

Wohnmedizin Heute

Klaus Fiedler, Manfred Pilgram, Mario Blei

Die Wohnmedizin will negative Einflüsse der Wohnumwelt vermeiden und positive nutzen um Gesundheitsstörungen und Erkrankungen zu verhüten und das Wohlbefinden zu steigern. Nachdem es in den vergangenen Jahrzehnten vor allem darum ging, Schadstoffe aus Wohnungen zu entfernen und schädliche Emissionen aus dem Außenraum zu reduzieren, werden in Zukunft gesundheitsfördernde Maßnahmen im Vordergrund stehen.

1. Einleitung

Untersuchungsgegenstand der Wohnmedizin ist die Interaktion von Raumausstattung, Bausubstanz und Baumgebung (chemische, physikalische, biologische

Faktoren) mit menschlichen Erfordernissen und Bedürfnissen. Eine Vielzahl von Faktoren, beeinflusst die Gesundheit des Menschen in seiner Wohnung (Abb. 1). Ca. 90 % der Lebenszeit halten wir uns in Innenräumen auf. Deshalb haben Fragen der Wohnmedizin eine hohe gesundheitliche Relevanz! Dieser Bereich ist aber in Deutschland aus medizinischer Sicht rechtlich völlig ungenügend geregelt. Außer einigen Baunormen, Vorschriften für Bauprodukte und innenraumlufthygienischen Werten, gibt es keine spezielle Rechtsvorschrift welche sich mit der Wohnungshygiene bzw. Wohnmedizin beschäftigt.

