

Ergänzungen zum Buch
"Stress durch Strom und Strahlung"
von Wolfgang Maes

zu den Themen

WOHNGIFTE, PARTIKEL und das RAUMKLIMA PILZE, BAKTERIEN und ALLERGENE

Vorwort des Autors und des Verlages,
dem Institut für Baubiologie+Nachhaltigkeit IBN

In der aktuellen 6. Auflage des Buches "Stress durch Strom und Strahlung" wird die Säule A des Standards der baubiologischen Messtechnik auf 1100 Seiten behandelt, nämlich die physikalischen Belastungen durch elektrische, magnetische sowie elektromagnetische Felder, Radioaktivität und Erdstrahlung, Schall und Licht. In den ersten vier Auflagen wurden auch die Standard-Säulen B und C angesprochen, nämlich die chemischen, biologischen und raumklimatischen Belastungen durch Schadstoffe, Fasern, Stäube, Schimmel- und Hefepilze, Bakterien, Allergene..., quasi als Zugabe, um den gesamten Standard vorzustellen und den wichtigen Anspruch der Baubiologie nach Ganzheitlichkeit zu erfüllen. In den beiden letzten Auflagen fehlt dieser gut 100-seitige Anhang, das Buch wäre zu umfangreich geworden.

Wir wiederbeleben mit diesen Buchergänzungen die damaligen Seiten von Wolfgang Maes und stellen sie wieder zur Verfügung - aktualisiert, ergänzt, aufgefrischt, angepasst und auf gut 150 Seiten erweitert.

In den folgenden Textbeiträgen finden Sie viel interessante Information, konstruktive Tipps und spannende Fallbeispiele auch zu den Themen Wohngifte, Klima, Mikroorganismen und mehr, was heute noch genau so wichtig und aktuell ist wie vor zehn oder mehr Jahren.

Viel Spaß, Nutzen und (Ent-) Spannung beim Lesen.

Diese Buchergänzungen zu den Standard-Säulen B (Wohngifte...) und C (Pilze...) können Sie als pdf-Datei im Internet unter www.baubiologie-shop.de/produkt/buchergaenzungen-zu-stress-durch-strom-und-strahlung-BC oder unter www.maes.de als komplette Zusammenfassung kostenlos herunterladen.

Wolfgang Maes (Neuss) und IBN (Rosenheim), September 2018

Ergänzungen zum Buch
"Stress durch Strom und Strahlung"
von Wolfgang Maes

zu folgenden Themen
der Säulen B+C des Standard der baubiologischen Messtechnik SBM:
Wohngifte, Partikel, Raumklima,
Pilze, Bakterien, Allergene...

Inhaltsübersicht

B Stress durch **WOHNGIFTE, PARTIKEL und das **RAUMKLIMA****

Seite 1

B 1 Stress durch **FORMALDEHYD und andere **giftige Gase****

Seite 5

Formaldehyd in der Prüfkammer 6
Grenzwerte, Richtwerte, Krebs, biologische Effekte 7
Fallbeispiele 8
Messverfahren 10
Kohlenmonoxid 11

B 2 Stress durch **LÖSEMITTEL und andere **leichtflüchtige Schadstoffe****

Seite 12

Empfehlung: Schadstoffarm 13
Fallbeispiel: Vergiftet... 14
Messverfahren 16
Lösemittelfrei? 17
Datenblatt, Merkblatt 18
Gerüche 19

B 3 Stress durch **PESTIZIDE und andere **schwerflüchtige Schadstoffe****

Seite 20

Messverfahren 22
Grenzwerte, Richtwerte 24
Isothiazolinone, Glyphosat 26
Fallbeispiele 28
Permethrin, Chlorpyrifos und Co. 29
Flammschutzmittel 33
Weichmacher 34
PCB 36
PAK 38
Vorsicht Schadstoffe 39

B 4 Stress durch **SCHWERMETALLE und andere **anorganische Stoffe****

Seite 42

Energiesparlampen 45
Zahnfüllungen 46
Fischverzehr mit Nebenwirkungen 48
Aluminium 49
Fallbeispiele 50
Entgiften? 51
Entsäuern? 52

B 5 Stress durch PARTIKEL und FASERN

Seite 53

- Tödliches Asbest 53
- Künstliche Mineralfasern 55
- Partikel, Staub, Aerosole, Rauch 57
- Luftfilter, Staubsauger 59
- Tonerstaub 60
- Ground Zero 61
- Der böse Diesel 61
- Nano, noch kleiner 62
- Luftionen und Staub 63
- Fogging 65

B 6 Stress durch das RAUMKLIMA

Seite 70

- Kohlendioxid 71
- Klein- und Großionen 75
- Luftfeuchte, Luftbewegung, Luftdruck 79
- Luftelektrizität 83
- Gerüche 85
- Zum Schluss 85

C Stress durch PILZE, BAKTERIEN und ALLERGENE

Seite 86

C 1 Stress durch SCHIMMELPILZE, Sporen und Stoffwechselprodukte

Seite 87

- Feuchte und Staub 88
- Ein Schimmelpilz und Millionen Sporen 89
- Fallbeispiele 90
- Diagnostik 93
- Sanieren, reinigen, desinfizieren 98
- Noch ein Weilchen leben 102
- Giftige Pilze 103
- Miefende Pilze 104
- Enzyme, Allergene 105
- Konzentration, Verteilung 106
- Richtwerte 107

C 2 Stress durch HEFEPILZE und Stoffwechselprodukte

Seite 109

- Hefe versus Schimmel 109
- Krankmacher Hefepilz 111
- Hef(t)ige Fallbeispiele 112
- Total normal? 114
- Gefährliche Untermieter 115
- Vertreibung der Untermieter 119
- Hartnäckige Dauergäste 121

C 3 Stress durch BAKTERIEN und Stoffwechselprodukte

Seite 125

- Fäkalien, Wandfarben, Wasserfilter, Keimgeräte, Biofilme und mehr 126
- Resistenz 129
- Giftige Krankmacher und Wechselwirkungen 131
- Baubiologische Empfehlungen 133

C 4 Stress durch ALLERGENE

Seite 136

Immunsystem, Psyche, Umwelt 137

Hausstaubmilben 138

Biotop Bett 139

Pollen und andere 140

Baubiologische Empfehlungen? 141

SONSTIGES

Seite 141

Das "richtige" Trinkwasser - Hart, weich ... superhart, superweich 142

Wasserfilter 144

Wasserfilter mit Nebenwirkungen: Verkeimung 145

Wasserfilter mit Nebenwirkungen: (Ent-) Mineralisierung 146

Stadtwasser kontra Quellwasser 157

Im Haus 148

Plastikflasche oder Glasflasche? 149

Basisch, neutral, sauer - Kohlensäure? - Was tun? 150

Zum Schluss - Weiterführende Veröffentlichungen 151

"Stress durch Strom und Strahlung" (6. Auflage 2013, 1111 Seiten, ISBN 978-3-923531-26-4)
als Buch oder eBook beim Verlag Institut für Baubiologie+Nachhaltigkeit IBN in Rosenheim:
www.baubiologie-shop.de/produkt/stress-durch-strom-und-strahlung - Telefon 08031/353920

Ergänzungen und Aktualisierungen zum Buch beim IBN und bei uns: www.maes.de

© **BAUBIOLOGIE MAES** Schorlemerstr. 87 41464 Neuss Telefon 02131/43741 mail@maes.de

Wir verlassen jetzt den zentralen Hauptteil des Buches "Stress durch Strom und Strahlung", nämlich den Block A des Standards der baubiologischen Messtechnik mit seinen physikalischen Feldern, Wellen und Strahlen, und kommen - als kürzer gefasste Ergänzungen und um den gesamten baubiologischen Standard vorstellen zu können - als nächstes zum Block B mit seinen Wohngiften, Partikeln und dem Raumklima und zuletzt zum Block C mit den Pilzen, Bakterien und Allergenen.

B Stress durch **WOHNGIFTE, PARTIKEL** und das **RAUMKLIMA**

Bei den Belastungen unserer Atemluft geht es hauptsächlich um **giftige Gase, leicht- und schwerflüchtige Schadstoffe, Schwermetalle, Asbest** und andere **Stäube** sowie **raumklimatische** Aspekte. Es vergeht kaum ein Tag, wo nicht ein besorgter Bürger anruft und fordert: "Bei uns riecht's, wir husten nonstop, die Augen sind gerötet, wir kriegen Kopfschmerzen und uns wird übel; untersuchen Sie bitte, was das ist."

Viele erwarten ein Messgerät, das in die Raumluft gehalten wird, und sofern etwas Schlimmes vorliegt, dann piepst es, eine rote Lampe geht an, und das Universalgerät sagt, um welche Gefahr es geht. Schön wäre es, aber so einfach geht es nicht. Es können zu Hause und am Arbeitsplatz viele tausend verschiedene schädliche Stoffe vorkommen, die unsere Luft belasten. Die Industrie ist erfinderisch.

Es gibt über **100.000 verschiedene chemische Einzelstoffe** und mehr als **12 Millionen** publizierte chemische Mixturen. Davon sind erst **4000 arbeitsmedizinisch** untersucht, und nur für gut **400** sind **Grenzwerte für den Arbeitsplatz** festgelegt worden. Für den häuslichen Bereich gibt es gar keine offiziellen Grenzwerte oder anderweitige Empfehlungen, von wenigen Ausnahmen abgesehen. Über die Wirkungen einzelner Substanzen auf das Befinden und die Gesundheit ist vereinzelt einiges bekannt, wenn auch noch viel zu wenig. Über die im Alltag so oft auftretenden Wechselwirkungen verschiedener belastender Einflüsse ist nahezu nichts bekannt. Besonders bei den Schadstoffen ist, was das biologische Risiko angeht, eins plus eins selten nur zwei, wie es in der Mathematik der Fall ist, es ist eher 10, 20 oder noch ungünstiger.

Formaldehyd und andere **giftige Gase** wie beispielsweise Ozon, Kohlenmonoxid, Stadt- und Industriegase, Erd- und Verbrennungsgase... haben in einem gesunden Haus nichts zu suchen. In Spanplatten wird Formaldehyd auch heute noch reichlich eingesetzt. Verbrennungsrückstände, Abgase, Heizungsdefekte und Lecks an Gasleitungen ziehen kritische Gase wie Kohlenmonoxid nach sich. Ozon entweicht mehr oder minder stark aus Fotokopierern und Druckern.

Die **leichtflüchtigen Schadstoffe**, das sind an erster Stelle die vielen verschiedenen **Lösemittel**. Benzol gehört dazu und Toluol oder Xylol, alle Alkohole, Amine, Benzine, Ether, Ester, Glykole, Ketone, Terpene,

alle aliphatischen, aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffe. Sie gasen aus Kunststoffen, Teppichen, Tapeten, Farben, Lacken, Klebern, Möbeln und Einrichtungen. Sie verbinden sich mehr oder minder schnell mit der Luft und verschwinden, wenn reichlich gelüftet wird, relativ zügig (oft, nicht immer!). Bei einigen lösemittelhaltigen Lacken und Klebern sind in der Atemluft schon wenige Tage nach deren Verarbeitung keine schädlichen Konzentrationen mehr nachweisbar.

Die **schwerflüchtigen Schadstoffe**, das sind an erster Stelle die vielen verschiedenen **Biozide** (Pestizide, Insektizide, Fungizide, Herbizide), die unter anderem als **Holzschutzmittel** eingesetzt werden, z.B. PCP, Lindan oder Dichlofluanid. Aber auch in Teppichen, Matratzen und Lederartikeln findet man giftige Biozide wie z.B. Permethrin. Oder wenn der Kammerjäger mit Kanonen auf Mücken schießt. Zu den schwerflüchtigen Stoffen gehören auch **PCB**, die polychlorierten Biphenyle, die sich z.B. in Dichtungsmassen oder Maschinenölen verstecken, und die vielen **Weichmacher**, die z.B. in Kunststoffen oder Schäumen zu finden sind. Hinzu kommen **PAK**, die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe, und auch **Flammschutzmittel**. Alle sind mehr oder minder schwerflüchtig, das heißt, sie vermischen sich schlecht oder gar nicht mit der Luft, gasen nur langsam aus, lagern sich dafür aber an anderen Stoffen an, kontaminieren diese, besonders Staub und Textilien. Biozide und Co. sind deshalb auch noch nach Jahren und Jahrzehnten im Raum, am behandelten Material oder im Hausstaub nachweisbar.

Leicht- und Schwermetalle gehören ebenfalls zu den schwerflüchtigen Krankmachern. Hier geht es unter anderem um Aluminium, Arsen, Blei, Cadmium oder Quecksilber. Sie verstecken sich in **Holzschutzmitteln, Baustoffen, der Einrichtung, Farben, Glasuren, Sanitärrohren, Energiesparlampen**, um nur einige Beispiele zu nennen.

Gase und **leichtflüchtige** Stoffe sind hauptsächlich ein **Atemluftrisiko**. **Schwerflüchtige** werden zudem von der **Haut** und - beim Schlucken oder Atmen des kontaminierten Staubes - der **Schleimhaut** aufgenommen.

Zur baubiologischen Schadstoffsäule B gehören außerdem die **Partikel, Fasern** und **Stäube**. Jeder kennt die Todesfaser **Asbest**. Sie ist längst verboten und manchmal dennoch in Innenräumen zu finden. Auch andere **Feinstäube, Nanopartikel** und **Mineralfasern** bedürfen der kritischen Beachtung. Zu viele Aerosole und Schwebstoffe in der Atemluft sind belastend. Dämm- und Baumaterialien können Verursacher sein, auch Lüftungs- und Klimaanlageanlagen, Geräte, Toner oder die Umwelt.

Ein gesundes **Raumklima** setzt sich zusammen aus behaglichen **Temperaturen** der Luft und Oberflächen, nicht zu viel **Feuchte** oder auch Trockenheit, möglichst wenig **Kohlendioxid**, reichlich **Sauerstoff**, ausgewogenen **Luftionen** und einer möglichst naturnahen **Luftelektrizität**, ausreichender **Luftwechselraten**, nicht zu viel **Luftzug**, dem Fehlen von

Gerüchen und anderen Aspekten. Auch das ist Teil der Säule B.

Wir Baubiologen sollten bei Schadstoffuntersuchungen eigentlich zuerst wissen, welchen Stoff wir messen wollen, um das hierfür geeignete Analyseverfahren auswählen zu können. Wenn wir nicht wissen, was gesucht wird, was oft der Fall ist, dann geht das Fischen im Trüben los. Man umkreist das Problem und nähert sich von allen Seiten. Erst nach langjähriger Erfahrung gelingt es, gezielt zu bestimmen, welches der richtige erste Analyseschritt ist. Jeder Schritt kostet Geld, und wir wollen unsere Kunden nicht unnötig mit Kosten belasten.

Verschiedene Schadstoffe erfordern verschiedene **Messverfahren**. Einige Gase und Gifte lassen sich einfach durch **Prüfröhrchen** anzeigen, ähnlich wie es beim Alkoholtest der Polizei der Fall ist: Luft wird mit speziellen Pumpen durch ein mit Spezialsubstraten gefülltes Röhrchen gezogen, und falls ein bestimmtes Gas in der Wohnraumluft vorliegt, zeigt das Prüfröhrchen durch eine **Verfärbung** den Messwert an.

Andere Gase und Gifte lassen sich erst nach aufwendigeren **Luftprobenahmen** vor Ort nachträglich im **Fachlabor** analysieren. Es wird eine definierte Menge Raumluft mit **Spezialpumpen** durch Sammelmedien hindurchgezogen und anschließend bestimmt, wodurch sie belastet ist und wie stark. Oft gilt eine Messung nur für ein Gift. Manchmal werden mit einer Messung mehrere Gifte gleichzeitig erfasst, sogar über hundert. Einige Schadstoffe lassen sich nur auf bestimmten **Filtern** sammeln, andere mit elektronischen und direkt anzeigenden **Dektoren**, so genannten Schnüffelsonden. Einige Schadstoffe reichern sich gern an **Staub** an. Es ist deshalb zu empfehlen, den Staub zu analysieren. Andere lassen sich per Luft- oder Staubprobe kaum erwischen, und eine Analyse des verdächtigen **Materials** ist angezeigt.

Es liegt am Geschick Ihres Baubiologen, im richtigen Moment das geeignete **Prüfverfahren** einzusetzen. Sicher wird er auf **Formaldehyd** tippen, wenn Spanplatten in Möbeln und Baumasse zu finden sind. Auf **Holzschutzmittel**, wenn Holzbalken und -verkleidungen, speziell die in älteren Zeiten gestrichenen, oder aufbereitete antike Möbel im Spiel sind. Auf **Lösemittel**, wenn aktuell und reichlich mit Chemie geklebt und gepinselt worden ist. Auf **Weichmacher**, wenn Schaumtapeten und PVC-Produkte vorhanden sind. Auf **Schwermetalle** wie beispielsweise Quecksilber, wenn eine Energiesparlampe zerbrochen ist.

Bei einigen Teppichen weiß man nicht, wo man anfangen soll: Sowohl Teppichfasern als auch Schaumrücken und Kleber zeigen **Cocktails** verschiedenster toxischer Belastungen. Über der chemischen Reinigung ist unter anderem mit **Perchlorethylen** zu rechnen, an der Ampelkreuzung und neben der Tankstelle mit **Benzol** und vielen Feinstpartikeln, am Ledersofa leider immer noch mit **Bioziden** und anderen Giftmixturen, am Wollteppich oder im Kleiderschrank immer noch mit **Pyrethroi-**

den oder anderen Motten- und Insektenkillern, nach dem Kammerjägereinsatz mit **Pestiziden**, die nicht nur Tieren schaden.

Durch **jeden** Luftschadstoff (auch in geringster Konzentration) können Krankheiten ausgelöst oder begünstigt werden. Dabei liegt die schädliche Konzentration oft unter der wahrnehmbaren **Geruchsschwelle**. Andererseits können Gerüche, die nicht als Schadstoffe identifizierbar sind, biologisch wirksam sein. Geruchsbelastungen sind immer zu vermeiden, auch wenn es sich um ungiftige Substanzen handelt.

Kaum zu glauben: Für **Wohnräume** gibt es **kaum** rechtlich verbindlichen **Grenzwerte**. Deshalb müssen bei der Bewertung von Wohngiften die Erkenntnisse aus anderen Lebensbereichen, z.B. von Arbeitsplatz und Außenluft, herangezogen werden. Bei der Vielfalt von Empfehlungen und Richtlinien ist es schwer sich zurechtzufinden. Dazu beziehen sie sich nur auf einen **einzigsten** Schadstoff und berücksichtigen nicht das alltägliche Zusammenspiel mehrerer Gifte. Außerdem werden **Risikogruppen** wie Ungeborene, Schwangere, Kinder, Alte, Kranke, Sensible, Allergiker... bei den Grenzwerten nicht ausreichend berücksichtigt.

Bei den offiziellen Grenzwerten für Arbeitsplätze geht man davon aus, dass der Mensch nach seiner belastenden Arbeit in einer Umgebung regenerieren kann, die garantiert **frei** ist von **Schadstoffen**. Das ist selten der Fall. Die Richtlinien der Luftqualität von Wohnräumen müssten dazu für empfindliche Bevölkerungsgruppen konzipiert sein, was sie leider nicht sind. Die niedrigste Schädigungsschwelle sollte unter Einbeziehung eines zusätzlichen Schutzfaktors der Maßstab sein.

Eine Übersicht der wichtigsten **Richtlinien** und Empfehlungen für Luftschadstoffe und der Institutionen, die sie herausgegeben haben:

AGW	Arbeitsplatzgrenzwert TRGS 900 (für den Arbeitsplatz) Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin BAUA
MAK	Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (für den Arbeitsplatz) Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG
MIK	Maximale Immissions-Konzentration (für die Außenluft) Verein Deutscher Ingenieure VDI
MRK	Maximale Raumluft-Konzentration (für die Innenluft) Bundesgesundheitsamt BGA
MIQ	Mindestanforderung Innenraumluftqualität (für die Innenluft) Hamburger Umweltbehörde
LQL	Luftqualitätsleitlinien (für die Außen- und Innenluft) Weltgesundheitsorganisation WHO
RW	Richtwerte RW I (Zielwert) / RW II (Handlungsbedarf) Umweltbundesamt UBA
AGÖF	Normal-, Auffälligkeits-, Orientierungswerte (für die Innenluft) Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute

Ein Richtwertvergleich am Beispiel des Lösemittels **Toluol** (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$):

AGW	MAK	MIK	MIQ	LQL	RWI	RWII	AGÖF
190.000	190.000	20.000	400	260	300	3000	30

Auf dem mühsamen Weg, eine verantwortungsvolle Orientierungshilfe im Dschungel der Richtwerte zu finden, scheinen die RWI-Werte des Umweltbundesamtes, MIQ-Werte der Hamburger Umweltbehörde und LQL-Werte der Weltgesundheitsorganisation baubiologischen Vorstellungen zumindest einigermaßen nahe zu kommen. Für die Risikobewertung von Wohngiften, speziell in Wohn- und Schlafbereichen, sind alle AGW-, MAK- und viele MIK-Werte absolut unbrauchbar, es sei denn, man dividiert sie durch 1000 bis 10.000. Baubiologische Richtwerte garantieren ein hohes Maß an Vorsorge, sie fallen entsprechend niedriger aus. Die Empfehlungen der AGÖF (Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute) sind eine gute, willkommene und praxisnahe Orientierungshilfe, auf die wir uns in der Baubiologie auch gern beziehen.

B 1 Stress durch **FORMALDEHYD** und andere giftige Gase

Formaldehyd wird seit 100 Jahren produziert. Es ist eines der häufigsten Gifte in der Innenraumluft. Seit den siebziger Jahren ist bekannt, dass Formaldehyd krank machen kann, Atemwege und Schleimhäute reizt, Bronchialprobleme und Kopfschmerzen verursacht sowie Allergien und Krebs auslöst. Formaldehyd findet sich fast überall: in Spanplatten und Holzwerkstoffen, in Klebern, Farben, Lacken, Kosmetika und Dämmstoffen, in Reinigungs-, Desinfektions-, Konservierungs- und Putzmitteln, in T-Shirts, Autoabgasen und im Zigarettenrauch.

In den achtziger Jahren wurden pro Jahr etwa **500.000 Tonnen** Formaldehyd von z.B. BASF, Bayer und Degussa produziert, davon gingen allein **200.000 Tonnen** in die **Spanplattenherstellung**. In der EU sind es jährlich rund 4 Millionen Tonnen, weltweit etwa 21 Millionen. Nahezu 10 Millionen Kubikmeter Spanplatten wurden und werden in der BRD jährlich verkauft und verbaut. Ein hoher Prozentsatz steckt vornehmlich in **Fertighäusern**, besonders in jenen älterer Bauart.

1992 nahm Ikea ihre Billy-Regale vom Markt, weil sie erhöhte Formaldehydwerte zeigten. Über 200.000 dieser Spanplattenregale wurden in nur einem Monat verkauft. Andere Möbelhersteller und Händler müssten ihre formaldehydhaltigen Spanprodukte eigentlich auch vom Markt nehmen, tun es aber leider nicht.

Auch heute sind die meisten Spanplatten **nicht formaldehydfrei**, wie oft angenommen und von Möbelhäusern oder Schreibern versprochen wird. Die allerorten verkaufte und offiziell als harmlos geltende E1-Qualität ist lediglich relativ formaldehyd**arm**, das bedeutet, in der mit Spanplatten bestückten amtlichen Prüfkammer darf eine Luftkonzentra-

tion von **0,1 ppm** nicht überschritten werden.

