft sich, dass neben der Verbesserung des Tierwohls, auch ein Beitrag für das Klima geleistet werden kann, wenn wieder mehr Stallrichtungen aus Holz gebaut werden.

Quelle: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, 26. August 2020