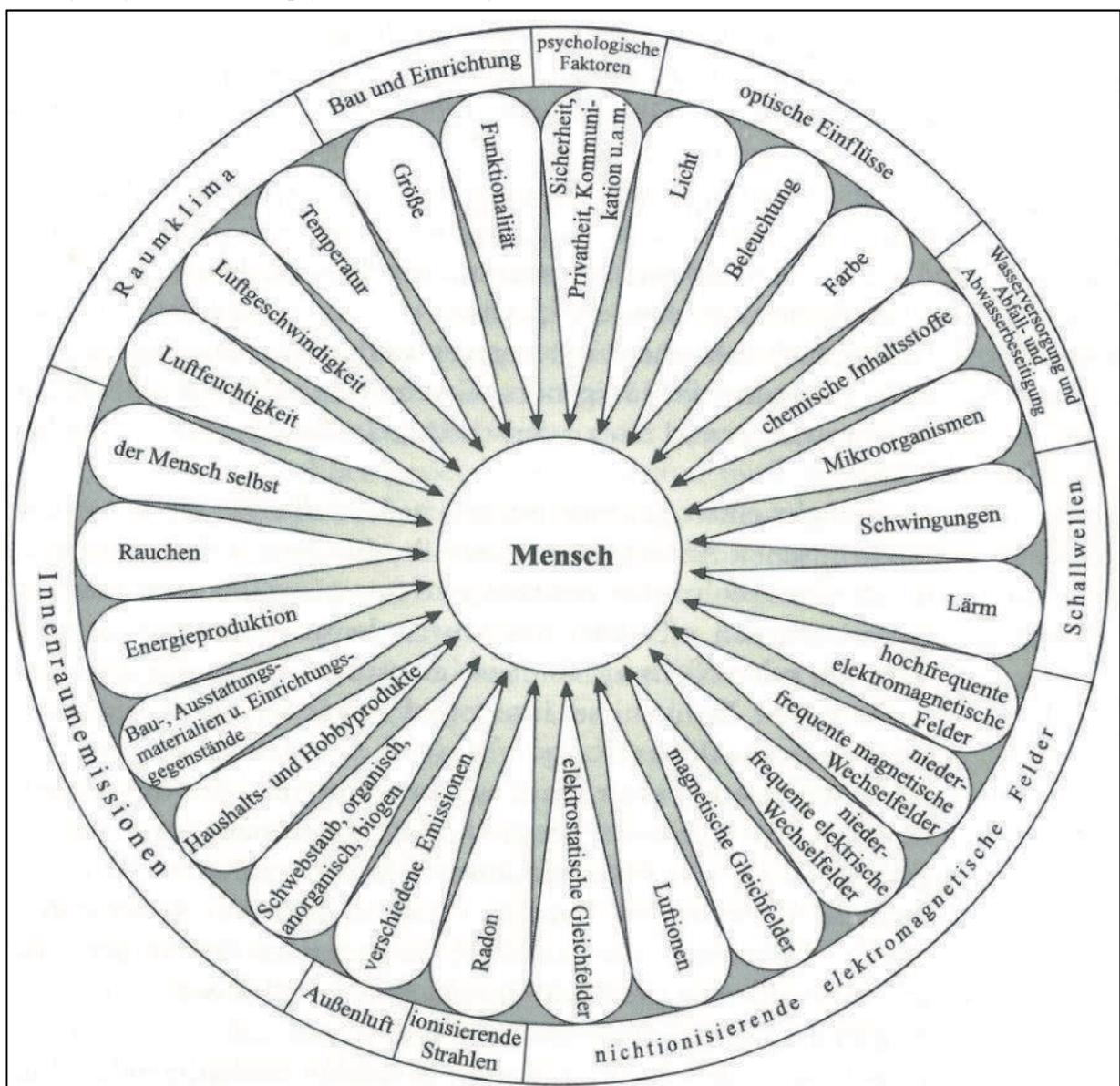


Abb. 1: Einflussfaktoren auf den Menschen in seiner Wohnung [5]

2. Aktuelle wohnmedizinische Risikofaktoren

In den letzten Jahrzehnten wurde eine Vielzahl von Schadstoffen in den Wohnungen gefunden und entfernt. Hierbei handelte es sich u. a. um Asbest, mit bedenklichen Holzschutzmitteln behandelten Hölzer, formaldehydhaltigen Spanplatten und Dämmstoffe mit potenziell krebserregenden künstlichen Mineralfasern.

Die wichtigsten, mit den Leben in Wohnungen verbundenen, aktuellen Risikofaktoren in Deutschland sowie anderen Industrieländern sind:

1. Tabakrauchen: 121.000 Menschen starben 2013 an den Folgen des Rauchens, das waren 13,5 % aller Todesfälle [3].
2. Lärm: Millionen Menschen haben verkehrslärmbedingt ein erhöhtes Risiko für ischämische Herzerkrankungen. Männer die mindestens 10 Jahre in lauten Wohnungen (mit einem Tages-Mittelungspegel von über 65 dB (A) außerhalb der Wohnung) lebten, hatten ein um 20-30 % höheres Risiko, einen Herzinfarkt zu erleiden als Männer aus ruhigeren Gebieten. Es ist zu befürchten das ca. 3 % aller Herzinfarktfälle in Deutschland durch Straßenverkehrslärm hervorgerufen werden [11]
3. *Ungünstiges Raumklima:*
Millionen Menschen haben eine Schimmelpilzallergie. Der Faktor „Feuchte“ erhöhte in einer Zusammenfassung von 61 Studien das relative Risiko der Bewohner für Atemwegserkrankungen um das 1,4-2,2-fache [1].
Gesundheitsstörungen und Erkrankungen können durch zu warme, zu kalte und zu trockene Raumluft, aber auch durch eine zu hohe Differenz der Temperatur der Umgebungsflächen zur Raumlufttemperatur auftreten.
4. *Feinstaub:* 44.900 vorzeitige Todesfälle wurden im Mittel jährlich im Zeitraum zwischen 2007-2015 auf die Feinstaubexposition in ländlichen und städtischen Gebieten in Deutschland zurückgeführt [10].
5. *Radon:* 20.000 Todesfälle durch Lungenkrebs werden pro Jahr in der Europäischen Union (in Deutschland 1900) durch Radon verursacht [2]
6. *Innenraumemissionen:* Bauprodukte (Chemikalien, Geruch): Gesundheitsstörungen und Erkrankungen durch Emissionen insbesondere flüchtiger organischer Verbindungen aus Bau- und Ausstattungsmaterialien,

Einrichtungsgegenständen, Haushalts- und Hobbyprodukten

7. *Emissionen von Menschen* (insb. CO₂, Gerüche) die bei ungenügender Lüftung akkumulieren.