Die Maßeinheit für Formaldehyd in der Raumluft ist **parts per million** (ppm). Eine zweite Maßeinheit wird ebenfalls oft angegeben, nämlich **Mikrogramm pro Kubikmeter** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), das nicht nur für Formaldehyd, auch für andere Luftschadstoffe. Die Umrechnung: $\text{ppm} \times 1250 = \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder $\mu\text{g}/\text{m}^3 : 1250 = \text{ppm}$. So entspricht der häufig erwähnte Richtwert von 0,1 ppm 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Formaldehyd in der Prüfkammer

Stellen Sie sich vor: Die luftdichte Prüfkammer hat ein Raumvolumen von einem Kubikmeter, in diesen Kubikmeter kommt ein Quadratmeter Spanplattenoberfläche (das entspricht der Plattengröße von etwa 70 x 70 cm), und nach einer Stunde soll der Messwert **0,1 ppm** nicht überschreiten. Achtung: Die Prüfkammerluft wird **einmal pro Stunde** komplett gegen formaldehydfreie **Frischlucht** ausgetauscht. Außerdem werden die **Spanholzkanten** gasdicht **zugeklebt**. Warum auch immer, verstehe das, wer will, ich nicht, wissen wir doch, dass die höchsten Formaldehydkonzentrationen eben aus jenen porösen Kanten ausgasen und weniger aus den geschliffenen Flächen und die Kanten im Wohn- und Arbeitsalltag in Schränken und Regalen meistens eben nicht versiegelt sind. Unterbietet das Spanholz bei den fragwürdigen Prüfkammer-Bedingungen den als offiziell geltenden Richtwert, so darf sie sich E1- oder V100-Qualität nennen und wird als **formaldehydarm** angeboten.

Übertragen Sie das auf den Alltag. Wer tauscht schon seine Raumluft einmal stündlich komplett gegen Frischluft aus? Und was sind 70 Quadratmeter Fläche in einem Kubikmeter Luft? Ein Kleider- oder Einbauschränk plus Laminatboden auf Spangrundlage plus Holzimitat aus Spanplatten an der Zimmerdecke, plus Regale... übertreffen diese Relation allemal. Von Spanplattenfertighäusern ganz zu schweigen. So findet man auch heute noch in Innenräumen Formaldehydwerte, die wegen praxisfremder Prüfkammerbedingungen in mäßig gelüfteten Häusern mit großflächig eingebauten Spanplatten über den Grenzwerten liegen. Zudem sind es ja an erster Stelle die Kanten, die das Gas über viele Jahre freisetzen, weniger die Oberflächen. Deshalb sollten gerade die Kanten gasdicht furniert oder lackiert sein. Wenn nicht, dichten Sie diese nachträglich ab und pfeifen eins auf Prüfkammern, vorsichtshalber. Manchmal sind es die kleinen Löcher zur Verstellung der Einlegeböden. Wofür brauche ich 300 Löcher und mehr in einem einzigen Schrank? Dichten Sie auch die ab. Hierfür geeignete Materialien (Furniere, Plastikkappen, Spachtelmassen, Lacke) gibt's im Baumarkt.

In einem **Neubau** fanden wir **0,14 ppm** Formaldehyd in der Luft mehrerer Räume, zu viel. Die Ursache: zahlreiche **Einbaumöbel** und **Wandregale** aus Spanholz. Die Flächen waren beschichtet und somit dicht, aber drei Kanten waren offen. Der Kunde wollte gegen den Innenaus-

bauer klagen, weil bei der Planung ausdrücklich darauf hingewiesen wurde, dass der Hausherr als Allergiker kein Formaldehyd im neuen Domizil wolle. Er schickte einige der Platten zu einem Institut, um sie hier nach offiziellem Standard in der Prüfkammer kontrollieren zu lassen und die Giftemission nachweisen zu können. Das überraschende Ergebnis: kein Formaldehyd. Mit diesem Resultat war die Raumlufbelastung nicht zu erklären. Wir wiederholten unsere Messungen und fanden die gleichen kritischen Formaldehydwerte in der Luft wie zuvor. Wie das? Die Erklärung, Sie ahnen es: Sogar bei dieser Prüfkammeruntersuchung wurden die offenen Spanplattenkanten mit Alufolie nachträglich abgedichtet. Weil es der Standard so will. Deshalb die unbedenklichen Werte, die nichts mit der Praxis zu tun haben, die der Auftragstellung nicht entsprachen und die dem Kunden nicht weiterhalfen. Offizielle Standards haben mit dem Alltag selten viel gemein.

Der beste Rat: Nehmen Sie gar **keine Spanplatten** für Möbel, Laminatböden, Deckenpaneele, Ausbauten... oder nur Formaldehyd-**freie**. Besser sind Vollholz, stabverleimtes Holz und Tischlerplatten. Spanplatten können bis 30 % aus formaldehydhaltigen **Leimen** bestehen. Bei schicht- oder stabverleimtem Vollholz ist der Leimanteil nur 3 bis 5 % und besteht meist nicht aus Formaldehyd sondern aus Phenolharzen. Lackierte oder mit **Melamin** beschichtete Platten sind weitgehend dicht und gasen nicht aus (Vorsicht offene Kanten!). Furnierte Platten sind oft porös und gasen jahrelang. Fünf Grad mehr **Temperatur** im Raum bedeuten eine doppelt so hohe Formaldehydfreisetzung.

Obwohl Formaldehyd ein leichtflüchtiges Gas ist und schnell ausgasen müsste, was für viele Lacke, Kleber und offene Flächen auch zutrifft, emittieren Spanplatten das krankmachende Gift Jahre und Jahrzehnte. Die gepressten Platten lassen den Problemstoff nur ganz langsam frei. In der Luft eines rundum mit Spanholz ausgebauten Dachgeschosses fand ich 0,2 ppm, schlimm, es wurde hier vor 32 Jahren eingebaut.

Formaldehyd: Grenzwerte, Richtwerte, Krebs, biologische Effekte

Das in höherer Konzentration stechend riechende Alltagsgift wurde nach Tierversuchen als "Stoff mit begründetem Verdacht auf krebserregendes Potenzial" eingestuft und gilt seit 2004 laut IARC, der Krebsforschungs-Agentur der WHO, als "krebserregend für den Menschen" und somit als besonders gefährlich. 2006 belegt das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) die krebbsauslösende Wirkung über die Atemluft. 2011 stuft es das US-Gesundheitsministerium als krebserzeugend für den Menschen ein. 2015 werden die Einstufungen rechtskräftig.

1977 empfahl das ehemalige **Bundesgesundheitsamt** (BGA) für die Innenraumluft **0,1 ppm** ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$). 2016 entschied das **Umweltbundesamt** (UBA) die Senkung auf **0,08 ppm** ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ein toxikologisch begründeter Wert, der heute für Innenraumbegutachtungen hauptsächlich

herangezogen wird. Der **Arbeitsplatzgrenzwert** wurde 2015 von 0,5 ppm auf **0,3 ppm** ($370 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gesenkt. Die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) will 0,1 ppm und hat 0,05 ppm ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zum Ziel. Die AGÖF nennt 0,025 ppm ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Der LQL-Wert der WHO ist 0,05 ppm, der MIK-Wert des VDI 0,02 ppm ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In der Baubiologie gelten folgende **Richtwerte** für Formaldehyd:

Der niedrigste Wert ist der beste. Bis **20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** dürfte **unriskant** sein.

||
||
||

20-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ist **schwach**,
50-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ **stark** und
über **100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** **extrem** auffällig.

Empfindliche Menschen reagieren ab etwa **25-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . **Schleimhaut- und Augenreiz** passieren ab **50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , die **Geruchswahrnehmung** liegt ebenfalls um die **50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . **Lebensgefahr** besteht ab **30.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Die **Natur** unterschreitet **2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . **Menschen atmen 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** Formaldehyd aus. Im Säugetierblut findet man zwei bis drei Milligramm pro Liter. In Obst wie Äpfeln und Trauben ist es von Natur aus in Spuren nachweisbar. Formaldehyd kann sogar im Weltall gefunden werden.

Das **Oberlandesgericht Nürnberg** fällte 1992 wegen eines mit **0,025 ppm** belasteten Fertighauses folgendes Urteil: "Der Hersteller trägt die Neuherstellungskosten von knapp 400.000 Mark." Es komme nicht darauf an, ob der Grenzwert in einem Prüfraum erreicht oder überschritten wird, sondern allein darauf, ob wegen der mit Formaldehydemissionen verbundenen Gesundheitsgefahr das Bewohnen dieser Räume zumutbar ist. Eine solche Belastung sei ein wesentlicher Mangel.

Vermeiden Sie Formaldehyd, wo immer es geht. Lassen Sie sich beim Einkauf schriftlich bestätigen, dass die Produkte Formaldehyd-**frei** sind. Formaldehyd-**arm** à la E1 reicht nicht bei großflächiger Verarbeitung.

Fallbeispiele Formaldehyd

Ich erinnere mich an den zwölfjährigen Jungen aus Wuppertal, dem innerhalb von zwei Wochen **sämtliche Haare** ausfielen, sogar Augenbrauen und Wimpern. Er sah aus wie ein Krebskranker nach der Chemotherapie. Der Junge bekam zum Geburtstag ein chices **Jugendzimmer** aus formaldehydhaltigen Spanplatten. Danach begann das Drama. Der neunte Arzt hatte die richtige Idee und ordnete die baubiologische Untersuchung an. Die giftigen Möbel gingen nach meiner Messung zurück zum Händler, dem Jungen wuchsen alle Haare nach.

Bernd, ein zehnjähriger Schüler aus Geldern, hatte fünf Jahre lang die **Schleimhäute geschwollen** und die Nase zu. Kein Tag ohne Salben und Nasentropfen. Zweimal wurde er operiert. Sein Vater brachte im

Kinderzimmer formaldehydhaltige **Deckenpaneele** an. Die Messung: **0,11 ppm**. Das Spanholz wurde entfernt, und Bernds Nase wurde danach innerhalb von drei Monaten wieder frei.

Die unter starkem Asthma leidende 36-jährige Anwältin hatte erhöhte Formaldehydwerte wegen eines **Teppichs** nebst **Kleber**. Der Boden wurde entfernt, die Asthmaanfälle gingen auf über die Hälfte zurück.

Der Kunde aus Düsseldorf erzählte, dass er gestern die neue **formaldehyd- und lösemittelhaltige Parkettversiegelung** im ganzen Haus bekommen hätte, und heute wären **80 % seiner Fische** im Aquarium **tot**.

Die Kundin aus Rheinbach zitterte: Ihr **Wellensittich** war nach der formaldehydhaltigen Parkettversiegelung **hechelnd von der Stange** gefallen.

Nach dem großflächigen Einsatz eines **Desinfektionsmittels** auf Formaldehydbasis, welches gegen Schimmel auf die Wände zweier Wohnräume gesprüht wurde, war der Anwender ein Fall für den **Notarzt**.

Ein besonderes Problem: **Fertighäuser**, speziell die älterer Bauart. Hier werden häufiger alle Wandflächen - außen und innen - zweifach mit Spanplatten ausgebaut. Jahre- oder jahrzehntelange Giftbelastungen, tags und nachts. Zwischen die Platten kommen manchmal noch Dämmstoffe, die ebenfalls Formaldehyd ausgasen. Großflächiger geht's nicht. Jetzt wenig lüften und gut heizen zur Forcierung des Risikos. Wir haben einige Fallbeispiele, die das nicht lange ausgehalten haben.

Formaldehydrisiken gehen auch vom **Rauchen** und Passivrauchen aus. Ich messe in einem **Zigarettenzug mehr Formaldehyd** als an der miesesten Spanplatte. Das Bundesgesundheitsministerium: "Passivraucher erkranken bis zu 100-mal mehr an Krebs als Menschen, die mit Asbest in Berührung kommen." Ich habe meine lieben Probleme mit Leuten, die eine Formaldehydanalyse ihres Spanplattenregales haben wollen, und ich in diesem Raum einen zum Überlaufen vollen Aschenbecher mit zwanzig Kippen finde. Es sei am Rande bemerkt, dass es in den USA täglich 1200 Tabaktote gibt, in Deutschland jährlich mehr als 100.000 Menschen durch das Rauchen sterben (eine ganze Großstadt jährlich oder ein vollbesetzter Jumbo-Jet täglich). Unser Staat warnt zwar auf jeder Packung vor dem Rauchen, bereichert sich aber an den Tabakkranken und -toten und nimmt sekundlich 350 Euro Tabaksteuer ein.

Ich habe früher geraucht. Bis ich mein erstes Formaldehydmessgerät bekam und baff war, wie viel sich von dem Gift im ausgepusteten Zigarettenqualm zeigte, Spitzenwerte. Nach dem Rauchen in der ganzen Zimmerluft. Von den vielen anderen Schadstoffen, dem Teer, den Partikeln, der Radioaktivität... ganz zu schweigen. Das war's, der Groschen war gefallen, ich habe mit dem Rauchen aufgehört (siehe mein Bericht in Wohnung+Gesundheit, Heft 38/1986: "Weihnachten einmal anders").

Messverfahren für Formaldehyd

1. **Bio-Check-F.** In der Apotheke oder im Internet bekommen Sie den Bio-Check-F von Dräger. Der kleine Indikator wird nach Gebrauchsanleitung im Raum (oder im verdächtigen Kleiderschrank, Bettkasten...) aufgestellt. Nach einiger Zeit verfärbt sich unter Einfluss von Formaldehyd ein Anzeigefensterchen rosa. Nach zwei Stunden wird abgelesen. Der Grad der Verfärbung zeigt den Grad der Formaldehydbelastung. Beiliegende Farbkarten erleichtern die Einschätzung der Schadstoffkonzentration. Die Indikatoren können Sie auch unter eine Glasglocke direkt auf den verdächtigen Teppich stellen, in den auffällig riechenden Bettkasten oder in die mit dem verdächtigem Material gefüllte Plastiktüte. Gute erste Eindrücke einer Gefahr für wenig Geld bei einer soliden Nachweisempfindlichkeit von etwa 0,02 ppm.

2. **Direktanzeigende Prüfröhrchen.** Mit Pumpen wird Raumluft durch Formaldehyd-Prüfröhrchen gezogen. Bei Vorliegen des Gases verfärbt sich der Inhalt des Röhrchens. Die Nachweisgrenze liegt bei 0,04 ppm mit einem Fehler bis zu 30 %. Nur gut für den ersten groben Eindruck und für Messungen direkt an der Formaldehydquelle.

3. **Silicagel, DNPH und andere Substrate und Reagenzien.** Luft wird mit Pumpen durch Kartuschen, Silicagel oder andere Substrate gezogen. Die anschließende Laboranalyse schafft eine Nachweisempfindlichkeit von 0,02 ppm, ein genaues Profiverfahren.

4. **Waschflaschen.** Hier wird mit Pumpen eine definierte Menge Luft durch Flüssigkeiten gezogen. Das Fachlabor analysiert die Gaskonzentration. Ein genaues Messverfahren mit der Nachweisgrenze 0,01 ppm.

5. **Monitore.** Verschiedene Firmen in Deutschland und den USA stellen präparierte Plaketten oder kleine Behälter her, die man im Raum aufstellen, aufhängen oder über eine Arbeitsschicht am Jackett befestigen kann, z.B. den 3M-Monitor. Das Labor informiert nach einer im Kaufpreis enthaltenen Analyse über die Luftkonzentration. Diese nach dem Diffusionsprinzip funktionierenden, recht preiswerten Methoden sind ebenfalls gut für erste Eindrücke mit einer Nachweisempfindlichkeit von etwa 0,02 ppm (beim 3M-Monitor und beim Formaldehyd-Monitor PF-1 aus den USA) bis etwa 0,1 ppm (bei den meisten anderen Produkten). 3M-Monitore gibt es auch zum Nachweis einer Reihe anderer leichtflüchtiger Luftschadstoffe wie Toluol, Xylol oder Benzol.

6. **Messgeräte.** Es gibt direktanzeigende Messgeräte für Formaldehyd, die zwar praktisch, aber auch teuer sind. Deren Empfindlichkeit reichte anfangs für baubiologische Ansprüche nach meiner damaligen Erfahrung nicht aus, eher zur Messung von MAK-Werten an Arbeitsplätzen oder direkt an Formaldehydquellen. Heute sind solche digital anzeigenden Messgeräte empfindlicher und brauchbarer geworden.

7. Materialproben. Ein verdächtiges Material, z.B. ein Stück Spanplatte, Holz oder Stoff, geht ins Labor und wird hier geprüft. Vorsicht mit "offiziellen" Laboren, die stur nach Standard arbeiten und ungebeten die Spanplattenkanten abdichten.

Vor jeder Luftanalyse: acht Stunden Fenster und Türen zu und heizen.

Für fast alle Prüfverfahren gibt es Normen und Vorschriften. Manchmal ist es wünschenswert, von den offiziellen Empfehlungen abzuweichen und Experimente durchzuführen. So platziere ich meine elektronischen Pumpen mit den eingesetzten Formaldehyd-Prüfröhrchen oder den Bio-Check-F gern in den verdächtigen Spanplattenschrank und ziehe im Innern des Möbelstücks die Luft. Die Ergebnisse werden so deutlicher. Das ist nicht die feine DIN- oder VDI-Manier, aber aussagestark, und es erlaubt eine Quellenzuordnung. Keine Angst: die Gesundheitsämter der Städte und Gemeinden machen es auch so. Ich bohre gern ein Loch ins Holz, und führe Prüfröhrchen tief ins Material ein, um auf diese gemeine Weise herauszufinden, ob überhaupt Formaldehyd (oder etwas anderes) verarbeitet worden ist. Gute und schnelle Ergebnisse bekomme ich, wenn ich das zu testende Material, sagen wir ein Stück Synthetikteppich oder Pressholz, für ein paar Stunden in einen luftdichten Glasbehälter gebe, diesen leicht erwärme (giftige Gase werden bei höheren Temperaturen verstärkt frei) und die Luft im Behälter prüfe. Dabei sollte neben den Messverfahren auch immer mal wieder die Nase eingesetzt werden. Ebenfalls nicht amtlich, aber praktisch und effektiv. So sind neben MAK, TÜV und VDI der Kreativität zum Nachweis von Wohngiften keine Grenzen gesetzt. Vorsicht: Richter haben selten Verständnis für Experimente, die wollen es streng professionell, weshalb die Kenntnis der Normen wichtig ist.

Andere Gase, nur ein Beispiel: Kohlenmonoxid

Zu den Gasen, die über die Atemluft in unsere Körper gelangen und hier viel Unwesen treiben können, gehört nicht nur Formaldehyd. Es gibt noch andere kritische Luftverpester wie beispielsweise das gefährliche Kohlenmonoxid oder auch Stickoxide, die bei Verbrennungsprozessen freigesetzt werden, ebenso Ozon und Chlor, Stadt- und Erdgas, die baubiologischer Aufmerksamkeit bedürfen.

Kohlenmonoxid (CO) erscheint immer wieder in den Medien, weil es schon Menschen getötet hat. Allein in Deutschland sind es jährlich um die 300, über 4000 kommen mit CO-Vergiftungen als Notfall ins Krankenhaus. In den USA waren es vor der Jahrtausendwende um die 5000 Todesfälle pro Jahr, etwa die Hälfte durch Suizide. Kohlenmonoxid ist die Ursache für mehr als die Hälfte aller tödlichen Vergiftungen weltweit. Hohe Konzentrationen wirken toxisch auf die Lunge, das Herz-Kreislauf- und Zentralnervensystem und können in Sekunden zum Tod führen. Aber auch geringe Mengen können sich gefährlich bis lebens-

gefährlich auswirken. Erste Symptome sind Atemnot, Kopfschmerz, Erbrechen, Übelkeit, Schwindel, brennende Augen und grippeähnliche Beschwerden. Das tückische Gas ist farb-, geruch- und geschmacklos und kann mit unseren Sinnen nicht wahrgenommen werden.

Kohlenmonoxid ist einer der am weitesten verbreiteten Luftschadstoffe und bildet sich bei unvollständiger Verbrennung von kohlenstoffhaltigem Material wie beispielsweise Holz, Kohle, Öl oder Gas. Eine eingeschränkte Verbrennung passiert an erster Stelle bei Sauerstoffmangel und als Folge von technischen Defekten, Funktionsstörungen, Installationsproblemen und unsachgemäßen Anwendungen an Heizungsanlagen, Öfen, Kesseln, Gas- und Grillgeräten, schlechten Kaminzügen, Autoabgasen....., alles was mit **fossilen Brennstoffen** betrieben wird. Das Gift breitet sich schnell aus, besonders in ungelüfteten Räumen.

In Innenräumen beträgt die übliche **Hintergrundkonzentration** etwa **0,5-5 ppm**. In der Umgebung von Gasöfen können die Werte auf bis zu 20 ppm ansteigen. Zigarettenqualm zieht besonders hohe Konzentrationen nach sich, ein paar Zigarettenraucher in einem normalen ungelüfteten Wohnzimmer schaffen es auf 30 ppm und noch mehr.

Gemessen wird Kohlenmonoxid ähnlich wie Formaldehyd mit Prüfröhrchen oder hierfür geeigneten Geräten, so genannten CO-Metern, -Meldern, -Wächtern, -Warnern oder -Detektoren. Einfache bekommt man schon im Bau- und Elektronikmarkt. Sensible elektronische Geräte namens Schnüffelsonden oder Sniffer, die digital anzeigen und akustisch warnen, werden für eine Vielzahl verschiedener Gase eingesetzt.

Kohlendioxid (CO₂) ist ein in Innenräumen sehr häufig auftretendes Gas, und die Zahl derer, die unter zu hohen Kohlendioxidkonzentrationen leiden, ohne die Ursache ihrer mannigfaltigen Beschwerden zu ahnen, ist hoch..., hiervon später mehr im Kapitel "Raumklima".

B 2 Stress durch LÖSEMITTEL und andere leichtflüchtige Schadstoffe

Lösemittel der unterschiedlichsten Art und Zusammensetzung werden in vielen Klebern, Farben, Lacken, Verdünnern, Reinigern, Schäumen, Dämm- und Kunststoffen sowie in Tapeten und Teppichen eingesetzt. Diese große Schadstoffgruppe wird auch **VOC** (Volatile Organic Compounds) genannt, das bedeutet: flüchtige organische Verbindungen. Es gibt hunderte solcher Verbindungen, bekannte Stoffgruppen sind unter anderem Aldehyde, Aliphaten, Alkohole, Aromaten, Ester, Glykole, Ketone, Kresole, Phenole, Siloxane oder Terpene. Berühmte (und berüchtigte) Einzelvertreter sind unter anderem Anilin, Benzol, Chlorbenzol, Ethylbenzol, Naphthalin, Perchlorethylen, Styrol, Toluol, Trichlorethylen, Vinylchlorid oder Xylol. In Innenräumen findet man solche Lösemittel bzw. VOCs häufig an, mit üblichen Hintergrund-Konzentrationen bis zu etwa 100 µg/m³ (Mikrogramm pro Kubikmeter Raumluft).

Lösemittel schädigen das Nervensystem, einige haben krebserregende und fruchtschädigende Wirkungen, andere schädigen Leber, Nieren und Blut oder führen zu Allergien, Früh- und Fehlgeburten sowie Sterilität. Erste Symptome sind z.B. Kopfschmerzen, Sehstörungen, Atemwegs- und Schleimhautreizungen, Gliederschmerzen, Schwäche und Schwindel. Beschwerden sind oft durch Kombinationswirkungen unterschiedlicher Luftschadstoffe verursacht und hängen von der physischen und psychischen Verfassung des Menschen, von der Konzentration der Schadstoffe und der Dauer der Schadstoffeinwirkung ab. Diese leichtflüchtigen Schadstoffe werden über die Atemluft aufgenommen, bei direktem Kontakt auch über die Haut und Schleimhaut.

Wie stark sich die giftigen Substanzen in der Atemluft anreichern, das hängt nicht nur von den Schadstoffquellen ab, sondern auch von den **Lüftungsgewohnheiten**, der **Luftfeuchte** und **Temperatur**. Die Innenluft ist fast immer schlechter als die Außenluft. Die erforderliche Luftwechselrate von etwa einmal pro Stunde wird meist unterschritten; in modernen Bauten findet man oft nur noch eine Luftwechselrate von 0,1: nur 10 % frische Luft in der Stunde, und manchmal nicht mal das.

