

Innenraum und Gesundheit





Der Mensch hält sich zu circa 90 Prozent seines Lebens in Innenräumen auf. Diese Tatsache und die Vielzahl an möglichen schädlichen Einflussfaktoren machen die Innenraumluftqualität zu einem zentralen gesundheitspolitischen Thema. Trotzdem werden in Österreich außer für den Arbeitsplatz und im Gegensatz zur Außenluft die Luftverunreinigungen im Innenraum kaum reglementiert. Ernst gemeinter Gesundheitsschutz für die Bevölkerung muss jedoch angemessen gesetzlich verankert werden: Handlungsbedarf liegt dabei in der Festlegung von Qualitätsanforderungen für den Innenraum, ebenso wie in der Verschärfung der Zulassungsbestimmungen für neue Stoffe und Technologien oder in der Definition von einheitlichen und klaren Kennzeichnungsvorschriften. Hier ist der Bundesgesetzgeber gefordert.

Vor diesem Hintergrund möchte ich mit der vorliegenden Broschüre alle Interessierten einladen, sich einen Überblick über relevante Innenraumschadstoffe zu verschaffen. Konkrete Tipps und Maßnahmenempfehlungen sollen die persönlichen Einflussnahmemöglichkeiten auf ein gesundes Raumklima fördern.

Landeshauptmann-Stv. Dr. Peter Kaiser

Gesundheitsreferent des Landes Kärnten



Wohlbefinden und Gesundheit, Regenerations- und Leistungsfähigkeit werden in unserem Kulturkreis ganz wesentlich vom Raumklima beeinflusst, da wir uns überwiegend – Kleinkinder, Kranke und besonders empfindliche Personen sogar überdurchschnittlich lang – in Innenräumen aufhalten. Mögliche Belastungen können von der Gebäudesubstanz und -ausstattung selbst, aber auch von Menschen, Tieren und Pflanzen ausgehen, auf das NutzerInnenverhalten zurückzuführen sein oder aus dem Außenbereich kommen.

Durch das Fehlen von dem vorsorgeorientierten Gesundheitsschutz dienenden gesetzlichen Regelungen und aufgrund der Fülle von vermeintlichen oder tatsächlichen negativen Einflussfaktoren kommt der Bereitstellung von unabhängiger Information seitens des öffentlichen Gesundheitsdienstes besondere Bedeutung zu. Die Broschüre soll daher dazu beitragen, der Bevölkerung Orientierung und Hilfestellung beim Erkennen, Vermeiden und Reduzieren von schädlichen Innenraumfaktoren geben.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ina Oberleitner'.

Dr.ⁱⁿ Ina Elisabeth Oberleitner, MPH

Leiterin der UA Sanitätswesen

Inhaltsverzeichnis



1. Einleitung 11



2. Physikalische Faktoren 17

2.1 Raumklima und Elektrostatik 18

2.2 Lärm 20

2.3 Licht und Beleuchtung 22

Energiesparlampen 25

2.4 Elektromagnetische Felder 26

Weitere hochfrequente Funkanwendungen 30

2.5 Radon 31



3. Chemische Faktoren 35

3.1 Kohlenstoffdioxid 36

3.2 Kohlenmonoxid 36

3.3 Stickoxide 37

3.4 Flüchtige organische Verbindungen (VOC) 37

3.5 Formaldehyd 39

3.6	Phthalate	39
3.7	Holzschutzmittel, Biozide.....	41
3.8	Flammschutzmittel	42
3.9	Ozon	43
3.10	Asbest und künstliche Mineralfasern	43
3.11	Feinstaub	44
	Tabakrauch – der Blaue Dunst.....	44
	Gerüche	46



4. Biologische Faktoren..... 49

4.1	Bakterien	51
	Legionellen.....	54
4.2	Schimmelpilze	55
	Risikofaktoren für Feuchtigkeitsprobleme und Schimmelwachstum	58
4.3	Staubmilben	61
4.4	Haustiere	62
4.5	Pollen und Pflanzen in Innenräumen.....	63
	„Hygiene-Hypothese“	66



5. Umweltmedizinische Forderungen 69

- 5.1 Wichtige umweltpolitische Zielsetzungen in Europa 70
- 5.2 Regelungen für die Innenraumluft 71
- 5.3 Was soll noch getan werden?..... 72



6. Tipps 77

- 6.1 Allgemeines 78
- 6.2 Maßnahmen bei Innenraumbelastungen durch Materialien und Inneneinrichtungen 79
- 6.3 Empfehlungen zur Reduktion von Innenraum-Luftschadstoffen..... 80
- 6.4 Maßnahmen bei Feuchtigkeitsproblemen und Schimmelbefall 83
- 6.5 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Lärm ... 85
- 6.6 Maßnahmen zur Verminderung elektromagnetischer Felder im Innenraum..... 86



7. Weiterführende Informationen und nützliche Links..... 91



8. Verwendete und weiterführende Literatur..... 95





1. Einleitung

1. EINLEITUNG

Der Innenraum ist für unsere Gesundheit deshalb besonders wichtig, weil wir mehr als 90 % unserer Zeit in Innenräumen verbringen. Daher hat auch die Gestaltung von Wohnräumen einen wesentlichen Einfluss auf die Gesundheit. Um leistungsfähig, ausgeglichen, gesund und zufrieden zu sein und es auch zu bleiben, brauchen wir Räume, in denen wir uns wohl fühlen. Um dies zu gewährleisten, sind viele Faktoren wie thermische Behaglichkeit, Luft, Ruhe, Licht, Einrichtungsgegenstände und Farben zu beachten.

Unter den Faktoren, die unser Wohlbefinden in Wohnungen negativ beeinflussen, spielen physikalische, chemische und biologische Luftverunreinigungen eine besonders wichtige Rolle. Eine Übersicht über wichtige Schadeinflüsse im Innenraum, ihre Herkunft und Quellen findet sich in Tabelle 1.

Tab. 1: Häufige Belastungsfaktoren in Innenräumen und deren Quellen.

Schadstoffe	Quellen
Allergene	Hausstaub, Schimmelpilzsporen, Tiere, Baumaterialien, Einrichtungsgegenstände, Pflanzen, Latex
Asbest	Altes Brandschutz- und Dichtungsmaterial, Rückenbeschichtungen von alten PVC-Böden, Nachtspeicheröfen
Autoabgase	Außenluft, (Tief-)Garagen
Biozide, Holzschutzmittel	Holzschutzmittel, Desinfektionsmittel, Lacke, Teppiche, Schädlingsbekämpfung, Elektroverdampfer
Elektromagnetische Felder	Hausinstallationen, Freileitungen, Kondensatoren, Mobilfunkanlagen, Handys, Schnurlostelefone, WLAN
Flammenschutzmittel	Elektro-, Elektronikgeräte, Textilien, Polstermöbel

Flüchtige Kohlenwasserstoffe	Lösungsmittel, Farben, Lacke, Kleber, Ausgleichsmassen
Formaldehyd	Tabakrauch, Spanplatten und Holzwerkstoffe, Dispersionskleber, Lacke, offene Gasflammen
Kohlendioxid	Mensch (Ausdünstungen), offene Flammen
Kohlenmonoxid	Undichte Öfen, Durchlauferhitzer ohne Abzug, Gasherde
Lärm	Verkehr, Nachbarschaft, Betriebe
Phthalate (Weichmacher)	Tapeten, Bodenbeläge, Folien, Beschichtungen, Spielzeug
Ozon	Laserdrucker, Kopierer, Luftionisatoren
Per (Tetrachlor- ethen)	Chemische Reinigung, chemisch gereinigte Kleidung
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	Früher Fugen- und Dichtungsmassen, Kondensatoren von Leuchtstofflampen, Brandschutzanstriche
Polyzyklische aromatische Kohlenwasser- stoffe (PAK)	Alte Parkettkleber, Feuchteabdichtungen, Karbolineum
Radon	Erdreich (v. a. Urgesteinsböden), Baustoffe
Stickoxide	Gasherde, (offene) Holzfeuerungen, Rauchen
Tabakrauch	Zigaretten, Zigarren, Pfeifen
Ultrafeinstaub	Drucker, Kopierer, Tabakrauch, Außenluft, Bildung aus Terpenen in Anwesenheit von Ozon

In der letzten Zeit wurde auch den Schadstoffen im Hausstaub vermehrte Aufmerksamkeit gewidmet. Im Hausstaub können sich etwa beträchtliche Mengen an Schwermetallen, Insektenbekämpfungsmitteln, Plastikweichmachern (Phthalaten), Flammschutzmitteln oder Organozinn-Verbindungen finden.

Generell ist in Bezug auf die Wohnqualität eine wachsende öffentliche Sensibilität in Österreich bemerkbar. Einrichtungen des öffentlichen Gesundheitswesens und private Beratungsinstitutionen orten einen steigenden Informationsbedarf. Die Broschüre widmet sich daher wichtigen, gesundheitlich relevanten Einflüssen und Belastungen, wie sie in Ihren vier Wänden vorkommen können und beschreibt Herkunft und Wirkungen. Weiters finden Sie viele Tipps zur Verbesserung der Qualität Ihrer Wohnräume.





2. Physikalische Faktoren

2. PHYSIKALISCHE FAKTOREN

2.1 Raumklima und Elektrostatik

Luftfeuchtigkeit und Raumtemperatur spielen eine wichtige Rolle, wenn es um ein behagliches Wohnklima geht. Das Raumklima wird als behaglich empfunden, wenn die relative Luftfeuchtigkeit (gibt an, wie stark die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist) zwischen 40 und 60 Prozent und die Raumtemperatur zwischen 19 und 22 Grad Celsius liegt. Die angegebenen Werte können individuell etwas nach unten und oben variieren.

Eine geringe Luftfeuchte führt zur Austrocknung der Schleimhäute von Nase und Rachen sowie zu trockenen Augenbindehäuten und begünstigt das Auftreten von Reizerscheinungen etwa durch flüchtige chemische Stoffe (z. B. Formaldehyd) und Partikel.

Unter 30 % Luftfeuchtigkeit kommt es zum Austrocknen von Kleidung, Teppichen, Möbeln etc.; die Staubbildung wird gefördert. Zusätzlich können sich Staub und daran anhaftende Bakterien sowie Viren in trockener Luft länger schwebend halten. Influenzaviren überleben länger. Dies und die Austrocknung der Schleimhäute erhöhen das Infektionsrisiko.

Auch die elektrostatische Aufladung steigt unter 40 % relativer Luftfeuchtigkeit stark an. Wenn man dann durch Reibung Elektronen "abstreift", was etwa durch Gehen auf einem Teppich- oder Kunststoffboden leicht geschehen kann, dann kann es durch Berühren eines geerdeten Gegenstandes (z. B. einer Türklinke, die über eine Metallzarge und Armierungen mit der Erde verbunden ist) zu einer Funkenentladung kommen. Das ist unangenehm, aber harmlos. Durch elektrostatische Aufladung nimmt auch die Konzentration an Kleinionen in der Luft ab, was möglicherweise negative Auswirkungen etwa auf die Leistungsfähigkeit hat.

Wohnhygienische Erfahrungen sprechen dafür, dass zu hohe Luftfeuchtigkeit ebenfalls ein großes Problem darstellt. Luftfeuchtigkeit über 65 Prozent führt zu einem Gefühl der Schwüle und zur Kondensation von Wasser an Wärmebrücken (z. B. schlecht isolierte Wandstellen). Schimmelpilzwachstum wird begünstigt, allergische Erkrankungen können auftreten (siehe dazu Kapitel 4). Der Milbenbefall nimmt zu.

Tab. 2: Empfohlene Temperaturbereiche in Grad Celsius für verschiedene Innenraumbereiche.

Räume	Temperaturbereiche (°C)
Schlafraum	17 - 20
Wohnzimmer	19 - 22
Küche	18 - 20
Bad	20 - 23

Momentan liegt es leider im Trend, die unmittelbare Umgebung, aber nicht das eigene Verhalten bzw. die Bekleidung zu ändern. Das hat zur Folge, dass in der kalten Jahreszeit Räume überheizt und im Sommer zu stark hinuntergekühlt werden.

2.2 Lärm

Unerwünschte und störende Geräusche werden als Lärm bezeichnet. Vor allem in der Nacht, wenn alles ruhig ist, fallen Geräusche auf, die man tagsüber vielleicht nicht oder nicht so deutlich wahrnimmt.

Die Wirkungen der Geräusche hängen nicht nur von ihrer Lautstärke oder Frequenz ab, sondern zum Beispiel auch von der Lärmempfindlichkeit der/des Einzelnen oder den Tätigkeiten, die man gerade ausübt. Ein Geräusch wird zumeist als weniger lästig empfunden, wenn man einen unmittelbaren Nutzen von der Geräuschquelle hat (z. B. Waschmaschine, Bohrmaschine). Unbeteiligte Personen hingegen können sich dadurch sehr gestört fühlen. Bei gleicher Lautstärke kann daher Lärm individuell unterschiedlich wahrgenommen und bewertet werden.

Lärm kann nicht nur belästigend wirken oder die Kommunikation und geistige Arbeit behindern, sondern auch durch dauerhafte Beeinträchtigung des Schlafes oder der Entspannung und Erholung negative Effekte auf die Gesundheit haben. Beispielsweise steigt das Risiko für lärmbedingte Herz-Kreislauf-Krankheiten (z. B. Herzinfarkte), wenn man langfristig einem Schallpegel tags über 60-65 Dezibel (A) bzw. nachts über 50-55 Dezibel (A) durch Verkehrsgeräusche ausgesetzt ist. Laut Mikrozensus 2007 fühlen sich immerhin 38,9 Prozent der österreichischen Bevölkerung in ihrer Wohnung durch Lärm gestört (in Kärnten sind es knapp 30 Prozent). Der Verkehr stellt die bei weitem größte Lärmquelle dar. Er wurde in 64,2 % der Fälle (in Kärnten: 63,5 %) als Ursache für die Lärmstörung genannt. Die zweitwichtigste Lärmquelle stellt die NachbarInnenwohnung (bzw. -wohnungen) dar.

Es sind also nicht immer nur die typischen Lärmquellen wie Verkehr und Gewerbe, die Lärmstress verursachen. Auch der „hausgemachte“ Lärm, der von den BewohnernInnen einer Wohnung ausgeht, „hat es in sich“.

Jede/r Einzelne kann ihren/seinen Teil dazu beitragen Lärmbelastungen für sich und die Mitmenschen zu verringern. Daher sollte man sein Verhalten immer dahingehend überprüfen, ob nicht andere dadurch

gestört werden können. Oft wird z. B. unterschätzt, wie deutlich Gespräche oder nächtliches Geschirrkloppern in anderen Wohnungen wahrgenommen werden, wenn die (geöffneten) Fenster auf einen kleinen Innenhof hinausgehen. Rücksichtnahme fördert das friedliche Zusammenleben.

In Tabelle 3 sind zur groben Orientierung Geräusche aus dem Alltag und ihre ungefähren Schallpegel zusammengestellt.

Tab. 3: Von leise bis laut.

	Schallpegel in dB(A)
Hörschwelle	0
Ticken einer Armbanduhr	25
Normales Gespräch	55
Autos im Stadtverkehr	75
Schweres Motorrad	85
Düsentriebwerk (Start, 10 m Entfernung)	120
Schmerzschwelle	130

Die Entwicklung eines „Lärmbewusstseins“ und gegenseitige Rücksichtnahme können viele Nachbarschaftsstreitigkeiten vermeiden. Das beginnt mit der Einhaltung von Ruhe- und Nachtzeiten. Die Nachtruhe wird üblicherweise von 22.00 Uhr bis morgens sechs Uhr angesetzt. Als Ruhezeiten werden häufig zusätzlich die Zeiten von sechs bis sieben oder acht Uhr morgens und von 20 bis 22.00 Uhr abends genannt bzw. vorgeschrieben, in denen besondere Anforderungen an lärmarme Verhaltensweisen, den Betrieb von Geräten im Freien und von Freizeitanlagen gestellt werden. Selbstverständlich gelten Sonn- und Feiertage als besondere „Ruhetage“.

2.3 Licht und Beleuchtung

Unter **Belichtung** versteht man die Versorgung eines Raumes mit natürlichem Tageslicht. Das wird in der Regel durch Fenster bewerkstelligt, kann aber auch über Lichtkuppeln, Oberlichter, Lichtleiter etc. geschehen. Die Versorgung eines Raumes mit künstlichem Licht wird **Beleuchtung** genannt.

Die Einhaltung von Normen, Bauordnungen oder Richtlinien (z. B. Richtlinie 3 des Österreichischen Instituts für Bautechnik) gewährleistet nicht immer eine ausreichende Tageslichtversorgung. Es werden darin Mindeststandards festgelegt, die in vielen aber nicht allen Fällen genügend Tageslicht garantieren. Bei Fenstern mit Dreifachverglasung z. B. ist die Lichtdurchlässigkeit geringer, sodass oft empfohlen wird, die Nettoglasfläche zu erhöhen. Für solche Fälle sollte die Nettofensterfläche 25 Prozent der Nutzfläche des Raums betragen. Eine Verschattung durch Nachbargebäude bis 45 Grad kann deutlich zu hoch sein, wenn die relative Fensterfläche (der Anteil der Nettofensterfläche an der Nutzfläche des Raumes) nicht entsprechend höher ist.

Viel zu wenig beachtet wird auch, dass moderne (Kunststoff-)Fenster deutlich weniger Glasfläche als alte Holzfenster haben. Nur mit Fixverglasungen und großen Formaten sind Rahmenanteile unter 20 Prozent realisierbar. Deutliche Vergrößerungen der Glaslichte können durch das Abschlagen des Leibungsverputzes und den Ersatz durch eine abnehmbare, hochreflektierende Verkleidung erreicht werden.