Weitere Einflussfaktoren der Wohnung sind deren Größe, Bau und Einrichtung einschließlich Beleuchtung, wohnpsychologische Faktoren und sonstige Allergene.

3. Maßnahmen zur Vorbeugung und Bekämpfung der Risikofaktoren im Innenraum

Tabakrauchen als Hauptrisikofaktor im Innenraum ist durch eine konsequente Gesundheitserziehung, gesundheitsbewusstes Verhalten und regulierende Vorgaben im öffentlichen Raum entscheidend zu reduzieren.

Die größte Gesundheitsgefahr des *Lärms* geht vom Straßenverkehr aus. Hier sind in erster Linie Maßnahmen zur Verkehrsreduzierung und -distanzierung, leisere Motoren, schallmindernde Straßenbeläge und verkehrslenkende Maßnahmen zu nennen. In zweiter Linie geht es um die Verringerung der Immissionen in den Wohnungen durch Schallschutzfenster.

Der Hauptschadfaktor eines *ungünstigen Raumklimas* ist zu hohe Feuchtigkeit mit oftmals resultierendem Schimmelbefall von Räumen. Ursachen hierfür können eindringende Feuchtigkeit durch bauliche Mängel oder Kondenswasserbildung (Taupunktunterschreitung) bzw. Wärmebrücken oder falsche Wohnungsnutzung (zu geringe Lüftung, zu starke Feuchtigkeitsentwicklung, zu niedrige Raumtemperatur) sein.

Weiter gilt es darum, eine Behaglichkeitstemperatur von meist 18-22 °C im Winter sowie ein Raumluftfeuchte von ca. 20-40 % zu sichern.

Die größte Menge des *Feinstaubs* wird über die Außenluft in die Wohnungen getragen. Hauptverursacher ist der Kraftfahrzeugverkehr insb. durch Dieselfahrzeuge mit unzureichenden Feinstaubfiltern. Erhebliche Quellen der Feinstaubbelastung im Innenraum bilden Feuerstätten mit offenem Verbrennungsraum, das Zigarettenrauchen, aber auch brennende Kerzen.

Probleme mit erhöhten *Radonkonzentrationen* in Wohnungen bestehen in Deutschland nur in bestimmten geographischen Lagen. Für radonbelastete Gebäude kann durch verschiedene organisatorische und bauliche Maßnahmen die Immission erheblich gesenkt werden. Als Sofortmaßnahmen werden verstärkte Lüftung und ggf. Umnutzung von Räumen empfohlen. Bei einer Sanierung geht es insb. um eine Abdichtung zwischen Keller und

bewohnten Gebäudeteilen, eine Unterbodenabsaugung, Radondrainage sowie um mechanische Zuluftanlagen in Wohnräumen.

Die *Innenraumemissionen* sind zu begrenzen. Deshalb sollten vorwiegend solche Produkte und Einrichtungsgegenstände eingesetzt werden, welche als emissionsarm deklariert sind. Unterstützend wirken hier verschiedene Umweltlabel z.B. der „Blaue Engel“.

Folgende Kategorien von Produkten sind hierbei besonders zu beachten:

- Bau- und Renovierungsmaterialien, Haushalts- und Hobbyprodukte: flüchtige und schwer flüchtige organische Verbindungen, Isocyanate/Diisocyanate, Aldehyde, Fungizide, Stäube, Asbest und andere Fasern, anorganische Gase, mikrobielle Belastungen durch Pilze oder Bakterien
- Laserdrucker, Kopierer: Ozon, Feinstaub
- Einrichtungsgegenstände: flüchtige und schwerflüchtige organische Verbindungen
- Energieproduktion: Stickstoffoxide, Kohlenstoffoxide, flüchtige organische Verbindungen, Wasserdampf, Schwebstaub und höhersiedende organische Verbindungen (z.B. PAK)
- Tierhaltung: Milben, flüchtige und schwer flüchtige organische Verbindungen, Aldehyde, Fungizide, Stäube, Asbest und andere Fasern, mikrobielle Belastungen durch Pilze oder Bakterien