Erwachsene halten sich im Schnitt **11 Stunden**, **Kinder** bis zu **19 Stunden** und **Kranke** bis zu **24 Stunden** täglich in Wohn- und Schlafräumen auf. Das Bundesgesundheitsamt gibt zu bedenken, dass Schadstoffbelastungen in "normalen" ungelüfteten Wohnräumen nach einer Stunde höher seien als auf Hauptstraßenkreuzungen in Großstädten.

Empfehlung: Schadstoffarm

Vermeiden Sie Lösemittel, wo Sie nur können. Kaufen Sie **schadstofffreie** oder zumindest **schadstoffarme** Produkte. Bevorzugen Sie natürliche und verzichten Sie im Zweifel auf künstliche, chemische oder synthetische Materialien. Fordern Sie die vollständige Deklaration der Inhaltsstoffe. Lassen Sie sich von den Herstellern oder Händlern die produktbezogenen **technischen Merkblätter** oder **EU-Sicherheitsdatenblätter** zeigen. Viele haben Zertifikate von unabhängigen Instituten und Verbänden. Der Blaue Umweltengel ist kein Garant für unriskante Qualität. Giftige Lösemittel sind kompromisslos zu meiden und, sofern in riskanten Größenordnungen nachweisbar, gründlich zu sanieren.

Gehen Sie mit **allen** Farben, Lacken, Klebern, Oberflächenversiegelungen... sparsam um, speziell bei großflächiger Anwendung, auch mit **biologischen**, bei denen oft natürliche oder naturnahe Terpene und ätherische Öle in relativ hohen Konzentrationen als Lösemittel eingesetzt werden. Auf allzu viel "Bio" reagieren gerade Allergiker heftig, manchmal sogar heftiger als auf chemische Substanzen: "Nur die Dosis macht das Gift", mahnte Paracelsus. Alles kann nützlich oder schädlich sein, krankmachend oder heilsam, gut oder schlecht. Es ist immer die Frage der Dosis. Es muss nicht jede Holzdecke dreimal gepinselt wer-

den, nicht jedes Regalbrett dreimal lackiert.

Ganz wichtig: **Lüften** Sie **viel** und **reichlich**, besonders während und in den ersten Tagen und Wochen nach Verlegung des Teppichs, Versiegelung des Parketts, Lasierung der Möbel, Lackierung von Holzflächen oder dem Tapezieren und Streichen von Wänden und Türen. Lüften heißt nicht: ein Fenster auf Kipp. Lüften heißt: alle Fenster und Türen ganz weit auf. Durchzug. Lassen Sie darüber hinaus Ihr Haus atmen und verzichten Sie auf zu viele Dampfbremsen in den Wand-, Boden-, Dach- und Deckenaufbauten. Frische Luft ist lebenswichtig.

Fallbeispiel: Vergiftet durch Lösemittel

(veröffentlicht in Wohnung+Gesundheit, Heft 68 im Herbst 1993)

"Sie haben eindeutig Vergiftungssymptome!" So die Aussage der Notfallambulanzärzte vom Dominikus-Krankenhaus in Düsseldorf-Heerd. Was war passiert? Verena Reichelt, 35-jährige Stewardess aus Düsseldorf, zog am 1. April in ihre neue Wohnung. Eine Woche vorher wurde vom Vermieter ein neuer Teppich verlegt. Der alte Nadelfilz sollte drin bleiben, "um die Kosten fürs Rausreißen zu sparen". Der neue sollte gegen alle Normen und Gebräuche drübergeklebt werden. Die Fußbodenleger brauchten für 90 m² Fläche 75 Kilo Kleber. Der konnte wegen des stark saugenden Untergrundes nicht normal aufgetragen werden, sondern musste mit Maurerkellen auf den Nadelfilz gespachtelt werden.

Der Vermieter veranlasste den Hausmeister zwei Tage vor Verena Reichelts Einzug mit der Endreinigung der Wohnung. Der Hausmeister: "Ich war nur ganz kurz in den Räumen, und mir wurde speiübel. Ich kollabierte fast und lief raus." Er bekam spontan Gesichtsschwellungen, "wie bei Mumps", sein Augenweiß verfärbte sich blutrot, Flecken bildeten sich auf seiner Haut. Der alarmierte Vermieter untersagte dem Hausmeister das weitere Betreten der Wohnung.

Verena Reichelt durfte zwei Tage später rein. Sie wusste von nichts. "Es roch in der Wohnung zwar intensiv, aber nicht so unangenehm. Der Geruch signalisierte bei mir keine Gefahr. Deshalb habe ich die Möbel reingepackt, in der Wohnung gearbeitet und hier auch direkt geschlafen. Am nächsten Morgen der ersten Nacht brannten die Augen, die Bronchien taten weh, die Gelenke schmerzten. Klar, dachte ich, das kommt von der Anstrengung des Umzuges."

Am 2. Tag tat die kleinste Fingerbewegung weh, den Arm konnte sie kaum noch bewegen. Das Atmen fiel schwer, alle Schleimhäute waren gereizt. Frau Reichelt bekam Angst und rief das Gesundheitsamt Düsseldorf an. Das reagierte spontan: "Alle Fenster auf! Sofort Messungen durch Sachverständige durchführen! Meiden Sie die Wohnung, wann immer es geht! Halten Sie sich viel im Freien auf!" Und: "Können Sie eine Schwangerschaft ausschließen?"

Verena Reichelt bekam meine Adresse. Derweil nahmen die Schmerzen zu, der ganze Körper spielte verrückt: "Darm, Magen, Kreislauf, alles schien im Chaos zu sein." Mein telefonischer Rat deckte sich mit dem der Notarztzentrale Düsseldorf: "Raus aus der Wohnung, ab ins Hotel!" Die Stewardess konnte sich kaum noch auf den Beinen halten, als sie das Hotel erreichte. Der Hotelier erinnert sich: "Frau Reichelt war grün im Gesicht und völlig fertig. Ich habe sofort den Notarzt gerufen."

Meine Analysen vor Ort ergaben: **15.800 µg/m³ Toluol**, ein giftiges Lösemittel, bevorzugt in Klebern verarbeitet. Die Weltgesundheitsorganisation setzt den Grenzwert für Dauerbelastungen durch Toluol in Innenräumen auf **8000 µg/m³** fest, die Hamburger Umweltbehörde lässt nur **400 µg/m³** zu und der Außenluftrichtwert liegt bei **500 µg/m³**.

In den Wohnräumen verfärbten sich sogar die Vortest-Prüfröhrchen der Gasmestechnikfirmen Dräger, Auer und Kitagawa. Diese sind für akute Gefahren in der chemischen Industrie und für Feuerwehrleute zur Warnung vor dem Betreten von verdächtigen Räumen oder Tankanlagen gedacht. In den Infos der Hersteller wird bei Verfärbung gewarnt: "Achtung! Akute Vergiftungsgefahr!"

Auch die Notärzte des Krankenhauses diagnostizierten: "Vergiftung!". Frau Reichelt blieb 8 Tage am Tropf, dann ging es ihr etwas besser.

Heute, sechs Monate danach, hat sie immer noch Schmerzen in den Gelenken. "Ich kann kaum einen Brief schreiben, das Halten des Füllers tut weh. Beim Gangschalten im Auto muss ich auf die Zähne beißen. Wäsche aufhängen und Geschirr abtrocknen ist kaum möglich. Der Arzt sagte, das könne noch dauern, Toluol sei ein hochwirksames Nervengift." Behandelnde Ärzte, Neurologen und das Gesundheitsamt haben dringend vor der Rückkehr in die vergifteten Räume gewarnt.

Frau Reichelt hat ihre Wohnung nicht mehr betreten, sofort gekündigt, die Mietzahlungen eingestellt und eine neue Wohnung angemietet. Die Hotel- und Analysekosten liegen bei einigen tausend Mark. Der Vermieter besteht auf Gegengutachten und nimmt sich Zeit. Er weist jede Schuld von sich, erinnert die in der Wohnung krank gewordene Mieterin an ihre tägliche Lüftungspflicht und will seine Miete haben. Er prozessiert gegen Frau Reichelt. Die prozessiert gegen ihn und gegen den Teppichverleger. Der gegen den Klebstoffhersteller. Und die Krankenkasse will vom Hausbesitzer die Arztkosten erstattet haben.

Ein neuer Mieter zog in die Wohnung ein. Die Entfernung von Teppich und Kleber war nicht geplant. Denn, so der Hausbesitzer: "Der neue Mieter muss ja nicht so empfindlich sein wie Frau Reichelt."

Ich telefonierte mit Frau Reichelt drei Jahre später. Es geht ihr viel besser. Die Gelenk- und Nervenschmerzen ziehen sich zwar mehr und

mehr zurück, kommen aber schubweise immer mal wieder, besonders wenn sie erkältet ist oder sich nicht wohl fühlt.

Messverfahren für Lösemittel

1. **Direktanzeigende Vorteströhrchen:** Mit Probenahmepumpen wird die verdächtige Luft durch Röhrchen gezogen, die mit Substraten bzw. Reagenzien gefüllt sind. Die Röhrchen zeigen bei kritischen Luftbelastungen durch Verfärbungen **qualitativ** Schadstoffe bestimmter Stoffgruppen an, ohne die Einzelstoffe näher zu bezeichnen. Verschiedene Röhrchen für bestimmte Zwecke und Schadstoffkombinationen erfassen ein weites Spektrum von Stoffen. Ein praktisches und preiswertes, jedoch recht grobes Verfahren zur ersten Einschätzung einer Gefahr.

2. **Direktanzeigende Prüfröhrchen:** Mit speziellen Pumpen wird Luft durch spezifische Sammelröhrchen gezogen, welche nur **ein** bestimmtes Gift direkt **quantitativ** durch Verfärbung anzeigen. Dieses Messverfahren reicht für erste Hinweise, hat aber für Baubiologen oft unbefriedigende Nachweisgrenzen. Praktisch, dass direkt vor Ort eine Aussage gemacht und nach Ursachen geforscht werden kann. Zig verschiedene Einzelgase werden erfasst: von Acrylnitril und Epichlorhydrin über Ethylbenzol und Styrol bis Trichlorethylen und Xylol.

3. **Aktivkohle- und andere Teströhrchen:** Hier wird mit Spezialpumpen eine definierte Menge Raumluft durch Aktivkohle-, Silikagel- oder Tenax-Substrate gezogen. Danach wird im Fachlabor gaschromatografisch oder massenspektrometrisch analysiert, welcher Stoff oder welche Stoffe vorlagen. Dies Messverfahren ist genau, und es können mit einer einzigen Probe einige Hundert verschiedene Lösemittel, Schad- und Riechstoffe analysiert werden. Die Nachweisgrenzen liegen bei den meisten Substanzen akzeptabel niedrig.

4. **ORSA-Röhrchen:** Es gibt Mini-Aktivkohleröhrchen (z.B. Bio-Check Lösemittel von Dräger aus der Apotheke oder im Internet), welche der Kunde zwei Wochen lang im verdächtigen Raum aufhängen und dann zur Analyse ins Labor schicken kann. Die Analyse gibt die in der Luft gefundenen Gase mit akzeptabler Empfindlichkeit und Vielseitigkeit preis. Ein erster Langzeittest ohne komplizierten Messgeräteaufwand, für jeden leicht durchführbar.

5. **Waschflaschen:** Auch hier wird mit Pumpen eine definierte Menge Raumluft gezogen, diesmal durch eine Flüssigkeit, z.B. Wasser. Diese Flüssigkeit wird im Fachlabor auf Schadstoffe analysiert. Das Messverfahren ist genau und eignet sich für viele Luftschadstoffe.

6. **Messgeräte:** Es gibt auch direkt anzeigende Messgeräte für einige Wohngifte, z.B. Ozon und Lösemittel. Sie zeigen digital oder per Computer die schädigende Konzentration an. Manche warnen akustisch

vor Gaslecks oder Gifteinflüssen. Andere reagieren auf eine große Palette verschiedener Gifte und sind gut für den ersten Allgemeindruck. Besonders präzise, sensibel und zur direkten Quellenfeststellung optimal geeignet: der so genannte PID (Photoionisationsdetektor). Wie gesagt, das Allround-Messgerät für den Rundumschlag aller im Wohnraum vorkommenden Gifte gibt es leider noch nicht.

7. Materialproben: Das verdächtige Material, z.B. ein Stück Teppich, Tapete, Stoff, Matratze, Polster, Kleber, Lack oder Farbe kommt ins Labor und wird hier direkt auf kritische Inhaltsstoffe analysiert.

Es ist **vor** der Raumlufanalyse auf Lösemittel und flüchtige Schadstoffe wichtig, Fenster und Türen mindestens **acht Stunden** zu schließen und zu heizen. Temperaturen von 20° bis 24° C sind günstig.

Die aktuellen **baubiologischen Richtwerte** für Schlafbereiche:

Die **Summe aller flüchtigen Schadstoffe** (bzw. VOC) in der Raumluf sollte im Schlafrum möglichst unter **100 µg/m³** liegen.

	100-300 µg/m³ ist schwach,
	300-1000 µg/m³ stark und
	über 1000 µg/m³ extrem auffällig.

Allergisierende, reizende oder geruchsintensive Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen sind eher kritischer zu bewerten, das gilt speziell für besonders gefährliche bzw. krebserzeugende Schadstoffe wie Benzole, Naphthaline, Kresole, Styrol... Das Umweltbundesamt (UBA) empfiehlt für die Summe aller VOCs 300 µg/m³, der Zielwert des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes (BGA, Seifert) ist 200-300 µg/m³. Für Einzelbewertungen siehe "AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluf". Für die Einschätzung geruchsintensiver Substanzen siehe AGÖF-Leitfaden "Gerüche in Innenräumen".

Lösemittelfrei?

Bedenken Sie, dass der Hinweis "**lösemittelfrei**" auf z.B. Klebern, Farben oder Lacken **kein** Garant für Unbedenklichkeit ist. Manchmal sogar im Gegenteil. Denn weil die bekannten und kritischen Lösemittel wie Toluol, Xylol, Ethylbenzol, Testbenzin oder sonstige Kohlenwasserstoffe ins Gerede gekommen sind, weichen die Hersteller zunehmend auf **Glykole** aus. Besonders die **wasserlöslichen** Lacke, Anstriche oder Teppichkleber haben hohe Glykolanteile, auch die mit dem Blauen Umweltengel. Glykolverbindungen dürfen als lösemittelfrei gehandelt werden, obwohl sie viel langsamer verdunsten und die Raumluf monatelang belasten können. Auch andere Lösemittlersatzstoffe wie **Siloxane** werden mehr und mehr eingesetzt. Bei Biofarben sind es meist natürliche Lösemittel wie Caren, Limonen oder Pinen.

Chemie oder Bio, noch einmal der Hinweis: **Lüften** Sie bei und nach der Verarbeitung von lösemittelhaltigen Materialien reichlich, wenigstens ein paar Tage. Sie wissen, Lösemittel sind meist kein großes Langzeitproblem, und Sie haben es mit konsequenter Lüftung in der Hand: viel oder wenig Schadstoff, lange oder kurze Zeit? Verarbeiten Sie die Stoffe, wenn überhaupt, möglichst im Frühjahr oder Sommer, in diesen Monaten wird sowieso mehr gelüftet als im Winter.

Datenblatt, Merkblatt

Lassen Sie sich, wie schon erwähnt, vom Hersteller ein **EU-Sicherheitsdatenblatt** zu dem Produkt aushändigen, das Sie kaufen oder verarbeiten wollen. In den Datenblättern stehen oft (leider nicht immer) die wichtigsten (leider nicht alle) Inhaltsstoffe und aufschlussreiche Hinweise. Lesen Sie es aufmerksam, und falls der Text anmutet wie der Beipackzettel eines gefährlichen Medikamentes, seien Sie vorsichtig.

Mit einem konventionellen, überall käuflichen Farblack wurde vor drei Monaten ein **Schlaframschrank** gestrichen; er stinkt heute noch. Hier ein Auszug aus dem EU-Sicherheitsdatenblatt dieses Lackes:

Gefährliche Inhaltsstoffe: 49 % Butylacetat, 7 % Xylol, 3 % Ethylbenzol.

Erste-Hilfe-Maßnahmen: Nach Einatmen für Frischluft sorgen. Bei unregelmäßiger Atmung oder Atemstillstand künstliche Beatmung einleiten. Bei Bewusstlosigkeit Seitenlage anwenden und Arzt holen.

Maßnahmen zur Brandbekämpfung: Spezielle Gefährdung durch Verbrennungsprodukte und Gase. Es entsteht dichter schwarzer Rauch. Durch Einatmung können ernste Gesundheitsschäden entstehen.

Maßnahmen bei Freisetzung: Entzündlich. Zündquellen fernhalten. Für Lüftung sorgen. Dämpfe nicht einatmen! Einschlägige Schutzvorschriften beachten. Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.

Handhabung: Das Material kann sich elektrostatisch aufladen. Funken und offenes Licht vermeiden. Funkensicheres Werkzeug verwenden. Antistatische Kleidung inklusive Schuhwerk werden empfohlen. Explosionsgefahr. Kontakt mit Augen und Haut vermeiden. Dämpfe nicht einatmen. Bei der Verarbeitung nicht essen, trinken oder rauchen.

Persönliche Schutzausrüstung: Lösemittelfeste Handschuhe, Schutzcreme für die Haut, Schutzbrille, antistatische Kleidung.

Angaben zur Toxikologie: Oberhalb des MAK-Wertes kann es zur Reizung der Schleimhäute und Atmungsorgane, zu Nieren- und Leberschäden und zur Beeinträchtigung des zentralen Nervensystems kommen. Anzeichen und Symptome sind Kopfschmerzen, Schwindel, Müdigkeit, Muskelschwäche, betäubende Wirkung, Bewusstlosigkeit.

Angabe zur Ökologie: Nicht in die Kanalisation gelangen lassen. Nicht in den Hausmüll. Entsorgung restlos leerer Behälter nach Vorschrift.

Was hat ein Stoff mit gefährlichen Inhalten, der ernste Gesundheitschäden verursachen und bewusstlos machen kann, reizt, nervt, sich elektrostatisch auflädt, nicht mal in den Hausmüll oder die Kanalisation darf, an den Wänden oder Möbeln in meinem Haus zu suchen?

Mehr Vertrauen in die Nase: Gerüche

Neben den Lösemitteln oder anderen Schadstoffen sind es manchmal Geruchsbelästigungen, auch eigentlich ungiftige, die einen Raum unangenehm bis unbewohnbar machen. Gerüche sind ab und zu schwer bis gar nicht umweltanalytisch - sprich mit Geräten oder im Labor - zuzuordnen. Ein Raum hat geruchsneutral zu sein oder zumindest nicht unangenehm zu riechen. Was brauchen wir Messgeräte, wenn die Nase schon Alarm schlägt? Vertrauen Sie Ihrem Geruchssinn und wenn etwas stört, beseitigen Sie es. Gerüche in einem Altenheim oder Krankenzimmer, neben einer Toilette oder Mülltonne, über der Küche oder einem feuchten Keller, in schlecht gelüfteten Zimmern... sind messtechnisch nicht immer gut darstellbar und können trotzdem unzumutbar, störend, belastend oder auch biologisch kritisch sein.

Besonders hartnäckige Stinker sind manche (nicht alle!) **Teppiche**. Wenn sie länger als ein paar Tage oder Wochen riechen, dann bleibt es meist über Jahre so. Der Geruch bleibt Sieger. Sie können lüften und lüften..., nach wenigen Minuten ist er wieder da, der Teppichmief. Bevor Sie einen Teppich kaufen, lassen Sie sich ein postkartengroßes **Muster** geben. Dies kommt für ein paar Stunden in ein dicht verschlossenes, geruchsneutrales **Glas** (großes Weckglas oder Bonbonglas), das in einen gut geheizten Raum. Jetzt das Glas öffnen und ganz schnell die Riechprobe: neutral, angenehm oder unangenehm? Auf diese einfache Weise können Sie auch andere Gerüche zuordnen. Eine kleine Probe der verdächtigen Geruchsquellen (Bodenbelag, Putz, Dämmstoff, Tapete...) kommt als Muster nacheinander in das Glas, dann nach einer Weile und leichter Aufwärmung die Riechprobe. So konnte schon manch ein Treffer gelandet und gezielt gehandelt werden.

Die Verbraucherzentrale Hamburg: "Materialien, die störende Gerüche verursachen, können während der sechsmonatigen Gewährleistung reklamiert werden. Gerüche sind nicht automatisch eine Gesundheitsgefährdung, doch können Sie Ihre Nase mit einkaufen lassen. Riecht das Produkt, sollten Sie es besser nicht nehmen. Seien Sie skeptisch bei der Zusicherung, der Geruch werde in einer bestimmten Zeit verfliegen, lassen Sie sich das auf der Kaufquittung bestätigen."

Wie eben bereits erwähnt: Für eine Einschätzung geruchsintensiver Substanzen siehe den AGÖF-Leitfaden "Gerüche in Innenräumen - Sensorische Bestimmung und Bewertung". Grundlagen, Ursachen, Beurteilung, Strategien, Vorgehensweisen, Schulung, Einflussfaktoren... Noch mehr zu Gerüchen im Kapitel Raumklima ab Seite 85.

B 3 Stress durch **PESTIZIDE** und andere schwerflüchtige Schadstoffe

Pestizide werden an erster Stelle zum Holzschutz eingesetzt. Deshalb sind sie als **Holzschutzmittel** bekannt. Man findet kritische Konzentrationen auch in **Teppichen**, vornehmlich in Schurwollteppichen zum Schutz vor Mottenfraß, in einigen **Ledermöbeln** und anderen Naturstoffen wie Sisal oder Kokos, besonders jenen aus tropischen Ländern. Pestizide strömen aus **Elektroverdampfern**, **Mottenkugeln** und **Insektentapeten** und **-sprays**. Die insektizide Keule kommt auch mit dem **Kammerjäger** ins Haus. In der **Landwirtschaft** wurden und werden sie auf Feldern versprüht, in **Gärtnereien** zum Pflanzenschutz eingesetzt, sogar im heimischen Garten oder Blumenkasten, früher giftiges DDT, heute giftiges Glyphosat und so viele andere. Durch die Hintertür gelangen Pestizide manchmal in Spanplatten, recycelt aus kontaminiertem Abfallholz. In seltenen Fällen gibt es die Gifte sogar in Lederschuhen und in Matratzen, wobei selbst vor Babybetten nicht Halt gemacht wird. Eigentlich dürften die berühmt-berüchtigten Wirkstoffe in **keinem** Haus vorkommen. Ich weise sie aber in etwa jedem zwanzigsten Wohnraum in riskanten Größenordnungen nach.

Pestizide (auch **Biozide** genannt) sind **hochgiftig**. Einige sind krebserregend, frucht- und erbgutschädigend, andere sind für Unfruchtbarkeit verantwortlich. In Kinderbettmatratzen eingesetzt sollen sie den plötzlichen Kindstod bewirkt haben. Diese schwerflüchtigen Stoffe greifen das Nervensystem an, schädigen Leber und Nieren, werden mit Allergien, Neuralgien, verschiedenartigsten Schmerzen, Verhaltensstörungen, Herzbeschwerden, Entzündungen... in Zusammenhang gebracht. Pestizide, Insektizide, Herbizide, Fungizide, Bakterizide... werden über die **Haut** (Körperkontakt zum pestizidbehandelten Material) und über den eingeatmeten und verschluckten mit den Giften kontaminierten **Staub** aufgenommen, um sich so in den Atemwegen und auf Schleimhäuten anzureichern. Lüften ist gut, aber bei dieser Schadstoffgruppe längst nicht so effektiv wie beim Formaldehyd oder den Lösemitteln.