Für Arbeitsplätze ist genau geregelt, wie viel Licht für bestimmte Arbeiten und für das Wohlbefinden der ArbeitnehmerInnen zur Verfügung stehen muss. Demnach müssen Arbeitsplätze in Innenräumen natürlich belichtet sein und eine Sichtverbindung ins Freie aufweisen. Die Summe der Fensterflächen muss mindestens 10 % der Fußbodenfläche betragen. Mindestens eine Fläche, die einem Zwanzigstel (5 %) der Fußbodenfläche entspricht, müssen Fensterflächen sein, die eine etwa in Augenhöhe gelegene Sichtverbindung ins Freie ermöglichen. Erforderlichenfalls muss zur Vermeidung von Blendung das Sonnenlicht abgeschattet werden.

Tab. 4: Richtwerte für Beleuchtungsstärken an Arbeitsplätzen.

	Beleuchtungsstärken in Lux
Gang	100-150
Büro	500
Präzisionsarbeiten	1.000 bzw. auch darüber

Weiters gibt es für Arbeitsplätze auch Richtwerte für die Beleuchtungsstärke (Tabelle 4). Die Beleuchtungsstärke ist ein Maß für die auf eine Fläche auffallende Lichtmenge. Ihre Einheit ist das Lux (lx). (Ein Maß für die Ausstrahlung einer Lichtquelle in eine bestimmte Richtung ist die Lichtstärke. Sie wird in Candela (cd) angegeben. Die Leuchtdichte ist ein Maß für den Helligkeitseindruck einer aktiv oder passiv leuchtenden Fläche. Sie wird angegeben als Lichtstärke pro Flächeneinheit – wobei die scheinbare Größe der Fläche maßgeblich ist – die Einheit der Leuchtdichte ist Candela/m².)

Für den Wohnbereich gibt es keine so präzisen Anforderungen, da die Ansprüche je nach Bedarf sehr unterschiedlich sind (gemütliches Kerzenlicht bis hohe Lichtqualität bei Näh- oder Schreifarbeiten etc.).

Optimal ist eine Beleuchtung, die ein gleichmäßiges Spektrum aufweist, in dem also alle Farben des sichtbaren Lichts in der Verteilung enthalten sind, die etwa zur Mittagszeit im Freien bei leicht aber vollständig bedecktem Himmel herrscht. Für die Beurteilung der Lichtfarbe kann die Wärmeskala („Farbtemperatur“) herangezogen werden. Ein beim absoluten Nullpunkt ideal schwarzer Metallkörper wechselt bei Erwärmung seine Farbe, wobei die Temperatur die er annimmt, die Farbe eindeutig bestimmt. Daher wird die Farbtemperatur in °K (Kelvin) angegeben. Bei Erwärmung wird der Metallkörper zunächst rötlich, dann weiß und zuletzt blau, daher bedeutet eine hohe Farbtemperatur – entgegen der

alltäglichen Bezeichnung – ‚kaltes‘ bläuliches Licht und eine niedrige Farbtemperatur ‚warmes‘ rötliches Licht. In der Mitte liegt das optimale weiße Licht des bedeckten Mittagshimmels bei etwa 6.500 °K. Kerzenlicht hat etwa 2.000 °K und Glühlampenlicht etwa 2.800 °K. Für Arbeiten, die scharfes Sehen erfordern, ist eine relativ höhere Farbtemperatur anzustreben, während wir rötlicheres Licht mit niedriger Farbtemperatur für behagliche Entspannung vorziehen. Beleuchtungsstärke und Farbtemperatur müssen aufeinander abgestimmt sein. Tageslichtweiß (~6.500 °K) macht nur bei hohen Beleuchtungsstärken (1.000 Lux oder mehr) Sinn. (Beachten Sie, dass im Freien zu Mittag bei vollständig bedecktem Himmel eine Beleuchtungsstärke von etwa 4.000 Lux herrscht.) Bei niedrigerem Beleuchtungsniveau soll neutral (~4.000 °K) oder warmweiß (~3.000 °K) gewählt werden.

Nicht nur die Lichtquellen, sondern auch die Farben von Wänden und Einrichtungsgegenständen tragen wesentlich zum Raumeindruck und zum Wohlbefinden bei. Grelle und aggressive Farben sollen nicht große Flächen einnehmen.

Natürliches Sonnenlicht in ausreichender Menge ist nicht nur fürs Sehen und fürs Wohlfühlen von entscheidender Bedeutung. Die Sonne liefert auch kostenlose Wärmeenergie, die im Winter Heizkosten einsparen hilft (z. B. Wintergarten). Im Sommer kann es bei nicht ausreichender Isolierung allerdings unangenehm heiß werden. Daher muss bei der Planung von Fensterflächen ein ausgewogenes Verhältnis zwischen zu hohen Wärmeeinstrahlungen und Wärmeverlusten und ausreichender Belichtung gefunden werden. Dafür lassen sich keine generellen Angaben machen, weil je nach Fenstertyp und Art der Verglasung unterschiedliche Bedingungen gelten.

Energiesparlampen

Für die Beleuchtung wird ein nicht zu unterschätzender Anteil des häuslichen Strombedarfs verwendet. Stromsparen ohne Verlust an Komfort ist möglich. Moderne Energiesparlampen (ESL) mit guter Qualität entsprechen den Anforderungen hinsichtlich der Farbtemperatur.

Bei den heutigen ESL tritt kein wahrnehmbares Flimmern mehr auf, weil die Lampen mit elektronischen Vorschaltgeräten betrieben werden, die mit einer Frequenz von etwa 45 kHz arbeiten. Die Befürchtung, es könnten epileptische Anfälle ausgelöst werden, ist bei heutigen ESL daher unbegründet.

Wegen der speziellen elektronischen Steuerung können stärkere magnetische und elektromagnetische Felder von den Lampen ausgehen. Da wir nicht wissen, welche Aspekte dieser Felder eventuell für Gesundheit und Wohlbefinden von Bedeutung sind, gibt es keine aus diesem Blickwinkel geeignete Messvorschrift. Die in den Medien berichteten Überschreitungen von Normen, betreffen die für Computerbildschirme entwickelten Standards, die aber auf diese Lampen nicht ohne weiteres übertragen werden können. Trotzdem sollten diese Lampen vorsorglich nicht in Körpernähe (z. B. Schreibtisch, Nachtkasten) verwendet werden.

Das Hauptproblem dieser ESL liegt in ihrem Quecksilbergehalt. Die ESL müssen als Sondermüll entsorgt werden. Trotzdem landen nach bisherigen Erfahrungen etwa 90 % im Hausmüll. Obwohl inzwischen bereits ESL mit einem Hg-Gehalt unter 1,5 mg auf dem Markt sind, wird die Umweltbelastung, sollten sämtliche Glühlampen auf ESL umgestellt werden, als hoch eingestuft.

Es ist zu hoffen, dass die hinsichtlich Energieeinsparung, Lichtqualität und Belastung mit elektromagnetischen Feldern günstiger einzustufenden LED-Lampen in naher Zukunft so kostengünstig sein werden, dass sie die ESL ablösen werden.

2.4 Elektromagnetische Felder

Als Folge der technischen Entwicklung sind elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (EMF) heute überall in der Umwelt vorhanden. Bei den Feldern wird zwischen dem nieder- und dem hochfrequenten Frequenzbereich unterschieden. Niederfrequente Felder entstehen hauptsächlich im Zusammenhang mit der Stromversorgung, beziehungsweise beim Gebrauch elektrischer Geräte. Hochfrequente Felder werden überwiegend durch drahtlose Kommunikationstechniken erzeugt wie Radio, Fernsehen, Mobilfunk oder Radar.

Bei **niederfrequenten** Feldern sind die Stärken des elektrischen und des magnetischen Feldes getrennt zu berücksichtigen. Die Stärke des elektrischen Feldes wird durch die elektrische Ladung beziehungsweise durch die Spannung im Stromkreis bestimmt, es ist also immer vorhanden, wenn ein Leiter unter Strom steht. Das magnetische Feld entsteht durch bewegte Ladungen und seine Stärke ist abhängig von der Stromstärke. Es tritt daher nur auf, wenn Strom fließt, also wenn ein Verbraucher aktiv ist. Wenn die Frequenz, mit der Ladungen hin und her bewegt werden, sehr hoch ist, dann kann sich das Feld vom Leiter ablösen und sich frei in den Raum ausbreiten. Praktisch tritt das erst bei Frequenzen über ca. 30 kHz (30.000 Schwingungen pro Sekunde) auf. In diesem Fall spricht man von **hochfrequenten** Feldern. Bei solchen Feldern muss man den Bereich in der Nähe der Feldquelle (der Antenne) vom fernerem Bereich unterscheiden. Im Fernfeld (mehr als ungefähr eine Wellenlänge von der Feldquelle entfernt) sind das elektrische und das magnetische Feld aneinander fest gekoppelt und man kann daher aus der elektrischen Feldstärke auf die magnetische schließen und umgekehrt. Im Nahfeld (was besonders für am Körper genutzte Geräte wie etwa Handys bedeutsam ist) müssen das elektrische und magnetische Feld getrennt berücksichtigt werden und außerdem wirkt in diesem Bereich ein Objekt (wie auch der Mensch) auf die Antenne zurück.

Gesundheitseffekte

Die Wirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder sind unterschiedlich. Niederfrequente elektrische Felder führen zum Beispiel bei hoher Intensität auf der Haut zu „Kribbeln“ und können bei sehr hohen Stärken zu einem Spannungsüberschlag mit Verbrennungen oder sogar zum Tod führen (solche Unfälle kommen immer wieder vor, wenn Personen z. B. in die Nähe der Leiterdrähte der Bahn kommen). Niederfrequente magnetische Felder können den Körper ungehindert durchdringen und rufen dort ein elektrisches Wirbelfeld hervor, das bei ausreichender Stromdichte Nerven und Muskelzellen erregen kann. Wird der Herzmuskel intensiv erregt, dann kann das zu Kammerflimmern und zum Tod führen.

Hochfrequente elektromagnetische Felder werden vom Körper oder Teilen des Körpers wie von einer Antenne aufgenommen und dringen (je nach Frequenz unterschiedlich tief) ins Gewebe ein. Dabei wird ein Teil der im Feld gespeicherten Energie an im Gewebe vorhandene Ionen und polare Moleküle (z. B. Wasser) abgegeben. Diese ändern dadurch ihren Bewegungs- und/oder Rotationszustand, was zur Erwärmung führt (= Erwärmungswirkung, thermische Wirkung).

Diese Wirkungen auf den Organismus sind gut geklärt und fügen sich problemlos in die physikalische Theorie des Elektromagnetismus ein. Aber sowohl in der wissenschaftlichen Fachwelt als auch in der Öffentlichkeit werden weitere gesundheitsschädigende oder das Wohlbefinden beeinträchtigende Effekte diskutiert.

So werden nieder- und hochfrequente EMF als Verursacher einer Reihe sehr unterschiedlicher Erkrankungen und Symptome in Betracht gezogen:

Die Zusammenschau mehrerer Studien über Kinderleukämie durch niederfrequente Magnetfelder zeigte, dass sich bei einer häuslichen Belastung ab etwa 0,3-0,4 μT (Mikrotesla) das Leukämierisiko verdoppelt. Magnetfelder in dieser Höhe finden sich in rund 1 % aller Wohnungen. Im Jahr 2001 klassifizierte die Weltgesundheitsorganisation auf Basis von Kinderleukämiestudien niederfrequente elektromagnetische Felder als möglicherweise krebserregend. Darüber hinaus liefern Studien auch Hinweise auf Zusammenhänge mit Fehlgeburten, Alzheimer-Erkrankungen, Brustkrebs und Hirntumoren.

In Studien über die Wirkungen hochfrequenter EMF des Mobilfunks auf Mobiltelefon-BenützerInnen konnten bestimmte Effekte und Einflüsse auf den Organismus (z. B. Einflüsse auf Gehirnströme im Schlaf, Reaktionszeit, Gedächtnis, Befindlichkeit) beobachtet werden. Diese Veränderungen liegen allerdings häufig im Schwankungsbereich normaler, physiologischer Werte, was die Deutung im Hinblick auf eine mögliche Gesundheitsgefährdung erschwert. Sie zeigen jedoch deutlich, dass es neben den Erwärmungswirkungen noch andere biologische Wirkungen

gibt. Durch welche Mechanismen diese hervorgerufen werden, ist bis heute unbekannt. Das heißt: Wir wissen, dass etwas passiert, wir wissen allerdings noch nicht, warum und wie es passiert.

Untersuchungen zum Hirntumorrisiko, die in den letzten Jahren erschienen sind, zeigen zwar keine eindeutigen Zusammenhänge zur Mobilfunkstrahlung, aber es verdichten sich die Hinweise, dass bei langjähriger und intensiver Nutzung das Risiko für Hirntumore und möglicherweise auch andere Tumore im Kopfbereich zunimmt.

Da die überwiegende Zahl von Untersuchungen des modernen Mobilfunks zu Handys durchgeführt wurde, sind gesundheitliche Auswirkungen von Basisstationen auf BewohnerInnen in deren Umgebung vergleichsweise nur wenig erforscht. Die Strahlungsbelastung durch Basisstationen ist zwar niedriger (im Allgemeinen mindestens um den Faktor 1.000) als beim Mobiltelefonieren, sie erfolgt aber andauernd und langfristig.

In den wenigen bisher veröffentlichten Studien wurde das Auftreten von Krebserkrankungen in der Umgebung von Basisstationen sowie das Auftreten unspezifischer Symptome (Befindlichkeitsstörungen) untersucht. Eine dieser Untersuchungen wurde auch in Kärnten durchgeführt. Diese Studien zu Einflüssen auf das Wohlbefinden belegen, dass bei Einwirkungen etwa im Bereich einer Leistungsflussdichte um 1 mW/m^2 ein erhöhtes Risiko für bestimmte Beeinträchtigungen (z. B. Kopfschmerzen) auftritt.

Derzeit bestehen noch Unsicherheiten über die langfristigen gesundheitlichen Wirkungen von elektromagnetischen Feldern bei niedrigen Strahlungsintensitäten. Daher ist es ratsam, die persönliche Belastung durch elektromagnetische Felder so stark wie möglich zu reduzieren (siehe dazu Abschnitt 6.6).

Weitere Informationen zu den gesundheitlichen Aspekten finden Sie in der Broschüre „Elektromagnetische Felder und Gesundheit“ (2006), die das Amt der Kärntner Landesregierung veröffentlichte.

Weitere hochfrequente Funkanwendungen

• **DECT Schnurlostelefone (Digital Enhanced Cordless Telephone):** Diese Telefone übertragen per Funk Gespräche zwischen einer kleinen am Telefonfestnetz angeschlossenen Basisstation und einem Mobilteil. Das Schnurlostelefon selbst sendet nur, wenn man damit telefoniert. Demgegenüber senden die meisten Basisstationen ständig – auch wenn nicht telefoniert wird – mit geringer Leistung (bis zu 225 mW). Nur wenige neuere Gerätetypen schalten die Basisstation aus, wenn alle Telefone in den Halterungen der Basisstation stecken. Solche Produkte sind daher auch empfehlenswert.

• **Bluetooth und Wireless Local Area Networks (WLAN):** Mit Hilfe dieser Anwendungen werden Geräte zur Telekommunikation und Datenverarbeitung kabellos per hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung mobil miteinander verbunden. Sie nutzen meist das freie Band um 2.450 MHz und sind dann mit einer Spitzenleistung von 100 mW begrenzt. Neue WLAN-Geräte funkeln mit höheren Leistungen im Bereich um 5.200 MHz (Leistung maximal 200 mW) und 5.600 MHz (Leistung maximal 1.000 mW). Bluetooth-Geräte senden mit maximalen Leistungen von 1 bis 100 mW.

• **Babyphone:** Um den Schlaf ihres Babys auch aus der Entfernung zu überwachen, setzen Eltern häufig diese Geräte ein, die über den Stromkreis der Wohnung oder per Funkverbindung Geräusche aus dem Kinderzimmer übermitteln. Babyphone weisen damit – wenn sie am Stromnetz betrieben werden – auch niederfrequente elektromagnetische Felder (50 Hz) auf. Es sind daher sowohl die hochfrequenten als auch die niederfrequenten Felder zu beachten. Außerdem muss bei Babys und Kleinkindern von einer besonderen

Empfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen ausgegangen werden, da sie sich noch in der Entwicklung befinden. Keinesfalls sollen diese Geräte ins Bett gelegt werden.

- Messungen zeigen, dass Babyphone, aber auch DECT-Basisstationen und WLAN-Geräte relativ hohe Leistungsflussdichten verursachen können, die deutlich die Werte von nahen Basisstationen des Mobilfunks überschreiten. Daher sind unter vorsorgemedizinischen Gesichtspunkten möglichst große Abstände einzuhalten oder drahtgebundene Lösungen zu bevorzugen (siehe dazu Abschnitt 6.6).

2.5 Radon

Radioaktive Elemente sind instabil und ihre Atomkerne zerfallen nach einer gewissen Zeit unter Abgabe von radioaktiver Strahlung in so genannte Folgeprodukte, die ebenfalls radioaktiv sein können. Aus Uran entsteht über eine Reihe von Folgeprodukten Radium, das sich in das radioaktive, farb- und geruchlose Edelgas Radon umwandelt. Als Edelgas, das keine Bindungen mit anderen Elementen eingeht, kann sich Radon im Boden ausbreiten. Je durchlässiger der Untergrund ist, desto eher kann das Radongas bis zur Erdoberfläche aufsteigen und so an die Luft gelangen bzw. in Häuser eindringen. Im Freien wird das Gas im Allgemeinen stark verdünnt; in Gebäuden treten jedoch oft höhere Konzentrationen auf. Die Radongaskonzentration wird in Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m^3 = Anzahl Zerfallsereignisse pro Sekunde und Kubikmeter Luft) ausgedrückt. Über die Atemluft gelangen Radon und seine an Aerosole gebundenen Folgeprodukte in die Lunge. Radon als Edelgas wird im Gegensatz zu seinen Folgeprodukten wieder ausgeatmet.

