

(Bau-)Materialien beeinflussen das Innenraumklima und die Gesundheit

Reto Coutalides,
Coutalides Consulting, Schaffhausen

Wir sind <StubenhockerInnen>. Eine gesunde Raumluft ist deshalb unentbehrlich. In der Schweiz existieren aber für die wenigsten Innenraumschadstoffe verbindliche Vorgaben. Doch es gibt Alternativen.

Wir halten uns die meiste Zeit unseres Lebens in Innenräumen auf (vgl. Kasten unten). Deshalb ist es für die Gesundheit wichtig, dass diese Innenräume gut geplant und ausgeführt sind. Entscheidend sind dabei: ausreichender Luftwechsel, Baumaterialien und Einrichtungsgegenstände mit geringen Emissionen, genügende Wärmedämmung und ein angepasstes Nutzerverhalten. Die Tendenz, aus energetischen Gründen immer dichtere Gebäudehüllen anzustreben, hat tiefe Luftwechselraten und im ungünstigen Fall auch erhöhte Schadstoffkonzentrationen in den Innenräumen zur Folge.

Schadstoffe aus Baumaterialien

Alle Baumaterialien emittieren in einem gewissen Ausmass Stoffe. Ob diese für den Menschen bedenklich sind, hängt von der Emissionsrate, der Art des Stoffes und der Raumluftkonzentration ab. Die Innenraumschadstoffe (vgl. Kasten S. 11) können akute oder chronische Wirkungen haben. So sind



Einflüsse auf das Innenraumklima. Quelle: [1].

Lösemittel und Aldehyde – im speziellen Formaldehyd – die typischen Stoffe, wie sie bei Neu- und Umbauten in der Raumluft nachgewiesen werden können.

Je nach Konzentration in der Raumluft klagen die Menschen über Reizung von Augen, Nase und Rachen, Hautreizungen, Geruchs- und Geschmacksirritationen sowie über unspezifische Überempfindlichkeiten, die beim Betreten der betroffenen Räume

auftreten. Rund 26 Prozent aller Klagen im Zusammenhang mit einem schlechten Innenraumklima betreffen störende Gerüche.² Wie wir schon seit dem Sonnenkönig Louis XIV wissen, hilft parfümieren nichts. Wenngleich die <Beduftungsindustrie> das ganz anders sieht.

Formaldehyd – Emissionen über Jahrzehnte

Bei leichtflüchtigen Lösemitteln hilft oft in-

Relevante Raumluft

In Mitteleuropa verbringen wir fast 90 Prozent unserer Lebenszeit in Innenräumen. Je nach Alter und Aktivität atmen wir täglich 10 bis 20 m³ Luft ein. Das sind 12 bis 24 kg Luft, also weit mehr als wir essen und trinken.¹ Die Innenraumluft ist ein bedeutsamer Aufnahmepfad für Chemikalien. Entsprechend relevant ist es, auch hier eine gesundheitlich unbedenkliche Luftqualität sicherzustellen. Gemäss dem deutschen Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU)

sind Innenräume Wohnungen mit Wohn-, Schlaf-, Bastel-, Sport- und Kellerräumen, Küchen und Badezimmern, zudem Arbeitsräume (z. B. Büros, nicht aber Arbeitsräume der Industrie, die separat beurteilt werden), Innenräume in öffentlichen Gebäuden (Krankenhäuser, Schulen, Kindertagesstätten, Sporthallen, Bibliotheken, Gaststätten, Theater, Kinos und allg. öffentliche Veranstaltungsräume) sowie das Innere von privaten und öffentlichen Verkehrsmitteln.

¹ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuerinnenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc#textpart-2>

² Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF): Anlässe für Innenraumuntersuchungen 2006–2012 (n=6624), 2013.

³ www.eco-bau.ch

⁴ Umweltbundesamt: Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten Handreichung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden. Bundesgesundheitsblatt, 2007, 50:990–1005.

⁵ Coutalides R.: Raumluftqualität – Messen, Interpretieren, Bewerten. HK-Gebäudetechnik 4/17.

⁶ Liste der Richtwerte: www.umweltbundesamt.de. Der deutsche Ausschuss Innenraumrichtwerte (AIR) besteht aus VertreterInnen aus 17 verschiedenen Landes- und Bundesbehörden (Landesgesundheitsämter, Bundesinstitut für Risikobewertung, Deutsches Institut für Bautechnik, Umweltbundesamt, u.a.m.).