Pestizide, das sind meist schwerflüchtige **halogenierte Kohlenwasserstoffe**. Sie vernichten Leben, um Materialien wie z.B. Holz, Leder und Teppiche vor unerwünschten Gästen zu schützen. Sie vernichten beispielsweise Insekten (unerwünschte und gewünschte), Milben, Bakterien, Schimmel- und Hefepilze, pflanzlichen Bewuchs, Moos und Unkraut. Sie verzögern die Entflammbarkeit und Fäulnis von Möbeln, Bodenbelägen, Vorhängen, Matratzen und anderen Materialien. Werden Hölzer hiermit gestrichen, so ziehen sie nur einen bis wenige Millimeter tief in die Holzoberfläche ein.

Pestizide bleiben leider nicht im Holz, im Leder, im Teppich... Sie gasen aus, verteilen sich im Raum, strömen in die Atemluft, legen sich auf Einrichtungsgegenstände, kontaminieren Staub, Oberflächen, Polster, Matratzen, Tapeten, Vorhänge, Bücher... Sie sind viele Jahre und

Jahrzehnte als giftige Stoffe in unseren Lebensräumen nachweisbar.

Pestizide sollten **unschädlich** sein für Menschen und Haustiere. Sie sind es nicht. Wie können sie wissen, was Schädling ist oder was Nützling, was Motte oder was Mensch, was Insekt oder was Haustier, was Schimmel oder was Nahrung, was Zierpflanze oder was Unkraut?

Die Diskussion um die Gefährdung durch Biozide entzündete sich an der Chemikalie **Pentachlorphenol** (PCP). PCP war bis 1977 in 93 % aller Holzschutzmittel enthalten. Man erkannte PCP als krankmachendes Langzeitgift mit erbgutschädigender und krebserzeugender Wirkung. PCP ist gefährlich, besonders auch wegen seiner technischen Verunreinigungen in Form von hochgiftigen **Dioxinen** und **Furanen**. Deshalb wurde 1978 die Anwendung im Innenraum und 1989 die Herstellung in Deutschland (nicht überall!) verboten.

Andere Holz-, Leder- und Teppichschutzmittel, wie z.B. die Insektenkiller **Lindan** oder **Permethrin**, sind noch erlaubt. Lindan kann - wie andere Pestizide auch - Krebs auslösen, ist im Organismus nur schwer abbaubar und reichert sich besonders im Fett- und Nervengewebe an. Permethrin wurde von der US-Umweltbehörde EPA als krebserregend eingestuft. Das biologische Risiko der PCP- und Lindan-Nachfolger namens unter anderem Chlorpyrifos, Chlorothalonil, Dichlofluanid, Endosulfan, Heptachlor oder Deltamethrin ist bisher wenig oder gar nicht erforscht worden. Trotzdem werden sie allerorten eingesetzt. Erste wissenschaftliche Hinweise zeugen davon, dass es hier ebenfalls um hochtoxische Substanzen mit ausgeprägtem Schädigungspotenzial geht.

Die besondere Gefahr dieser chlorhaltigen Gifte ist die schleichende **Anreicherung im Organismus**. Für das Gesundheitsrisiko ist neben der Höhe der Konzentration besonders die Zeitdauer der Exposition entscheidend. Die Konzentration in der Luft oder am Staub hängt vom Verhältnis der hiermit behandelten Oberflächen zum Raumvolumen, vom Staubaufkommen sowie den Lüftungs- und Reinigungsgewohnheiten ab. Bedenken Sie, dass Pestizide noch nach Jahrzehnten in kritischen Konzentrationen in der Luft, im Staub und im Material nachgewiesen werden. Sekundärkontaminationen an Staub, Polstern, Teppichen, Stoffen... könnten sich im Laufe der Zeit sogar verstärken.

Solche Biozide sind zur Oberflächenbehandlung von Hölzern fast immer unnötig. Seltene Ausnahmen sind nach DIN 68800 nur statisch wichtige, unkontrollierbare und nicht allseitig umschlossene Bauteile, die im Hausbau praktisch kaum vorkommen. Vermeiden Sie unkontrollierbare Bauteile, wenn es geht, und verwenden Sie, falls überhaupt nötig, nur Borsalze oder geeignete biologische Produkte.

Eine **Biozid-Sanierung** fällt je nach Situation und Konzentration anders aus. Es sollten biozidbehandelte Materialien prinzipiell **entfernt** wer-

den, wann immer es geht. Holz könnte zwei bis drei Millimeter **abgehobelt**, freiliegende Balken mit dampfdichten **Folien** umkleidet werden. Bitte **nie schleifen**, um kritische Staubbelastungen zu vermeiden. Manchmal hilft das Überstreichen mit schnelltrocknenden und garantiert dampfdichten Lacken, über die dauerhafte Zuverlässigkeit liegen bisher jedoch noch wenige Erfahrungen vor. Durch Biozide **sekundärkontaminierte Stoffe** sollten, wenn möglich, entfernt werden. Oft nutzt das gründliche Abwaschen (Möbel, Böden und alle glatten Flächen) oder die Reinigung (Teppiche, Wäsche, Vorhänge, Bezüge...).

Messverfahren für Biozide

1. **Hausstaubanalyse**: Sie kann zeigen, ob im Raum Pestizide verarbeitet wurden oder ob nicht. Im Hausstaub reichern sich die Schadstoffe bevorzugt an und sind hier besonders gut nachweisbar. Die Probenahme des zu untersuchenden Hausstaubes können Sie selbst durchführen. Saugen Sie den verdächtigen Raum ein bis zwei Wochen nicht. Legen Sie einen unbenutzten Staubsaugerbeutel ein. Saugen Sie Ihren verdächtigen Raum gründlich mindestens 15 Minuten. Saugen Sie nicht nur den Boden, sondern besonders auch Staubfänger wie Stoffoberflächen, Polster, Kissen, Matratzen, Schmusetiere, Vorhänge, Gardinen, Wandteppiche... Bitte nicht direkt auf biozidbehandelten Oberflächen saugen. Packen Sie den Staubsaugerbeutel in Alufolie oder Plastiktüten luftdicht ein. Schicken Sie die Staubprobe an Ihren Baubiologen oder ein entsprechendes Umweltlabor. Machen Sie auf einem Begleitzettel folgende Angaben: a) Name und Adresse, b) Probenahmedatum, c) Probenahmeraum (z.B. Wohnraum, Schlafzimmer), d) Zeitraum zwischen letztem Saugen und Probenahme. Rund ein bis zwei Wochen nach Einsendung bekommen Sie das schriftliche Ergebnis. Wir Baubiologen geben Ihnen dann, falls nötig, Informationen und Hilfestellung, ob weitere Probenahmen erforderlich sind (z.B. von Holzoberflächen) oder Sanierungen anstehen. Bedenken Sie, dass Staubuntersuchungen keine konkrete Aussage zur Ursache der Belastung machen können. Dafür eignen sich Analysen der verdächtigen Materialien.

2. **Materialanalyse**: Diese zeigt, ob Materialien mit Bioziden direkt behandelt oder indirekt kontaminiert wurden oder auch nicht. Dafür eignet sich die Probenahme der verdächtigen Materialoberfläche (Holz) oder ein Materialmuster (Leder, Teppich...) und die anschließende Untersuchung im Fachlabor. Wir brauchen für die Analyse ein Stückchen der verdächtigen Holzoberfläche, etwa so groß wie eine Streichholzschachtel, etwa ein bis zwei Millimeter dick. Diese können Sie selbst vom Material (z.B. Balken, Fensterrahmen, Holzverkleidung, Bauernschrank...) abhobeln, abraspeln oder mit einem scharfen Messer bzw. Stemmeisen abschälen. Bitte berühren Sie die Oberfläche nicht oder nur mit frisch gewaschenen Händen. Es ist günstig, mehrere Proben von verschiedenen Stellen zu nehmen, z.B. vom Anfang, vom Ende und der Mitte eines Balkens. Bei Stoff- und Lederproben reicht ein briefmar-

kengroßes Stück. Bei Wollteppichen kann es sinnvoll sein, ein Schnaps-
glas voll mit Flusen von der Teppichoberfläche abzuzupfen, um das
Material nicht zu zerstören. Packen Sie die Proben dicht in Alufolie ein
und schicken diese an den Baubiologen oder ein Labor. Machen Sie
auf einem Begleitzettel Angaben (Adresse, Datum) mit Bezeichnung
der Probenahmestelle (z.B. Balken, Holzwand, Regal).

3. **Raumluftanalyse:** Sie zeigt, ob Biozide in der Atemluft nachweisbar
sind oder ob nicht. Hier wird mit Spezialpumpen eine definierte Menge
Raumluft durch Sammelmedien (z.B. Silicagel oder Polyurethanschaum)
gezogen und anschließend im Fachlabor untersucht. Raumluftmessun-
gen sind beliebt und von offiziellen Standards oder bei Gerichtspro-
zessen gefordert, sie können aber, je nach Situation, unsensibler als
Staubuntersuchungen und relativ ungenau ausfallen.

4. **Klebeprobe:** Der Bio-Check-PCP der Firma Dräger wird für 24 Stun-
den wie ein Pflaster auf die verdächtige Holzoberfläche geklebt. Unge-
fähr zwei Wochen nach der Einsendung gibt das Fachlabor Auskunft
über die Konzentration von Pentachlorphenol. Vorteil: eine zerstörungs-
freie Probenahme. Nachteil: nur PCP-Nachweis, keine anderen Biozide.

5. Die **medizinische Analytik** zeigt, ob Biozide in Körperflüssigkeiten,
z.B. Blut, Urin oder Muttermilch, zu finden sind. Fragen Sie Ihren Arzt,
und bedenken Sie, dass die meisten Biozide, z.B. PCP und Lindan, wie
auch andere Gifte und Schwermetalle, nur kurzfristig im Blut nach-
weisbar sind, manchmal nur einige Tage oder wenige Wochen, dann
den Blutkreislauf verlassen, um sich im Fett- und Nervengewebe des
Körpers auf Dauer einzulagern.

Achten Sie unbedingt darauf, dass bei den Analysen von Staub-, Holz-
und Luftproben möglichst **viele Biozide** erfasst werden und nicht nur
ein oder zwei wie PCP oder Lindan, nur weil diese ganz besonders ak-
tuell diskutiert werden und oft in den Medien erscheinen. Auch wenn
die Forschung hinterherhinkt, muss damit gerechnet werden, dass alle
Biozide mehr oder weniger kritisch wirken. Dazu gehören neben PCP
und Lindan auch so bekannte (und gefürchtete) Namen wie z.B. Ald-
rin, Bromophos, Chloranil, Chlordan, Chlorothalonil, Chlorpyrifos, Cy-
permethrin, DDT, Deltamethrin, Dichlofluanid, Dichlorphos, Dieldrin, E
605, Endosulfan, Endrin, Ethylparathion, Furmecyclox, HCH, Heptach-
lor, Hexachlorbenzol, Methylparathion, Mirex, Permethrin, Tetrachlor-
phenol. Weitere Schadstoffe sollten möglichst mitanalysiert werden,
z.B. Flammschutzmittel wie TCEP, Weichmacher wie DEHP, die ver-
schiedenen PCB (polychlorierte Biphenyle), PAK (polyzyklische aroma-
tische Kohlenwasserstoffe) sowie Phosphor- und Schwefelsäureester.

Die **Nachweisgrenzen** für Biozide und andere schwerflüchtige Schad-
stoffe liegen je nach Labor und Substanz zwischen 0,05 mg/kg und 0,1
mg/kg (Milligramm pro Kilogramm) beim Staub und anderen Materiali-

en und unter 10 ng/m³ (Nanogramm pro Kubikmeter) bei der Raumluft.

Durch den unkontrollierten und hemmungslosen Einsatz von PCP, DDT und anderen Bioziden ist es möglich, die Giftstoffe selbst im Atlantik, im Sahara-Wüstensand und im ewigen Schnee der Arktis zu finden.

Pestizide: Grenzwerte, Richtwerte

Die **baubiologische Empfehlung** für **Hausstaub** am Beispiel PCP, angegeben in Milligramm Gift pro Kilogramm Staub (mg/kg):

	Tolerierbar dürfte bis 0,2 mg/kg sein.
	0,2-1 mg/kg ist schwach ,
	1-10 mg/kg stark ,
	über 10 mg/kg extrem auffällig.

Die Angaben sollten vergleichbar auch für andere kritische Pestizide wie Lindan, Permethrin, Chlorpyrifos, DDT, Dichlofluanid... gelten.

Die Arbeitsgemeinschaft Bau ARGEBAU, eine Institution der Bauministerkonferenz aller Bundesländer, wünscht 1 mg/kg. Als weitere Bewertungshilfe siehe die "AGÖF-Orientierungswerte für mittel- und schwerflüchtige Stoffe im Hausstaub". Hier einige der AGÖF-Normalwerte, also Konzentrationen, die in Häusern überwiegend zu finden sind: PCP 0,3 mg/kg, Lindan 0,1 mg/kg, Permethrin 0,5 mg/kg, Chlorpyrifos 0,1 mg/kg, DDT/DDD/DDE < 0,1 mg/kg, Dichlofluanid 0,1 mg/kg.

Hausstaubwerte gelten in aller Regel für Sekundärkontaminationen (also für von externen Quellen verunreinigte Staubablagerungen), nicht für Primärkontaminationen (also nicht für direkt abgesaugte, behandelte Quellen, Flächen und Materialien).

Schwache Werte lassen den Verdacht auf Emittenten mit relativ kleiner Fläche (z.B. Fensterrahmen) im Innenraum zu, starke sind ein klarer Hinweis auf großflächige(re) Innenraumverursacher (z.B. Holzbalken oder Holzverkleidungen), und extreme weisen auf sehr großflächig und sehr heftig belastete Verursacher hin.

Die **baubiologische Empfehlung** für **Holz** und andere Materialien am Beispiel PCP in Milligramm Gift pro Kilogramm Material (mg/kg):

	Tolerierbar dürfte bis 1 mg/kg sein.
	1-10 mg/kg ist schwach ,
	10-100 mg/kg stark und
	über 100 mg/kg extrem auffällig.

Die Empfehlungen gelten nicht für direkten Haut- oder Schleimhautkontakt mit dem belasteten Holz oder anderweitigem Material, son-

dem nur zur Vermeidung einer Gefahr durch sekundärkontaminierte Einrichtungen und Stäube oder von Atemlufttrisiken.

Geht es bei der Holz- bzw. Materialbewertung um den **direkten Hautkontakt** hierzu, dann gelten niedrigere baubiologische Angaben:

	Tolerierbar dürfte bis 0,5 mg/kg sein.
	0,5-2 mg/kg ist schwach ,
	2-10 mg/kg stark und
	über 10 mg/kg extrem auffällig.

Laut **PCP-Verbotsordnung** ist das Inverkehrbringen von Erzeugnissen (z.B. Holz oder Teppiche), die über **5 mg/kg** PCP aufweisen, verboten.

Die **baubiologische Empfehlung** für die **Luft** am Beispiel PCP, angegeben in Nanogramm Gift pro Kubikmeter Luft (ng/m^3):

	Tolerierbar ist bis zu 5 ng/m^3 ,
	5-25 ng/m^3 ist schwach ,
	25-100 ng/m^3 stark ,
	über 100 ng/m^3 extrem auffällig.

Außenluftwerte für PCP liegen im Schnitt bei weniger als $1 \text{ ng}/\text{m}^3$, im **Hochgebirge** unter $0,5 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Die Empfehlung des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes für drinnen entspricht mit **1000 ng/m^3** der PCP-Richtlinie, dabei ist deren Zielwert **100 ng/m^3** . Die Bauministerkonferenz ARGEBAU will auch **100 ng/m^3** .

Der PCP-Wert im **Blut** sollte unter **10 $\mu\text{g}/\text{l}$** liegen, besonders bei Kindern. Ab $20 \mu\text{g}/\text{l}$ liegen auch bei Erwachsenen eindeutige Belastungen vor. Gleiches gilt für **Urin**. Mit Blutwerten bis zu $5 \mu\text{g}/\text{l}$ PCP und $0,1 \mu\text{g}/\text{l}$ Lindan ist bei nahezu allen Menschen zu rechnen, auch wenn sie in unbelasteten Räumen leben (z.B. allein durch die Nahrung).

Es ist dringend geboten, die Richtwerte einzuhalten oder möglichst noch zu unterschreiten. Biozide sind bei Langzeiteinwirkung auch in Minimaldosen gefährliche Gifte. Leider fühlt sich kaum einer zuständig. Das ehemalige **Bundesgesundheitsamt** verkündete im Fernsehen ('Wohngifte' im ZDF-Studio, 1. Februar 1992): "Die Abwehr von Gesundheitsgefahren gegen chemische Produkte ist nicht Sache des BGA. Wir können keine Warnungen vor bestimmten Produkten aussprechen." Wer sonst? Dafür stand das BGA im Verdacht des **Bundeskriminalamtes** auf mögliche **Interessenverquickung** mit der **chemischen Industrie**. Das BGA empfahl für Urinuntersuchungen auf PCP sogar das Labor jenes **Holzschutzmittelherstellers** Desowag (Bayer), der mit seinen Produkten (Xylamon, Xyladecor...) die halbe Welt verseucht hat und in Frankfurt beim Holzschutzmittelprozess vor Gericht

stand. Ein trauriges, düsteres Kapitel. Interessant auch, dass das **Bundesamt für Materialprüfung** an einem Ledersofa kein Gift fand und Unbedenklichkeit bescheinigte, während ein unabhängiges Umweltinstitut **kritische 34 mg/kg PCP** am gleichen Möbel feststellte.

Das Fürther Umweltlabor '**AnBUS**' untersuchte 1997 den Hausstaub von 272 Wohnungen. DDT und PCP waren immer noch in zahlreichen Wohnungen vertreten, obwohl das Insektenschutzmittel DDT schon 1972 und das Holzschutzmittel PCP 1989 verboten wurde. DDT konnte in 22 % und PCP in 67 % aller Wohnungen nachgewiesen werden. Wir können das nach Auswertung unserer Laborergebnisse der letzten Jahre bestätigen: Längst verbotene Biozide wie DDT und PCP finden wir in jeder zweiten bis dritten Wohnung, wenn auch oft in recht geringen Konzentrationen. In bedenklichen Größenordnungen sind wir bisher in etwa jeder 20. Wohnung fündig geworden.

Es hört nicht auf - Isothiazolinone, Glyphosat...

Es wird mit **Totenkopfsymbolen** davor gewarnt, PCP-haltige Holzschutzmittel, DDT-haltige Insektizide oder formaldehydhaltige Spanplatten und Farben in Bienenstöcken, Taubenschlägen oder Kuhställen zu verarbeiten. Was in Taubenschlägen und Kuhställen möglich ist, das sollte auch in Schlaf- und Kinderzimmern durchführbar sein.

Leider werden immer noch gefährliche Biozide als Insektenkiller und Flammschutzmittel in **Kindermatratzen** eingesetzt. Englische Forscher wiesen, wie schon kurz erwähnt, den Zusammenhang zum **plötzlichen Kindstod** nach ('Stern-TV', Januar 1995). Deutsche Forscher fanden im Kokos der Matratzen mehr PCP als vom Gesetzgeber erlaubt wird. In den bunt bedruckten Bezügen wurden Lindan und Weichmacher gefunden. Damit haben selbst Ärzte und Ämter nicht gerechnet.

Es hört nicht auf, die Industrie ist erfinderisch. Die meisten der aktuell überall käuflichen **Dispersionsfarben** enthalten **Isothiazolinone**, so genannte **Topfkonservierer**, das sind biozide Wirkstoffe gegen Bakterien und Pilze. Die Konservierungsmittel schützen wasserhaltige Anstriche, Klebstoffe oder Reinigungsmittel vor mikrobieller Zersetzung und verlängern deren Haltbarkeit. Die Freisetzung aus Wandfarben und Lacken kann nach der Anwendung dauern, mehrere Wochen, manchmal Monate oder noch länger. Die Gifte gelten als kritisch, speziell beim Einatmen und für die Haut. Massive allergische Reaktionen werden beklagt. Das hindert die Hersteller nicht, sie als "emissionsarm" oder "raumlufthygienisch unbedenklich" zu bezeichnen, sogar jene mit dem Blauen Engel.

Seit 35 Jahren gehe ich jeden Donnerstag zum gleichen **Physiotherapeuten** und lasse mich von Kopf bis Fuß fachmännisch durchkneten. 34 Jahre war alles gut. In den letzten Monaten ging es mir nach den Massagen häufig schlecht, mir war mulmig, ich fühlte mich angeschla-

gen, schwindelig, wattig im Kopf, die Haut juckte ein bis zwei Tage, immer wieder schuppige Ekzeme. Des Rätsels Lösung: Man hatte die **Massagelotion** gewechselt. Ein Blick auf die Inhaltsdeklaration des neu eingesetzten Mittels: Isothiazolinone. Das jahrelang zuvor eingesetzte Mittel: keine Isothiazolinone. Aha. Wir wechselten zurück auf das alte Produkt. Die Beschwerden traten nie wieder auf. Der Therapeut merkte nichts. Seine Partnerin in der Massagepraxis hatte zunehmend kaputte Haut an den Händen, schuppig, rissig bis blutend. Auch sie wechselte die Lotion, und ihre Hände regenerierten in wenigen Wochen.

Aktuell ist das **Unkrautvernichtungsmittel Glyphosat** von Monsanto im Gespräch. Zu Recht, denn dieser pestizide Wirkstoff auf dem besten Weg zum Skandalstoff wird massenhaft in der Landwirtschaft und bei Hobbygärtnern versprüht. Glyphosat wird von um die 100 Chemieunternehmen in 20 Ländern hergestellt. Man schätzt den weltweiten Einsatz von etwa 800.000 Tonnen pro Jahr. In Deutschland sind 100 glyphosathaltige Pflanzenschutzmittel zugelassen, Stand 2017.

Ganze Landstriche sind mit Glyphosat vergiftet. Man findet Glyphosat im Gletschereis und im Grundwasser. Man entdeckt es immer mehr im Brot, Müsli, Gemüse, Obst, in Milchprodukten, im Blut, Urin, in der Muttermilch, fast überall. In einer Studie des Umweltinstitutes München haben 2016 alle 14 getesteten Biere den Grenzwert der Trinkwasserverordnung überschritten. Eine europäische Bürgerinitiative forderte das Verbot und legte 1,3 Millionen Unterschriften vor. Man denkt deshalb und wegen der Giftigkeit sowie des weltweiten Insektensterbens auch bei uns über ein Verbot nach, endlich, kommt aber politisch mal wieder zu keiner Einigung. Monsanto, Bayer und Co. machen es möglich, die Lobby ist zu stark, wie so oft. Im Herbst 2017 droht die Glyphosat-Industrie der EU-Kommission mit Schadenersatzforderungen in Milliardenhöhe, sollte der Wirkstoff seitens der EU nicht weiter zugelassen werden. Er wird weiter zugelassen, Ende 2017, mit der Stimme unseres Landwirtschaftsministers im Alleingang, gegen all die anderen.

Meine Nachbarn versprühen derweil fleißig weiter Glyphosat (Roundup...) und andere Herbizide gegen das Unkraut und Acetamiprid (Caro...) und andere Insektizide gegen die Zünslerraupen in ihren adrett zurechtgestutzten Buchsbäumchen. Die Bienen und Schmetterlinge in meinem Garten werden derweil immer rarer und mein Insektenhotel, was jahrelang vollbesetzt war, immer leerer.

Frankreich reagiert im Alleingang. In öffentlichen Grünanlagen und Wäldern wird jeglicher **Pestizideinsatz verboten**. Ab 2019 dürfen keine Pestizide mehr an Privatpersonen verkauft werden. Man fordert in einer Resolution, dass außerhalb von Agrarflächen EU-weit grundsätzlich keine solchen Gifte mehr eingesetzt werden sollen. Erste Schritte.