Die Folgeprodukte von Radon strahlen ihrerseits energiereiche Alpha-Teilchen aus, die auf das menschliche Gewebe kanzerogen wirken. Es sind somit die Folgeprodukte, die den biologischen Zellschaden verursachen.

Die Abschätzung des durch die Radonbelastung in Wohnungen bedingten Risikos stützt sich häufig auf Studien an Bergarbeitern. In Österreich werden – aufgrund dieser Abschätzungen – 5 bis 15 % der Lungenkrebskrankungen dem Radon zugeschrieben. Damit stellt Radon nach dem Rauchen die wichtigste Ursache für Lungenkrebs dar. Studien zeigen außerdem, dass das Lungenkrebsrisiko bei Rauchern, die auch Radon ausgesetzt sind, größer ist, als wenn man die einzelnen Risiken addieren würde.

Zum Thema „Radon in der Wohnung und Lungenkrebs“ wurden in einer großen europäischen Studie Daten aus neun Ländern, auch aus Österreich, zusammengeführt. Insgesamt wurden 7.148 Lungenkrebsfälle (14.208 Kontrollen) analysiert. Die Ergebnisse zeigten, dass pro 100 Bq/m³ das Lungenkrebsrisiko um 16 Prozent zunahm.

Hinweise, dass Radon außer einem erhöhten Krebsrisiko im Atemtrakt auch noch andere Gesundheitsschäden verursacht, gibt es kaum.

In Österreich gibt es keinen Radon-Grenzwert. Die Richtwerte der Strahlenschutzkommission liegen bei 200 Bq/m³ (Jahresmittel) für Neubauten und 400 Bq/m³ für bestehende Gebäude. Da für Radon jedoch kein Schwellenwert existiert, sollten die Radon-Konzentrationen in Innenräumen jedenfalls so niedrig wie möglich sein (siehe Kapitel 6).





3. Chemische Faktoren

3. CHEMISCHE FAKTOREN

3.1 Kohlenstoffdioxid

In Innenräumen ist der Mensch die bedeutendste Quelle an Kohlenstoffdioxid (CO_2). Denn jeder Mensch verbraucht Sauerstoff und gibt Kohlendioxid, Wasserdampf, überschüssige Wärme und individuelle Körpergerüche an seine Umgebung ab. Daneben spielen alle Verbrennungsprozesse, bei denen die Verbrennungsgase nicht vollständig aus dem Raum abgeführt werden, als CO_2 -Quelle eine Rolle (Zigarettenrauchen, Gasherde mit offener Flamme, Abbrennen von Kerzen). Die wesentliche Bedeutung des relativ leicht zu ermittelnden Indikators CO_2 liegt darin, dass durch ihn definiert werden kann, wann eine hygienisch unzureichende Raumluftqualität (mit zu hoher CO_2 -Konzentration) vorliegt.

Obwohl CO_2 in den in Innenräumen üblicherweise auftretenden Konzentrationen in der Regel kein unmittelbares Gesundheitsrisiko darstellt, kann es ab bestimmten Konzentrationen zu einer Beeinträchtigung von (geistiger) Leistungsfähigkeit und Konzentration sowie Müdigkeit und Kopfschmerzen kommen.

3.2 Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid (CO) entsteht durch unvollständige Verbrennung. Es ist ein geruchloses, farbloses und nicht reizendes Gas und löst daher beim Menschen keine Warnung vor einer Vergiftung aus.

Durch undichte Kamine, schlecht gewartete Öfen und Heizungen, in Innenräumen verwendete Tischgrills, 5-Liter-Durchlauferhitzer ohne Kaminanschluss und schlecht belüftete Indoor-Gokart-Anlagen kann es zu (tödlichen) Kohlenmonoxid-Vergiftungen kommen.

Kohlenmonoxid ist ein Blutgift, das den Sauerstoff aus der Bindung an die roten Blutkörperchen verdrängt. Bei einer langfristigen leichten

Erhöhung der CO-Konzentration sind Herz-Kreislauf-PatientInnen (v. a. mit Angina pectoris) besonders gefährdet.

Bei einer akuten Vergiftung zeigen Kinder viel schneller Vergiftungssymptome als Erwachsene. Bei leichten Vergiftungen leiden die Betroffenen unter Kopfschmerzen, Schwindel, Ohrensausen, Sehstörungen, Erbrechen, Kurzatmigkeit, Muskelschwäche und Herzklopfen. Bei mittelschweren bis schweren Vergiftungen können die PatientInnen eine kirschrot-gesunde Hautfarbe haben, die den wahren Gesundheitszustand verschleiert. Haben die Betroffenen Alkohol getrunken, wird die Situation häufig falsch eingeschätzt. Bei einer Vergiftung mit Kohlenmonoxid besteht Lebensgefahr.

3.3 Stickstoffoxide

Diese anorganischen Gase entstehen vorwiegend bei Verbrennungsprozessen. Was die Belastung in Innenräumen betrifft, spielt die Außenluftbelastung eine wichtige Rolle. Quellen im Innenraum sind neben dem Rauchen v. a. (offene) Holzfeuerungen und Kochen mit Gas.

Aus umweltmedizinischer Sicht ist hauptsächlich das Reizgas Stickstoffdioxid (NO_2) von Bedeutung. Erhöhte NO_2 -Konzentrationen führen v. a. beim Kind zu einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Infektionen der Atemwege, vermehrten Asthmabeschwerden und verringerter Lungenfunktion.

3.4 Flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Beim Thema „Chemikalien in Innenräumen“ stehen häufig flüchtige organische Verbindungen (Stoffe mit einem Kohlenwasserstoffgerüst)

im Vordergrund. In der Fachwelt nennt man sie VOC (Volatile Organic Compounds). Sie lassen sich grob nach ihrer Flüchtigkeit unterteilen; als Kriterium dient der Siedepunkt. Man spricht dann von Very Volatile, Volatile oder Semi-Volatile Organic Compounds (VVOOC, VOC, SVOC). Zu den VVOOC zählt z. B. Formaldehyd (siehe Abschnitt 3.5), während die typischen Lösemittel zu den VOC zu rechnen sind.

In Innenräumen gibt es zahlreiche Quellen für VOC. Hauptemittenten sind Baustoffe und Einrichtungsmaterialien mit großen Oberflächen wie Anstrichstoffe, Fußbodenbeläge, Klebstoffe, Teppichrückenbeschichtungen und Wohntextilien. Die Raumluftkonzentration ist insbesondere von der Art der Materialien (z. B. Lösungsanteil, Bildung von Abbauprodukten, Flüchtigkeit), von deren Alter und Lagerung und vom Raumklima (z. B. Luftwechsel, Temperatur) abhängig. Weiters können z. B. auch Duftöle zur VOC-Belastung beitragen.

Auswirkungen einzelner VOC auf die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen umfassen ein weites Spektrum, das von sensorischen Wahrnehmungen (Gerüchen, Reizerscheinungen) bereits bei niedrigen Konzentrationen bis hin zu meist erst bei hohen Konzentrationen auftretenden toxischen Effekten reicht. Bestimmte VOC (z. B. Benzol) sind krebserregend.

Gemische von VOC können in niedrigen Konzentrationen verschiedene unspezifische Effekte auslösen. Von besonderer Bedeutung sind dabei Reizungen an den Schleimhäuten der Augen, Nase und Atemwege. Ein interessantes Detail stellt die Tatsache dar, dass Bedenken über die Schädlichkeit der Exposition die Symptomatik negativ beeinflussen kann.

Neben Reizungen können durch eine VOC-Belastung Kopfschmerzen, Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, Übelkeit, erhöhte Körpertemperatur und andere unspezifische Symptome auftreten.

Viele Eltern renovieren kurz vor bzw. nach der Geburt das Kinderzimmer (bzw. richten es neu ein). Dies führt zu hohen VOC-Konzentrationen, die sich negativ auf das ungeborene Kind bzw. das Neugebore-

ne auswirken. Die Kinder haben ein erhöhtes Risiko, eine Allergie zu entwickeln.

3.5 Formaldehyd

Formaldehyd wird vor allem zur Herstellung von Kunstharzen (z. B. Harnstoff-Formaldehyd-Harz) verwendet, die in Spanplatten, Klebstoffen und Isolierschäumen enthalten sind. Die kontinuierliche langsame Zersetzung dieser Harze führt zu einer lang dauernden Abgabe von Formaldehyd in die Luft. Kürzere, aber wesentlich höhere Belastungen können nach der Anwendung von säurehärtenden Parkettsiegeln auftreten. Weiters kann Tabakrauch eine bedeutende Quelle sein. Seit kurzem weiß man auch, dass erhitztes Holz (speziell in der Sauna) relativ große Mengen an Formaldehyd abgeben kann.

Formaldehyd zeigt eine starke Reizwirkung auf Schleimhäute der oberen Atemwege und der Augen: Stechen in Nase und Rachen, Husten und Augenbrennen sind die Folge. Bei einer chronischen Belastung kann es zu Bronchitis und Asthma kommen. Betroffene klagen auch über unspezifische Beschwerden wie Kopfschmerzen, Brechreiz, Abgeschlagenheit, Konzentrationsstörungen (vgl. Abschnitt 3.4).

Formaldehyd lässt sich relativ einfach und zuverlässig in der Raumluft messen. Erste Reizeffekte (v. a. Augen) treten ab Konzentrationen von $0,1 \text{ mg/m}^3$ auf. Bei empfindlichen Personen können bereits ab etwa $0,06 \text{ mg/m}^3$ Reizeffekte auftreten. Ein erhöhtes Krebsrisiko dürfte in diesem tiefen Konzentrationsbereich nicht gegeben sein.

3.6 Phthalate

Phthalate werden vor allem als Weichmacher für PVC eingesetzt. Das Spektrum reicht von Tapeten, Bodenbelägen, Folien, Beschichtungen bis hin zu Kabeln, Spielzeug und Schläuchen, die im medizinischen Bereich zur Anwendung kommen. Auch Materialien der Innenausstattung

von Autos können Phthalate enthalten. Die Stoffe können während der gesamten Lebenszeit der Produkte ausgasen.

Aufgrund ihres allgegenwärtigen Vorkommens und der vielen Aufnahmepfade (Nahrungsmittel, Luft, Wasser, Hausstaub) ist es schwer, die Gesamtbelastung gegenüber Phthalaten abzuschätzen. Seit es gelang, spezifische Stoffwechselprodukte dieser Stoffe im Harn zu bestimmen, ist allerdings bekannt, dass die durchschnittliche tägliche Aufnahme höher ist als bisher angenommen. Für bestimmte Bevölkerungsgruppen, insbesondere für Kinder, liegt diese sogar über der Grenze der nach toxikologischen Daten abgeleiteten Zulässigkeit.

Die Gefährlichkeit von Phthalaten wurde viele Jahre lang unterschätzt, obwohl Umweltschutzorganisationen immer wieder vor diesen Chemikalien warnten. Hinsichtlich der Auswirkungen von Weichmachern auf die Gesundheit stehen Beeinträchtigungen auf die Fortpflanzungsfähigkeit im Vordergrund. So führt etwa DEHP (Diethylhexyl-Phthalat) im Tierversuch zu Hodenschädigungen. Epidemiologische Studien erbrachten Hinweise auf Beeinträchtigung der Samenqualität bei Männern durch Phthalate und vorzeitige Geschlechtsentwicklung bei Mädchen. Weiters existieren Hinweise auf Schädigungen von Kindern im Mutterleib; für etliche Phthalate ist auch eine hormonähnliche Wirkung belegt.

Andere Studien befassen sich mit den Auswirkungen auf die Lungenfunktion bzw. mit möglichen entzündlichen Effekten bei Einatmung. So zeigte sich u. a. ein deutlicher Zusammenhang zwischen Phthalat-Konzentrationen (u. a. DEHP) im Hausstaub aus Kinderzimmern und dem Auftreten von Asthma, Hautekzemen und Katarrh der Nasenschleimhaut bei den betroffenen Kindern.

Neben Weichmachern sind im Hausstaub auch andere persistente (beständige) und bedenkliche Stoffe zu finden wie z. B. Flammschutzmittel oder Pestizide (Pyrethroide).

3.7 Holzschutzmittel, Biozide

Biozide sind dazu bestimmt, Schadorganismen zu bekämpfen. Die Produktpalette reicht von Holzschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln über Desinfektionsmittel bis hin zu Schleimbekämpfungsmitteln für den industriellen Bereich und für Swimming-Pools. Pflanzenschutzmittel werden auf gesetzlicher Ebene nicht zu den Bioziden gezählt.

Biozide werden wie erwähnt zum Schutz von Einrichtungen und Bauteilen aus Holz vor Zerstörung und Verfärbungen, aber auch zum Schutz von Textilien, Leder, textilen Bodenbelägen und Baustoffen im Nassbereich sowie in Produkten für die Schädlingsbekämpfung eingesetzt (Sprays, Verdampferplättchen). Auch in Farben, Lacken etc. können Biozide enthalten sein.

Da für den Holz- bzw. Materialschutz eine langdauernde Wirkung erwünscht ist, haben die dazu eingesetzten Biozide eine sehr geringe Abbaubarkeit und können so zum Teil über Jahrzehnte in die Raumluft abgegeben werden und sich auf Staub und Oberflächen anlagern. Früher wurden als Wirkstoffe v. a. Pentachlorphenol (PCP) und Lindan verwendet, die für das „Holzschutzmittelsyndrom“ verantwortlich gemacht wurden. Diese Stoffe wurden in den letzten zwanzig Jahren durch weniger persistente Stoffe ersetzt, wie z. B. durch Pyrethroide. Viele Biozide wirken auf das Nervensystem toxisch. Die langfristigen Wirkungen niedriger Belastungen werden kontrovers diskutiert. Der Hauptaufnahmepfad für Biozide sind die Nahrungsmittel. Bei hohen Expositionen in Innenräumen kann die Aufnahme über die Luft (überwiegend an Feinstaubpartikel gebunden) oder durch direkten Kontakt, vor allem bei Kleinkindern, zu einer Erhöhung der internen Belastung führen. Dies kann mit einem entsprechenden Human-Biomonitoring überprüft werden. Die Ergebnisse des Biomonitoring (z. B. Ausscheidung von Abbauprodukten im Harn) stimmen jedoch üblicherweise nur schlecht mit der Belastungssituation im Wohnraum überein. Nur extrem



hohe Belastungen führen zu messbar erhöhten Harnwerten. Diese treten etwa nach Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen mit Vernebelungen des Biozids und ungenügender Dekontamination auf.

Manche Biozide können aber auch direkt die Schleimhäute der Atemwege schädigen, indem sie allergen wirken oder über Reizung der Nervenendigungen Entzündungsreaktionen und Missempfindungen hervorrufen. Bei Personen, die auf Konservierungsmittel, insbesondere Chlormethylisothiazolinon (Kathon), sensibilisiert sind, können in frisch gestrichenen Räumen unter Umständen über die Luft Hautreaktionen ausgelöst werden.

Es gibt Hinweise, dass Kinder mit einer höheren inneren Biozidbelastung ein erhöhtes Risiko für verschiedene Krankheiten haben. Bedeutende Belastungen treten z. B. bei bestimmten Ernährungsgewohnheiten oder berufsbedingt (Kinderarbeit in der Landwirtschaft in der Dritten Welt) auf. Die im Vergleich dazu geringen Innenraum-Zusatzbelastungen führen in der Regel nicht zu einer statistisch fassbaren Erhöhung der Körperlast. Sie sollten dennoch möglichst vermieden werden. Bedingt durch massive Werbung werden heute vermehrt Desinfektionsmittel in Innenräumen eingesetzt. Dies ist aber in der Regel nicht notwendig. Darüber hinaus wird dadurch u. a. das Risiko für allergische Erkrankungen bei Kindern erhöht.

3.8 Flammschutzmittel

Flammschutzmittel finden sich in zahlreichen Produkten wie in Gehäusen von Elektro- und Elektronikgeräten, in Leiterplatten, dem Isoliermaterial von Kabeln, in Teppichrückenbeschichtungen, Textilien, Polstermöbeln, Fahrzeugen sowie Dämm- und Montageschäumen. Im Hausstaub können zum Teil hohe Konzentrationen an Flammschutzmitteln nachgewiesen werden.

Als Flammschutzmittel werden eine große Anzahl von verschiedenen organischen und anorganischen Chemikalien verwendet. Eine Reihe von ihnen haben neben der Brandschutzwirkung jedoch auch proble-

matische Eigenschaften. Sie können sich beispielweise in der Umwelt und letztlich auch im Menschen anreichern, manche von ihnen besitzen auch hormonelle Wirksamkeit, gelten als neurotoxisch oder stehen unter Krebsverdacht. Kommt es zu einem Brand, können Flammenschutzmittel ätzende oder hoch giftige Gase bilden. Im Mittelpunkt des Interesses standen in den letzten Jahren vor allem Trisphosphate und PBDE (polybromierte Diphenylether), auch wenn es noch etliche andere problematische Flammschutzmittel gibt.

3.9 Ozon

Das Reizgas Ozon stammt vor allem aus der Außenluft. Allerdings kann es auch von Laserdruckern, Kopierern oder Luftionisatoren gebildet werden. Ozon reagiert mit den natürlichen Fetten in der menschlichen Haut. Dabei entstehen Oxidationsprodukte, die eventuell Haut und Schleimhäute reizen können.