4. Wärmedämmung mit luftdichten Fenster als Schadstofftrigger

Die Energiesparverordnungen haben im Laufe der Zeit ständig höhere Wärmedämmungen der Gebäudehülle gefordert. Parallel hierzu wurde der Luftwechsel bei geschlossenen Fenstern immer geringer. Der hygienisch erforderlichen Luftwechsel von $0,5 \text{ h}^{-1}$ in Wohnungen ist dadurch in der Praxis auf $0,2 \text{ h}^{-1}$ und weniger gesenkt worden, d. h. statt des erforderlichen Luftaustausches von 50 % der Innenraumluft pro Stunde werden nur noch 20 % bei geschlossenen Fenstern ersetzt! Dadurch können Innenraumemissionen bis zu gesundheitlich bedenklichen Konzentrationen ansteigen. Hierzu gehört auch das von Menschen und Tieren ausgeatmete Kohlendioxid (CO_2) welches sich in Innenräumen bei ungenügender Lüftung so

akkumulieren kann, dass gesundheitsbeeinträchtigende Konzentrationen erreicht werden.

Das Umweltbundesamt legte 2008 für CO_2 fest, dass nur Konzentrationen bis

$< 1000 \text{ ppm}$ hygienisch unbedenklich sind [9]. Fehlmann und Wanner [4] untersuchten Schlafzimmer in Neubauten mit reduzierten Lüftungszahlen und fanden Konzentrationen der CO_2 -Konzentration in Schlafzimmern bis 2973 ppm.

Nach Münzenberg [7] wird in einem durchschnittlichen Schlafzimmer das mit zwei Personen belegt ist, bei einer Luftwechselzahl von $0,2 \text{ h}^{-1}$ bereits nach einer Stunde der Richtwert von 1000 ppm CO_2 erreicht – und hier hat die Nacht gerade erst begonnen! So könnten Kopfschmerzen und mangelnde Leistungsfähigkeit nach dem Aufwachen bei ungenügender Lüftung eine Folge erhöhter CO_2 – Konzentrationen sein.

Selbstverständlich steigt auch die Luftfeuchtigkeit bei einer derartig geringen Luftwechselzahl an und es kann zu Feuchtigkeitskondensation an den Wänden mit Auftreten von Schimmelpilzbefall kommen.

Es ist nicht zu verstehen, dass wir mit viel Aufwand Neubauten errichten, darauf achten, dass Baumaterialien nur wenig Emissionen abgeben, dann aber durch dichtschießende Fenster, sonst harmlose Substanzen zu einer Höhe akkumulieren lassen, welche gesundheitsbeeinträchtigend wirkt!

Abgesehen davon ist die Wärmedämmung mit dem vorwiegend eingesetzten Polystyrol (Styropor) sehr problematisch, weil ein Zimmerbrand zum Abbrennen ganzer Hochhausfassaden führen kann. Die Brandgase enthalten Stickgase und andere lebensgefährliche Gifte, darunter auch das Seveso-Dioxin. Das im Styropor verwendete Flammschutzmittel HBCD (Hexabromcyclododexan) gilt als besorgniserregende Stoff, ist aber weit in der Umwelt verbreitet und kann sich in der Nahrungskette des Menschen anreichern.

Gemäß der Energiesparverordnung gedämmte Wohngebäude müssen deutlich häufiger gelüftet werden, als es bei Häusern ohne dichtschießende Fenster erforderlich ist. Falls das durch die Bewohner nicht zu sichern ist, kann nur eine zusätzliche Entlüftungsmöglichkeit z.B. durch Außenluftdurchlasselemente oder durch Einbau einer Entlüftungsanlage, dauerhaft Abhilfe bringen.

5. Überwachung, Öffentlichkeitsarbeit, Lehre und Forschung

Bei Verdacht auf gesundheitsschädigende Wirkung einer Wohnung sind die ersten Ansprechpartner in vielen Fällen die behandelnden Ärzte, welche sich zum Teil auch durch umweltmedizinische Weiterbildungen die Fähigkeiten erworben haben, hier sachkundig helfen zu können. Neben den Fachärzten für Hygiene und Umweltmedizin gibt es seit 2006 eine berufsbegleitende Qualifikation für Ärzte, welche Grundlagen und Methoden der Umweltmedizin, die Umweltbelastung, klinisch-umweltmedizinische Aspekte und einen Praxisteil enthält. Umweltmedizinische Beratungsstellen finden wir an Universitäten, Hochschulen, Gesundheitsämtern, selbstständigen Instituten für Hygiene, ausgewiesenen medizinischen Praxen sowie in einigen Klinikabteilungen.