Die **Südtiroler Dorfgemeinde Mals** reagiert auch im Alleingang. Das

auf 1000 Meter Höhe gelegene Tal im Vinschgau soll nun auch für den **Apfelanbau** erschlossen werden, wie so viele Gegenden in Südtirol. Die willkommene Klimaerwärmung macht die Ernte auch in solchen Höhenlagen möglich. Die kleine Gemeinde wehrt sich und fordert das Verbot von Glyphosat und anderen Pestiziden. In zahlreichen Südtiroler Landschaften dominieren tausende Betonpfeiler, die Millionen deformierter Apfelbäumchen stützen, so weit das Auge reicht. Mehrmals pro Woche fahren Traktoren durch die schmalen Fahrgassen und besprühen die Bäume mit Pestiziden. Das Land wird mit einem Giftnebel überzogen, auch die umgebende Nachbarschaft, Straßen, Häuser, Hotels, Gärten, Spielplätze... Mal wieder kaum zu glauben: Die **giftige Sprüherei** findet von der Apfelblüte bis zur Apfelernte **30- bis 50-mal** statt, das mit einem guten Dutzend verschiedener pestizider Wirkstoffe. Mutige Malsers organisieren 2014 eine Volksabstimmung. 76 Prozent stimmen für das Pestizidverbot. Eine Welle der Solidarität schlägt den Malsern aus aller Welt entgegen. Südtirols Landwirtschaftsminister, Südtirols Obstbauernbund und Südtirols Obstgenossenschaften pfeifen eins auf Solidarität, sie reichen vielmehr gegen das Münchner Umweltinstitut und gegen den Autor des lesenswerten, kritischen und mutmachenden Buches "Das Wunder von Wals", welches die Bürgeraktionen in dem kleinen Südtiroler Ort beschreibt, sowie seinen Verleger Klage ein.

Fallbeispiele Pestizide

Evi Berger, eine vitale Fabrikbesitzerin aus Mönchengladbach, wurde plötzlich krank: Übelkeit, Schwindel, Nachtschweiß, Kribbeln in allen Gliedmaßen, auffällige Leberwerte bei der medizinischen Diagnose. Der Grund: ein aus Malaysia kürzlich als Souvenir mitgebrachter **Teppich**. Der kam ins Schlafzimmer und strotzte vor **PCP** und **Lindan**. Im Hausstaub des Schlafraumes fanden wir 11 mg/kg PCP und 4 mg/kg Lindan, im Teppich 650 mg/kg PCP und 120 mg/kg Lindan. Zur Erinnerung die PCP-Verordnung: 5 mg/kg. Der Teppich flog raus, ab auf den Sondermüll. Der Geschäftsfrau ging es schlagartig besser.

Ein älteres Ehepaar aus Kaarst erfüllte sich den Traum einer **Ledergarnitur** fürs Wohnzimmer. Sofort ging es los: Augentränen, Kratzen im Hals, beängstigende Luftnot, asthmaartige Reizhustenanfälle, Nervenzstörungen, Kopfschmerz, Erinnerungslücken, Hautjucken. Es bestand dringender Verdacht auf biozide Lederschutzmittel. Wochenlanges Telefonieren mit dem Hersteller, Verleumdungen, falsche Versprechungen, Ärger, Kosten. Die Kunden der teuren Möbelstücke wurden gar für hysterisch gehalten. Derweil nahmen die körperlichen Beschwerden zu. Erst als das Ehepaar nachhaltig drohte, mit Hilfe von Baubiologen die Ledermöbel gründlich auf biozide Wirkstoffe überprüfen zu lassen, ging es hopplahopp: Schon am nächsten Morgen stand - ohne Anmeldung! - der Lkw des Werkes vor der Tür. Die Garnitur wurde abgeholt, der volle Kaufpreis von 6000 Euro per Scheck erstattet (siehe "Die stinkende Ledercouch" in Wohnung+Gesundheit, Heft 66/1993).

Christel Brem aus Ottobrunn war Besitzerin eines **Trachtenfachgeschäfts**. Sie wurde im Laufe der Jahre krank und kränker, ist inzwischen auf Dauer arbeitsunfähig. Die Blutuntersuchung zeigte außergewöhnlich hohe Lindanwerte. Das insektenvernichtende Gift wurde in hoher Konzentration in ihrem Geschäft gefunden. Christel Brem verklagte zwei Ärzte, die diese massive Gefahr übersahen bzw. falsch einschätzten, auf unterlassene Hilfeleistung, fahrlässige Körperverletzung und Schadenersatz. Einer musste auf richterliche Anordnung zahlen.

Aus Furcht vor Pilzen und Würmern pinselte eine damals 24-jährige Wuppertaler Hausfrau ihre **Holzdecke** mit einem gängigen PCP- und Lindan-haltigen Anstrich. Seitdem ist die heute 42-jährige gegen viele und ständig wechselnde Stoffe allergisch, ihr Immun- und Nervensystem ist geschädigt, und sie überreagiert selbst auf kleinste Reize.

Ein 34-jähriger Rechtsanwalt aus Düren wunderte sich, dass seit Jahren auffällig viele Fliegen, Wespen, Mücken und Motten auf seiner **Fensterbank** verendeten. Zweimal pro Woche musste er die Insektenleichen wegfegen. Er wunderte sich auch über zunehmende gesundheitliche Probleme bei ihm selbst: Kopfschmerzen, dauernde Müdigkeit, ein Leistungsknick nach dem nächsten. Grund: Fensterrahmen, Fensterbänke und Wandverkleidungen waren mit Bioziden gestrichen. Die Holzoberflächen im Fensterbereich wurden abgehobelt und zusätzlich dampfdicht überlackiert, die Nut- und Federbretter an den Wänden entfernt. Seitdem zappelt kein Insekt mehr auf der Fensterbank, und mit der Leistungsfähigkeit des Anwaltes geht es bergauf.

Im Haus des Klinikchefs aus Jülich fanden wir 17 mg/kg PCP im **Staub** und 880 mg/kg PCP im Holz der **Deckenbalken**. Das sind hohe Werte, höher als nach Verordnung erlaubt. Der Arzt wollte von seinen Kollegen im Gesundheitsamt wissen, ob er sanieren müsse. Die Antwort der amtlichen Gesundheitshüter: "Das ist doch nun 20 Jahre alt. Das kann nicht mehr gefährlich sein. Da ist bestimmt schon Patina drauf. Am besten gar nichts tun. Sonst macht man alles noch schlimmer."

Auch bei den Pestiziden - wie beim Formaldehyd - manchmal besonders auffällig: **Fertighäuser**, speziell die älteren der 60er, 70er und 80er Jahre. Hier wurde nicht mit PCP, Lindan und anderen Skandalstoffen gegeizt. Und auch heute noch, Jahrzehnte später, messen wir beachtliche Giftkonzentrationen im Hausstaub und in der Raumluft.

Permethrin und Co: Teppiche, Mottenkugeln, Sprays, Kammerjäger...

In vielen **Naturteppichen** finden wir Biozide, z.B. Permethrin, das Gift aus der Gruppe der **Pyrethroide**. Die 'Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden' (GuT), ein Zusammenschluss von Teppichherstellern, sagt: "Permethrin ist bei sachgemäßer Anwendung für den Menschen ungefährlich. Der Wirkstoff ist fest an die Teppichfaser gebun-

den." Wenn der Wirkstoff fest an die Teppichfaser gebunden ist, warum messe ich ihn dann in der Luft jener Räume, die mit Permethrin-behandelten Teppichen ausgelegt wurden? Warum finde ich ihn im Staubsaugerbeutel nach dem Saugen des Teppichs? Und das in beachtlichen Konzentrationen. Warum warnen derart viele Wissenschaftler vor Vergiftungen? Warum finden Umweltmediziner das Gift im Blut, Urin und Stuhl der hiervon belasteten Patienten? Warum werden so viele Menschen krank, sogar berufsunfähig, durch das Nervengift Permethrin und nach seiner Entfernung wieder gesund?

Nochmals: Seien Sie vorsichtig mit Entwarnungen interessenabhängiger Forschungsgemeinschaften. Die 'Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden' (GuT) besteht aus Vertretern der Teppichindustrie, die 'Forschungsgemeinschaft Funk' aus Vertretern der Funkindustrie. Hier unabhängige Information zu erwarten hieße, Peter Stuyvesant zum Risiko des Rauchens zu befragen. Die GuT klebt Gütesiegel "Teppichboden schadstoffgeprüft" auf die Rückseiten der Teppiche ihrer Mitglieder. Offensichtlich ist das giftige Permethrin für die GuT kein Schadstoff. Das Gütezeichen "Woll-Siegel" garantiert nicht nur gute Wollqualität, sondern auch Permethrin im Teppich. Vergessen Sie nicht: Schadstoffgeprüft heißt nicht frei von Schadstoffen. Lassen Sie sich schriftlich bestätigen, dass Ihr Teppich unbehandelt ist, wenn Sie insektizidfrei leben wollen, dass er frei ist von Permethrin oder anderen Pyrethroiden mit Bezeichnungen wie Eulan, Mitin, Mystox, Perigan oder Pythrin.

"Mücke tot - Mensch vergiftet", warnt die Verbraucherinitiative vor Permethrin in **Elektroverdampfern**, **Mottenkugeln** oder **Insektensprays**. Sie warnt speziell vor permethrin-behandelten Wollteppichen: "Durch Anreicherung im Hausstaub können Konzentrationen entstehen, die unsere Gesundheit schädigen." Das Bremer Umweltinstitut mahnt vor einer Verharmlosung des Nervengiftes Permethrin, speziell bei Empfindlichen, Allergikern, Kranken und Kindern. Der Toxikologe Prof. Dr. Helmuth Müller-Mohnssen von der Universität München: "Es wird die **massenweise Vergiftung** von Menschen in Kauf genommen. Pyrethroid-Mückenkiller wirken wie Kampfgase und müssen verboten werden. Infektionen, Schmerzen, Nerven- und Bewegungsstörungen, Lähmungen, Gedächtnisschwäche sind erste Symptome. Manchmal setzt die Wirkung erst nach Tagen oder Wochen ein."

Eine 54-jährige Hausfrau aus Dormagen fand **Flöhe** in ihrem Bett. Sie ekelte sich und kaufte mehrere Flaschen Insektenspray im Drogeriemarkt und in der Apotheke. Sie fragte nach gesundheitlichen Auswirkungen: "Nicht gefährlich bei bestimmungsgemäßem Gebrauch." Unbedarf und übertrieben sprühte sie ihre Matratzen hiermit mehrmals ein, Kopfkissen, Bettwäsche, den Bettkasten nebst hier deponierten Wolldecken, Nachttisch, Schlafanzüge, Kleidungsstücke, Gardine und Teppich. Es ging ihr schlecht. Sie rief zweimal an, zögerte aber wegen eines Messtermins. Ein paar Wochen später stand der Notarztwagen

vor der Tür. Die Frau zitterte am ganzen Leib, übergab sich nonstop, konnte kaum noch gehen und sprechen. Sie lag ein halbes Jahr in der Klinik. Als sie entlassen wurde, saß sie im Rollstuhl, ein neurologischer Pflegefall. Wenig später starb sie. Ihr Mann wollte es wissen. Als ich die Wohnung untersuchte und den Bettkasten aufklappte, stank es nach einem Jahr immer noch intensiv nach Insektenvernichtungsmitteln. Meine Überprüfung vor Ort ergab: extreme Konzentrationen von Permethrin, Deltamethrin und anderen Pestiziden.

"Vollkommen ungefährlich" soll laut Herstellerangabe das von Tierärzten empfohlene Insektizid 'vet-kem' sein. Dazu der 'Spiegel' (Heft 20/1997): "Gudrun Plank hatte **Katzenflöhe** in der Wohnung. Die Malerin aus Worpswede bekam drei Liter 'vet-kem', versprühte es nach Anweisung gewissenhaft in Ecken, Ritzen und Nischen und lüftete gründlich. Nach 14 Tagen Giftkrieg waren die Flöhe tot. Gudrun Plank ging es dreckig: rasende Kopfschmerzen, Übelkeit, Müdigkeit, Taubheit in Armen und Beinen. Sie hatte das Nervengift Permethrin abbekommen. Der Hausarzt empfahl den sofortigen Auszug. Im Urin wurden große Mengen des Giftes nachgewiesen. Die Ärzte bescheinigten Gleichgewichtsstörungen, Nerven- und Muskelschäden." Der Wirkstoff in 'vet-kem' ist Permethrin. Frau Plank verklagte Ende Januar 1997 die Tierärzte, die ihr das Gift verkauften, und die Herstellerfirma.

Beliebt sind diese Mittel auch bei **Kammerjägern**. Ein Ehepaar aus München zog in die neue Wohnung und fand lästige Mitbewohner: **Speck-** und **Schimmelkäfer**. Sie wussten, dass käufliche Sprays gefährlich werden können und bestellten deshalb einen Fachmann, einen Schädlingsbekämpfer. Er versprach, ein ungefährliches Mittel einzusetzen, das sich schon nach Stunden wieder abbaue. Trotzdem verreise die Familie vorsichtshalber für drei Tage. Danach wurde die Wohnung gelüftet und gesaugt. Da die Käfer nicht verschwanden, kam der Kammerjäger viermal. Und viermal verreise die vorsichtige Familie. Nach einigen Wochen traten beim Ehemann Muskelkrämpfe und Nervenschmerzen auf. Die Ehefrau bekam Migräne und Sehstörungen, später auch Muskelsteifigkeit und Nervenzuckungen. Hinzu kamen bei beiden wochenlange Durchfälle. Beim vierten Krankenhausaufenthalt tippte ein Arzt auf Vergiftung. Bei der Messung kamen hohe Konzentrationen an Permethrin und Deltamethrin zum Vorschein, zwei synthetische Pyrethroide. Sie verursachten bei dem Ehepaar eine Polyneuropathie, eine für Pyrethroidvergiftungen typische Nervenkrankheit.

Kammerjäger versprühen ihre Gifte in Wohnungen, Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern, Gastwirtschaften, Großküchen, Kaufhäusern und Asylantenwohnheimen. Bis 1995 reichte ein Gewerbeschein, seit 1996 ist ein Sachkundenachweis erforderlich, eine Berufsausbildung wie in der ehemaligen DDR oder anderen Ländern gibt es nicht. Neben Permethrin, Cypermethrin oder Deltamethrin wird von ihnen auch heute noch Lindan eingesetzt, das sogar mit behördlicher Akzeptanz.

Die synthetischen Stoffe Permethrin, Cypermethrin oder Deltamethrin sind **Langzeitgifte** aus der Familie der Pyrethroide, die über lange Jahre in bedenklichen Konzentrationen in Wohnungen nachgewiesen werden können. Dagegen wird das natürliche **Pyrethrum** von wilden **Chrysanthemenblüten** gewonnen. Es ist ebenfalls insektizid wirksam, zerfällt aber in Stunden bis Tagen und gilt deshalb nicht als Langzeitgift. Besonders unter Einwirkung von UV-Licht wird es recht schnell unwirksam. Fortschrittliche Kammerjäger bevorzugen Pyrethrum oder, noch besser, mechanische bzw. giftfreie Methoden.

Prof. Müller-Mohnssen wurde schon 1984 vom Bundesgesundheitsamt beauftragt, die **Wirkung von Pyrethroiden** zu erforschen. Über das Ergebnis spricht er mit dem Umwelt-Magazin 'Natürlich' im März 1996: "Pyrethroide wirken auf Nerven. Trotzdem dürfen Hersteller die Stoffe auf den Markt bringen, was heißt, man experimentiert mit Menschen. Es gibt kein Vorsorgeprinzip. Der Bürger meint, es müsse jemand verantwortlich sein. Das ist eine Illusion. Der Bürger kann den Gefahren nur entgegenwirken, indem er sich weigert, diese Mittel einzusetzen. Durch kritische Berichte in den Medien ist es gelungen, den Umsatz von pyrethroidbehandelten Teppichen um 50 % zu senken. Nur schlecht ausgebildete Kammerjäger kommen nicht ohne Gift aus."

Ähnlich fatal wie Permethrin wirkt **Chlorpyrifos**. Bis Ende 2001 musste es in den USA aus allen Verkaufsregalen verschwunden sein, es wurde für die Anwendung in Innenräumen **verboten**. In Deutschland wird es munter weiter verkauft: als Insektenvernichter in Mottenkugeln, Mottenpapieren für Kleiderschränke, Sprays und bei Kammerjägern. Wenn solche in jeder Drogerie käuflichen Papiere neben Pullis, Jacken, Hemden, Unterhosen und Handtüchern platziert werden, dann ist der biologische Effekt besonders kritisch, denn die kontaminierten Kleidungsstücke kommen direkt an Ihren Körper. Chlorpyrifos ist nervenschädigend und "ein übermäßiges Risiko für die menschliche Gesundheit", so die US-Umweltbehörde EPA im Jahr 2000. Kinder sollen laut EPA besonders empfindlich auf diesen bioziden Stoff reagieren.

In einem gräflichen Anwesen in Düsseldorf fand ich hohe Konzentrationen an **Chlorpyrifos** im **gesammelten Staub** des Schlafgemachs des adligen, 45-jährigen und einst sportlichen Hausherrn. Der war krank, seit Jahren, bewegungseingeschränkt, Muskel- und Nervenschmerzen, Konzentrationsstörungen. Seine Ärztin empfahl ihm die baubiologische Kontrolle. Die Ursache: 20 Mottenpapiere und viele Mottenkugeln in seinem großen Kleiderschrank. Die Insektenkiller flogen raus, die Kleidungs- und Wäschestücke wurden zweimal gewaschen und gereinigt, der Schrank dreimal feucht ausgewischt, das Zimmer und alle Einrichtungen mehrfach gründlich gesaugt und geputzt. Lüften, lüften, lüften. Die Chlorpyrifos-Konzentrationen im Hausstaub nahmen schnell ab, nach einigen Wochen war nichts mehr nachweisbar. In dem gleichen Maße, wie das Gift verschwand, stabilisierte sich der Anwalt. Heute

ist er fast gesund, kann wieder Reiten und Tennis spielen, die Schmerzen sind 90 % besser und seine Konzentration ist wieder im Lot.

Permethrin und Co. kommen in **Flugzeugen** reichlich zum Einsatz. Seit 1969 werden auf Interkontinental-Flügen routinemäßig Insektizide **versprüht**, auch heute noch. Oft werden mehrere Sprayflaschen von den Flugbegleitern über den Köpfen der Fluggäste leer gesprüht, wie ich es kürzlich bei British Airways erlebte. Oder der Spraytrupp kommt, was Sie nicht sehen, vor dem Abflug mit Schutzanzügen und Gasmasken. Für Reisen in afrikanische, asiatische oder süd- und mittelamerikanische Länder ist das obligatorisch, nach wie vor. Auf einigen Flügen wird zweimal gesprüht, zum Beispiel von und nach Australien und Neuseeland. Es kommen meistens Permethrin, Phenothrin und andere neurotoxisch wirkende Pyrethroide zum Einsatz. Die Luft, Oberflächen und Polster sind in einigen Langstrecken-Jets regelrecht verseucht. Die Frankfurter Staatsanwaltschaft fand bei Stichproben in einer Maschine 690 mg/kg (!) im Staub. Wir haben nach einem Flug von Südafrika nach Frankfurt ein kleines Stück Sitzpolsterstoff aus dem Jumbo untersucht und ähnliche hohe Werte gefunden. Die Proteste gegen solche gefährlichen Aktionen nehmen zu. In den USA sind alle Pyrethroide in Flugzeugen verboten. In Deutschland versprüht die Lufthansa Pyrethroide zumindest bei Inlandsflügen nicht mehr.

Als Alternative zur **Textilausrüstung** bieten sich **Neem**-Produkte an. Sie wurden bisher mehrmals getestet und auch von ökologischen Instituten positiv bewertet. Einige Teppichhersteller sind schon auf Neem umgestiegen. Es handelt sich um ein Öl, das aus dem Samen des indischen Neem-Baumes gewonnen wird. Es soll für Mensch und Tier ungefährlich sein, da es nur auf das Hormonsystem von Insekten wirkt.

Bei einem Kunden wimmelte es im Keller seines Ferienhauses auf Mallorca vor **Termiten**. Sie drangen in die Wohnräume vor und waren hinter Fußleisten, unter Teppichen, fast überall zu finden, auf festgelegten Bahnen durchs Haus ziehend und die hölzerne Baumasse anfressend. Vier Kammerjägerbesuche brachten gar nichts, außer einem mit Permethrin und Chlorpyrifos verseuchten und sanierungsbedürftigen Domizil. Unser Rat: alle Termitenbahnen mit Backpulver bestreuen, ab und zu mit etwas Borsäure mischen (Vorsicht: das Pulver nicht berühren, es ist giftig, aber nicht ausgasend oder die Umgebung kontaminierend) und stets den Staubsauger bereit halten, um die Krabbelviecher immer und immer wieder wegzusaugen. Offenbar konnten sich Termiten nicht so schnell vermehren wie gesaugt wurde. Es dauerte ein paar Wochen, aber dann war Ruhe, die lästigen Untermieter waren weg.

Flammschutzmittel

In PU-Schäumen, Montageschäumen, Matratzen, Möbeln, Elektrogeräten, Teppichrücken, Tapeten, Gardinen, Farben, Lacken, Versiegelun-

gen und anderen Produkten findet man Flammenschutzmittel aus der chemischen Familie der **chlorierten Phosphorsäureester**. Im Material und als Folge auch im Staub vieler Wohn- und Arbeitsbereiche sind sie zu finden. Das biologische Risiko ist noch relativ wenig erforscht. Erste Studien weisen auf neurotoxische Effekte, Tumore und Nierenerkrankungen hin, es besteht Krebsverdacht. Bekanntester und häufigster Vertreter ist **TCEP**, das Tris(2-chlorethyl)phosphat. Häufige Konzentrationen liegen im Hausstaub bei 0,5-5 mg/kg. TCEP und andere Flammenschutzmittel wie TBEP, TCPP, TDPP oder TEHP werden ähnlich oft gefunden wie PCP oder Permethrin. Es stehen bisher keine ausreichenden toxikologischen Daten zur Verfügung.

Dennoch trauen wir uns in der Baubiologie **Richtwerte** vorzuschlagen, aus Erfahrung und Vorsorge: Bei den **chlorierten** Flammenschutzmitteln sollte die Summenkonzentration im Hausstaub unter **0,5 mg/kg** liegen.

	0,5-2 mg/kg ist schwach ,
	2-10 mg/kg stark und
	über 10 mg/kg extrem auffällig.

Das gilt nur für die besonders kritischen chlorierten Flammenschutzmittel. Es gibt auch nicht chlorierte, **halogenfreie** Flammenschutzmittel, bei diesen sollte die Summenkonzentration unter **5 mg/kg** liegen.

	5-50 mg/kg ist schwach ,
	50-200 mg/kg stark und
	über 200 mg/kg extrem auffällig.

Hier wie sonst grundsätzlich: Der beste Wert ist der niedrigste.

Ein fünfjähriges Hamburger Mädchen erkrankte im August 1994 an einer **Lähmung** der Arme und Schultern. Es konnte keine Wasserflasche mehr heben und kein Glas mehr zum Mund führen. Dieses Fallbeispiel schilderten der Arzt Dr. Richard Ingerowski und die Umweltanalytikerin Dr. Gisela Ingerowski. Alle medizinischen Laboruntersuchungen waren unauffällig. Im Kinderzimmer fanden sie eine TCEP-haltige lackierte Holzvertäfelung. Die Analyse ergab 600 mg/kg. Die kontaminierten Bretter wurden entfernt. Danach verbesserte sich der Zustand des Mädchens, und es traten keine weiteren Lähmungsschübe mehr auf.