3.10 Asbest und künstliche Mineralfasern

Der krebserregende Asbest stellt ein Innenraum-Altlastenproblem dar. Sind asbestverdächtige Bauprodukte vorhanden (siehe Tabelle 1), sollten sie auf keinen Fall ohne entsprechende Abklärung selber entfernt oder bearbeitet werden.

Künstliche Mineralfasern kommen als Isoliermaterial zum Einsatz. Sie gelten als weniger gefährlich als Asbest (speziell neuere Produkte). Erhöhte Konzentrationen an künstlichen Mineralfasern treten bei der Verarbeitung auf. Weiters dann, wenn Produkte im Luftaustausch mit dem Innenraum stehen – beispielsweise bei abgehängten Decken mit ungenügendem Rieselschutz, Baumängeln im Zusammenhang mit der Wärmedämmung oder bei offener Verwendung in Zuluftkanälen. Es kann dadurch zu Augen-, Haut- und Schleimhautreizungen kommen.

3.11 Feinstaub

Feinstaub kann auch bei geschlossenen Fenstern in Innenräume eindringen. Darüber hinaus gibt es im Innenraum selbst zahlreiche Feinstaubquellen. Dazu zählen z. B. Rauchen, Kochen, offene Kamine, Staubsaugen, Kerzen, Räucherstäbchen, Laserdrucker und Kamine. Die negativen Auswirkungen von Feinstaub auf die Gesundheit sind ausführlich in der Info-Broschüre „Feinstaub und Gesundheit“ beschrieben (2008).

Tabakrauch – der Blaue Dunst

Tabakrauch ist ein Gemisch aus vielen verschiedenen Schadstoffen, dazu gehören Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffoxide (NO_x), Formaldehyd und flüchtige organische Verbindungen (z. B. Benzol), Feinstaubpartikel und die an ihnen haftenden Schwermetalle, krebserregende polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und auch Dioxine. Weiters werden beim Rauchen Nikotin und krebserregende Nitrosamine abgegeben. Wird in einem Innenraum geraucht, so ist Tabakrauch die wichtigste Schadstoffquelle in diesem Raum. In verrauchten Räumen finden sich extrem hohe Feinstaubkonzentrationen. Die Gesundheitsrisiken sind beträchtlich.

Die Liste der nachgewiesenen Wirkungen des Passivrauchens ist lang: Sie umfasst u. a. Geruchsbelästigungen, Schleimhautreizungen von Augen, Nase und Atemwegen, Mittelohrentzündungen bei Kindern, verminderte Lungenfunktion, chronische Atemwegserkrankungen und frühzeitige Todesfälle durch Lungenkrebs und Herz-Kreislauf-Krankheiten. Tabakrauch in Innenräumen ist somit bei weitem nicht nur ein Komfortproblem besonders empfindlicher Personen. Studien haben ergeben, dass Passivrauchen das Lungenkrebsrisiko und das Risiko einer Herz-Kreislauf-Erkrankung (z. B. Herzinfarkt oder Angina pectoris) um 25 % erhöht.

Zwei große Schweizer Studien zu Atemwegsgesundheit und Luftverschmutzung (SCARPOL und SAPALDIA) haben eindrücklich gezeigt, wie bedeutend Passivrauchen im Hinblick auf Atemwegserkrankungen ist: Passivrauch exponierte Erwachsene klagen doppelt so häufig über Atemgeräusche, leiden 1,5-mal öfter unter Atemnot, tragen ein 50 % höheres Risiko an chronischer Bronchitis zu erkranken und werden 1,6-mal häufiger von Husten und schleimigem Auswurf geplagt. Österreichische Studien an Schulkindern in Linz unterstreichen dies: Kinder aus RaucherInnenhaushalten haben ein verzögertes Lungenwachstum und zeigen häufiger Symptome entzündlich verengter Atemwege.

Von den Auswirkungen des Passivrauchens sind Kinder besonders betroffen. Fast die Hälfte aller Schulkinder sind regelmäßig Tabakrauch ausgesetzt, vor allem Kinder aus sozial tieferen Schichten. Die exponierten Kinder haben ein deutlich erhöhtes Erkrankungsrisiko für Luftwegsinfekte, Ohrenentzündungen, chronischen Husten und Asthma, insbesondere dann, wenn die Mutter die rauchende Person im Haushalt ist und noch mehr, wenn sie auch in der Schwangerschaft geraucht hat. Gemäß SCARPOL-Studie ist jedes sechste Kind von Rauchen in der Schwangerschaft betroffen! Neugeborene von rauchenden Müttern haben ein niedrigeres Geburtsgewicht und ein deutlich erhöhtes Risiko für den plötzlichen Kindstod.

Nach wie vor ein Problem stellt auch Passivrauchen am Arbeitsplatz dar. Die SAPALDIA-Daten zeigten, dass Passivrauchbelastungen am Arbeitsplatz zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen, die gegenüber der zumeist schwächeren und zeitlich kürzeren Rauchbelastung zu Hause deutlich stärker ins Gewicht fallen. Aktuelle Messungen von Nikotin in öffentlichen Gebäuden in Österreich zeigen, wie weit verbreitet das Umweltgift „Tabakrauch“ ist. Tatsäch-



lich war es schwer, unbelastete „Blindproben“ zu gewinnen. Gerade auch Räume, in denen sich Jugendliche gerne aufhalten, wie Diskotheken, waren erschreckend hoch belastet. Aber auch Krankenhäuser und Schulen waren keinesfalls rauchfrei. Selbst in den wenigen Gaststätten, die eigene „Nichtraucher-Zonen“ anbieten, fanden sich dort teilweise ebenso hohe Konzentrationen an Nikotin wie in den „Raucherecken“. Dies ist ein Beweis, dass halbherzige Maßnahmen keinesfalls ausreichen.

Gerüche

Der Geruchssinn zählt zu den so genannten chemischen Sinnen. Oft ist die Wahrnehmung von Gerüchen unbewusst. Sie ist am wirkungsvollsten bei der Nahrungsaufnahme; da gehört der Geruch zur Qualität des Lebensmittels.

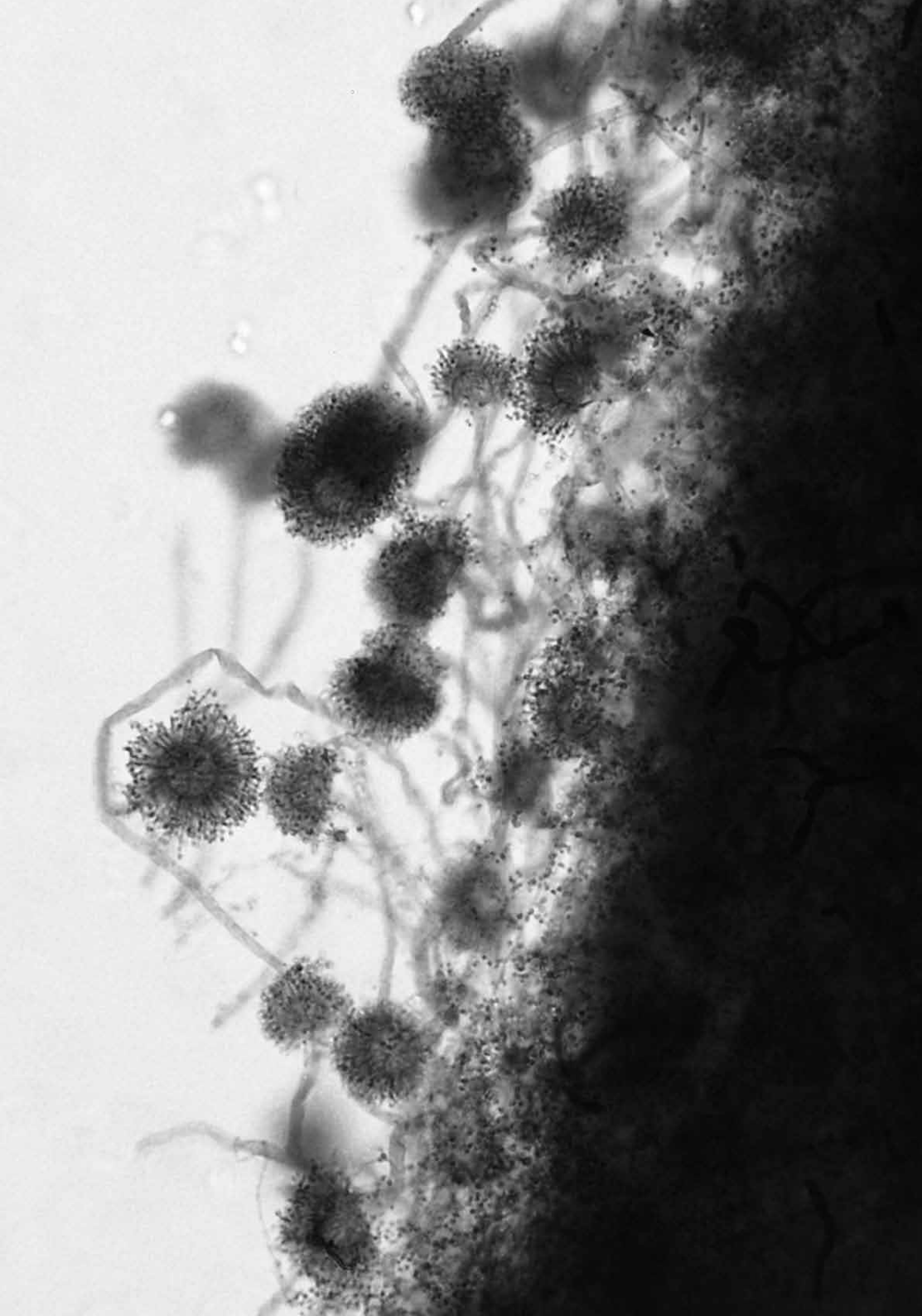
Die Bedeutung von Gerüchen ist abhängig von unserer Erfahrung, von Emotionen und Assoziationen, die wir mit ihnen verbinden. Den typischen eigenen Wohnungsgeruch verbinden wir mit Wohlbefinden, fremde Gerüche erwecken Aufmerksamkeit, ev. Alarm oder gar Ablehnung. Problematisch ist die Tatsache, dass bei Gerüchen die soziokulturell und individuell geprägte Bewertung in „gut“ und „schlecht“ nicht mit der gesundheitlichen Bewertung (harmlos oder gefährlich) übereinstimmt. Aromatische Wohlgerüche können zu Irritationen führen oder gar allergisieren, ein schlechter Körpergeruch ist meist unschädlich und schädliche Gase können geruchlos sein (z. B. Kohlenmonoxid).

Wir sind fähig uns sehr gut an Gerüche zu gewöhnen, sodass verbrauchte Luft nur bemerkt wird, wenn der entsprechende Raum frisch betreten wird. Diese Gewöhnung existiert aber nicht, wenn ein Geruch als Gefahr für die Gesundheit wahrgenommen wird. Die

exponierten Personen empfinden dann den Geruch nach etwa einer halben Stunde so intensiv wie jemand, der den Raum eben erst betreten hat. Die Reizempfindungen sowie auch weitere unspezifische Symptome (Kopfschmerzen, Übelkeit) können ebenfalls stark durch (kognitive) Verarbeitungsprozesse des Geruches beeinflusst werden.

Angenehme Gerüche sind für unser Wohlbefinden nötig. Der Trend, immer mehr Innenräume zu „beduften“, ist aber aus umweltmedizinischer Sicht sehr kritisch zu sehen. Durch „Luftverbesserer“ wird die Innenraumluft zusätzlich mit Chemikalien belastet, die Luftqualität wird nicht verbessert. Schlechte Gerüche sollten nicht durch Duftstoffe überdeckt, sondern durch Lüften und Putzen bekämpft werden.







4. Biologische Faktoren

4. BIOLOGISCHE FAKTOREN

Neben chemischen und physikalischen Belastungsfaktoren findet sich in Innenräumen auch eine Reihe verschiedener Verunreinigungen biologischen Ursprungs. Dazu zählen Pollen aus der Außenluft, Hautschuppen und Haare von Haustieren und Ausscheidungen von Milben und Insekten. Diese Verunreinigungen weisen sensibilisierende Komponenten auf und sind im Hinblick auf Allergien und asthmatische Erkrankungen von besonderer Bedeutung. In Innenräumen finden sich aber auch Belastungen durch Mikroben wie Schimmelpilze und Bakterien. In den folgenden Abschnitten wird über die entsprechenden Belastungen, ihre Quellen und die gesundheitlichen Auswirkungen berichtet.

Die gesundheitliche Bedeutung etwa von mikrobiellen Verunreinigungen in der Innenraumluft von Wohn- und Aufenthaltsräumen wurde lange Zeit unterschätzt. In der Arbeitsmedizin sind die Wirkungen von Schimmelpilzen und Bakterien an stark belasteten Arbeitsplätzen gut bekannt, z. B. in der Landwirtschaft oder bei ArbeiterInnen in Kompostbetrieben. Auch in Spitälern wird diesen Belastungen schon seit langem Beachtung geschenkt, führen doch Luftkeime immer wieder zu schweren Infektionen und lebensgefährlichen Komplikationen. In der Öffentlichkeit haben mikrobielle Luftverunreinigungen mit epidemisch verlaufenden, schweren Infektionen Schlagzeilen gemacht. Ein prominentes Beispiel ist die Legionärskrankheit, die z. B. 1976 in einem Hotel in Philadelphia oder 1999 bei einer Blumenausstellung in den Niederlanden (Bovenkarspel) und 2001 in einem Kaufhaus in Spanien (Murcia) zu zahlreichen Krankheits- und Todesfällen geführt hat. Auch in Kärnten traten Todesfälle durch Legionellen auf. Im Zusammenhang mit Klimaanlagen (v. a. Befeuchtungsanlagen) können aber auch nicht-pathogene Bakterien zu gesundheitlichen Problemen führen.

In den Forschungsarbeiten der letzten Jahre zeichnete sich immer deutlicher ab, dass Feuchtigkeitsprobleme und Schimmelbefall in

Wohnungen zu den gesundheitlich bedeutendsten Innenraumproblemen gezählt werden müssen. Bei zunehmend dichter schließenden Fenstern bleibt die Feuchtigkeit bei ungenügender Lüftung gefangen und es entstehen günstige Bedingungen für das Wachstum von Milben und Mikroorganismen. Dabei ist nicht nur das Risiko für atopische Sensibilisierungen (v. a. Milben) erhöht, sondern es treten insbesondere auch mehr unspezifische Atemwegs-Entzündungen auf, die zu chronischen Erkrankungen der Atemwege führen können (z. B. nicht-allergisches Asthma). Dabei dürften auch Interaktionen mit anderen Luftschadstoffen, vor allem mit Feinstaubpartikeln und Reizstoffen wie Formaldehyd eine Rolle spielen.

4.1 Bakterien

Bakterien leben im Boden, im Wasser, in toten organischen Materialien sowie als Symbionten und Parasiten in Pflanzen, Menschen und Tieren. Zum Überleben benötigen Bakterien mehr Feuchte als Schimmelpilze. Die Luft bildet keinen Lebensraum für Bakterien, sie können aber in Wassertröpfchen und an Partikel gebunden über die Luft verbreitet werden. Einige wenige Bakterienarten bilden sehr widerstandsfähige Sporen oder andere Dauerformen.

Typischerweise sind die Keimzahlen in Innenräumen höher als in der Außenluft. Bakterienquellen sind zunächst einmal vor allem die Personen, die sich im Raum aufhalten. Bakterien können sich an Orten, wo sie genügend Feuchtigkeit vorfinden, rasch vermehren. Bedeutende Quellen für Belastungen in Innenräumen können daher Luftbefeuchter, Befeuchtungsanlagen, Abtropfwannen von Kühlgeräten, nasse Filter oder Kondenswasser-Ansammlungen in Lüftungsrohren

sein. Dementsprechend sind Probleme mit bakteriellen Belastungen im Wohnbereich wesentlich seltener als in klimatisierten Gebäuden oder dicht belegten Räumen (z. B. in Verwaltungsgebäuden, öffentlichen Gebäuden). In durchfeuchtetem Material mit Schimmelbefall ist zwar meist auch mit einem Wachstum von Bakterien (Arten, die mit dem verfügbaren Wasser auskommen) zu rechnen. Aus gesundheitlicher Sicht ist dies aber im Vergleich zu den Schimmelbelastungen von untergeordneter Bedeutung.

Gesundheitliche Auswirkungen

Luftübertragene Bakterien können für die Gesundheit im Innenraum von Bedeutung sein. Beispielsweise kann es zu Infektionen mit *Legionellen* (siehe Seite 54), *Streptokokken*, *Pseudomonaden* oder Komplikationen durch *Staphylokokkus aureus* bei bestehenden viralen Infekten kommen.

In belasteten Räumen stehen unspezifische Effekte auf das Immunsystem (Entzündungsprozesse) im Vordergrund. Grippeähnliche Symptome mit Fieber können hinzukommen; diese wurden insbesondere im Zusammenhang mit verkeimten Lüftungsanlagen und Luftbefeuchtern beschrieben („Befeuchterfieber“, „Montagsfieber“). Als ursächliche Faktoren stehen die Wirkungen von Zellwandbestandteilen im Mittelpunkt.

Zellwandbestandteile: Endotoxine

Endotoxine sind Lipopolysaccharide der äußeren Zellwände gramnegativer Bakterien. Endotoxine aktivieren Alveolar-Makrophagen zur Freisetzung von Signalstoffen (Zytokinen), die entzündliche Prozesse in Gang setzen und unterhalten. Es besteht eine klare Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen Endotoxingehalt der Atemluft und der Lungenfunktion. Ein Schwellenwert lässt sich nicht formulieren; die interindividuelle Variabilität ist groß. Endotoxin kann mit seinen proinflammatorischen (entzündungsfördernden) Effekten die Wirkung anderer Luftschadstoffe wie z. B. Feinstaub, Ozon und Formaldehyd auf die Atemwege verstärken.