Die momentan einzige Hochschule, an der das Fach 'Wohnmedizin' in der BRD gelehrt wird, ist die Hochschule Ostwestfalen-Lippe (HOWL) an ihrem Standort in Detmold.

Nach der dort gültigen Philosophie:

"Medizin kann immer mehr Krankheiten erkennen und heilen, Architektur und Innenarchitektur können immer mehr Krankheiten verhindern"

wird den Studierenden im Fachbereich 1 (Architektur, Innenarchitektur, Städtebau) ein Gefühl dafür vermittelt, wie man durch den Wohnbereich erkranken kann, aber auch wie ein geschickt gestalteter Wohnbereich glücklich macht.

Den Bachelor-Studierenden wird eine dreistündige Wochenveranstaltung mit insgesamt 15 Vorlesungen angeboten. Die Schwerpunkte sind hierbei Grundlagen der Wohnmedizin, wohnmedizinische Diagnostik, umweltbezogene Gesundheitsstörungen, Schimmelpilze, Elektromog, Heimtierhaltung, Schallschutz, Sick Building Syndrom, Building Related Illness und Wohnpsychologie

[8]. Die Vorlesung wird durch praktische Übungen ergänzt. Die Master-Studierenden überprüfen die wohnmedizinischen und baubiologischen Umstände verschiedener Einrichtungen (z. B. Hotel, Altenheim, Kindergarten etc.) oder sind am Umbau von Altenwohnungen und Häusern beteiligt. Die Anfragen bzgl. der Begleitung bei Bachelor- und Master-Arbeiten nehmen immer mehr zu.

Wohnmedizinische Forschung ist in die Einrichtung (PerceptionLab) der Hochschule integriert. Hauptforschungsfeld ist der Einfluss von Raum auf Gesundheit und Wohnzufriedenheit.

Vor kurzem wurde eine Wohnmedizinische Checkliste (www.checkliste-gesundes-wohnen.de) als Orientierungspunkt für jedermann entwickelt [6].

Ab dem Sommersemester wird das Fachgebiet Wohnmedizin um die Bereiche Baubiologie und Bauhygiene erweitert. Inhaltlich geht es um den aktuellen Stand der Wissenschaft und Forschung über die Methoden zur Planung, Prüfung und Sanierung von Bauwerken, um gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu schaffen. Die Studenten lernen hier, welche verschiedenen Faktoren auf das physische und psychische Wohlbefinden des Menschen in seiner Wohnung Einfluss nehmen.

Praktische Vorführungen von Messsystemen und modernster Sanierungstechnik begleiten die Lehrveranstaltungen.

Die Intention ist die Vermeidung von Fehlern u.a. in der hauptberuflichen Tätigkeit bei der Sanierung von Baumängeln, Brand oder Leitungswasserschäden im Bestand.

Das stellt in der Praxis eine fast unlösbare Problematik bei der immer häufigeren Verwendung von z.B. einer von geschichteten organischen Materialien geprägten Außenhülle dar, die vieles kann nur eins nicht darf: „nass“ werden.

Seit 2011 organisiert die Hochschule jährlich ein Wohnmedizinisches Symposium mit interdisziplinärer Zuhörerschaft. Die Teilnehmerzahl wächst kontinuierlich.

Das „8. Wohnmedizinische Symposium“ der Hochschule Ostwestfalen-Lippe vom letzten Jahr, gemeinsam organisiert durch die Gesellschaft für Wohnmedizin, Bauhygiene und Innenraumtoxikologie e.V. und dem Privatinstitut für Innenraumtoxikologie - Dr. Blei GmbH, Jena, fand in Rheinau-Linx am 08. November 2018 statt. Schwerpunktthemen waren aus dem Blickwinkel der medizinischen und sachverständigen Sicht Asbestbelastungen in Klebern, Putzen und Spachtelmassen, der Umgang mit schadenbedingten Geruchsbelästigungen nach Brand- und Wasserschadensereignissen sowie die Bewertung und Erfassung der Radonproblematik in Innenräumen.