Weichmacher

Weichmacher sind chemische Zusätze, die die **Plastizität** bzw. Dehnbarkeit von **Kunststoffen** und Kautschukmaterialien erhöhen, diese also elastisch machen. Man findet sie in PVC-Produkten (Böden, Beläge, Folien, Elektrokabel, Schläuche, Profile, Geräte), Möbeln (besonders Gartenmöbeln), Teppichen (besonders in den Schaumrücken), Tapeten (aufgeschäumte Struktur- und Vinyltapeten), Holzimitationen (Span-

platten- und Oberflächenbeschichtungen), Lacken, Klebern, Schäumen, Duschvorhängen, Flaschen, Autos, der Kosmetikindustrie, Medizin...

Weichmacher kommen aus der Familie der Phthalate. Der bekannteste und häufigste Vertreter ist **DEHP** (Diethylhexylphthalat), gefolgt von BBP (Benzylbutylphthalat), DBP (Dibutylphthalat), DEP (Diethylphthalat), DINP (Diisononylphthalat) und DMP (Dimethylphthalat). Sie werden seit 40 Jahren eingesetzt. Weltweit liegt die jährliche Weichmacherproduktion bei einigen Millionen Tonnen. 80 % gehen in die PVC-Fertigung, der Phthalatanteil von PVC-Produkten kann bis 70 % betragen.

Weichmacher bleiben nicht im PVC-Boden, im Teppichschaumrücken, in der Strukturtapete, im Duschvorhang... Sie diffundieren aus, verteilen sich im Raum, gelangen in die Atemluft, legen sich auf Einrichtungen, kontaminieren den Staub. Typische Werte im **Hausstaub**, die man als Summe aller Weichmacher findet, liegen nach unserer Erfahrung bei **50-100 mg/kg**. Wir fanden schon Spitzenwerte über **2000 mg/kg**. Bis **100 mg/kg** Staub kann man in modernen Innenräumen schon von einer Hintergrundbelastung sprechen.

Unser baubiologischen Richtwerte: Bei den **Weichmachern** sollte die Summenkonzentration im Hausstaub unter **100 mg/kg** liegen.

||
||
||

100-250 mg/kg ist **schwach**,
250-1000 mg/kg **stark** und
über **1000 mg/kg** **extrem** auffällig.

Konzentrationen in der **Außenluft** liegen bei 1-10 Nanogramm pro Kubikmeter. Das Berliner Umweltlabor B.A.U.CH. fand in Innenstädten Spitzenwerte von 50 ng/m³ DBP und 70 ng/m³ DEHP, in der Nähe von Müllverbrennungsanlagen 700 ng/m³ DBP und 300 ng/m³ DEHP. In **Innenräumen** mit PVC-Böden, Teppichschäumen oder Vinyltapeten waren es Spitzenwerte von 300.000 ng/m³, in neuen Autos bis 1.000.000 ng/m³. Der Durchschnitt in 24 Berliner Wohnungen war 3500 ng/m³ bezogen auf DBP und DEHP.

Das **Gesundheitsrisiko** durch die giftigen und wie Hormone wirkenden Weichmacher ist noch erschreckend wenig erforscht. Obwohl sie massenhaft eingesetzt werden, nahezu überall in Innenräumen zu finden sind und erste wissenschaftliche Untersuchungen auf verschiedene biologische Gefahren bis hin zum Krebsrisiko hinweisen, gibt es bisher keine verbindlichen Grenzwerte. Phthalate verteilen sich über die Atemwege, den Verdauungstrakt und das Blut im Körper. Hohe Konzentrationen gibt es in Leber, Nieren, Gehirn und Fettgewebe. Die Blut-Hirn-Schranke und die Plazenta-Schranke werden überschritten. Über den Urin und Stuhl werden die Abbauprodukte nur zum Teil ausgeschieden. Besondere Risikogruppen sind Allergiker, Empfindliche, Alte, Kinder, Ungeborene und Schwangere.

Im **Tierversuch** gab es Frucht- und Leberschädigungen, Nerven- und Immunstörungen, Haut- und Augenreizungen, Allergien und Schleimhauteffekte, Gewichtsreduzierung und erhöhte Sterblichkeit, Blutbild- und Keimdrüsenveränderungen. Das Krebspotenzial von DEHP gilt nach Tierversuchen als gesichert. Die US-Umweltbehörde EPA stuft es als kanzerogen ein. Für andere Weichmacher besteht Krebsverdacht.

Je mehr Materialien aus weichmacherhaltigem **PVC** in einer Wohnung zu finden sind, desto größer ist das Risiko für **Kinder** speziell an Bronchialasthma zu erkranken. Das Bundesinstitut für Verbraucherschutz empfiehlt im Oktober 1999 allen Eltern, auf **Spielzeug** aus Weich-PVC zu verzichten. Auf EU-Ebene wird danach ein Verbot für Weichmacher in Kinderspielzeugen diskutiert. Seit 2005 sind die fortpflanzungsgefährdenden Phthalate DEHP, DBP und BBP in der EU in Babyartikeln und Kinderspielzeug untersagt. Andere als kritisch geltende Weichmacher wie DINP, DIDP und DNOP sind in Kinderprodukten, die von den Kleinen in den Mund genommen werden, ebenfalls nicht zulässig.

Vermeiden Sie **Kunststoffe** mit Weichmachern. Verzichten Sie auf **PVC-Böden**, Teppiche mit **Schaumrücken**, Vinyl- und **Schaumtapeten**. Fragen Sie beim Einkauf nach dem Weichmacheranteil eines Produktes.

Baubiologisch untersucht werden die Weichmacher und Flammschutzmittel über **Staubproben**, wie wir sie bei den Bioziden besprochen haben, oder über die direkte Materialanalytik. Solide Labore erfassen die chemischen Gruppen der Biozide, Flammschutzmittel, Weichmacher und PCB in einem analytischen Arbeitsgang. Sie bekommen also mit einer einzigen Auswertung Ihres Staubes einen umfassenden Überblick über die Gesamtsituation der schwerflüchtigen Schadstoffe.

PCB

Zu den schwerflüchtigen Schadstoffen gehören auch die **polychlorierten Biphenyle** (PCB). Es gibt 209 verschiedene. Die Giftigkeit von PCB wurde durch die aus defekten **Leuchtstoffröhren-Kondensatoren** austretenden Flüssigkeiten bekannt. **Schmier-** und **Hydrauliköle** waren einst PCB-haltig. Tonnenweise wurde PCB im Hausbau eingesetzt: als dauerelastische **Dichtungsmasse** zwischen Betonfertigteilen, Türen, Fenstern und im sanitären Bereich. **Farben**, Lacke, Kleber, Harze und **Kunststoffe** waren in der Zeit von etwa 1960 bis 1975 manchmal mit PCB versetzt. Alle PCBs sind äußerst stabil, äußerst gefährlich und äußerst schlecht im ökologischen Kreislauf abbaubar. Deshalb wurden die Stoffe 1978 in offenen Systemen, z.B. im Wohnungsbau, und 1989 in geschlossenen Systemen, z.B. in Maschinen, verboten.

Laut Chemikalienverordnung müssen **Produkte** mit einem PCB-Gehalt über **50 mg/kg** vorschriftsmäßig auf dem **Sondermüll** entsorgt werden. Die PCB-Richtlinie will für **Luftbelastungen** vorsorglich **300 ng/m³**, das

Sanierungsziel des Landes Nordrhein-Westfalen ist **10 ng/m³**. Räume mit über **3000 ng/m³** müssen **sofort** saniert werden. Akute **Gesundheitsgefahr** besteht bei **3000 ng/m³**. Toxikologisch begründete **Gefahrenwerte** sind **200 ng/m³** bei einem Aufenthalt von **weniger als 7 Stunden** und **70 ng/m³** bei einem von **über 7 Stunden**.

Unser baubiologischen Richtwerte: Bei **PCB** sollte die Summenkonzentration (nach LAGA) im **Hausstaub** unter **0,5 mg/kg** liegen.

||
||
||

0,5-2 mg/kg ist **schwach**,
2-5 mg/kg **stark** und
über **5 mg/kg** **extrem** auffällig.

PCB wird im menschlichen **Fettgewebe**, Hirn, Knochen- und Rückenmark gespeichert. Bekannte Risiken sind Vergiftungserscheinungen, Leber- und Nierenschäden, Störung des Immunsystems, Gewichtsverlust, Ödeme, Drüenschwellung, Chlorakne und vielfältige Schmerzen.

Erinnern Sie sich an die **Seehunde**, die 1988 zu hunderten an den Nordseeküsten angeschwemmt wurden, auch mehrfach danach, qualvoll verendet ohne ersichtlichen Grund? Die nachgewiesene Ursache: PCB. Der tödliche Stoff wurde von der Industrie mit Zustimmung des Umweltministers in die Nordsee verklappt. Immer mehr **Wale** und **Delphine** stranden danach an den Küsten, und keiner weiß warum. Werden die Tiere durch technische elektromagnetische Felder fehlgesteuert? Ist es der Lärm der Schiffe, der ohrenbetäubende Krach der Schiffssonare? Ist es das maßlos zunehmende Plastik im Meer? Fest steht: Die Giftmenge in den Wal- und Delphinkadavern macht die Tiere zu Sondermüll. Die PCB-Werte, die unabhängige Wissenschaftler im Auftrag von Greenpeace fanden, lagen über dem Grenzwert von Klärschlamm.

Das Bundesgesundheitsamt versuchte jahrelang die Gefahr von PCB, einem Stoff der Gefährlichkeit des Seveso-Giftes Dioxin, zu vertuschen. Als es in den siebziger Jahren weltweit PCB-Verbote gab, weigerte sich Deutschland und ignorierte hartnäckig die bestehende Problematik. Derweil wuchs Bayer in Leverkusen zum weltweit größten PCB-Hersteller heran. Erst als der Chemiegigant freiwillig die PCB-Produktion einstellte, erließ auch die Bundesregierung nach einer langen, tragischen Karriere 1989 endlich das endgültige Verbot.

Man schätzt, dass allein 3000 Gebäude der **Bundespost** und mehrere tausend weitere **öffentliche** und **private** Gebäude PCB-belastet sind. Über 1000 **Kindergärten** und **Schulen** sind in Deutschland untersucht worden mit dem Ergebnis: PCB. Einige tausend **Wohnblöcke**, besonders die der großen Trabantenstädte, dürften belastet sein. Viele Gebäude sind inzwischen saniert, einige sogar abgerissen worden, z.B. im Jahr 1998 die Realschule in Neutraubling (Kreis Regensburg). Hier waren sechs Lehrer an Krebs erkrankt und vier weitere gestorben.

Viele Lehrer und Kinder in **PCB-belasteten Schulen** klagen auffallend ähnlich: geschwächte Immunabwehr, ständige Infekte bis zur Lungenentzündung, Herzattacken, Ängste, Depressionen, Muskelschmerzen, Müdigkeit, Sehstörungen. "Der Körper scheint völlig aus dem Ruder geraten zu sein." Öko-Test schrieb im August 2000 über PCB in Schulen: "Die laschen Richtwerte des ehemaligen BGA sind nicht das Papierwert, auf dem sie stehen. Sie wurden von den Bauministern der Länder skrupellos zurechtgebogen, weil die Städte teure Sanierungen fürchteten." In Dortmund sind mindestens 35 Schulen mit PCB verseucht. Dortmunds Oberbürgermeister Gerhard Langemeier bei einer Diskussion mit Eltern im März 2000: "Unsere Schulen sind in einem ordnungsgemäßen Zustand." Das Referat für Umwelt innerhalb des Deutschen Städtetages bekennt über den Sondermüll in Schulen: "PCB ist für die Kommunen, wie es scheint, derzeit kein Problem."

1983 meldete das Bundesgesundheitsamt, dass **300 Nanogramm PCB** in der Luft gefährlich seien. 1990 wurden aus 300 Nanogramm plötzlich **3000 Nanogramm**. In Schulen und Kindergärten wurden bis zu 10.000 Nanogramm gefunden, Grund genug für das BGA, den Grenzwert 1992 auf **10.000 Nanogramm** zu erhöhen und zu beteuern: "Es gibt keinen Handlungsbedarf." Neueste Messungen ergaben bis zu 20.000 Nanogramm. Das BGA kann die Grenzwerte nicht noch einmal erhöhen, denn es wurde 1993 samt seiner 3000 Mitarbeiter aufgelöst.

PAK

PAK, die drei Buchstaben bedeuten **polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe**. Nach dem Verkauf von US-Wohnungen wurden 1997 erstmals massive PAK-Konzentrationen in alten teerhaltigen Parkettklebern gefunden. Die giftigen Stoffe wurden in den 60er und 70er Jahren im großen Stil eingesetzt, speziell beim Verlegen von Holzböden.

Bei PAK geht es um eine Gruppe von einigen hundert Verbindungen. **Benzo(a)pyren** ist der bekannteste Vertreter. Benzo(a)pyren ist krebsauslösend, erbgutverändernd, fruchtschädigend und beeinträchtigt die Fortpflanzungsfähigkeit. Andere PAK sind ebenso gefährlich, aber bisher noch zu wenig erforscht. Hierzu gehören z.B. Chrysen, Naphthalin und Pyren. PAK kommen in Teer, Bitumen, Backkork, Holzschutzmitteln auf Teerölbasis (Carbolineum) und Dieselruß vor, sogar im Zigarettenrauch. Sie entstehen nach Wohnungsbränden, an offenen Feuerstellen, beim Grillen. Von Bitumen weiß man seit 1981, dass es Krebs erregt. Seit 1991 ist die Anwendung teeröhlhaltiger Mittel verboten.

Das PAK-Problem ist nicht nur auf die ehemaligen US-Wohnungen beschränkt, sie waren nur der Schneeball, der eine Lawine in Bewegung setzte. Zahlreiche Untersuchungen wurden danach durchgeführt mit dem Ergebnis: Auch in deutschen Wohnungen verarbeitete man in jenen kritischen 60er und 70er Jahren reichlich PAK unter **Parkettböden**.

Und nicht nur hier, es geht auch um **Kleber** anderer Bodenbeläge, um die Rückenbeschichtungen alter **Nadelfilzböden** und um **Gussasphalt**. Problematisch sind vor allem die Parkettböden, die große Ritzen aufweisen und deren Holzteile sich vom Untergrund lösen. Die Gefährdung für den Menschen, wie viel PAK er im Raum abbekommt, hängt maßgeblich vom Zustand des Parkettbodens ab.

Vorsicht auch hier, wie bei den Pestiziden, PCBs und anderen Toxinen, mit Kindern. Sie krabbeln auf den giftigen Böden herum und haben Körperkontakt, ihre Haut ist dünner und schadstoffdurchlässiger, und sie stecken die mit den Giften kontaminierten Hände in den Mund.

Allein in Neuss müssen die Böden von 26 Schulen saniert werden, in anderen Städten dürfte es ähnlich sein. **Sanierung** bedeutet: desolate Böden raus (mit aller Vorsicht!), in weniger schlimmen Fällen reicht das Abdichten mit Folien oder dauerelastischen Fugenmassen bzw. das Überbauen mit neuen, absolut dichten Bodenbelägen. Gründliches und regelmäßiges Staubsaugen und Wischen hilft, reichliches Lüften auch. Achtung: Zum Saugen brauchen Sie geeignete Staubsauger mit HEPA-Filterung, die kleinste Partikel bis 0,3 Mikrometer sicher zurückhalten (siehe auch in den Kapiteln über Staub und Schimmel).

Unser baubiologischen Richtwerte: Bei **PAK** sollte die Summenkonzentration (nach EPA) im **Hausstaub** unter **0,5 mg/kg** liegen.

	0,5-2 mg/kg ist schwach,
	2-20 mg/kg stark und
	über 20 mg/kg extrem auffällig.

Das Umweltbundesamt sieht ab 10 mg/kg Staub Handlungsbedarf, nur bezogen auf Benzo(a)pyren. Die 'Stiftung Warentest' bezieht sich ebenfalls nur auf diesen einen Giftstoff und bewertet 0,1 mg/kg als unbelastet, 0,1-2 mg/kg als gering belastet, 2-10 mg/kg als belastet und über 10 mg/kg als stark belastet. Der allgemeine Hintergrund bei Benzo-(a)-pyren dürfte bei unter 0,2 mg/kg liegen.

Vorsicht Schadstoffe

Die Zeitschrift 'Medizinische Welt' berichtete, dass jährlich **5000 neue chemische Stoffe** und Verbindungen auf den Markt kämen, über deren Gesundheitsrisiken so gut wie nichts bekannt ist. Mal wieder: Experimentierkaninchen Mensch. Die Produktion von Giften galoppiert, und das Bewusstsein über Gefahren kriecht im Schneckentempo hinterher.

Die Deutsche Gesellschaft für Umwelt- und Humantoxikologie **DGUHT** berichtete Ende 1994 auf einer Expertentagung in Würzburg, dass **jeder vierte Deutsche ein angegriffenes Immunsystem** habe und unter Allergien leide. Die zunehmende Zahl dieser Zivilisationserkrankungen

sei Ausdruck der steigenden Ansammlung von Schadstoffen im Körper. Immer mehr Menschen erkrankten am MCS-Syndrom (Multiple Chemical Sensitivity), einer Empfindlichkeit gegen Chemikalien. Die Weltgesundheitsorganisation **WHO** veröffentlichte, wie erwähnt: "Ein Viertel aller vermeidbaren Erkrankungen werden direkt durch schlechte Umweltbedingungen verursacht." Dabei seien vor allem Infektionen der Atemwege auf Umweltverschmutzungen zurückzuführen.

Dagegen verkündet die nordrhein-westfälische Innungskrankenkasse **IKK** im Juli 1996, Wohnraumgifte würden als Krankheitsauslöser überbewertet. Es seien 2080 Fälle überprüft und nur bei zwei Prozent der Betroffenen Zusammenhänge entdeckt worden. Dafür litten 30 % der sich umweltkrank fühlenden Menschen unter psychischen Störungen. Marion Stange von der IKK: "In diesem Geschäft steckt viel Angst und Hysterie. Es wird auf Teufel komm raus gemessen, saniert und zweifelhaft beraten." Zu diesem fragwürdigen Ergebnis kam die IKK, obwohl in nur 282 Fällen die Wohnungen der Patienten überhaupt aufgesucht, geschweige denn untersucht wurden, und deren Arbeitsplätze gar nicht. In 1798 Fällen, fast 90 % der Ratsuchenden, gab es lediglich telefonischen Kontakt. Umweltmediziner protestierten gegen die doch schlampige Art der Durchführung des Projektes und gegen die verantwortungslosen und voreiligen IKK-Rückschlüsse. Ich auch.

Andere Ärzte, wie der Leiter des Therapiezentrums für umweltmedizinische Erkrankungen in Rostock, Dr. **Bodo Kuklinski**, wissen, dass es Umweltgifte sind, die psychisch krank machen: "Bei zwei Dritteln von Patienten, denen man eine psychische Erkrankung bescheinigte, wurde festgestellt, dass Formaldehyd im Gehirn wichtige Andockstellen für Nervenbotenstoffe blockierte, darum waren sie psychisch krank."

Wie unsinnig **amtliche Messungen** sein können, das zeigt die Methode der Schadstoffanalytik von **Autoabgasen**, speziell des Krebserregers Benzol. Die vorgeschriebene Ansaughöhe des Messverfahrens liegt in städtischen Straßen bei **5 Metern** über dem Boden. Nur, da oben atmet ja keiner, wer trägt seine Nase schon 5 Meter hoch? In 1 Meter Bodenabstand, da wo empfindliche **Kindernasen** inhalieren, findet man ein Zigfaches an toxischem Benzol, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid und vielen anderen Abgasgiften. Und man findet bei Kindern eine zigfach höhere biologische Bereitschaft, Gifte im Körper aufzunehmen. Greenpeace führte Messungen in der Kindernasenhöhe von 1 Meter durch: Die **Benzolkonzentration** war hier **18-mal höher** als der Bundesländerausschuss für Immissionsschutz als Grenzwert fordert.

Beim Einkaufen heißt es: aufgepasst. Vertrauen Sie **Naturprodukten** und meiden Sie **Chemieprodukte**. Achten Sie auf biologisch und ökologisch möglichst verträgliche Farben, Lacke, Kleber und Oberflächenbehandlungen. Kaufen Sie nur gesunde Möbel und Betten, im Idealfall bei Biomöbelherstellern und -händlern. Diese gibt es inzwischen in je-

der größeren Stadt. Wenn Sie neu bauen, lassen Sie Baustoffe und Einrichtungsmaterialien von Ihrem Baubiologen prüfen. Fordern Sie die Datenblätter der einzelnen Produkte an und prüfen Sie deren Inhaltsstoffe. Falls man Ihnen das Datenblatt verweigert, dann entziehen Sie sich als Kunde und kaufen einfach woanders. Bewusst einkaufen kann Spaß machen, auch wenn es manchmal anstrengend ist.

In einem Baumarkt in Düsseldorf entdeckte ich **Korkparkett**. Dieses wurde als "wohnfertig versiegelt" angepriesen. Ich brauchte eine mühselige Stunde und vier Fachberater, um nach den üblichen Sprüchen von "alles ganz unbedenklich" und "hat doch jeder" oder "wenn es gefährlich wäre, dürfte es ja nicht verkauft werden" endlich herauszufinden, dass es hier um eine biologisch und ökologisch riskante (und völlig unnötige) PVC-Oberflächenbeschichtung ging.

Eine Generation wird vergiftet. Jedes Jahr erkranken in unserem Land **500.000 Menschen an Krebs**, darunter **viele tausend Kinder**. Lungenkrebs steht dabei ganz vorne. Jeder Dritte ist inzwischen Allergiker. Millionen kratzen sich die Haut, husten, schniefen, haben Schmerzen, sind depressiv. In einigen Kinderknetgummis gibt es mehr giftige Substanzen als der Gesetzgeber in Industrieschlamm erlaubt. Alle paar Tage kommt ein Anruf, dass die Hausfrau mehrmals wöchentlich dutzende von toten Fliegen, Spinnen und Wespen von den Fensterbänken fegt und Pflanzen die Blätter hängen lassen, verendet in modernen "Lebens"-Räumen des 20. Jahrhunderts. Giftalarm in der guten Stube.

Da laufen erwachsene Menschen wahrhaft mit **hochtoxischen Sprays** hinter Mücken her. Da muss für zwei Kakerlaken der Kammerjäger eine ganze Wohnung auf Jahre vergiften. Denkt denn kein Mensch mehr darüber nach, dass Stoffe, die Insekten killen, auch anderen Tieren und Menschen, der ganzen Umgebung schaden können? Dass die Herstellung und Entsorgung dieser Produkte eine Umweltbelastung ersten Grades ist? Reicht es denn nicht, dass wir Tomaten essen, die keine Tomaten mehr sind, und Äpfel schälen aus Angst vor Chemie?

Vorsicht bitte auch mit konventionellen **Lebensmitteln**. Es ist traurig, aber wahr, dass es beim Discounter nahezu kein Obst, Gemüse, Salat, Fleisch, Fisch... mehr ohne Pestizide und andere Gifte, ohne Antibiotika und Hormone gibt. Wissenschaftler und Mediziner warnen, es besteht ein Risiko für alle Verbraucher. In Biomärkten schneiden die Lebensmittel deutlich besser ab. Einer der vielen Tests, die das immer wieder erneut bezeugen, kam im Fernsehen bei PlusMinus am 14. Dezember 2015. Diesmal ging es um Obst aus Supermärkten. In den überprüften Proben wurden bei Johannisbeeren 8 verschiedene Pestizide festgestellt, bei Trauben 12, bei Orangen 8, darunter Krebs-erregende und Hormon-wirksame. Nur 10 Prozent der Proben waren unauffällig. Es werden in der Landwirtschaft und Viehzucht zahlreiche verschiedene Pestizidwirkstoffe und weitere Gifte eingesetzt, auch gleichzeitig.