Die in einen Zusammenhang mit Endotoxinen gebrachten gesundheitlichen Probleme sind Reizeffekte und Entzündungen in Nase und Atemwegen mit entsprechenden Symptomen sowie typischerweise grippeähnliche systemische Effekte wie Fieber, Muskel- und Gliederschmerzen, Abgeschlagenheit und Übelkeit. Diese Symptomatik tritt oft bei verschmutzten Klimaanlage und verkeimtem Befeuchterwasser auf und wurde daher mit dem Begriff „Befeuchterfieber“ bezeichnet. Wenn nach dem Wochenende die Klimaanlage am Montag wieder hochgefahren werden, können an den Arbeitsplätzen Stoßbelastungen mit Bakterien (aber auch Pilzen) bzw. deren Bestandteilen entstehen, die zu Beschwerden am Wochenbeginn führen; daher auch die Bezeichnung „Montagskrankheit“.

Je nach Art und Schweregrad der Verkeimung und Dauer der Belastung können auch obstruktive Atemwegserkrankungen und allergische Lungenentzündungen (Alveolitis) vorkommen. Im Wohnbereich wurden im Zusammenhang mit verschmutzten Luftbefeuchtern ebenfalls deutlich erhöhte Symptomraten (Reizerscheinungen, Heiserkeit, Husten, Kopfschmerzen) gefunden (Mohan et al. 1998).

Es existieren allerdings auch etliche Studien, die zu dem Schluss kommen, dass eine höhere Endotoxin-Belastung (im Hausstaub) in der frühen Kindheit das Risiko für Allergien und Asthma verringert (siehe Seite 66, „Hygiene-Hypothese“).

Legionellen

Legionellen (wichtigster Vertreter: *Legionella pneumophila*) sind ein natürlicher Bestandteil der Mikroflora des Wassers. In stehendem lauwarmem Wasser wie z. B. in Whirlpools, Befeuchtungsanlagen oder in langen, wenig benutzten Wasserleitungen kann es jedoch zu einer massiven Vermehrung von Legionellen (und anderen gram-negativen Keimen) kommen. Da sich Legionellen innerhalb von Einzelnern wie z. B. Amöben vermehren, gedeihen sie bei entsprechenden Belastungen des Wassers oder der wasserführenden Systeme besonders gut. Legionellen können insbesondere über Duschen, Sprühbefeuchter oder andere stark aerosolbildende Verwendungen des Wassers in die Luft gelangen und so eingeatmet werden.

Eine Legionellen-Infektion manifestiert sich in zwei verschiedenen Formen: Die Pneumonie (Legionärskrankheit) ist die häufigste klinische Manifestation. Die Inkubationszeit beträgt zwei bis zehn Tage. In der Frühphase kommt es zu unspezifischen Symptomen mit Fieber, Unwohlsein, Muskelschmerzen und (teilweise leicht blutigem) Husten, gefolgt von Brustschmerzen, Schüttelfrost und Anstieg des Fiebers. Der Verlauf kann bis zu ausgedehnten Lungeninfiltraten, Stupor (körperlicher Starrezustand bei wachem Bewusstsein) und Multiorganversagen gehen und wird relativ häufig von Durchfall begleitet. Als zweite, mildere Form wird das so genannte Pontiac-Fieber beschrieben, eine selbstlimitierende, grippeähnliche Erkrankung mit ähnlichen Symptomen wie sie für die Frühphase der Legionellose beschrieben werden. Die Ursachen für das Auftreten der unterschiedlichen Formen sind nicht genauer bekannt.

Gefährdet sind vor allem Personen mit geschwächtem Immunsystem. Bei starker Belastung mit Legionellen aus kontaminierten technischen Anlagen können aber auch Gesunde betroffen sein.

4.2 Schimmelpilze

Schimmelpilze gehören zum riesigen Reich der Pilze und bilden keine klar abgrenzbare Gruppe. Die Anzahl der verschiedenen Schimmelpilzarten lässt sich nicht angeben; es dürften jedoch mehrere Zehntausend sein. Schimmelpilze kommen in der Umwelt überall vor. Sie wachsen auf totem organischem Material und sind vor allem in den obersten Bodenschichten und auf dem Waldboden zu finden. Unter trockenen Bedingungen bilden Schimmelpilze Sporen, die in die Luft gelangen. So können sie neue Lebensräume besiedeln. Unter günstigen Bedingungen können Schimmelpilz-Sporen über hunderte Kilometer verfrachtet werden.

Vor allem in trockenen Sommermonaten werden viele Sporen gebildet und verbreitet. Die Anzahl an Sporen bzw. Keimzahlen in der Außenluft zeigt einen typischen Jahresgang mit einem Maximum im Spätsommer, wobei im Winter einige Hundert, im Spätsommer bis zu 100.000 Keime pro Kubikmeter Luft gemessen werden. Die Lebensdauer der Sporen in der Luft ist u. a. abhängig von der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Sonneneinstrahlung.

Mit der Außenluft gelangen Schimmelpilzsporen in Innenräume und setzen sich dort auf Oberflächen ab. Finden sie gute Bedingungen vor, können sie Kolonien bilden, d. h. sich weiter vermehren und wachsen. In Innenräumen ist das Nahrungsangebot für Schimmelpilze kaum je knapp; mit Baustoffen, Einrichtungsgegenständen und häuslichem Schmutz ist reichlich organisches Material vorhanden. Entscheidender Faktor für das Wachstum ist die Verfügbarkeit von Wasser bzw. der Wassergehalt im Material. Sind Materialien genügend feucht, werden sie rasch von Schimmelpilzen besiedelt. Besonders anfällig sind gealterte, cellulosehaltige Materialien wie Holz, Spanplatten, Jute, Tapeten, aber auch Leim. So ist manchmal z. B. kein Bewuchs auf der Tapete, dafür aber dahinter in der Schicht mit dem cellulosehaltigen

Tapetenkleber vorhanden. Besonders gut gedeihen Schimmelpilze auf alten schmutzigen und feuchten Teppichen. Gute Lebensbedingungen finden sie zudem in den oberen Schichten von Blumenerde, und einige wachsen auch auf Zimmerpflanzen selbst (z. B. Cladosporium).

4.2.1 Feuchtigkeit als Schlüsselgröße

Verantwortlich für Schimmelpilzbefall sind entweder bauliche Mängel und/oder das BenutzerInnen-Verhalten (siehe Seite 58, Risikofaktoren). Mehrere Arten von baulichen Mängeln sind zu unterscheiden: Wasser kann direkt durch undichte Stellen in Baumaterialien gelangen. Bei direktem Wassereintritt liegt ein Bauschaden vor, wie beispielsweise Ritzen, Risse in Außenwänden, defekte Flachdächer, fehlende oder ungenügende Drainage. Innerhalb von fehlerhaften Konstruktionen und auf zu kühlen Oberflächen (Wärme- bzw. Kältebrücken) kann Luftfeuchtigkeit kondensieren. Probleme können auch durch aufsteigende Feuchtigkeit entstehen. Nach Überschwemmungen oder anderen Wasserschäden ist das Risiko für Schimmelpilzbefall ebenfalls erhöht.

Sehr oft ist jedoch nicht direkt ein Bauschaden, sondern der Feuchtigkeitshaushalt im Zusammenspiel mit der Temperatur der Oberflächen für Feuchtigkeitsprobleme und Schimmelbefall verantwortlich. Im Innenraum wird ständig Wasserdampf an die Raumluft abgegeben, über den Stoffwechsel des Menschen, durch Aktivitäten wie Kochen und Duschen, Waschen, Wäschetrocknen, durch Betrieb eines Luftbefeuchters oder von Zimmerpflanzen. In einem Haushalt mit vier Personen werden pro Tag zwischen 4,5 und 17 Liter Feuchtigkeit produziert. In Neubauten kommt zusätzlich Feuchtigkeit aus dem Baumaterial (z. B. Beton, Mörtel, Spachtel, Kittmassen, Gips, Anstriche) hinzu. Kann die Feuchtigkeit, die in Innenräumen produziert wird, nicht durch ausreichende Lüftung nach außen abgeführt werden, steigt der Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft an. Da kalte Luft weniger Wasser aufnehmen kann als warme Luft, steigt bei Abkühlung eines Luftpakets die relative Feuchtigkeit in dieser Luft an, bis der Wasserdampf schließlich kon-

densiert. Dies geschieht an allen kühlen Oberflächen im Inneren eines Gebäudes, wenn die Raumluftfeuchtigkeit hoch ist. Kurzzeitige Kondensationen mit anschließender Austrocknung sind unproblematisch. Sind Materialien aber dauernd feucht, so ist ein Schimmelpilzbefall praktisch sicher.

Anzeichen für Feuchtigkeitsprobleme sind ständig angelaufene Fensterscheiben, Verfärbungen (Feuchteflecken), Tapetenablösungen, sichtbarer Schimmelpilzbewuchs und fauler, modriger Geruch. Kritische Stellen für Schimmelbewuchs sind schlecht gedämmte Außenwände bzw. Kältebrücken an Außenwänden und im Anschlussbereich der Fenster. In Ecken und hinter direkt an Außenwänden positionierten Möbelstücken oder Bildern ist die Oberflächentemperatur wegen mangelnder Luftzirkulation tiefer und es kann an diesen Stellen Schimmelbewuchs auftreten. Kritisch hinsichtlich eines Befalls sind auch schmutzige und feuchte Stellen in Lüftungsanlagen (Befeuchtungsanlage, feuchte Filter, Zuluftkanäle etc.).

Risikofaktoren für Feuchtigkeitsprobleme und Schimmelwachstum

Meist sind mehrere Ursachen für einen Schimmelbefall verantwortlich – typischerweise bauliche Mängel und BenutzerInnen-Verhalten. Besonders problematisch ist die z. T. massive Verringerung des Luftwechsels in Altbauten durch den Einbau neuer, dichter Fenster und Türen ohne Information der BewohnerInnen über die dadurch nun unbedingt notwendige regelmäßige Stoßlüftung der Wohnungen.

Bauliche Mängel

- schlechte Wärmedämmung
- Wärme- bzw. Kältebrücken
- dichte Gebäudehülle ohne Lüftungskonzept
- Undichtigkeiten in der Gebäudehülle bei künstlich belüfteten Gebäuden
- Eindringen von Wasser in die Konstruktion
- aufsteigende Feuchtigkeit, z. B. bei Naturböden im Keller
- fehlende oder fehlerhafte Abzüge in Küche und Bad

BenutzerInnen-Verhalten

- mangelhaftes/falsches Lüftungsverhalten (bez. Fensterlüftung, Benutzung der Abzüge)
- hohe Feuchtigkeitsproduktion (Luftbefeuchter, häufiges Duschen, Wäschetrocknen etc.)
- Verzögerung des Heizbeginns
- zu tiefe Raumtemperaturen
- Objekte/Möbel direkt an (schlecht gedämmten) Außenwänden

4.2.2 Gesundheitliche Auswirkungen

Schimmelpilze können Allergien und Infektionen hervorrufen sowie toxisch und geruchsbelästigend wirken.

• Allergene Wirkung

Grundsätzlich sind alle Schimmelpilze imstande, Allergien hervorzurufen (v. a. Typ-I-Allergien). Der Dosis-Wirkungszusammenhang ist sehr komplex. Er hängt u. a. von der individuellen Prädisposition sowie vom allergenen Potential der Schimmelpilzsporen ab. Bei bereits Sensibilisierten richtet sich die Schwere allergischer Reaktionen nach dem Grad der Sensibilisierung, der Empfindlichkeit von Schleimhäuten und der Allergendosis pro Fläche. Schimmelpilze, die zahlreiche Sporen an die Raumluft abgeben oder in hohen Konzentrationen in der Umwelt auftreten (z. B. phytopathogene Pilze im Sommer) verursachen häufiger Allergien.

Die meisten Pilzsporen haben eine geringe Größe (2 bis 10 Mikrometer) und gelangen daher in den Bronchialbaum. Nur Teilchen über 10 Mikrometer werden in der Schleimhaut von Nase und Rachen zurückgehalten. Der Anteil der Bevölkerung mit einer klinisch relevanten Schimmelpilzallergie lässt sich derzeit nicht sicher feststellen. Schätzungen gehen von 1 bis 5 % aus. Besonders gefährdet sind Personen mit erblicher Neigung zu Typ-I-Allergien (AtopikerInnen).

Bei entsprechender Neigung, die im Einzelfall nicht vorhersehbar ist, kommt es bei langandauernder Exposition gegenüber Schimmelpilzsporen zur Ausbildung einer Allergie. Es kann zu einem Bronchialasthma und bleibenden Schäden an den Atmungsorganen kommen. So belegen Untersuchungen ein höheres Risiko für Atemwegserkrankungen bei Kindern, die in feuchten, schimmelbefallenen Wohnräumen leben. In feuchten Wohnungen finden sich übrigens auch Actinomyceten (Bakterien, die früher als Strahlenpilze bezeichnet wurden). Sie tragen

möglicherweise zu den Beschwerden und Erkrankungen bei.

Nach Gräserpollen, Hausstaubmilben und Katzenhaaren sind Schimmelpilze die häufigsten positiven Allergene der österreichischen Bevölkerung.

• Toxische Wirkung

Die Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen (z. B. Mykotoxine) können ebenso wie Zerfallsprodukte aus ihrer Zellwand (Glukane) Interleukine und sonstige Entzündungsmediatoren in Schleimhäuten freisetzen und damit eine lokale toxische Wirkung haben. BewohnerInnen von mit Schimmelpilz belasteten Räumen können so unter Augenbrennen und Erkältungssymptomen leiden. Toxine von *Stachybotrys chartarum* stehen im Verdacht, schwere blutige Lungenentzündungen bei Kindern hervorzurufen.

Darüber hinaus bilden Schimmelpilze gasförmige Substanzen, die möglicherweise zu den toxischen Wirkungen beitragen.

Toxische Wirkungen, die über den lokalen Ort der Einwirkung an den Atemwegen hinausgehen, wie sie bei der Aufnahme von Pilzgiften mit der Nahrung bekannt sind (insbesondere Leber- und Nierenschäden), sind bei inhalativer Aufnahme extrem selten.

• Infektiöse Wirkung

Bei Schimmelpilzen handelt es sich um opportunistische Mikroorganismen. D. h. eine Infektion durch solche Keime setzt einen immungeschwächten Organismus voraus (z. B. nach Organtransplantation, bei AIDS oder Krebs) oder Vorschäden wie chronische Atemwegserkrankungen. Insgesamt sind Infektionen durch Schimmelpilze selten (Lunge, Nasennebenhöhlen, Zentralnervensystem etc.) und erfolgen am ehesten inhalativ. Durch die üblichen Innenraumbelastungen ist eine solche Wirkung bei Gesunden unwahrscheinlich. Allerdings können bei abwehrgeschwächten Personen Infektionen durch Schimmelpilze z. B. aus der Erde von Topfpflanzen auftreten.

• Geruchsbelästigung

Schimmelpilze bilden charakteristische flüchtige Stoffwechselprodukte (MVOC), die sie an die Umgebungsluft abgeben. Diese Stoffwechselprodukte umfassen etliche chemische Stoffklassen (z. B. Alkane, Alkanole, Alkenole, Aldehyde, Ketone). Bisher wurden zahlreiche solcher Verbindungen identifiziert, die von Schimmelpilzen gebildet werden können. Häufig ist der muffig-modrige Geruch auf diese Stoffe zurückzuführen.

Die Bestimmung der MVOC kann eingesetzt werden, wenn eine nicht sichtbare Schimmelquelle bzw. Schimmelpilzbelastung in einem Gebäude vermutet wird (muffig-modriger Geruch, ungeklärte Zunahme von Allergien oder Atemwegserkrankungen). Durch die alleinige Bestimmung der MVOC lässt sich jedoch noch keine gesundheitliche Bewertung der Expositionsverhältnisse vornehmen.

Bei der Untersuchung sollte auch berücksichtigt werden, dass Gerüche außer von Schimmelpilzen auch von Bakterien oder anderen VOC-Emittenten (Bau- und Einrichtungsmaterialien, siehe dazu auch Abschnitt 3.4) verursacht werden können.

4.3 Staubmilben

Staubmilben sind sehr kleine Spinnentierchen, die sich bevorzugt von menschlichen Hautschuppen und anderem organischem Material, so auch von Schimmelpilzen ernähren. Milben brauchen ein feuchtwarmes Klima, um sich zu vermehren. Unter 40 % relativer Luftfeuchtigkeit und bei weniger als 18 °C Raumtemperatur vermehren sich Milben praktisch nicht. Spannteppiche, Polstermöbel, Vorhänge und Textiltapeten bieten bei feuchtwarmem Klima einen Lebensraum, der die Milbenvermehrung fördert. Die höchsten Milbenkonzentrationen finden sich jedoch in Matratzen, da dort alle Vermehrungsbedingungen für Milben erfüllt sind (warm, feucht, menschliche Hautschuppen). Das für die

Sensibilisierung relevante Allergen findet sich im Kot der Milbe.

Mehrere Untersuchungen weisen darauf hin, dass bei entsprechender Disposition das Risiko einer Sensibilisierung auf Milbenallergene mit steigenden Konzentrationen dieses Innenraumallergens zunimmt. Vor allem bei atopischen Kindern begünstigen hohe Milbenkonzentrationen Asthma und Neurodermitis.