6. Die Zeitschrift für Wohnmedizin und Bauhygiene

1962 wurde die Zeitschrift erstmals von der Deutschen Gesellschaft für Wohnmedizin und Bauhygiene (DGW) herausgegeben (Abb. 2). Zu den Aufgaben zählt die Erforschung, der Erfahrungsaustausch, die Schulung und Publikation über Methoden zur Planung, Prüfung und Sanierung von Bauwerken, um gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu schaffen.

Die Gesellschaft für Wohnmedizin, Bauhygiene und Innenraumtoxikologie e.V. vergibt auf Antrag eines Herstellers von wohnmedizinisch relevanten Produkten ein Zertifikat "wohnmedizinisch empfohlen". Dieses Zertifikat wird auf der Homepage der Gesellschaft sowie in einer Ausgabe der Zeitschrift Wohnmedizin veröffentlicht (Abb. 3).

Kriterien für die Vergabe des Zertifikats "wohnmedizinisch empfohlen" können alle objektiven bzw. verobjektivierbaren Kriterien in technischer oder wohn-physiologischer Hinsicht sein, die Auswirkungen auf Aspekte der Wohngesundheit haben und finden sich auf der Homepage der Gesellschaft

7. Zukünftige Aufgaben der Wohnmedizin

Die Lösung des Widerspruchs zwischen der Forderung nach luftdichten Gebäuden und ausreichender Belüftung von Wohnungen (30 m³ Frischluft/h pro Person, Luftwechsel 0,5 h⁻¹) ist eine der wichtigsten Aufgaben der nächsten Zeit, welche nur gemeinsam zwischen Gesetzgebern, Planern, Architekten, Bauingenieuren, Bauherren, Nutzern der Wohnungen und Wohnmedizinern gelöst werden kann.

Sensoren könnten künftig in Wohnungen mit geringen Luftwechselzahlen den CO₂-Gehalt der Luft messen und eine Warnung an das Handy mit der Aufforderung zum Lüften schicken oder an eine Alarmanlage im Haus senden, wenn sich die Kohlendioxidkonzentration der Grenze von 1000 ppm nähert. Es ist auch möglich die Sensoren mit einer Öffnungsmechanik von Fenstern bzw. einer automatischen Be- und Entlüftungsanlage zu koppeln. Zur Vermeidung einer Schimmelpilzbildung in Wohnungen wäre auch eine Messung des Raumluftfeuchtigkeitsgehaltes möglich, wobei Sensoren erhöhte Konzentrationen melden und auch ggf. automatisch Gegenmaßnahmen einleiten (z.B. Lüftung, Erhöhung der Raumtemperatur).