Die Kombinationswirkung solcher Cocktails ist unbekannt. Grenzwerte gibt es nur für Einzelsubstanzen, und schon die sind viel zu hoch. Hunderte Mittel sind in der EU zugelassen. Das Umweltbundesamt spricht allein bei den Pestiziden von 100.000 Tonnen jährlich. Ein Milliardengeschäft. Es gibt keine Beschränkung, wie viele Pestizide eingesetzt werden dürfen. Der Druck der Lobby ist auch hier gewaltig. Unabhängige wissenschaftliche Forschung und Bewertung? Fehlangelegenheit. Experten fordern die Senkung der Grenzwerte und entsprechende Kontrollen. Ernähren Sie sich biologisch, es lohnt sich, auch wenn es etwas teurer ist. Und helfen Sie dem Körper zu entgiften.

Makaber, aber ebenso wahr: Der Leiter des **Krematoriums** eines deutschen Großstadtfriedhofes informierte mich, dass die Filter in den Kaminen der Einäscherungsöfen dringend verbessert werden müssten, um die giftigen und verbotenen Abgase zu verringern. Die bisherigen Filter würden es nicht mehr schaffen, die hohen Werte an Quecksilber durch Amalgamfüllungen, aber auch anderer Schadstoffe als Folge von Umwelt, Wohngiften, Ernährung, Chemotherapien und Medikamenten aus den brennenden menschlichen Körpern zurückzuhalten.

Im November 2017 beschäftigt sich der Fernsehsender Arte in seinem Beitrag "Verlieren wir den Verstand?" erneut mit den Schadstoffen und lässt hochkarätige amerikanische Wissenschaftler zu Wort kommen. Die Essenz: "Wir baden alle in einer **riesigen chemischen Brühe!**" Formaldehyd und Lösemittel in Häusern, Einrichtungen, Anstrichen, Pflegemitteln, Kosmetika..., Pestizide in Holzschutzmitteln, Insektensprays, der Landwirtschaft, der Nahrung..., Flammschutzmittel in Fernsehern, PCs, Handys, Gardinen, Polstern, Matratzen, sogar Babyausstattungen... greifen unser aller Gesundheit an, wirken auf das Gehirn, reduzieren unsere Intelligenz, forcieren Allergien, führen zu einem rasanten Anstieg von Autismus, provozieren Krebs... Prof. Thomas Zoeller von der University of Massachusetts: "Jedes Baby, das heute in den USA zur Welt kommt, hat über 100 nachweisbare Chemikalien im Blut. Ich weiß nicht, wie wir annehmen können, dass das in Ordnung ist. Und es wird immer schlimmer. Wir müssen wohl abwarten, bis Millionen von Kindern geopfert wurden. Wie können wir das nur zulassen?"

B 4 Stress durch SCHWERMETALLE und andere anorganische Stoffe

Es gibt über 50 verschiedene Schwermetalle. Bekannte Vertreter sind z.B. Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Thallium, Zink oder Zinn. Schwermetalle gelangen in unsere Körper über die **Ernährung**, über **Zahnfüllungen** oder die **Umwelt**, um nur drei besonders wichtige Pfade zu nennen. Der Einsatz von Schwermetallen ist in den letzten Jahren eher zurückgegangen. Man findet kritische Konzentrationen in der Luft und im Staub von Wohnhäusern nur ausnahmsweise und wenn, dann öfter als Altlast vergangener Zeiten. Aber man findet sie dafür zunehmend aus aktuellen Quellen, nämlich

wenn **Energiesparlampen** und Leuchtstoffröhren zerbrechen und den Raum mit ihrem Quecksilberinhalt belasten bis vergiften oder mit zu viel - wie so oft - Quecksilber und Arsen kontaminierter **Fisch** gegessen wird oder mit metallhaltigem Serum **geimpft** wird.

Kritische Schwermetalle finden sich manchmal (nicht immer, nur einige Beispiele) in Kunststoffen (PVC, Elektrokabel...), Textilien (Kleidung, Teppich...), Holzschutzmitteln (Arsen, Chrom, Kupfer, Zinn), Flammenschutzmitteln (Antimon, Zink), Insektenvernichtungsmitteln (Quecksilber, Zink, Zinn), Schüttungen (Schlacken und Aschen als Deckenfüllung), Wasserleitungen (Bleirohre, Kupferrohre), Ledermöbeln (Chrom, Quecksilber...), Spiegeln (Blei), Leuchtstoffröhren, Energiesparlampen, Flachbildschirmen, Batterien, Thermometern (unter anderem Quecksilber), Farben und Lacken (Rostschutz, Farbpigmente), Kristallglas (Blei), Treibstoffen (Benzin, Diesel, Biodiesel...), Tabakrauch (unter anderem Blei, Cadmium, Kobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber), bei der Verbrennung von Kohle (Kohlekraftwerke, Arsen, Quecksilber...), beim Speisefisch (Arsen, Quecksilber), bei Impfstoffen (Aluminium, Quecksilber).

Schwermetalle in erhöhten Konzentrationen sind gefährlich für die Gesundheit, besonders bei Kindern und Schwangeren. Sie verursachen die verschiedensten Krankheitssymptome. Dazu gehören Leber- und Nierenschäden, Nervenerkrankungen, Entzündungen, Allergien, Blutarmut, Knochenveränderung und Krebs. Alle Metalle werden vom Körper **nicht** oder nur kaum **abgebaut**, sondern im Organismus **deponiert** und reichern sich langsam aber sicher beispielsweise in Nieren, Knochen, Gehirn, Nerven, Fettgewebe, Bindegewebe und der Haut an. Ähnlich wie bei den Pestiziden und anderen schwerflüchtigen Substanzen auch. Je länger und intensiver der Nachschub, umso höher die Konzentrationen im Giftdepot Mensch. Besondere Gefahr geht von einer **chronischen** Belastung auch mit **geringen** Metallmengen aus.

Die Metalle werden bei baubiologischen Messungen über den **Hausstaub** nachgewiesen. Die Probenahme entspricht der bei den Pestiziden beschriebenen. Es sollte hier, wie auch bei den Pestiziden, Weichmachern, Flammschutzmitteln, PCB und PAK, Wert darauf gelegt werden, dass die Staubanalyse möglichst viele verschiedene Einzelkomponenten erfasst. Die Nachweisgrenzen liegen bei 0,2-1 mg/kg.

Verbindliche **Grenzwerte** oder Empfehlungen für Innenraumbelastungen gibt es nicht. Wir bieten auch (noch) keine baubiologischen Richtwerte an, weil hierfür ausreichende Erfahrung fehlt und sich unsere Empfehlungen an vorderster Stelle auf solide Erfahrung beziehen. Als Folge vieler Analysen durch das Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (WaBoLu), das Institut für Angewandte Umweltforschung in Oberursel, die Gesellschaft für Umweltanalytik Indikator in Wuppertal und andere Umweltlabore können inzwischen aber einige Erfahrungs- und Durchschnittswerte genannt werden.

Es muss bei Schwermetalluntersuchungen in **Innenräumen** mit folgenden Werten im **Hausstaub** gerechnet werden (in mg/kg):

Arsen	0,5-3,5	Chrom	30-150	Quecksilber	0,2-1
Blei	5-150	Kupfer	40-400	Zink	250-1000
Cadmium	0,5-5	Nickel	7-70	Zinn	5-35

Die geringsten Werte beziehen sich auf Konzentrationen, die in rund 90 % aller Räume zu finden waren, die höchsten Werte wurden in etwa 10 % aller Räume festgestellt. Es ist für Innenraumbewertungen anzustreben, die Messwerte möglichst **niedrig** zu halten. Die stärksten Konzentrationen findet man bei Zink, die niedrigsten bei Quecksilber. Dafür hat Quecksilber ein besonders großes Gefährdungspotenzial und sollte eigentlich überhaupt nicht nachweisbar sein.

Typische Hausstaubwerte liegen meist erheblich über den Konzentrationen, die man üblicherweise in **Kulturböden** findet (in mg/kg):

Arsen	2-20	Chrom	2-50	Quecksilber	0,1-1
Blei	0,1-20	Kupfer	1-20	Zink	3-50
Cadmium	0,1-1	Nickel	2-50	Zinn	1-20

Kritische Schwermetallbelastungen können vom **Trinkwasser** ausgehen. Dabei steht die **Hausinstallation** im Verdacht. Vom Wasserwerk fließt das kostbare Nass zumeist in Zement oder Kunststoffrohren zum Verbraucher. Im Haus findet man verschiedene Leitungsmaterialien, und hier beginnt dann auch die Verschlechterung der Wasserqualität. Früher wurden häufig verzinkte Eisen- und Bleirohre verwandt, heute sind es Kupfer-, Kunststoff- und Edelstahlrohre. Hinzu kommen unterschiedliche Metallarten für Heizanlagen, Vorratskessel, Filter, Armaturen und Heißwassergeräte. Ob und wie stark sich Schwermetalle im Trinkwasser anreichern, ist unter anderem von der Härte des Wassers, vom pH-Wert, von der Mineralienzusammensetzung, vom Zustand der Schutzschicht im Rohr, von der Nitrat-, Phosphat- und Sauerstoffkonzentration abhängig. Je saurer und weicher das Wasser und je höher der Nitratwert, umso wahrscheinlicher das Herauslösen von Metallen.

In der BRD sind in etwa 10 % der Häuser noch alte **Bleirohre** zu finden. Die Wasserwerte sind oft derart erhöht, dass Sanierungen dringend anzuraten sind. Aber auch bei **Kupferrohren** gibt es häufiger bedenkliche Ergebnisse, speziell wenn die Leitung zu heiß gelötet und dabei die Schutzschicht zerstört wurde. Lassen Sie vor der ersten Benutzung das Wasser eine Minute laufen, denn die ärgsten Werte findet man im Wasser, welches länger als eine Stunde in den Rohren stand. Seien Sie besonders vorsichtig bei der Zubereitung von Babynahrung.

Die zulässigen Wasserwerte sind in der Trinkwasserverordnung **TVO** festgelegt. Die Weltgesundheitsorganisation **WHO** schlägt Leitwerte

vor. Hier die Grenzwerte für die fünf wichtigsten im Trinkwasser vorkommenden Schwermetalle (in Mikrogramm pro Liter):

	Blei	Cadmium	Kupfer	Quecksilber	Zink
TVO	10 µg/l	5 µg/l	2000 µg/l	1 µg/l	5000 µg/l
WHO	10 µg/l	3 µg/l	2000 µg/l	1 µg/l	3000 µg/l

Sparlicht mit Nebenwirkungen

In Ebersberg fiel im März 2010 eine **Energiesparlampe** in der Schlafetage eines Einfamilienhauses zu Boden und **zerbrach**. An dem selben Abend bekam das vier Monate alte Baby Atemnot und musste mit dem Notarzt in ein Münchner Krankenhaus. Der vier Jahre alte Bruder bekam einen Tag später Hautausschlag am ganzen Körper und in den Tagen danach zuerst vereinzelt und dann totalen Haarausfall. Die Vermutung der Klinikärzte: Vergiftung durch **Quecksilber**. Der Quecksilber-Experte und Rechtsmediziner Prof. Gustav Drasch von der Universität München: "Zerbricht eine Lampe, dann sich sofort in Sicherheit bringen. Die wesentliche Gefahr von Quecksilber ist, dass es ins zentrale Nervensystem, ins Gehirn, geht. Sehr gefährdet sind die Kinder."

Öko-Test rät: "Vorsichtig aufkehren, gut lüften, Schutzhandschuhe tragen, nie Staubsauger einsetzen, die Lampenteile gut verpacken und verschließen, als Sondermüll entsorgen." Im Dezember 2010 die Warnung des Bundesumweltamtes: Sparlichter setzen im Bruchfall Quecksilber in die Raumluft frei, bis zu 20-mal mehr als Grenzwerte zulassen, das auch noch Stunden danach. Das Umweltbundesamt im September 2012 (kurze Auszüge, komplett im Hauptteil des Buches): "Falls eine Kompaktleuchtstofflampe zerbricht, kann Quecksilber in die Raumluft gelangen. Sofort die Fenster zum Lüften öffnen. Alle Personen und Haustiere verlassen den Raum. Heizung und Klimaanlage abschalten. Alle Reinigungs- und Aufräumarbeiten mit offenen Fenstern. Danach weiter lüften. Hände vor scharfen Glassplittern und vor Kontakt mit Quecksilber schützen. Abfälle nicht in den Hausmüll!"

Die US-Agentur für gefährliche Stoffe Haz Mat (Hazardous Materials) empfahl einer Familie im US-Bundesstaat Maine, die im Wohnzimmer zerbrochene Sparleuchte durch eine Giftmüll-Entsorgungsfirma beseitigen und den Raum dekontaminieren zu lassen. Kosten: 2000 Dollar. Die Familie solle ihr Haus zwei Wochen nicht betreten. Andere empfehlen nach dem Lampenbruch das Tragen von Giftschutzmasken.

Übertrieben? Vielleicht. Aber wer weiß? Die meisten zucken mit den Schultern. Man weiß, sie enthalten eine Palette von Giften, aber keiner weiß, wie damit im Fall der Freisetzung umgehen. EU sei Dank.

Und was tun, wenn die Sparlampe, wie es mir während einiger Mes-

sungen für eine Schweizer Fernsehsendung passierte, beim Hereindrehen in die Fassung in der Hand zerbricht und mehrere Glassplitter in der Haut stecken? Ich habe Ärzte, Verbraucherschützer, Gesundheits- und Umweltämter gefragt, sie wussten es nicht. Auf der Verpackung gibt es keine Gefahrenhinweise oder Verhaltensregeln. Und von den Verantwortlichen der EU kommt wie so oft nichts.

Man kommt mal wieder aus dem Kopfschütteln nicht heraus. Seit April 2009 dürfen in der EU keine Fieberthermometer und Barometer mit Quecksilber mehr verkauft werden. Sparlampen schon, sie werden sogar als Nachfolger der verbotenen Glühbirne gefeiert. Markus Ferber, CSU-Vorsitzender im EU-Parlament: "Zuerst verbieten wir Quecksilber, dann wird es durch die Hintertür dem Bürger mit den Energiesparlampen wieder vor die Nase gesetzt." Viel mehr über die Sparleuchten mit ihren zahlreichen Nebenwirkungen (reichlich Elektromog, nervendes Lichtflimmern, Lichtspektrum mit hohem Blauanteil, dafür kein Infrarot, miserable Farbwiedergabe, viele chemische Schadstoffe, Ultraschall, schlechte Helligkeit, lange Einbrennzeit, fragwürdige Lebensdauer, kritische Inhalte wie Quecksilber, Sondermüll-Entsorgung...) in "Stress durch Strom und Strahlung" und auf unserer Internetseite.

Zahnfüllungen mit Nebenwirkungen

Zu einer Schwermetallbelastung ersten Grades können **Zahnfüllungen** werden, speziell wenn es um den Skandalstoff **Amalgam** geht. Amalgamfüllungen sind toxische Zeitbomben. Es können gefährliche Mengen giftiger Stoffe (vorrangig von **Quecksilber**, einer der giftigsten überhaupt, auch Silber, Kupfer, Zinn, Zink, Indium...) in den Organismus gelangen. Zahnärzte müssen die Füllungen nach ihrer Entfernung auf dem Sondermüll entsorgen. Sondermüll draußen, und im Gebiss nicht? TVO und WHO setzen die Quecksilber-Grenze auf 1 µg/l für das Trinkwasser. Im Speichel von amalgamversorgten Mündern befinden sich laut Bundesgesundheitsamt und anderen im Schnitt 4,9 µg Quecksilber. Nach TVO und WHO dürfte somit der eigene Speichel eigentlich nicht mehr geschluckt werden. Beim Zähneputzen werden 62 µg frei, beim Kaugummikauen 50-400 µg, beim Trinken heißer Flüssigkeiten 45 µg. Über 1000 Tonnen Quecksilber lagern in den Zahnlöchern der Europäer, etwa 75 Tonnen kommen jährlich hinzu.

Die Staatsanwaltschaft des Landgerichts Frankfurt bestätigte im März 1997, dass "von **Amalgam** eine **nicht unerhebliche Gefahr** für die Gesundheit ausgeht." Wissenschaftler der Universität Tübingen untersuchten den Speichel von 20.500 Menschen mit Amalgamfüllungen. Projektleiter Professor Peter Krauß im Mai 1996: "Wir fanden bei 40 % der Probanden höhere Quecksilberwerte im Speichel als die Weltgesundheitsorganisation zulässt. Bei einigen lagen sie 100fach darüber." Besonders gefährdet seien Zähneknirscher und das Personal in Zahnarztpraxen. Der BUND forderte das sofortige **Verbot** für Amalgam. Ex-

Bundesgesundheitsminister Horst Seehofer warnte vor zu "hektischen Schnellschüssen", erkannte aber an, dass die Tübinger Studie "seriös bewertet" werden müsse. Die Kassenzahnärztliche Vereinigung und die Zahnärztekammer wiegelten ab, es gäbe keinen Grund zur Sorge.

Das EU-Parlament fordert aktuell, die Skandallegierung ab 2023 in allen Mitgliedsstaaten zu verbieten. Ein eingeschränktes Verbot kommt ab Juli 2018: Quecksilberhaltiges Amalgam darf nicht mehr bei stillenden und schwangeren Frauen und Jugendlichen unter 15 Jahren verwendet werden. In Russland ist Amalgam seit 1975 untersagt. In Japan wird seit 1982 keines mehr verwendet. In Schweden ist es seit 1995 für Kinder und seit 1997 für Jugendliche und Erwachsene tabu. Die schwedische Regierung beschließt ab Juni 2009 das totale Quecksilber- und Amalgamverbot. Österreich hat das Aus angekündigt. In den USA muss der Patient über das Amalgamrisiko aufgeklärt werden und eine Einwilligung unterschreiben. In Kalifornien müssen Zahnärzte mit Warnschildern unübersehbar darauf hinweisen, dass sie Amalgam verwenden. All das, obwohl uns von offizieller Seite seit 100 Jahren gebetsmühlenartig eingebleut wird, wie harmlos Amalgam ist, und alle Kritiker als Spinner, Schwarzmalter und Panikmacher verspottet wurden. Verboten wird EU-weit ab 2018 unter anderem auch Quecksilber als Katalysator bei der Herstellung von Biodiesel. In der Industrie und für den Im- und Export wird das Skandalmetall deutlich reduziert, es gelten strengere Regeln. Wieder kaum zu glauben: Der Einsatz von Quecksilberamalgam in Energiesparlampen bleibt nach wie vor erlaubt. Und die meisten landen nicht - wie vorgeschrieben - im Sondermüll, vielmehr im Hausmüll. Wer übernimmt die Verantwortung für die Menschen, die Umwelt, den Eintrag in die Nahrungskette?

Eine schwedische Studie des National Board for Measurement and Testing (MPR) erforschte die Auswirkungen der elektromagnetischen Felder von Computermonitoren auf die Amalgamfüllungen der Nutzer. Im Einfluss der Bildschirmfelder sonderten die Amalgamplomben bis zu **sechsfach mehr Quecksilber** ab. Das chemische Potenzial der Legierung wird durch die elektromagnetischen Felder verändert, und das nicht nur von Bildschirmen. Zudem sollen die gleichen Felder, die zur erhöhten Schwermetall-Belastung führen, auch die Fähigkeit des Körpers zur Schwermetall-Ausscheidung blockieren, ein Teufelskreis. Siehe meinen Bericht in Wohnung+Gesundheit (Heft 64/1992) "Amalgamfüllungen und elektromagnetische Felder - sechsmal mehr Quecksilber".

Der Zahnarzt hat ein weiteres Problem bei der Bewertung des Risikos von Amalgamfüllungen. Denn neben Giften und Metallen führen die zu **Spannungen** und **Strömen** in der Mundhöhle des Patienten. Typisch für unterschiedliche Metalle und Legierungen, die bauen solche unnatürlichen elektrischen Ladungen auf und sorgen für den Stromfluss. Dabei erreichen oder überschreiten sie die Werte kräftiger Batterien. Die Bedenklichkeitsgrenze wird von Ärzten auf **100 Millivolt** (mV) für

die elektrische Spannung und **3-5 Mikroampere** (μA) für den Stromfluss festgelegt (nach Türk, Schimmel, Kramer, Gasser, Voll). Alles, was über diesen Werten liegt, führt zur Empfehlung einer Zahnsanierung. Wegen der physikalischen Belastung und wegen der Quecksilberionen, die von den galvanischen Strömen aus den Füllungen gelöst werden. Mehr im Hauptteil des Buches "Stress durch Strom und Strahlung".

Nach Beseitigung von Amalgam oder anderen Zahnmetallen, Wurzelfüllungen und Zahnherden reduzierte sich bei Patienten die **Empfindlichkeit gegen Elektromog** (EHS - Elektrosensibilität) und die **gegen chemische Substanzen** (MCS - Multiple Chemikalien Sensibilität) oder ging ganz weg, ebenso nach der Sanierung von Pestiziden und Pilzen. Elektromog plus Chemie plus Metalle plus Pilze plus ein überfordertes Immunsystem plus... sind eine unheilige Allianz. Die Risiken summieren sich nicht, sie potenzieren sich. Sie schaukeln sich gegenseitig hoch und machen gemeinsam ein Vielfaches an destruktiver Wirkung. Hinzu kommt, dass jedes Individuum unterschiedlich gut oder schlecht fähig ist zu entgiften. Liegt eine Entgiftungsstörung vor, oft genetisch bedingt, wirken sich die Belastungen noch fataler aus. Und, wie oben bereits erwähnt, elektrische und magnetische Felder (Spannung, Strom, Funk...) tragen wesentlich dazu bei, Entgiftungsprozesse zu blockieren. Auch hierzu mehr in "Stress durch Strom und Strahlung".

Fischverzehr mit Nebenwirkungen

Die Ärzte, mit denen wir zusammenarbeiten, schicken uns immer wieder Patienten mit auffälligen Blut- oder Urinergebnissen, damit wir uns zu Hause oder am Arbeitsplatz auf die Ursachensuche begeben und die Betroffenen beraten können. Aus langer Erfahrung wissen wir bereits: Wenn es bei den umweltmedizinischen Ergebnissen um die Kombination von **Quecksilber** und **Arsen** geht, sind selten häusliche Einflüsse im Spiel, sondern: **Fisch**. Speisefisch ist erschreckend häufig und heftig mit Schwermetallen wie Quecksilber und Arsen belastet, egal ob im Fach- oder Supermarkt gekauft oder im Restaurant verzehrt. Es sei denn, man kauft im Biomarkt, da ist es nicht oder nur sehr selten der Fall. Ein-, zweimal pro Woche belasteter Fisch reichen, um die Blut- und Urinwerte hochzutreiben, höher als es Amalgam im Mund könnte.

15 von uns kürzlich untersuchte **Fischproben** aus dem Meer, vom See-teufel und Steinbutt über Lachs und Thunfisch bis zu Shrimps und Tintenfisch, zeigten **15-1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$** (Mikrogramm pro Kilogramm) **Quecksilber**. Das ist mehr, als hätten Sie eine ganze Reihe von Amalgamfüllungen in den Zähnen. Bis $100 \mu\text{g}/\text{kg}$ sind nach unserer Erfahrung fast schon "typische" Werte, die hemmungslose Vergiftung der Welt macht's möglich. Unsere Fischproben wiesen zudem **300-13.000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Arsen** auf, mehr als Quecksilber. Aber: Quecksilber ist gefährlicher, noch toxischer, und Arsen wird im Vergleich zu Quecksilber schneller und hochprozentig wieder ausgeschieden und ganz anders verstoffwechselt.