Wenn eine Milbensensibilisierung vorhanden ist und entsprechende klinische Manifestationen wie ein Asthma bronchiale gesichert sind, dann bleibt als Maßnahme nur die Reduktion der Exposition gegenüber Milben. Neben raumklimatischen Maßnahmen haben sich milbendichte Bezüge auf Matratzen nachweislich als wirksam erwiesen. Ferienaufenthalte in Gebieten, in denen die Milbenexposition aus klimatischen Gründen gering ist, wie zum Beispiel in den Bergen, bringen Asthma-PatientInnen mit einer Milbensensibilisierung oftmals Besserung. Zudem empfehlen sich Maßnahmen zur Staubreduktion in Wohn- und Schlafräumen wie glatte wischbare Böden, Vorhänge aus leichtem, waschbarem Material und häufiges Waschen der Bettwäsche. Tätigkeiten, bei denen es zu starker Staubentwicklung kommt (Bettenmachen, Staubsaugen etc.) sollten von MilbenallergikerInnen gemieden werden.

4.4 Haustiere

Eine weitere wichtige Quelle für Innenraumallergene sind Haustiere, allen voran Katzen und Hunde. Das Katzenallergen (Fel d1) findet sich im Speichel der Katze und in weiterer Folge auf den Tierhaaren. Katzenhaare sind sehr fein und finden sich in der Raumluft als Schwebepartikel. Die höchsten Allergenkonzentrationen sind erwartungsgemäß in Räumen, in denen sich Katzen aufhalten, zu beobachten. Das Allergen kann aber auch mit der Kleidung in Räume gebracht werden, in denen sich keine Katzen befinden. So konnte man z. B. in Schulen Katzenallergen feststellen, das über die Kinder ins Klassenzimmer gelangt war. Die Frage, ob eine erhöhte Konzentration von Katzenallergen im Wohn-

raum mit einem größeren Risiko für eine entsprechende Sensibilisierung und mit vermehrtem Asthma bronchiale verbunden ist, wird gegenwärtig wissenschaftlich heftig debattiert. So konnte in mehreren Studien festgestellt werden, dass Katzenhaltung in der frühen Kindheit sogar mit einem verminderten Risiko für eine Sensibilisierung assoziiert war. Es wird spekuliert, dass dadurch möglicherweise eine Immuntoleranz erzeugt wird. In einer großen Studie aus Deutschland, in der über 1.000 Kinder von Geburt bis zum 7. Altersjahr wiederholt untersucht wurden, konnte kein Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Katzenallergen im Hausstaub in den ersten Lebensmonaten und dem Risiko, im Alter von 7 Jahren an einem Asthma bronchiale zu leiden, gefunden werden.

Selbstverständlich bleibt die Empfehlung bestehen, dass Personen mit nachgewiesenem Asthma bronchiale und einer Sensibilisierung auf Katzenallergen, sich von ihrem Haustier trennen respektive keines anschaffen sollen. Ob es allerdings richtig ist, prophylaktisch auf Katzen zu verzichten, wenn eine familiäre Allergie-Disposition besteht, ist beim gegenwärtigen Stand des Wissens umstritten. In der aktuellen deutschen Allergiepräventions-Leitlinie heißt es dazu: Die Anschaffung von Felltieren als Präventionsmaßnahme ist nicht zu empfehlen. Bei der Katzenhaltung überwiegen die Studien, die in der Haltung einen Risikofaktor sehen, deshalb sollte bei Risikokindern die Katzenhaltung vermieden werden. Hundehaltung ist wahrscheinlich nicht mit einem höheren Allergierisiko verbunden.

4.5 Pollen und Pflanzen in Innenräumen

Pollenkörner sind die „männlichen“ Keimzellen der Pflanzen. Zur Bestäubung des (weiblichen) Fruchtblattes und somit zur Befruchtung müssen sie von einer Pflanze zur nächsten gelangen. Das erfolgt zu meist entweder durch Insekten oder durch den Wind. Um die Windbestäubung zu ermöglichen, müssen die Pollenkörner ausreichend lange

im Schwebezustand in der Luft verharren. Wesentlich dafür ist ihre geringe Größe, da die Sedimentation von Staubteilchen mit der Größe stark zunimmt. Selbst Pollenkörner sedimentieren mit einem Durchmesser von zumeist zwischen 10 und 100 Mikrometer in ruhiger Luft relativ rasch. In der vom Wind bewegten Umgebungsluft können sie jedoch weite Strecken zurücklegen. In Innenräumen sinken sie hingegen rasch zu Boden und sind daher in der Innenraumluft in aller Regel in geringerer Konzentration anzutreffen als während der jeweiligen Pollensaison im Außenraum.

Bei Tätigkeiten, die zum Wiederaufwirbeln des Staubes in der Wohnung führen, können jedoch kurzzeitig hohe Konzentrationen in der Luft des Wohnraumes auftreten. PollenallergikerInnen sollten daher trachten, vor solchen Tätigkeiten die Staubbelastung in der Wohnung (z. B. durch feuchtes Wischen glatter Flächen) zu reduzieren bzw. diese Tätigkeiten so durchführen, dass wenig Staubteilchen aufgewirbelt werden. Beispielsweise empfehlen sich Staubsaugen mit einem hochwertigen Pollenfilter oder Mikrofasertücher zum Staubwischen.

Die gesundheitliche Bedeutung der Pollenkörner liegt in den starken allergenen Eigenschaften, die von Eiweißstrukturen ausgehen. Bei diesen Eiweißstrukturen handelt es sich um pflanzliche Enzyme, die sich an der Oberfläche, mehr jedoch noch im Inneren der Pollenkörner, aber auch in anderen Pflanzenteilen, z. B. bestimmten Früchten finden. Dies erklärt auch die Kreuzallergie zwischen Pollen und manchen Nahrungsmitteln.

Intakte Pollenkörner sind zu groß, um in nennenswerter Menge tiefer als in den Nasen-Rachenraum vorzudringen. Daher ist die typische Pollenallergie auch der Heuschnupfen: eine allergische Entzündung der Augenbindehäute und der Nasenschleimhaut. In stark verschmutzter Luft (Dieselruß!) und bei hoher Luftfeuchtigkeit können Pollenkörner jedoch quellen und zerreißen. Dabei entstehen nicht nur kleinere Pollenbruchstücke, es werden auch zahlreiche Allergene im Inneren der Körner freigesetzt. Dadurch ist wahrscheinlich auch die Beobachtung

zu erklären, dass Gewitterstürme oft mit heftigen allergischen Reaktionen einhergehen. Die kleineren Pollenteilchen können auch in tiefere Atemwege gelangen und dadurch zu asthmatischen Symptomen führen. Asthma bronchiale ist in der Tat eine bekannte Komplikation des Heuschnupfens („Etagenwechsel“). Die kleineren Teilchen gelangen auch leichter in den Innenraum und bleiben länger im Schwebestand. Zum Glück sind die Bruchstücke nicht sehr beständig.

Die Symptome der Pollenallergie halten sich terminlich recht eng an den „Pollenflugkalender“, sodass bereits der Zeitpunkt des Auftretens der allergischen Beschwerden einen guten Hinweis darauf gibt, gegen welche Pollen die Allergie gerichtet ist.

Auch als Folge des Klimawandels machen sich jedoch in der letzten Zeit immer mehr „exotische“ Pflanzen breit, die zum Teil, wie etwa Ambrosia (Ragweed), ein starkes allergenes Potential haben und die Pollensaison auch zeitlich ausdehnen.

Es ist bekannt, dass die genügsame, beliebte und dementsprechend weitverbreitete Zimmerpflanze *Ficus benjamina* zu allergischen Sensibilisierungen und klinischen Beschwerden einer ganzjährigen Rhinokonjunktivitis (mit Bindehautentzündung einhergehender Schnupfen), Asthma bronchiale oder urtikariellen Symptomen (Hautausschlag) führen kann. Das Allergen ist im Latex lokalisiert und wird entweder beim Schneiden von Blättern oder Ästen freigesetzt oder durch Ausscheidung an die Blattoberfläche abgegeben, wo es sich an den darauf liegenden Staub binden und zu entsprechenden Beschwerden führen kann. Die allergene Potenz von *Ficus benjamina* ist nicht sehr hoch, die Induktion einer Sensibilisierung setzt meist eine berufliche Exposition oder eine langandauernde mäßige Exposition voraus. Die meisten Personen mit einer Sensibilisierung auf *Ficus benjamina* reagieren auch auf andere Allergene. Für Betroffene ist eine Vermeidung dieser Exposition die einzige sinnvolle Maßnahme.

„Hygiene-Hypothese“

Mehrere Studien haben festgestellt, dass zwischen der Anzahl der Geschwister eines Kindes und dem Vorkommen von Heuschnupfen und allergischer Sensibilisierung im Hautallergietest ein starker inverser Zusammenhang besteht. Anders ausgedrückt wiesen Einzelkinder ein höheres Risiko auf, eine allergische Sensibilisierung oder einen Heuschnupfen zu entwickeln als Kinder aus kinderreichen Familien. Ältere Geschwister hatten einen stärkeren protektiven Effekt als jüngere Geschwister. Daraus wurde gefolgert, dass eine vermehrte frühkindliche Exposition gegenüber Infekten der Entwicklung allergischer Erkrankungen vorbeugen könnte.

Diese so genannte „Hygiene-Hypothese“ ist z. B. hinsichtlich der unterschiedlichen Häufigkeiten allergischer Erkrankungen in ost- und westeuropäischen Ländern von Interesse. In der ehemaligen DDR wurde die Mehrzahl der Kinder vom ersten Geburtstag an in Kinderkrippen betreut, während in Westdeutschland Kinderkrippen nur für eine Minderzahl von Kindern in dieser Altersgruppe zugänglich waren. Studien haben gezeigt, dass Kinder, welche im ersten Lebensjahr in Krippen betreut wurden, weniger Asthma und Heuschnupfen entwickeln.

Weitere Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass Lebensformen, die noch viel unmittelbarer die Auseinandersetzung mit Keimen aller Arten fordern, einen Schutz vor der Entstehung von Asthma und Heuschnupfen bieten, nämlich das Aufwachsen auf einem Bauernhof, wo bekanntlich infolge der Stalltierhaltung hohe Keimkonzentrationen zu erwarten sind. In der Schweiz hatten Bauernkinder nur halb so häufig ein Asthma bronchiale und einen Heuschnupfen wie andere Kindern aus demselben Dorf, die nicht auf einem Bauernhof aufgewachsen sind. Diese Ergebnisse sind nachfolgend von zahlreichen anderen Studien aus diversen Ländern, darunter auch Österreich bestätigt worden.

Die Ergebnisse geben Hinweise auf die Richtigkeit der so genannten „Hygiene-Hypothese“. Selbst in einem allergenreichen Milieu mit vielen Katzen, Hunden, Gräser-, Baumpollen etc. kann eine weitgehende Toleranz erreicht werden, wenn die richtige Stimulation des Immunsystems möglichst früh im Leben, eventuell sogar bereits vor der Geburt, einsetzt.

Angemerkt sei, dass die „Hygiene-Hypothese“ nach wie vor eben nur eine Hypothese ist. Weiters sollte sie nicht als Rechtfertigung dafür dienen, vernünftiges Hygiene-Verhalten wie etwa Händewaschen zu vernachlässigen.





5. Umweltmedizinische Forderungen

5. UMWELTMEDIZINISCHE FORDERUNGEN

5.1 Wichtige umweltpolitische Zielsetzungen in Europa

Seitens der EU und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wurde in den letzten Jahren dem Thema „Umwelt und Gesundheit“ verstärkt Aufmerksamkeit gewidmet. So wurde etwa der Europäische Aktionsplan Umwelt und Gesundheit (European Environment and Health Action Plan 2004-2010) erarbeitet, in welchem betont wird, dass die menschliche Gesundheit ein zentrales Anliegen der Umweltpolitik ist (Europäische Kommission 2004). Als Forschungsschwerpunkte wurden vier Bereiche angeführt: 1. Atemwegserkrankungen, 2. neurotoxische Entwicklungsstörungen, 3. Krebs bei Kindern und 4. Hormonstörungen. Weiters wurde als „Aktion 12“ explizit die „Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen“ genannt.

Darüber hinaus wurde auf Vorschlag der WHO ein Aktionsplan ausgearbeitet, der Instrumente und Vorschläge zusammenstellt, wie Umwelt und Gesundheit von Kindern evaluiert, gefördert und erhalten werden können. Laut Weltgesundheitsorganisation ist etwa ein Drittel der Krankheitslast von der Geburt bis zum 18. Lebensjahr ungesunden Umweltbedingungen zuzurechnen. Dieser Aktionsplan zur Verbesserung von Umwelt und Gesundheit der Kinder in der europäischen Region (Children's Environment and Health Action Plan for Europe, CEHAPE) wurde anlässlich der gemeinsamen Konferenz von Umwelt- und GesundheitsministerInnen in Budapest 2004 beschlossen und in Parma 2010 bestätigt. Als eines der vorrangigen Ziele der Europäischen Region wird in dem Aktionsplan die Verhütung und Verminderung der durch Innen- und Außenluftverschmutzung verursachten Atemwegserkrankungen (z. B. Verringerung der Häufigkeit von Asthma) mittels Reduzierung des Schadstoffausstoßes von Verkehr, Industrie, Umsetzung der WHO-Tabakkonvention etc. genannt. In weiterer

Folge wurde ein eigener „Kinder-Umwelt-Gesundheitsaktionsplan für Österreich“ erstellt, in dem sich u. a. Handlungsempfehlungen für die Sicherstellung von guter Außen- und Innenraumluft, zur Verhütung und Verringerung von Lärm sowie zur Verminderung der Belastung durch elektromagnetische Felder und Radon finden.

Im Rahmen dieses österreichischen Aktionsplans wurde auch ein Forschungsprojekt durchgeführt, das die Wirkungen der Innenraumluft auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Volksschulkindern in neun Ganztagschulen (zwei davon in Kärnten) untersucht. Dazu wurden zahlreiche Schadstoffe im Hausstaub, Feinstaub und in der Luft analysiert. Weiters wurden Lungenfunktionsprüfungen und Tests zur geistigen Leistungsfähigkeit durchgeführt. Die Befunde dienen der Formulierung entsprechender Handlungsvorschläge zur Verbesserung des Schul-Innenraumes und folglich der Gesundheit der Kinder.

5.2 Regelungen für die Innenraumluft

Bis heute gibt es in keinem europäischen Land ein spezifisches Gesetz für Qualitätsanforderungen an die Innenraumluft. So wurden auch in Österreich Luftverunreinigungen in Innenräumen (Indoor Air Pollution) im Unterschied zur Außenluftbelastung – außer am Arbeitsplatz – noch kaum reglementiert.

Dem steht eine große öffentliche Sensibilität in Bezug auf die Wohnluftqualität gegenüber. Beispielsweise ist aus Erfahrungsberichten umweltmedizinischer Beratungsstellen bekannt, dass die häufigsten Gründe für das Aufsuchen der Beratungsstellen dem Bereich Wohnen und Innenraumluftqualität (Schimmelpilz, „Wohngifte“, Geruchsstoffe) zugeordnet werden können.

Um der Nachfrage nach einer einheitlichen Erfassung und Bewertung von Innenraumschadstoffen nachzukommen, wurde im Jahr 1999 ein Arbeitskreis beim damaligen österreichischen Umweltministerium

(jetzt Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) eingerichtet. Der interdisziplinäre Arbeitskreis (Mediziner, ToxikologInnen, ChemikerInnen, Messtechniker, JuristInnen) setzt sich aus WissenschaftlerInnen und Sachverständigen zusammen, die auf dem Gebiet der Innenraumluft langjährige Erfahrung haben. Ihre Aufgabe ist die Darstellung allgemein anwendbarer, harmonisierter Vorgangsweisen in einer Richtlinie („Bewertung der Innenraumluft“). Neben einer allgemeinen und umfassenden Darstellung des Innenraumluft-Problemkreises (rechtliche Belange, toxikologische Überlegungen, Vorgangsweise bei vermuteten Belastungen, Messstrategie und Analytik, Dokumentation und Bewertung der Ergebnisse) sind bisher auch einige schadstoffspezifische Kapitel (u. a. Flüchtige Kohlenwasserstoffe, Tetrachlorethen, Styrol, Toluol, Formaldehyd und Kohlendioxid) erschienen. Hier finden sich auch entsprechende Innenraumluft-Richtwerte (www.umwelt.net.at – Luft – Innenraumluft – Richtlinie zur Bewertung der Luftqualität von Innenräumen). Außerdem werden zu aktuellen Themen wie z. B. zu Schimmelbefall oder Luftströmungen in Gebäuden Positionspapiere verfasst (www.innenraumanalytik.at – Texte & Links).

5.3 Was sollte noch getan werden?

Strengere stoffpolitische Maßnahmen: Strengere Regelungen für die Freisetzung/Verwendung von Chemikalien in Alltagsprodukten etc. sind notwendig, um speziell Kinder besser zu schützen.

Strengere Regelungen in Bezug auf physikalische Faktoren: Aus umweltmedizinischer Sicht erscheint es wichtig, die Bevölkerung besser vor Lärm, elektromagnetischen Feldern und Radon zu schützen.

Bewusstseinsbildung: Die Werbung bringt zahlreiche Menschen dazu, in der Wohnung gefährliche Produkte wie Desinfektionsmittel oder Duftstoffe einzusetzen. Da Werbeverbote unwahrscheinlich sind, muss unermüdlich das Problembewusstsein gefördert werden. Dies gilt na-

türlich auch für zahlreiche andere Aspekte des Themas „Innenraum und Gesundheit“, die in dieser Broschüre angesprochen werden.