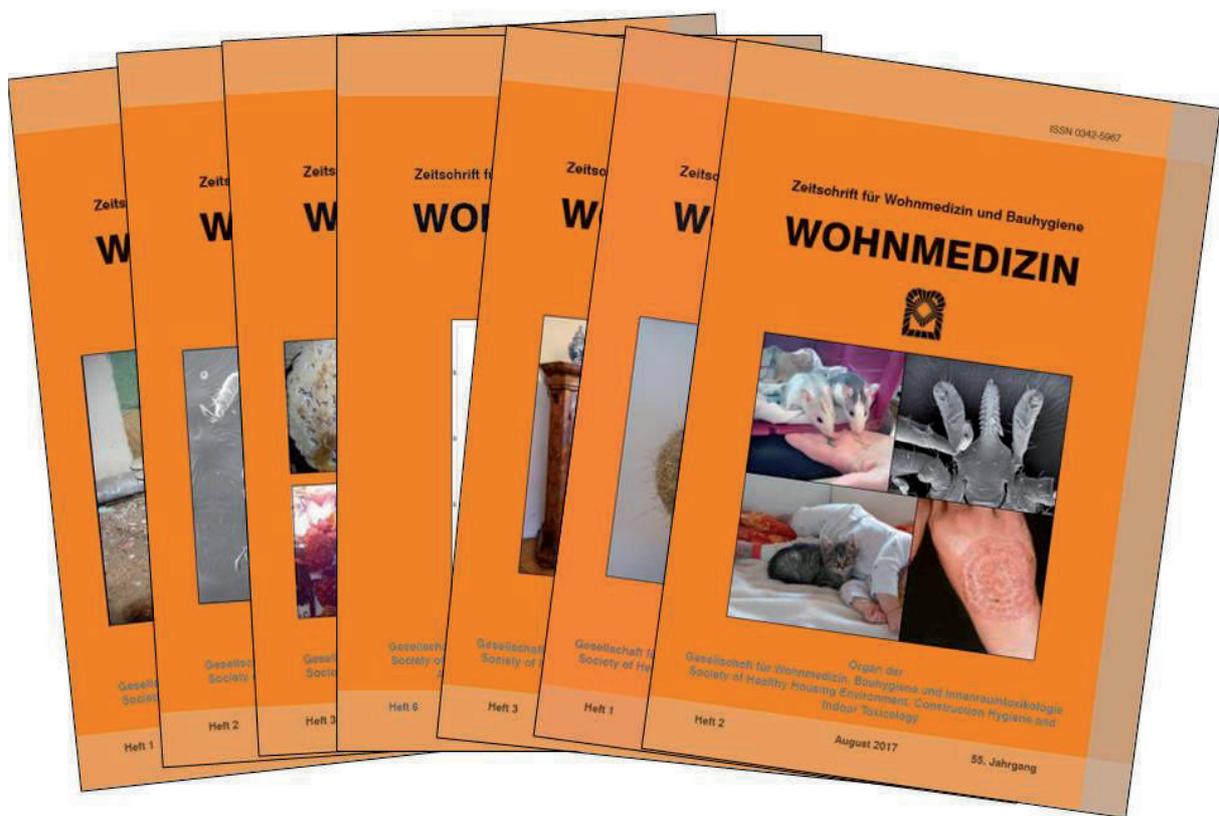


Abb. 2: Zeitschrift „Wohnmedizin“



Abb. 3: Logo „wohnmedizinisch empfohlen“

Weiterhin wird es in Zukunft nicht mehr darum gehen, Gesundheitsgefahren in Wohnungen und Gebäuden zu verhindern, sondern die Wohnzufriedenheit zu steigern und die Gesundheit zu fördern. Die Wohnung sollte künftig Möglichkeiten und Anreize bieten, gesundheitsfördernde Verhaltensweisen durch ausreichendes Raumangebot und technische Mittel zu entwickeln.

8. Zukünftige Aufgaben der Wohnmedizin

Die Lösung des Widerspruchs zwischen der Forderung nach luftdichten Gebäuden und ausreichender Belüftung von Wohnungen (30 m³ Frischluft/h pro Person, Luftwechsel 0,5 h⁻¹) ist eine der wichtigsten Aufgaben der nächsten Zeit,

welche nur gemeinsam zwischen Gesetzgebern, Planern, Architekten, Bauingenieuren, Bauherren, Nutzern der Wohnungen und Wohnmedizinern gelöst werden kann. Sensoren könnten künftig in Wohnungen mit geringen Luftwechselzahlen den CO₂-Gehalt der Luft messen und eine Warnung an das Handy mit der Aufforderung zum Lüften schicken oder an eine Alarmanlage im Haus senden, wenn sich die Kohlendioxidkonzentration der Grenze von 1000 ppm nähert. Es ist auch möglich die Sensoren mit einer Öffnungsmechanik von Fenstern bzw. einer automatischen Be- und Entlüftungsanlage zu koppeln. Zur Vermeidung einer Schimmelpilzbildung in Wohnungen wäre auch eine Messung des Raumluftfeuchtigkeitsgehaltes möglich, wobei Sensoren erhöhte Konzentrationen melden und auch ggf.

automatisch Gegenmaßnahmen einleiten (z.B. Lüftung, Erhöhung der Raumtemperatur).