Schulzimmer mit grossem Anteil an geölten Holzwerkstoffen. Quelle: [1].

© zvg

tensives Lüften (vgl. Grafik S. 12), was aber vor allem in der kalten Jahreszeit problematisch ist. Diese Massnahme hilft jedoch nur, wenn keine Lösemitteldepots in tieferen Bau- oder Materialschichten vorliegen.

Bei Formaldehyd, das ebenfalls akute gesundheitliche Reaktionen hervorruft, liegt der Fall etwas anders. Formaldehyd entsteht bei der Hydrolyse des Bindemittels (Kleber aus Harnstoff-Formaldehydharz) in Holzwerkstoffen durch Feuchtigkeit. Je höher die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit oder die Feuchte im Bauteil sind, desto höher klettert die Emissionsrate an Formaldehyd. Der Holzwerkstoff liefert solange Formaldehyd nach, bis sein Kleber vollständig zersetzt ist. In alten Schulhäusern mit entsprechenden Holzwerkstoffplatten kann Formaldehyd deshalb auch nach dreissig Jahren noch in Konzentrationen nachgewiesen werden, die über dem Richtwert des Bundesamts für Gesundheit BAG liegen. Auch neu erstellte oder renovierte Bauten mit Holzwerkstoffen können im ungünsti-

gen Fall hohe Formaldehydkonzentrationen in der Raumluft aufweisen (vgl. Grafik unten).

Sicherheit für eine gute Raumluftqualität bieten nur genaue Vorgaben des Architekten beim Ausschreiben der Bauleistungen und entsprechende Kontrollen während der ganzen Planungs- und Ausführungsphase.³ Es gibt formaldehydfreie Holzwerkstoffe und auch Parkettböden können lösemittelfrei geölt oder schon so geölt auf die Baustelle geliefert werden. Verschiedene Gebäudelabel nehmen sich dieser Problematik des «gesunden» Bauens an und bieten eine gewisse Unterstützung (vgl. [2], S. 122–127). Raumluftmessungen können nützlich sein, um eine objektive Beurteilungsgrundlage bei der Bauabnahme und bei Klagen zu erhalten. Für die wichtigsten Raumluftschadstoffe gibt es Leitwerte und Richtwerte.^{4,5}

Keine verbindlichen Beurteilungswerte

Im Gegensatz zu den schweizerischen Be-

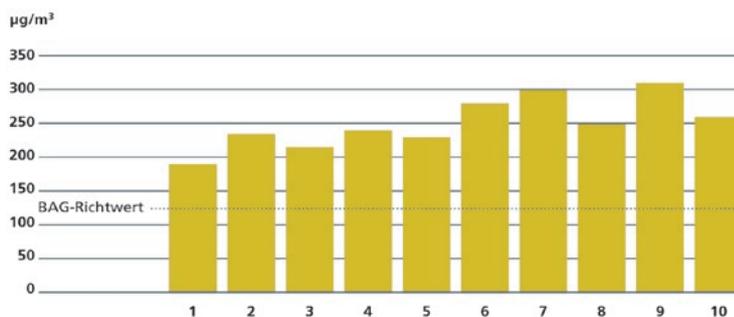
hörden stellt das Umweltbundesamt in Deutschland eine Methodik zur Verfügung, wie man Richtwerte für Schadstoffe in der Raumluft herleitet. Das Amt publiziert zudem eine Liste von häufig im Innenraum vorkommenden Substanzen mit ihren toxikologisch hergeleiteten Richtwerten.⁶ Für diese Substanzen liegen ausreichende toxikologische Grundlagen vor. Diese Richtwerte haben aber weder in Deutschland, geschweige denn in der Schweiz rechtliche Verbindlichkeit. Mit der Zeit wurden die Richtwerte in der Praxis aber Usus bei der Beurteilung von Innenraumbelastungen. In Deutschland wurden sie de facto sogar justiziabel, weil man nichts Besseres zur Verfügung hat.