Beratung: Menschen, die eine Belastung in ihrer Wohnung vermuten, werden mit ihren Sorgen derzeit noch zu oft allein gelassen. Bestehende Einrichtungen im öffentlichen Dienst verfügen häufig nicht über ausreichende Ressourcen und Qualifikationen, um der zentralen Aufgabe der Bereitstellung von unabhängiger Information und sachkundiger Hilfe angemessen nachkommen zu können. In einigen anderen europäischen Staaten ist dies besser geregelt. In Belgien beispielsweise kann ein/e ÄrztIn, die/der eine Belastung im Wohnraum als Ursache der Beschwerden der/des PatientIn vermutet, eine „Grüne Ambulanz“ anfordern. Das ist ein mobiles Einsatzteam, das vor Ort Umweltuntersuchungen (z. B. Luftprobennahme) durchführt und sowohl ÄrztIn als auch PatientIn entsprechend berät. Das belgische Beispiel zeigt, dass mit rascher Hilfe und mit geringen zusätzlichen Mitteln hohe Folgekosten und schwere Langzeitschäden vermieden werden können.

Hilfestellung: Produkthaftung und Gewährleistungsrecht haben die rechtliche Situation der BenutzerInnen bzw. der BewohnerInnen erheblich verbessert. Trotzdem ist der Rechtsweg im Schadensfall mühsam und oft auch riskant. Lokale Behörden sollten den Betroffenen vermehrt nicht nur Beratung, sondern auch Hilfestellung sowohl in sachlichen wie auch in rechtlichen Belangen anbieten.

Produktdeklaration: Ein weiteres wichtiges Anliegen ist die Harmonisierung der Regelungen für Bauprodukte. Im zunehmend freien Markt wird es immer schwieriger, verlässliche Informationen darüber zu erhalten, was ein Bauprodukt (von der Anstrichfarbe bis zum Kleber oder zum Ziegel) an Stoffen enthält, und welche Stoffe vom Bauprodukt unter Umständen (z. B. bei Durchfeuchtung, bei Erwärmung, im Brandfall)

abgegeben werden. Eine einheitliche europäische Produktdeklaration unter anderem mit klaren Angaben zum Emissionsverhalten von Produkten ist daher dringend notwendig.

Kennzeichnung: Positivbeispiele zeigen, dass man auch heute finanziell leistbare Wohnungen mit hohem Wohnkomfort und geringem Energiebedarf bauen kann. Im Wirrwarr verschiedener Gütesiegel und Bezeichnungen von Öko- über Passiv- zu Niedrigenergie- und anderen Häusern sind KäuferInnen oder MieterInnen aber häufig überfordert. Eine einheitliche Kennzeichnung nicht nur einzelner Bauprodukte, sondern auch des Produktes „Haus“ oder „Wohnung“ ist wünschenswert. Diese Kennzeichnung sollte sowohl Aspekte der Nachhaltigkeit (Energieverbrauch bei Errichtung, Betrieb und Entsorgung) als auch der Schadstoffarmut berücksichtigen. „Freimessungen“ derartiger Qualitätshäuser nach der Fertigstellung bzw. vor der Übergabe an die BewohnerInnen sollten die Regel sein.

Forschung: Ständig kommen neue Produkte auf den Markt. Damit wächst und ändert sich auch unser Wissen um mögliche unerwünschte gesundheitliche Effekte („Nebenwirkungen“) ständig. Um mit der wachsenden Produktvielfalt und den sich ändernden Anforderungen Schritt zu halten, ist aber auch eine ständige begleitende Forschung notwendig, die unabhängig von der Industrie erfolgen sollte. So vielfältig wie die möglichen Schadeinflüsse sind mögliche Beeinträchtigungen von Gesundheit und Wohlbefinden. Auch Kombinationswirkungen verschiedener Umweltfaktoren können auftreten. Entsprechend komplex sind die Aufgaben, denen sich eine solche Forschung gegenüberstellt. Hier sind weitere Anstrengungen wesentlich.





6. Tipps

6. TIPPS

6.1 Allgemeines

Grundsätzlich müssen Innenraum-Probleme „an der Wurzel gepackt werden“. Das heißt: Quellenbekämpfung – im Sinne der Verringerung der Emissionen von Quellen in Innenräumen – steht im Vordergrund. Dies gilt für Baumaterialien, Einrichtungsgegenstände, für Aktivitäten der BewohnerInnen (z. B. Rauchen, Verwenden von Haushaltsprodukten, Hobbys) etc.. Zur Verminderung der Belastung durch menschliche Stoffwechselprodukte, Chemikalien etc. und zur allgemeinen hygienischen Kontrolle des Raumklimas ist eine ausreichende Lüftung von zentraler Bedeutung. Hingegen führen „Luftverbesserer“ nur zu einer zusätzlichen Belastung der Raumluft.

BenutzerInnen-Verhalten

Die BewohnerInnen haben großen Einfluss auf die Innenraum-Belastung ihrer Wohnung und damit auf ihre Gesundheit.

Die wichtigsten Maßnahmen sind:

- Auf ein gutes Wohnklima achten: regelmäßiges Stoßlüften (mehrmals täglich ca. 5 Minuten), dabei nach Möglichkeit für Durchzug sorgen. Räume nicht überheizen und nicht auskühlen lassen, Feuchtigkeit in Küche und Bad direkt nach außen abführen (Abzugsvorrichtungen bzw. Fensterlüftung).
- Rauchen in Wohnräumen vermeiden.
- Regelmäßige Reinigung mit einfachen Mitteln (Allzweckreiniger, Seifenreiniger etc.), vernünftiger Umgang mit Reinigungsmitteln, auf „antibakterielle“ Produkte verzichten.
- Arbeiten mit Produkten, welche die Raumluft belasten (Handwerken, Hobby) nicht in der Wohnung durchführen oder nur bei geschlossener Zimmertüre und sehr guter Lüftung. Lösemittelfreie oder -arme Produkte verwenden.

- Auf Haushaltspesizide verzichten. Holzschutzmittel sind in normal beheizten Räumen überflüssig. Bei starkem Befall mit Schädlingen und Lästlingen Beratung einholen und gezielte Bekämpfungsmaßnahmen bevorzugen.
- Bereits bei der Wohnungseinrichtung auf unproblematische Produkte achten. Vorsicht ist insbesondere bei Textilien, z. B. Teppichen, und großflächigen Möbeln geboten. Bevorzugen sie Produkte mit dem Österreichischen Umweltzeichen.
- Verpackte Gegenstände allenfalls außerhalb der Wohnung zuerst auslüften. Abnehmbare Stoffbezüge ev. zuerst waschen.

6.2 Maßnahmen bei Innenraumbelastungen durch Materialien und Inneneinrichtungen

Bezüglich Emissionen von Baustoffen sind die Handlungsmöglichkeiten der BewohnerInnen beschränkt. Dies gilt besonders für MieterInnen, da beim Bezug einer Wohnung die Materialwahl schon getroffen ist. Manchmal kann bei der Besichtigung einer Wohnung, die vor dem Bezug noch neue Anstriche oder Bodenbeläge erhalten soll, das Gespräch mit VermieterInnen bzw. VerwalterInnen gesucht werden. Erhöhte Raumluftbelastungen durch neue Materialien (in Neubauten, nach Sanierungen) lassen sich aber nie vollständig vermeiden. Sie können aber durch verstärktes Lüften vermindert werden. Eventuell besteht die Möglichkeit, mit dem Bezug der Wohnung etwas zuzuwarten. Ergeben sich Hinweise auf andauernde Emissionen von Baustoffen, ist eine Abklärung nach relevanten Quellen notwendig. Konnten Quellen identifiziert werden, sollten diese entfernt werden; verstärktes Lüften kann als Begleitmaßnahme sinnvoll sein, wird das Problem aber nicht lösen.

Probleme durch Emissionen von neuem Mobiliar können durch geeignete Wahl beim Kauf vermieden werden, dabei ist die eigene Nase ein

gutes Instrument. Bei bestimmten Produkten gibt es Labels, die eine gewisse Beschränkung der Materialemissionen beinhalten. Stehen Gegenstände im Verdacht, die Raumluft zu belasten, so kann dies recht einfach überprüft werden, indem man den Gegenstand vorübergehend aus der Wohnung entfernt. HändlerInnen oder LieferantInnen sind bei Mängeln (z. B. penetranter Geruch) oft kulant. In schweren Fällen kann auch der Rechtsweg beschritten werden, wo Gewährleistungsrecht und Produkthaftung dem KundInneninteresse dienen.

6.3 Empfehlungen zur Reduktion von Innenraum-Luftschadstoffen

Kohlendioxid: Lüften sorgt dafür, dass nicht nur die Kohlenstoffdioxid-Konzentration reduziert wird, sondern auch diverse Schadstoffe und Feuchtigkeit aus der Wohnung entfernt werden. Ein konsequentes Durchlüften – mehrmals am Tag fünf bis zehn Minuten kurz und gründlich, am besten durch Öffnen gegenüberliegender Fenster – ist daher eine besonders wirksame Maßnahme, um eine gesunde Raumluft zu gewährleisten.

Kohlenmonoxid, Stickstoffdioxid: Beim Kochen, Braten und Backen sollte der Abzugsventilator laufen (übrigens auch bei Elektroherden, um die Feinstaubbelastung zu reduzieren). Falls kein Abzug vorhanden ist: gut lüften. Funktion und Dichtheit von Öfen, Durchlauferhitzern, Heizungen und Kaminen müssen regelmäßig kontrolliert werden.

VOC (flüchtige Kohlenwasserstoffe): Bei Wandfarben, Lacken, Klebern etc. Produkte mit Umweltzeichen verwenden. Achtung, „lösemittelfrei“ muss nicht VOC-frei bedeuten (dies erklärt sich durch die gesetzliche Definition von Lösemitteln).

Heute werden häufig neue oder renovierte Wohnräume bezogen, obwohl der Trocknungsprozess noch nicht abgeschlossen ist. In den ersten Wochen bis Monaten ist daher eine erhöhte Lüftung der Räume

nötig. Werden Monate nach Neubau oder Renovation auffällige Belastungen festgestellt, sind die Ursachen bzw. Quellen zu eruieren und zu beseitigen. Probleme gibt es vor allem bei geruchsintensiven und irritativen Stoffen, die von chemischen Reaktionsprozessen herrühren. Lüften allein ist hier zu wenig – es kann derartige Probleme verringern, aber nicht lösen.

Während der Schwangerschaft und in den ersten 2 Lebensjahren des Kindes sollte nicht renoviert werden, da VOC das Allergierisiko erhöhen.

Formaldehyd: Wenn möglich Verzicht auf großflächige Verwendungen von Spanplatten. Bei Spanplatten und Holzwerkstoffen entsprechend geprüfte Produkte wählen. Keine säurehärtenden Parkettsiegel im Wohnbereich verwenden.

Phthalate: Feucht Staub wischen, auf PVC-haltige Produkte möglichst verzichten. Beim Einkauf auf das Umweltzeichen und auf Produktdeklarationen achten. Generell beinhalten Konsumgüter mit Umweltzeichen weniger Schadstoffe, die sich letztlich im Staub wiederfinden.

Biozide: Im Innenraum möglichst keine Schädlingsbekämpfungsmittel einsetzen. Gute Wohnraum- und Küchenhygiene kann einem Schädlingsbefall vorbeugen. Bei Schädlingsbefall sind gezielte Maßnahmen zu treffen und Alternativen zu Bioziden zu prüfen (z. B. Fliegengitter/ Mückennetz bei Fenstern, Klebefallen).

In geheizten Innenräumen sind Holzschutzmittel unnötig. Bei Verdacht auf eine Belastung mit Holzschutzmitteln mit entsprechend komplexen Symptombildern ist eine gründliche medizinische Abklärung zu empfehlen. Können starke Quellen im Wohnraum identifiziert werden, sind diese vorsorglich zu entfernen.

Desinfektionsmittel (bzw. Produkte mit „antibakterieller Wirkung“) sind im Haushalt zumeist nicht nötig, wenn die allgemeinen Hygieneregeln

beachtet werden. Leider haben in den letzten Jahren Industrie und Handel auch in Österreich den Einsatz „antimikrobieller“ Reinigungsmittel massiv beworben. MikrobiologInnen, ÄrztInnen (u. a. ÄrztInnen für eine gesunde Umwelt) und UmweltexpertInnen haben deshalb bereits mehrfach vor der Verwendung dieser Mittel gewarnt.

Feinstaub: Vermeiden Sie, in der Wohnung zu rauchen. Kerzen sollten nur zurückhaltend eingesetzt, auf Räucherstäbchen verzichtet werden. Während und bis kurz nach dem Kochen Abzug benützen. Wenn kein Abzug vorhanden ist, über das Fenster lüften, Küchentür geschlossen halten.

Häufig feucht wischen. Nach dem Staubsaugen quer lüften. Staubsauger mit HEPA-Filter verwenden.

Radon: Die Radonpotentialkarte, die auf Basis von 40.000 Messungen erstellt wurde, informiert über die Radonbelastung auf Gemeindeebene. Eine Voraussage der Radonkonzentration für den individuellen Haushalt ist allerdings nicht möglich. Der Wert kann nur durch eine entsprechende Messung bestimmt werden. Bei nur leicht erhöhten Werten reicht eine verstärkte Lüftung aus. Im Fall von deutlich erhöhten Konzentrationen sind bautechnische Maßnahmen notwendig.

Gerade in Gebieten mit erhöhter Radongefahr sollte bereits beim Neubau an die Radonvorsorge gedacht werden. Grundprinzipien dabei sind unter anderem das Abdichten bodenberührender Bauteile, die ganzflächige Unterkellerung des Gebäudes, die luftströmungsdichte Abschottung des Kellers vom Wohnbereich und die Reduktion des Unterdrucks im Gebäude.

Asbest und künstliche Mineralfasern (KMF): Vorsicht bei der Entfernung von asbesthaltigen Materialien und alten KMF (z. B. Mineralwolle).

6.4 Maßnahmen bei Feuchtigkeitsproblemen und Schimmelbefall

Die gründliche Entfernung des Schimmelpilzes und des befallenen Materials sollte vor allem bei großflächigem Befall nicht selbst durchgeführt werden; denn es sind Arbeitsschutzmaßnahmen erforderlich. Bei starkem Schimmelpilzbefall muss immer zuerst der Schimmelpilz entfernt und erst danach die Wohnung ausgetrocknet werden (z. B. mit Entfeuchtungsgeräten). Andernfalls besteht die Gefahr von sehr hohen Sporenkonzentrationen.

Die Beseitigung des Befalls kleinerer Flächen kann man selbst durchführen, wenn man nicht allergisch auf Schimmelpilze reagiert und nicht eine chronische Erkrankung der Atemwege oder ein geschwächtes Immunsystem hat. Staubfrei arbeiten, ggf. Staubsauger mit HEPA-Filter verwenden. Befallene Flächen feucht reinigen. Desinfektion mit 70- bis 80-prozentigem Ethylalkohol (kleine Mengen verwenden, gut lüften, nicht rauchen, Explosionsgefahr!). Der Einsatz von Bioziden als Sanierungsmaßnahme wird nicht empfohlen.

Die Entfernung des Schimmels allein löst das Problem jedoch nicht. Es müssen auch die Ursachen des Feuchtigkeitsproblems behoben werden. Dies erfordert allenfalls eine genauere Abklärung (BauphysikerIn): Liegt eine bauliche Ursache vor und/oder falsches NutzerInnenverhalten? (siehe Seite 58, Risikofaktoren). Oft wird zwischen VermieterInnen und MieterInnen gestritten. MieterInnen müssen regelmäßig lüften und den Besonderheiten der Wohnung (z. B. neue Fenster) Rechnung tragen. Es kann aber nicht verlangt werden, dass MieterInnen mit Schaffung eines besonderen Raumklimas die Auswirkungen von bauseitigen Mängeln verhindern müssen.

Zur Vermeidung von Feuchtigkeitsproblemen und Schimmelwachstum ist die Feuchtigkeitskontrolle entscheidend und damit insbesondere das Lüften und die Benutzung von Dampfabzügen bzw. Abluftventi-

latoren in Küche und Bad. Beim Lüften in Küche und Bad Türen geschlossen halten, um andere Räume nicht zusätzlich mit Feuchtigkeit zu belasten. Zur Kontrolle sollte ein Hygrometer verwendet werden (regelmäßig eichen).

Eine verstärkte Lüftung ist wegen der Restfeuchte aus Baumaterialien insbesondere in Neubauten nötig. Weitere wichtige Maßnahmen sind etwa (siehe auch Abschnitt 4.2):

- Heizbeginn nicht verzögern bzw. bei schlecht gedämmten Altbauten Heizbeginn vorziehen.
- Nicht auf die Lüftung von Kellerräumen vergessen. Im Sommer sollte in den frühen Morgenstunden gelüftet werden, um zu vermeiden, dass warme, feuchte Luft an den kalten Wänden kondensiert.
- Gegenstände nicht direkt an Außenmauern platzieren (mindestens 10 cm Abstand)
- Pflanzen regelmäßig umtopfen.
- Wenn Wäsche in der Wohnung getrocknet wird, muss zusätzlich gelüftet werden.
- Bei Lüftungsanlagen auf regelmäßige Wartung und Filterwechsel achten.
- Bauseitige Mängel beheben: Wassereintritt ist umgehend und nachhaltig zu beseitigen, bauphysikalische Konstruktionsfehler (z. B. Kältebrücken) oder Ausführungsfehler (undichte Anschlüsse) müssen behoben werden. Allenfalls muss der Grundluftwechsel erhöht werden.
- In Wohn- und Schlafräumen sollte ca. 55 % relative Luftfeuchtigkeit nicht längerfristig überschritten werden, da sich ansonsten die Staubmilben zu wohl fühlen.