Weiterhin wird es in Zukunft nicht mehr darum gehen, Gesundheitsgefahren in Wohnungen und Gebäuden zu verhindern, sondern die Wohnzufriedenheit zu steigern und die Gesundheit zu fördern. Die Wohnung sollte künftig Möglichkeiten und Anreize bieten, gesundheitsfördernde Verhaltensweisen durch ausreichendes Raumangebot und technische Mittel zu entwickeln. Unter dem Stichwort „Smart Home“, werden elektronische Helfer auch für den gesundheitlichen Bereich zunehmend in die Wohnfunktion integriert. Technische Verfahren und Systeme in Wohnräumen mit Vernetzung von Haustechnik und Haushaltsgeräten können die Sicherheit, eine effizientere Energienutzung und eine Erhöhung von Wohn- und Lebensqualität sichern. Eine „smarte“ Umgebung kann auch kranke und behinderte Menschen in ihrem täglichen Leben unterstützen und die Zeit verlängern, in der diese selbstständig und weitgehend unabhängig in ihrer eigenen Wohnung leben. So gibt es bereits ein Sensorsystem für das Verlegen unter dem Fußbodenbelag, das erkennt ob z.B. eine hilfebedürftige Person auf den Fußboden liegt und ggf. dann selbstständig einen Notruf an eine Zentrale sendet. Ein „Smart Home“ wäre auch in der Lage einen optimalen Tagesrhythmus für den Organismus zu gewährleisten, indem Heizung, Belichtung und Beleuchtung automatisch den individuellen physiologischen Bedürfnissen angepasst werden. Die Wohnung war in der Vergangenheit erst ein Schutzraum, dann ein Ort der vorwiegend passiven Regeneration und sollte in Zukunft die Möglichkeiten eines gesunden Lebens erweitern sowie technisch unterstützen und damit einen wichtigen Platz in der Gesundheitsprophylaxe einnehmen.

Literatur

- [1] Bornehag CJ, Blomquist G, Gyntelberg F et al. Dampness in Buildings and Health. Nordic Interdisciplinary Review of the Scientific Evidence on Associations between Exposure to “Dampness” in Buildings and Health Effects (NORDDAMP). *Indoor Air* 2001;11:72-86
- [2] Bundesamt für Strahlenschutz. Gesundheitliche Auswirkungen von Radon in Wohnungen. http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/wirkungen/wirkungen_node.html;jsessionid=95250F2A4AAA1AAA5C2C8AAF4573B683.2_cid391 (letzter Zugriff 17.3.2018)
- [3] Deutsches Krebsforschungszentrum. Tabakatlas Deutschland 2015. <http://www.dkfz.de/de/tabakkontrolle/download/Publikationen/sonstVeroeffentlichungen/Tabakatlas-2015-final-web-sp-small.pdf> (letzter Zugriff 28.2.2018)
- [4] Fehlmann J, Wanner H. Indoor climate and indoor air quality in residential buildings. *Indoor Air* 1993; 3:41-50
- [5] Fiedler K., Wilhelm M. Hygiene/Präventivmedizin/Umweltmedizin systematisch, Bremen, London, Boston: Uni-Med Verlag AG, 2011:444
- [6] Mix S, Kirch J, Herrmann K, et.al. Entwicklung einer Checkliste für gesundes Wohnen. *Wohnmedizin* 2017;55:5-12
- [7] Münzenberg U, Weithaas T, Thumulla J: Luftwechsel im Gebäudebestand. In 7. Pilztagung des VDB, “sicher erkennen – sicher sanieren“, Stuttgart 2003
- [8] Pilgramm M. Vorlesung Wohnmedizin für Studierende der Architektur, Innenarchitektur und des Bauingenieurwesens. *Wohnmedizin* 2012; 50:38-41
- [9] Umweltbundesamt. Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte. Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz* 2008; 51:1358–1369
- [10] Umweltbundesamt. Gesundheitsrisiken der Bevölkerung durch Feinstaub, 2017 www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-der-bevoelkerung-durch-feinstaub#textpart-1 (letzter Zugriff 28.2.2018)
- [11] Umweltbundesamt. Auswirkung des Lärms auf die Gesundheit, 2015. www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/stressreaktionen-herz-kreislauf-erkrankungen#textpart-1 (letzter Zugriff 28.2.2018)

Autoren:

Prof. Dr. med. Klaus Fiedler, Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin,

Prof. Dr. med. Manfred Pilgramm

HNO-Arzt, Umweltmedizin

Leiter Lehrgebiet Wohnmedizin

Hochschule OWL Detmold

Dr. Ing. Dipl. Biol. Mario Blei
Präsident der Gesellschaft für Wohnmedizin, Bauhygiene und Innenraumtoxikologie