Man unterscheidet dabei Richtwerte II (RW-II) und Richtwerte I (RW-I). Der 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

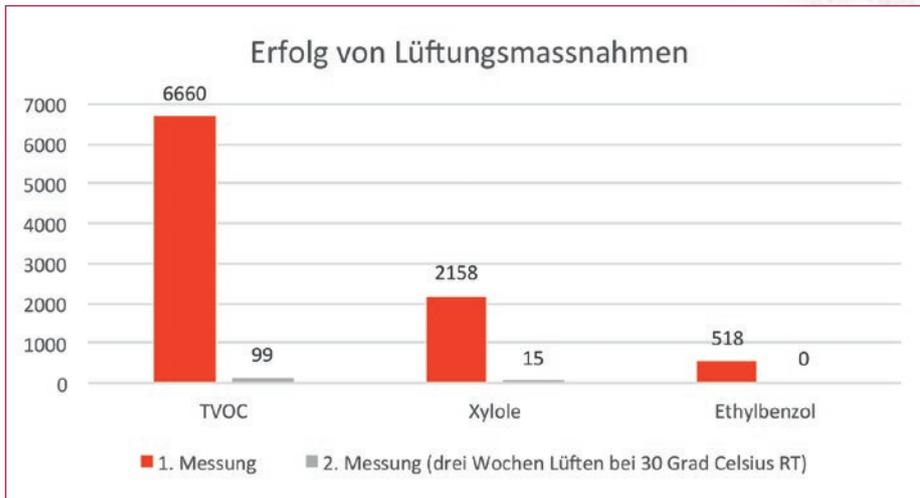
Chemikalien und Fasern im Innenraum

- VOC (flüchtige organische Verbindungen)
- Holzschutzmittel
- Pestizide
- Pyrethroide (synthetische Insektizide)
- PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)
- PCB (polychlorierte Biphenyle)
- Flammschutzmittel
- Weichmacher (Phthalate)
- Asbestfasern
- Glasfasern
- Keramikfasern

Raumluftkonzentrationen von Formaldehyd



Formaldehyd aus furnierten Holzplatten, nachgewiesene Raumluftkonzentrationen in 10 Klassenzimmer eines renovierten Schulhauses im Frühjahr bei eingeschalteter Heizung. Quelle: [2].



Erfolg von Lüftungsmassnahmen bei leichtflüchtigen Lösemitteln, hier aus einem Sperranstrich.

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».⁷

Der Richtwert-I stellt die Konzentration dar, bei der auch bei lebenslänglicher Exposition keine negativen Auswirkungen auf die Gesundheit zu erwarten sind. Liegt eine gemessene Konzentration zwischen RW I und RW II besteht aus raumlufthygienischer Sicht Handlungsbedarf (vgl. Kasten unten).

Richtwerte und Leitwerte

Für derzeit 50 toxikologisch relevante Substanzen, welche häufig in Bauprodukten verwendet werden und deshalb in Innenräumen vorkommen, wurden solche RW-II und

RW-I Werte hergeleitet. Jedes Jahr kommen neue Substanzen dazu. Bei grossen Substanzfamilien, wie z. B. den Glykolderivaten (Lösemittlersatz z. B. in Anstrichstoffen⁸) wurden zudem Vorgehensweisen publiziert, wie die Richtwerte von noch nicht beurteilten Verbindungen hergeleitet werden können.⁹

Parallel zu den Richtwerten bestehen sogenannte Leitwerte, welche aus raumlufthygienischen Kriterien abgeleitet wurden. Gemäss dem Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR)¹⁰ im deutschen Umweltbundesamt versteht man unter einem Leitwert «einen hygienisch begründeten Beurteilungswert eines Stoffes oder einer Stoffgruppe». Leitwerte werden festgelegt «wenn systematische praktische Erfahrungen vorliegen, dass mit steigender Konzentration die Wahrscheinlichkeit für Beschwerden oder nachteilige gesundheitliche Auswirkungen zunimmt, der Kenntnisstand aber nicht ausreicht, um toxikologisch begründete Richtwerte abzuleiten».¹¹ So wurden z. B. für die Summe aller flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) Leitwerte

Bewertung chemischer Raumlufbelastung

Richtwert II (RW-II): Wert in einem Bereich, bei dem Schäden für die Gesundheit mit hinreichender Wahrscheinlichkeit anzunehmen sind. Toxikologisch abgeleiteter und begründeter Wert. Unverzögliches Handeln ist angesagt.

Richtwert I (RW-I): Gesundheitliche Beeinträchtigungen sind nicht zu erwarten, selbst wenn ein Mensch diesem Stoff ein Leben lang ausgesetzt ist. Kein Handlungsbedarf.

Werte zwischen RW-I und RW-II: Konkreter Handlungsbedarf.

⁷ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheits/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc#textpart-3>

⁸ Vor allem mit Wasser verdünnbare Farben, Lacke etc.