6.5 Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Lärm

- Nicht selten wird Lärm, den man selbst erzeugt, unterschätzt – etwa nächtliches Fernsehen bei offenen Fenstern oder abendliche Gespräche im Garten. Nacht- und Ruhezeiten sollten beachtet werden. Sollte es in Ihrer Wohnung durch Feiern oder auch aufgrund baulicher Maßnahmen einmal laut werden, informieren Sie rechtzeitig Ihre Nachbarn. Wesentlich dabei ist, das voraussichtliche Ende der Aktivitäten mitzuteilen.
- Manche Wohngebäude sind sehr „hellhörig“. „Schritt und Tritt“ und „Wort für Wort“ können in den NachbarInnenwohnungen verfolgt werden. Mit Teppichen oder anderen textilen Fußbodenbelägen können Sie zu einer Trittschalldämmung beitragen. Besonders das Kinderzimmer ist zu beachten (ev. mehrere Kinder, Spielzeug fällt auf den Fußboden). Bei der Auswahl textiler Fußbodenbeläge ist darauf zu achten, dass sie nicht nur pflegeleicht, sondern auch schadstoffarm sind.
- Vorhänge „schlucken“ zusätzlich den Schall und dämpfen dadurch Stimmengewirr und andere geräuschvolle Aktivitäten.
- Sehr wirksame „Lärmstopper“ sind Filzgleiter für Sessel- und Tischbeine. Denken Sie auch daran, in der Wohnung Schuhe mit „leisen“ Sohlen zu tragen.
- Die Waschmaschine soll nicht direkt auf die Fußbodenfliesen gestellt werden, sondern auf geeignete Materialien (Gummilager, Dämmmatten), die die Schwingungen nicht oder nur vermindert auf den Untergrund übertragen. Dann wird das „Rumpeln“ des Schleudergangs für die Nachbarn nicht zum „Nervtöter“.
- Ein kleiner Abstand zwischen motorgetriebenen Aggregaten (z. B. Kühlschrank) und der Wand verhindert die Übertragung von Schwingungen.
- Vermeiden Sie lautes Zuschlagen von Fenstern und Türen v. a. zu Ruhe- und Nachtzeiten.

- Besonders Jugendliche hören gerne sehr laute Musik. Vielfach wird empfohlen, lieber die Kopfhörer zu benutzen. Dabei ist unbedingt darauf achten, dass dies nicht mit voller Lautstärke geschieht. Denn sonst besteht bei längerer Benutzung die Gefahr der Lärmschwerhörigkeit. Lärmbedingte Innenohrschäden sind auch bei Kindern und Jugendlichen nicht mehr rückgängig zu machen.
- Aus den gleichen Gründen – und nicht nur wegen der NachbarInnen – sollten Sie daher Ihr Kind nicht mit lautem, geräuschintensivem Spielzeug wie Spielzeugpistolen oder Rasseln „beglücken“. Selbst einmalige hohe Lärmspitzen können zu dauerhaften Hörstörungen führen.

6.6 Maßnahmen zur Verminderung elektromagnetischer Felder im Innenraum

Oft kann in der Wohnung oder einem Haus die Belastung durch elektromagnetische Felder durch einfache Maßnahmen wirkungsvoll vermindert werden:

- **Niederfrequente Anwendungen**
 - Energiesparlampen erzeugen höhere Magnetfelder als Glühlampen und sollten darum mit mindestens einem Meter Abstand zu den NutzerInnen eingesetzt werden. Als Bettlampen sind sie mit Zurückhaltung zu verwenden.
 - Verlängerungskabel sind zu vermeiden (v. a. unter dem Bett) oder zumindest so kurz wie möglich zu halten. Weiters reduzieren 3-adrige Kabeln im Vergleich zu 2-adrigen Kabeln in den meisten Fällen die Feldstärken.
 - Durch Netzfreischalter wird nach Abschaltung des letzten Verbrauchers die Leitung vom Netz getrennt. Beim Einsatz ist darauf zu achten, dass keine „versteckten Verbraucher“ (z. B. Elektrogeräte im Stand-by-Betrieb oder mit Transformatoren,

Kühlschrank) an die entsprechende Sicherungsgruppe angeschlossen sind, da sonst der Netzfreischalter nicht in Funktion tritt.

- Werden elektrisch betriebene Geräte nicht benötigt, dann sollten Sie diese völlig abschalten und nicht im Stand-by-Modus belassen. Dies gilt besonders für Fernsehgeräte und Stereoanlagen. Auch hier fließt Strom und es entstehen schwache magnetische Felder (und Kosten).
 - Abschaltung von größeren elektrischen Geräten wie Kochherd, Waschmaschine etc. mittels eines zentral platzierten Hauptschalters in der Nacht.
- **Funkanwendungen**
 - Zuhause ist der Gebrauch von konventionellen Telefonen der Verwendung von Mobiltelefonen oder Schnurlostelefonen vorzuziehen.
 - Lassen sich Gespräche mit dem Handy nicht vermeiden, sollten sie nur bei gutem Empfang geführt und kurz gehalten werden.
 - Beim Kauf von Mobiltelefonen die Strahlungsleistung berücksichtigen.
 - Verwenden Sie zu Hause ein schnurloses Telefon, dann sollten Sie die Basisstation nicht im Schlaf- oder Kinderzimmer oder an anderen langfristigen Aufenthaltsorten, wie am Schreibtisch, aufstellen.
 - Ähnliches gilt für drahtlose Computernetzwerke (z. B. Bluetooth, WLAN). Auch hier empfiehlt es sich, den zentralen Zugangspunkt möglichst nicht direkt am Bildschirm-Arbeitsplatz anzubringen.
 - Bei Babyphonon sollten Sie auf Geräte verzichten, die dauernd senden. Das Netzgerät sollte in einem ausreichenden Abstand zum Kinderbett installiert (oder aufgestellt) werden. Falls möglich, sollte der Sender mit Akkus betrieben werden, da dann keine niederfrequenten Felder auftreten.

- **Der Schlafbereich ist besonders zu schützen**
- Zur Vermeidung von erhöhten Immissionen sollten Elektroleitungen mindestens einen Meter von Ruhe- und Schlafzonen entfernt verlegt werden.
- In der Nähe des Bettes sollten sich keine elektrischen Geräte wie z. B. Radiowecker befinden. Es wird ein Mindestabstand von einem Meter zum Kopf empfohlen. Babyphone ebenfalls einen Meter vom Kind entfernt aufstellen.
- Möglichst keine Elektrogeräte im Stand-by- oder Dauerbetrieb im Schlafzimmer aufstellen (z. B. Computer, Fernseher, Musikanlagen).
- Ebenfalls sollten sich eingeschaltete Handys oder Funktelefone nicht im Schlafbereich befinden.
- Heizkissen und Heizdecken verursachen hohe Felder und sind in der Nacht auszustecken.

Weitere ausführliche Informationen finden Sie in der Broschüre „Elektromagnetische Felder und Gesundheit“ (Amt der Kärntner Landesregierung, 2006).





7. Weiterführende Informationen und nützliche Links

7. WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN UND NÜTZLICHE LINKS

Anlaufstellen für Fragen und Abklärungen zum Thema „Wohnen und Gesundheit“ sind u. a:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Tel: 01/515 22-0

www.lebensministerium.at, www.umwelt.net.at – Luft – Innenraumluft

Email: service@umweltberatung.at

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie

Tel: 01/983 80 80; **Fax:** DW 15

www.innenraumanalytik.at, www.ibo.at

Email: office@innenraumanalytik.at, ibo@ibo.at

„die umweltberatung“

Tel: 01/803 32 32, **Fax:** DW 32

www.umweltberatung.at

Email: service@umweltberatung.at

Verein für Konsumenteninformation (VKI)

Tel: 01/588 77-0, **Fax:** DW 71

www.konsument.at

Email: konsument@vki.at

Fakultät für Physik – Kernphysik, Universität Wien – Radonberatung

Univ. Prof. Dr. Harry Friedmann

Tel: 01/4277 51-760, **Fax:** DW 752

<http://homepage.univie.ac.at/harry.friedmann/radon/welcome.htm>

Email: harry.friedmann@univie.ac.at

Umweltbundesamt GmbH

Tel: 01/31 304, **Fax:** DW 5400

www.umweltbundesamt.at

Email: office@umweltbundesamt.at

Österreichisches Umweltzeichen

www.umweltzeichen.at

Amt der Kärntner Landesregierung

www.ktn.gv.at

Abteilung 14 – Gesundheitswesen/UA Sanitätswesen

Tel: 050/536-31202, **Fax:** DW 31200

Email: post.abt12@ktn.gv.at

Abteilung 15 – Umwelt

Tel: 050/536-31502, **Fax:** DW 31500

Email: post.abt15@ktn.gv.at





8. Verwendete und weiterführende Literatur

8. VERWENDETE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Allergie – Umwelt – Gesundheit (ALLUM) (2010): <http://www.allum.de>

Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Olsen JH, Tynes T, Verkasalo PK (2000): A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer* 83:692-698.

Amt der Kärntner Landesregierung (Hrsg.) (2006): Elektromagnetische Felder und Gesundheit. http://www.wasser.ktn.gv.at/37916p_DE-Dateien-EMF_und_Gesundheit.

Amt der Kärntner Landesregierung (Hrsg.) (2007): Allergie – Formen, Ursachen, Verhütung. Broschüre, Klagenfurt, Juni 2007.

Amt der Kärntner Landesregierung (Hrsg.) (2008): Feinstaub und Gesundheit. http://wasser.ktn.gv.at/37919_DE-Dateien-Feinstaub_und_Gesundheit.pdf

Baldinger S, Baumann R, Damberger B, Hanus-Ilmar A, Hutter H-P, Kundi M, Palmisano G, Püringer J, Schneider J, Tappler P (2003): Bewertung der Innenraumluft. Allgemeiner Teil. In: Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft. (Arbeitskreis Innenraumluft im BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) Hrsg: Kommission für Reinhaltung der Luft der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

Baumann R, Boos R, Damberger B, Hanus-Illnar A, Hutter H-P, Kundi M, Moshhammer H, Palmisano G, Tappler P, Twardik F (2003): Bewertung der Innenraumluft. Flüchtige organische Verbindungen – allgemeiner Teil. In: Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft. (Arbeitskreis Innenraumluft im BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) Hrsg: Kommission für Reinhaltung der Luft der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

Bornehag C-G, Sundell J, Weschler C, Sigsgaard T, Lundgren B, Hasselgren M, Hägerhed-Engman L (2004): The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study. *Environmental Health Perspectives* 112:1393-98.

BMLFUW, BMGF, ÖÄK (Hrsg.) (2005): Gesunde Umwelt für unsere Kinder. WHO Kinder-Umwelt-Gesundheits-Aktionsplan für Europa und Initiativen in Österreich (CEHAPE). Mit Fachbeiträgen verschiedener Experten (BMLFUW, BMGF, BMVIT, BMBWK, MUW). Wien, April 2005. ISBN 3-902 338-32-6.

BMLFUW, BMGFJ (Hrsg.) (2007): Kinder-Umwelt-Gesundheits-Aktionsplan für Österreich (CEHAP_Ö). Wien, Juni 2007.

Braun-Fahrländer C et al. (1989): Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die Atemwege von Kleinkindern. *Schweizer Medizinische Wochenschrift*. 119:1424-1433.

Darby S, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios JM, Baysson H, Bochicchio F, et al. 2005. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *Br Med J* 330:223-228.

Davis P (2001): Molds, toxic molds, and indoor air quality. California Research Bureau, California State Library CRB Note 8:1-17.

Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA (2000): A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. *Epidemiology* 11:624-634.

HBM-Kommission. (Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes, Deutschland) (2000): Zur umweltmedizinischen Beurteilung von Human-Biomonitoring-Befunden in der ärztlichen Praxis. *Umweltmed Forsch Prax* 5:177-180.

Herr C, Bittighofer PM, Bünger J, Eikmann T, Fischer AB, Grüner C, Idel H, zur Nieden A, Palmgren U, Seidel HJ, Velcovsky HG (1999): Wirkung von mikrobiellen Aerosolen auf den Menschen. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 59:229-239.

Hutter H-P, Moshammer H, Kundi M, Wallner P, Neuberger M (2002): Moulds in housing: Visual inspection and spore counts compared – implications for future strategies in the public health setting. *Central European Journal of Public Health* 10:93-96.

Hutter H-P, Moshammer H, Piegler B, Kociper K, Borsoi L, Wallner P, Kundi M (2008): LUKI – Luft und Kinder. Einfluss der Innenraumluft auf die Gesundheit von Kindern in Ganztageschulen. Studie gemeinsam mit dem Umweltbundesamt und dem Innenraum Mess- und Beratungsservice im Auftrag des Lebensministeriums (Abt. V/2, V/4, V/5) sowie des Amtes der Kärntner Landesregierung (Abt. 12). Endbericht.

Hutter H-P, Walter R (1997): Die umweltmedizinische Beratungsstelle am Institut für Umweltmedizin der Stadt Wien. *Umweltmedizin in Forschung und Praxis* 2:221-222.

Hutter H-P, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M (2001): Zur Frage gesundheitlich relevanter Wirkungen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks. *Umweltmedizin in Forschung und Praxis* 6:309-320.

Hutter H-P, Kundi M, Moshhammer H, Tappler P, Twrdik F, Wallner P (2009): Bewertung der Innenraumluft. Formaldehyd. In: Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft. (Arbeitskreis Innenraumluft im BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) Hrsg: Kommission für Reinhaltung der Luft der österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

Koch H et al. (2003): An estimation of the daily intake of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) and other phthalates in the general population. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 206:77-83.

Kundi M, Hutter H-P (2009): Mobile phone base stations – effects on wellbeing and health. *Pathophysiology* 16:123-135.

Leitlinie zur Allergieprävention (2009): www.allum.de/aktuell-archiv/neue-leitlinie-zur-allergiepraevention.html

Mohan A, Feigley C, Macera C (1998): Humidifier use in the home environment and its effects on respiratory health. *Appl Occup Environ Hyg* 13:782-787.

Møhlhave L, Jensen J, Larsen S (1991): Subjective reactions to volatile organic compounds as air pollutants. *Atmos Environ* 25A:1283-1293.

Moshhammer H, Hutter H-P, Neuberger M (2006): Gas cooking reduces lung function in school children. *Atmospheric Environment* 40:3349-3354.

Oberster Sanitätsrat (2008): Gesichtspunkte zur aktuellen gesundheitlichen Bewertung des Mobilfunks. Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend.

Österreichischer Allergiebericht. Verein Altern mit Zukunft (Herausgeber), Juni 2006.

Schäfer J, Trautmann C, Dill I, Fischer G, Gabrio T, Groth I, Jäckel U, Lorenz W, Martin K, Miljanic T, Szewzyk R.; Weidner U, Kämpfer P (2009): Vorkommen von Actinomyceten in Innenräumen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 69:335-341.

Schneider U (2007): Tageslicht und Passivhaus: Energie und Komfortkriterien sinnvoll kombiniert. In: Gute Aussichten – Tageslicht in Gebäuden. IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie GmbH (Hrsg.) IBO-Verlag, Wien, ISBN 3-900 403-36-8. S. 65-69.

Strachan D, Flannigan B, McCabe E, McGarry F (1990): Quantification of airborne moulds in the homes of children with and without wheeze. Thorax 45:382-387.

Strachan DP (2000): Family size, infection and atopy: the first decade of the „hygiene hypothesis“. Thorax 55(Suppl 1):S2-10.

Tappler P, Twrdik F, Damberger B, Mitterer K, Hutter H-P (2008): Pilotstudie zur Untersuchung des Luftwechsels in Innenräumen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 68:87-91.

Umweltbundesamt (2004): Scharf S et al.: Hausstaub – ein Indikator für Innenraumbelastung. Berichte, BE-258, Umweltbundesamt, Wien.

WHO (World Health Organization) (1990): Indoor air quality: biological contaminants. WHO-Regional Office for Europe. European Series No. 31, pp 1-61.

World Health Organization WHO (2001): Electromagnetic fields and public health. WHO Fact Sheet No 263. Geneva.

Wüthrich B, Schindler C, Leuenberger P, Ackermann-Liebrich U (1995): Prevalence of atopy and pollinosis in the adult population of Switzerland (SALPALDIA study). Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults. *Int Arch Allergy Immunol* 106:149-156.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Amt der Kärntner Landesregierung

Abteilung 14 – Gesundheitswesen

UA Sanitätswesen

9020 Klagenfurt

Tel.: 050/536-31202

Mail: post.abt12@ktn.gv.at

www.ktn.gv.at

Autoren:

OA Dipl.-Ing. Dr. Hans-Peter Hutter

(Medizin und Umweltschutz, Institut für Umwelthygiene, Medizinische Universität Wien)

Ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kundi

(Institut für Umwelthygiene, Medizinische Universität Wien)

Doz. Dr. Hanns Moshhammer

(Medizin und Umweltschutz, Institut für Umwelthygiene, Medizinische Universität Wien)

Dr. Peter Wallner

(Medizin und Umweltschutz, ÄrztInnen für eine gesunde Umwelt)

Christian Kugler

(ORF)

Redaktion:

OA Dipl.-Ing. Dr. Hans-Peter Hutter

(Medizin und Umweltschutz, Institut für Umwelthygiene, Medizinische Universität Wien)

Ing. Gabriela Pridnig

(Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 14 – Gesundheitswesen, UA Sanitätswesen)

Konzeption, Layout, Grafik-Design:

Agentur LUX - Walter Hösel

www.walterhoesel.at

Druck:

Druckzentrum St. Veit

Klagenfurt, Juni 2010



Eine Initiative des Gesundheitsreferenten des Landes Kärnten