⁹ Richtwerte für Glykolether und Glykolester in der Raumluft, Bundesgesundheitsblatt 2013, 56:286–320.

¹⁰ Vgl. Fussnote 6.

¹¹ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheits/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte-vormals-ad-hoc#textpart-4>; Leitwerte wurden bisher festgelegt für CO₂, CO, TVOC und für Feinstaub (PM 2,5).

¹² <http://www.coutalides.ch/media/Fragebogen%20neutral.pdf>

¹³ Eine neue Risikoevaluation von Radon führte weltweit (inkl. CH) zu verschärften Richt- und Grenzwerten. Der Bund formulierte einen Radonaktionsplan 2012–2020 mit Massnahmen. Weitere Infos: www.ch-radon.ch und www.icrp.org.





Mit Teeröl getränkter Unterlagsboden führte in einem Schulhaus zu kontaminierter Raumluft und Geruchsbelästigungen.

© zvg

Das Nachschlagewerk zu Schadstoffen in Innenräumen und gesundem Bauen [2].

© zvg

in fünf Stufen definiert und dazugehörige Massnahmen formuliert. Diese Leitwerte wurden auch vom Schweizer Bundesamt für Gesundheit BAG übernommen. Auch die für Kohlendioxid häufig verwendeten und zitierten Werte sind Leitwerte und damit ausschliesslich raumlufthygienisch begründet.

Neben den Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen ist das Nutzerverhalten der dritte entscheidende Einflussfaktor auf das Innenraumklima. Kerzen, Duftlämpchen, Luftbefeuchter und unsachgemässes Lüften sind häufige Gründe für ein schlechtes Innenraumklima.

Hilfestellung für Ärztinnen und Ärzte

Für Ärztinnen und Ärzte ist es wichtig, bei gesundheitlichen Problemen auch an Schadstoffe in Innenräumen zu denken. Insbesondere, wenn alle anderen Möglichkeiten ausgeschlossen werden können. Es empfiehlt sich, eine entsprechende Abfrage mit einem speziell dafür entwickelten, standardisierten Fragebogen durchzuführen (vgl. unten).¹²

Im Gegensatz zu den akut wirkenden chemischen Schadstoffen, gibt es eine ganze Reihe von problematischen Stoffen in Innenräumen, die hauptsächlich eine chronische Wirkung haben. Es sind dies Ge-

Patienten-Befragung zu Änderungen im Wohnumfeld

Der standardisierte Fragebogen des Bundesamtes für Gesundheit BAG fragt u. a. nach:

- Renovationen, Einzug in Neubau?
- Neue Möbel und Einrichtungsgegenstände?
- Benutzung von Duftkerzen etc.?
- Lüftungssituation und -gewohnheiten?
- Verarbeitung chemischer Erzeugnisse etc. (Hobbies)?
- Veränderte Aussenumgebung?



bäudeschadstoffe, die uns als «Altlasten» aus vergangenen Jahrzehnten noch heute beschäftigen. Dazu gehören Asbest, Pentachlorphenol, Lindan (Holzschutz), polychlorierte Biphenyle (Weichmacher in Fugen) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (Teerölkontaminierte Baustoffe). Solche Gebäudeschadstoffe können mit Screenings und Gebäudechecks erfasst und entsprechende Materialien anschliessend sachgemäss entfernt werden. Bei Umbauten ist z.B. die vorgängige Abklärung auf Asbest heute Vorschrift. Zu den chronisch wirkenden Stoffen in Gebäuden gehört auch Radon.¹³

Literatur

[1] Coutilides R., Ganz R., Sträuli W., 2002: Innenraumklima. Keine Schadstoffe in Wohn- und Arbeitsräumen. Werd Verlag, Zürich, www.werdverlag.ch.

[2] Coutilides R. (Hrsg.), Sträuli W., 2015: Innenraumklima. Wege zu gesunden Bauten. 3. Auflage, Werd Verlag, Zürich, www.werdverlag.ch. ■

Der Chemiker **Reto Coutilides** hat 25 Jahre Erfahrung mit den Themen gesundes und nachhaltiges Bauen sowie Schadstoffen in Innenräumen. Er ist Mitglied der Kommission Innenraumlufthygiene im Umweltbundesamt Deutschland und hat einen Lehrauftrag an der Hochschule Luzern. Als Inhaber der Beratungsfirma Coutilides Consulting erstellt er auch Schadensexpertisen und unterstützt Architekten beim gesunden Bauen. rc@coutilides.ch, www.coutilides.ch