Nur Salzwasserfisch galt lange Zeit als belastet, Süßwasserfisch nicht. Das WDR-Fernsehen machte 2015 für die Sendung "Recherche" 12 Proben von Fischen aus Flüssen und Seen: "Auch in heimischen Süßwasserfischen befindet sich das gefährliche Nervengift Quecksilber." Zehn von zwölf Fischen hatten einen Quecksilbergehalt, der über der Umweltqualitätsnorm von 20 Mikrogramm Quecksilber pro Kilogramm lag. 2016 kommt die "NRW-Studie", sie nahm 17 in Nordrhein-Westfalens Gewässern gefangene Fischarten unter die Lupe. In fast allen Fällen wurde auch bei Forelle, Steinbeißer, Zander und Co. der von der EU festgelegte und bundesweit geltende Normwert überschritten, sogar massiv. Auf mehr als 800 µg/kg kamen ein Rheinaal und ein Döbel. Insgesamt lagen nur 14 von 866 Fischen unter dem Normwert. Viel mehr über toxische Metalle in Speisefischen in meiner Information über "Quecksilber und Arsen - nicht nur, aber auch im Fisch".

Alu überall

Das Leichtmetall **Aluminium** ist schwer ins Gerde gekommen. Es wird mit Gehirnschäden, Alzheimer, Krebs und anderen fatalen Erkrankungen in Verbindung gebracht. Hersteller von Deos und Kosmetika werben seit kurzem lautstark mit "ohne Aluminiumzusätze", obwohl sie die Jahr(zehnt)e zuvor in ihren Produkten eingesetzt haben. Aluminium war ewig in der Erdkruste gebunden, dass Lebewesen nicht damit in Kontakt kommen konnten. Seit der Industrialisierung und dem sauren Regen änderte sich das. Nun gelangt es über die Böden in die Pflanzen und Lebensmittel. Es wird in noch viel größeren Konzentrationen in unzähligen Produkten vermarktet. Experten empfehlen auf der Basis neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, wenigstens auf Antitranspirantien und andere Sprays und Hygieneartikel mit Alu zu verzichten, auch auf Alufolien und -grillschalen. Unbeschichtetes Alu nicht zusammen mit sauren oder salzigen Lebensmitteln verwenden. Aluminiumhaltige Medikamente und Impferen sollen zurückhaltender eingesetzt werden.

Es gibt reichlich Aluminiumquellen in unserem Alltag: Arzneimittel, Salben, Tropfen, Gele, Impfstoffe, Kontrastmittel, Wärmepflaster, Kosmetika, Hautpflege, Sonnenschutz, Cremes, Deos, Haarpflege, Zahnpasta, Lebensmittelzusätze, Kochtöpfe, Folien, Konservendosen, Getränkedosen, Tetrapacks, Yoghurtbecher, Backpulver, Baustoffe, Elektronik, Industrieabgase... Reduzieren wir, was reduzierbar ist.

Die Neurologin Dr. Petra Hopf-Seidel aus Ansbach empfiehlt schwer neurologisch Erkrankten unter anderem auch das Blut reinigen zu lassen. Sie hat die Rückstände, den Abfall (das so genannte Eluat) solcher Blutwäschen (Apherese, Plasmapherese) - also das was aus dem Blut an Schadstoffen maschinell herausgefiltert wurde, oft ein halbes Bierglas voll - von 45 chronischen Neuroborreliosepatienten im Labor unter anderem auf Metalle analysieren lassen. Die mit Abstand höchsten Konzentrationen gab es beim Aluminium, weit über den Referenzwerten.

Fallbeispiele

Su, das **28-jährige Fotomodell** aus Düsseldorf, litt sehr unter permanenter bleierner Müdigkeit, dem Chronic Fatigue Syndrom CFS, unter ständigen Schmerzen, einer Fibromyalgie, und unter nicht enden wollenden Hautproblemen. Die Ärzte fanden pathologisch hohe Belastungen von Quecksilber, Arsen und **Cadmium** im Blut und Urin. Wir stellten keine diesbezüglichen baubiologischen Risiken bei ihr zu Hause fest. Aber: Neben häufigem Fischkonsum trank sie täglich heißen Tee aus ihrem antiken Blei- und Cadmium-haltigen Lieblingsbecher, einem Geburtstagsgeschenk. Beides wurde eingestellt, dafür entgiftet. Ihre Probleme reduzierten sich in den ersten drei Monaten um 80 Prozent. Übrigens: In den USA hat McDonald's 2010 zwölf Millionen Trinkbecher zurückgezogen, sie enthielten das krebserregende Schwermetall Cadmium.

Die **50-jährige Designerin** aus Velbert, wusste nicht mehr, wie sie mit ihrem kreisrunden Haarausfall, dem unerträglichen Schwindel und den Leistungsknicks umgehen sollte. So viele Arztbesuche und keine nennenswerte Hilfe. Sie ist Jägerin, und zu Hause hängen dutzende Trophäen erlegter und präparierter Tiere aus Asien und Afrika an den Wänden. Die strotzten vor **Formaldehyd**, **Pestiziden** (Lindan, Chlorpyrifos) und **Schwermetallen** (Arsen). Sie glaubte nicht an einen Zusammenhang, lagerte ihre Gifttiere aber des Experimentes Willen für ein paar Wochen in der Garage aus. Ihr Schwindel ging bald zurück, die Haare wuchsen langsam nach, sie wurde zunehmend vitaler.

Mein schlimmstes Fallbeispiel in Sachen Quecksilber: der schwerkranke **43-jährige Notar** aus Frechen. Er hatte Nerven- und Muskelschmerzen, konnte allein nicht mehr gehen oder aufrecht sitzen. Die Kopfschmerzen trieben ihn fast zum Wahnsinn. Seine Konzentration war gleich null, das Kurzzeitgedächtnis gestört. Die Symptome wurden von Monat zu Monat, von Jahr zu Jahr schlimmer. Zig Klinikaufenthalte, zig Arztbesuche, zig Therapien. Ich fand bei ihm zu Hause dramatische **Quecksilberwerte** im Hausstaub: 19,8 mg/kg. Der Grund: Er war leidenschaftlicher Sammler alter Thermometer und Barometer. Im Haus hingen die kostbaren Antiquitäten, 44 an der Zahl, viele mit offenen, ungeschützten Quecksilbervorratsbehältern. Seine Blut- und Urinwerte lagen über 90 µg/l, "normale" Toxizitätsdaten liegen unter 2 µg/l.

Eine dramatische Schwermetall-Vergiftung: Die **55-jährige Hamburgerin** wäre beinahe an einer **Quecksilber-** und **Bleivergiftung** gestorben. Sie machte eine indische Ayurveda-Kur. Bei der werden Medikamente aus Arzneipflanzen und Schwermetallen hergestellt. In einem der Medikamente, die der Patientin verabreicht wurden, war Quecksilber und Blei, die Konzentration 500.000fach über der zulässigen Norm.

Am Rande: Ein auffälliger **Blutwert** weist bei Metallen auf eine relativ **akute Belastung** hin, weil beispielsweise Quecksilber sich nur einige

Tage bis wenige Wochen im Blut in sinkenden Konzentrationen nachweisen lässt. Danach wird das hochtoxische Schwermetall - und nicht nur das - in verschiedenen Depots des Körpers gelagert, hauptsächlich in durchblutungsarmen Nerven-, Fett- und Bindegewebe, im Gehirn, in der Leber und Haut. Deshalb sind Wiederholungen der Blutanalyse im zeitlichen Verlauf sinnvoll, um zu beobachten, wie hoch die aktuelle Belastung ausfällt und ob sie durch Reduzierung des Nachschubs bzw. durch Entgiftungsmaßnahmen nachweislich geringer wird. Geht es um **chronische Belastungen** oder Spätfolgen beispielsweise nach nicht solide entfernten Amalgamfüllungen, dann findet man im Blut eher selten was. Besser wären dann **Urinanalysen**, wobei die Gifte zuvor vom Facharzt mit bekannten Chelatbildnern (DMSA, DMPS, EDTA...) mobilisiert werden, um sie aus ihren Nischen herauslocken. Die Spätfolgen kann man anhand von **Haaranalysen** einschätzen. Eventuell an immunologische Nachweisverfahren wie LTT denken.

Entgiften?

Es gibt viele Möglichkeiten, den Körper bei seiner mühseligen Entgiftungsarbeit zu unterstützen. An erster Stelle steht, den Giftnachschub durch die Wohnumwelt, die Nahrung, Zahnfüllungen, Rauchen, Haarfärben, Tattoos, Medikamente, medizinische Anwendungen... so niedrig wie möglich zu halten oder ganz zu stoppen, was oft gut möglich ist. Biologische Ernährung (die zeigt keine Pestizide, Hormon- und Medikamentenrückstände, Gentechnik... und fördert die Entgiftung) mit einem hohen Gemüse- und Obstanteil. Dem Entgiftungsprozess nicht im Wege stehen durch zu hohe und zu häufige elektromagnetische Feldbelastungen, schon gar nicht im Schlafbereich, Sie wissen, die können eine Entgiftung und die für eine Entgiftung wichtige Melatoninproduktion blockieren: Wohnen nahe an Hochspannungsleitungen, Bahntrassen, Trafostationen, Funkmasten..., Schlafen auf Heizdecken, elektrisch verstellbaren Betten, Wasserbetten..., Nähe zu feldintensiven Geräten, Leitungen, Installationen..., Telefonieren mit dem Handy, Smartphone, Schnurlostelefon..., Arbeiten mit Laptop, Notebook, Tablet... auf dem Bauch. Medizinische Gentests, die auf Entgiftungsblockaden hinweisen, können ergänzend aufschlussreich sein.

Die "Entgiftung" des belasteten Menschen ist eine Kunst für sich, und es gibt zahlreiche schulmedizinische oder naturheilkundliche Verfahren, eine solche zu forcieren. Fragen Sie Ihren hiermit versierten Arzt oder lesen Sie entsprechende Fachliteratur. Wesentliche Schritte sind: genug trinken (etwa zwei Liter pro Tag, speziell reines, mineralarmes Quellwasser, hierzu am Schluss noch mehr), regelmäßig und ausgiebig heiß baden mit basischen Zusätzen, Vermeidung einer Übersäuerung (etwa 80 Prozent unserer Nahrungsmittel sollten basisch bis neutral verstoffwechselt werden und um die 20 Prozent säuernd, auch hierzu gleich noch mehr), Sauna (am besten Infrarotsauna), Schwitzen, regelmäßige moderate Bewegung (kein ehrgeiziger Leistungssport).

Zur Förderung einer Toxinausleitung hat sich seitens einiger Mediziner der Lipidsenker Colestyramin und das Leber- bzw. Fettemboliemittel Lipostabil etabliert. Andere greifen zu bekannten Chelatbildnern wie DMPS, DMSA und EDTA genannt. Wieder andere bevorzugen Alpha-Liponsäure und reduziertes bzw. liposomales Glutathion. Orthomolekular- und Naturmedizin bieten Vitamine (speziell B und C), Aminosäuren (Arginin, Cystein, Glutamin, Methionin, Ornithin, Taurin...), Gesteinsmehle, Ton, Kohle, Torf (Zeolith, Bentonit, Dolomit, Heilerde, Aktivkohle, Huminsäure...), Algen (Chlorella, Spirulina...), Faserhaltiges (Floh- und Leinsamen, Propolis...), Schwefelhaltiges (MSM...), Kräuter- und Pflanzenextrakte (Koriander, Knoblauch, Bärlauch...), Magnesium, Selen, Phospholipide, Zitruspektin, Ölkuren.... Melatonin ist wichtig, es entgiftet sogar das Gehirn. Frisch gepresster Zitronensaft forciert die Schadstoffausleitung. An Darm-, Leber-, Nierenreinigung denken. Zur Unterstützung und Entgiftung von Leber und Galle: Mariendistel, Löwenzahn, Artischocke, Lecithine und Soja-Phospholipide. Die Blutwäsche (Apherese, Plasmapherese) und die Fiebertherapie (Hyperthermie) werden als besonders gründliche Entgiftungsmaßnahmen favorisiert.

Entsäuern?

Ein paar Worte zur Entsäuerung, einem wesentlichen Teil der Entgiftung. Zu den übersäuernden Nahrungsmitteln gehören Fleisch, Wurst, Innereien, Geflügel, die meisten Fischarten, viele Käse- und Milchprodukte, die meisten Getreide und Getreideprodukte (besonders Weißmehl, auch Grau- und Schwarzbrot aus Auszugsmehlen), Reis (besonders geschälter), viele Konserven, Margarine und andere schlechte Fette und Öle, Zucker, Schokolade, Cola, Limonade, Kaffee, Alkohol. Auch die Zubereitung im Mikrowellenherd steht im Verdacht. Umwelteinflüsse machen nicht nur die Böden sauer, auch uns: Gifte in der Landwirtschaft und Industrie, in der Wohnung und am Arbeitsplatz. Auch Elektrosmog und Lärm kann sauer machen. Auch Stress. Basischer werden wir durch die meisten Gemüse-, Salat- und Obstarten (so viel Auswahl!), durch Kartoffeln, Pilze, Gewürzkräuter, Bitterstoffe, gutes Trinkwasser, Kräutertees. Wahre "Basenbomben" sind Oliven, Gurken, Rettich, Trockenobst (besonders Feigen), Kichererbsen, rote Beete, Löwenzahn, die meisten Gewürze, auch Spinat, Fenchel, Brokkoli, sogar Zitronen (selbst wenn sie noch so sauer sind). Hilfreich sind Mineralien, speziell Natriumbikarbonat, Milchsäure, Trink- und Badekuren, Einläufe, Fasten, Entspannung, guter Schlaf, Atemübungen, Massage, die Meidung von Substanzen oder Lebensmitteln, gegen die wir allergisch reagieren oder Unverträglichkeiten zeigen (Getreidekleber Gluten, Geschmacksverstärker Glutamat, Laktose, Histamin...). Überprüfen Sie Ihr Säure-Basen-Profil im Blut (Arzt), Urin und Speichel (pH-Teststreifen). Informieren Sie sich, es gibt reichlich Literatur zu diesem Thema. Das fand ich verblüffend: Ich habe mein Badewasser gemessen, vorher und nach einem längeren heißen Bad. Nach dem Bad war das Wasser fast eine ganze pH-Stufe - also zehnmal - saurer als vorher.

B 5 Stress durch **PARTIKEL** und **FASERN**

Tödliches Asbest

Asbest unterscheidet sich von anderen Mineralien durch seine Struktur: Er besteht nicht aus kompakten Kristallen, wie fast alle Mineralien, sondern aus winzigen, parallel zueinander liegenden Mikrofasern, den sogenannten **Fibrillen**. Diese Fibrillen sind weniger als ein tausendstel Millimeter dünn ($< 1 \mu\text{m}$) und bis zu mehreren Milli- und Zentimetern lang. Büschel von Milliarden Fibrillen bilden Asbestblöcke, die in Bergwerken abgebaut und technisch genutzt werden. Hauptabbauggebiete sind Kanada, die GUS-Staaten, Südafrika und Simbabwe.

Mehrere Millionen Tonnen Asbest wurden jährlich auf der Welt abgebaut, die Produktion ist wegen vieler Verbote rückläufig. Ein großer Teil zog als **Bau-** und **Dämmstoff** in unsere Lebensräume ein. Asbestzement, Spritzasbest, Dachplatten, Dichtungen, Brandschutz- und Filtermatten standen im Vordergrund. Auch in älteren **Nachtstromspeicheröfen** ist Asbest zu finden (nur bis zum Baujahr 1978). In Deutschland dürfte es 300 Millionen Quadratmeter **Außenverkleidungen** an Häusern geben, die pro Jahr zentnerweise Asbest abstoßen. Die tödliche Faser steckt(e) unter anderem in Anstrichen, Bodenplatten, Klebstoffen, Spachtelmassen, Blumenkästen, Fensterbänken, Wasserrohren, Heizkörperverkleidungen, Klimaanlage, Lüftungsschächten, Bremsbelägen von Autos, Bussen, Bahnen und Zügen, Bügelbrettunterlagen, Föhen, Toastern, Heizstrahlern, Rolladenkästen...

Asbest erzeugt **Krebs**. Das wurde lange verdrängt, verharmlost und von den Industriegiganten (z.B. Eternit) fahrlässig und unverantwortlich heruntergespielt. Amerikanische Forschungen gehen davon aus, dass 20 % aller Krebserkrankungen auf Asbest zurückzuführen sind. Um **1900** wurde **Asbestose** als Krankheit entdeckt, **1936** als **Berufskrankheit** anerkannt, das heißt man bescheinigte, dass Asbest Lungenkrebs und Bronchialkarzinome auslöst. Seit **1970** wird Asbest als "eindeutig krebserregender Arbeitsstoff" in die MAK-Liste aufgenommen. **1979** wurde **Spritzasbest** in der BRD **verboten**. 1981 wurden aber noch 180.000 Tonnen der "Wunderfaser" allein in Deutschland eingeführt, und es gab zu dieser Zeit noch ungefähr 3000 Verwendungen für diesen gefährlichen Stoff. **1991** verpflichtete sich die Industrie, kein Asbest mehr in **Hochbauprojekten** einzusetzen. Erst sehr spät, nämlich im Jahr **1994**, hat unsere Bundesregierung Asbest endgültig **verboten**. Seit **2005** gilt ein **EU-weites** Verbot.

100 Jahre (!) mussten vergehen und Millionen Mitmenschen erkranken und sterben, um von der Erkenntnis einer Krebsgefahr zu einem Verbot zu kommen. Das ist perfekte Lobbyarbeit. Und die Gefahr ist noch lange nicht vorbei. Eben weil sich die fatalen Auswirkungen von Asbest erst so spät zeigen, nimmt die Zahl der Asbesttoten auch lange

nach dem Verbot eher zu als ab, und auch heute sterben noch über 1000 Menschen jährlich allein in Deutschland an den spitzen Fasern. Bei der Herstellung, Verarbeitung und Abnutzung von Asbestprodukten werden ganz **feine Faserstäube** freigesetzt. Werden die messerscharfen Mikrofasern eingeatmet, dann verletzen sie Körperzellen und Gewebe, dringen in sie ein und verursachen nach etwa 10 bis 50 Jahren Krebs, im Schnitt 35 Jahre: Asbestose.

Die Weltgesundheitsorganisation **WHO** setzt die Asbestmaximalbelastung auf **200 Fasern** pro Kubikmeter Luft fest. Das Bundesgesundheitsamt **BGA** empfahl 1981 den Grenzwert von **1000 Fasern**, korrigierte danach runter auf **500 Fasern**. Die **TRK** (Technische Richtwert Konzentration) lag - kaum zu glauben aber wahr - 1973 bei **3.000.000** (drei Millionen) Fasern, 1979 bei **1.000.000**, 1985 bei **500.000** und 1989 bei **250.000** Fasern. Die Europäische Gemeinschaft **EG** fordert **400 Fasern**. Der Zielwert nach **Sanierungsarbeiten** ist **500 pro Kubikmeter**.

Bei den **baubiologischen Richtwerten** trauten wir uns in der Ausgabe vom Jahr 2000 folgende Angaben zu machen: unauffällig unter 100 Fasern pro Kubikmeter Luft, schwach auffällig 100-200 /m³, stark 200-500 /m³ und extrem auffällig über 500 /m³. Danach haben wir die Angaben zurückgenommen, bis heute. Weil für alle nachweislich krebserzeugenden Stoffe gelten sollte: so wenig wie eben möglich, jede Belastung ist inakzeptabel, speziell wenn es in Häusern höhere Konzentrationen gibt als im Freien. So lautet unsere Forderung heute: **Quellensuche und Sanierung**, wenn **drinnen mehr** Fasern zu messen sind **als draußen**. In der Außenluft sind 50-150 Asbestfasern pro Kubikmeter Luft nachzuweisen, in Reinluftgebieten eher 20, sogar in der Antarktis.

Besteht ein Verdacht auf Asbestfaserbelastung, dann wird vor Ort mit Spezialpumpen **Raumluft** entnommen. Die Fasern lagern sich auf einem goldbedampften Filter ab und werden im Fachlabor in einem **Rasterelektronenmikroskop** bei 2000facher Vergrößerung gezählt. Diese Analyse differenziert die Faserzahl, Faserart, Faserdicke und Faserlänge. Mit **Material-** und **Staubanalysen** kann man der Gefahr ebenfalls auf die Spur kommen.

Es gibt verschiedene Asbestarten: **Chrysotilasbest** (dieser wurde zu etwa 90 % eingesetzt), **Krokydolith-**, **Amosit-** und **Tremolitasbest**.

Die größte Gefahr von Asbest ist seine Fähigkeit, sich **längs zu spalten**. Die Fibrille bricht also nicht durch und wird deshalb immer kürzer, sie **spaltet sich** und wird deshalb immer **dünnere**. Das passiert **nur** bei Asbest und bei keiner anderen Faser, das macht sie so kritisch. Asbest der Größe von 1 mm³ (Stecknadelkopf) kann sich in viele Millionen einzelne Fibrillen aufspalten. Außerdem ist die Faser im Körper nur sehr schwer oder gar nicht abbaubar, hält sich also in Lunge, Bronchien, Rippenfell oder Atemwegen über Jahrzehnte.

Die gefährlichen Faserdimensionen liegen **unter 3 µm Dicke** und **über 5 µm Länge**, bei einem Verhältnis von **1 zu 3**.

Nachtstromspeicheröfen (Baujahr 1978 und früher) sollten kontrolliert werden. Fragen Sie beim Hersteller nach, ob Asbest im Ofen verarbeitet wurde. Wenn ja, dann kleben Sie als spontane Vorsichtsmaßnahme alle Lüftungsöffnungen zu, und schalten Sie das Gebläse nicht mehr ein. Ich kann nach 50 Untersuchungen asbesthaltiger Öfen sagen, dass in den meisten Fällen keine kritischen Faserbelastungen in der Raumluft gefunden wurden. Asbest kommt in der Regel nicht aus dem Gerät heraus. In dem Fall einer Kundin aus Zons gab es jedoch große Probleme: Nach Einschaltung des Gebläses waren in der Zimmerluft **2000 Asbestfasern** pro Kubikmeter zu messen. Der direkt an den Luftschlitzen des Ofens per Staubsauger abgesaugte Schmutz war ebenfalls voll mit Asbest. Die Kundin hat seit zwei Jahren Lungenkrebs.

Es empfiehlt sich, jeden asbesthaltigen Ofen zu entsorgen, auch wenn zum Zeitpunkt der Überprüfung keine Faser in der Luft nachgewiesen wurde. Ein Problem kann jederzeit entstehen. Für den Laien gilt: Hände weg von Asbestöfen! Überlassen Sie die Entfernung Fachleuten. Fragen Sie Ihr lokales Umweltamt, wer für Sanierungen zuständig ist.

Tausende Häuser, besonders Plattenbauten, die nach dem 2. Weltkrieg errichtet wurden, sind dank Asbest Altlasten: Wohnhäuser, Krankenhäuser, öffentliche Gebäude, Schulen, Turnhallen, der Palast der Republik, das Hochhaus der Deutschen Welle... Sanierungen laufen überall auf Hochtouren. Dennoch dürfte das Risiko für die Allgemeinbevölkerung relativ gering sein. Ernste Probleme gibt es an erster Stelle für Mitarbeiter in der Asbestproduktion und -verarbeitung und bei unfachmännisch durchgeführten Sanierungen. Größte Vorsicht ist bei der Bearbeitung von Asbestmaterialien geboten! Beim Bohren, Schleifen oder Sägen in alten Eternit-Blumenkästen, Asbestdächern, Fußböden oder Fassadenverkleidungen setzen Sie unzählige Fasern frei.

Lassen Sie beim geringsten Zweifel die Raumluft, den Hausstaub oder verdächtige Materialien baubiologisch auf Asbestfasern prüfen.

Künstliche Mineralfasern

Ins Gerede gekommen sind auch die künstlichen Mineralfasern, die als **Glas-, Stein- und Mineralwolle** zur Wärmedämmung in z.B. Dächern, Wänden, Böden und Hohlräumen eingebaut werden. In der BRD werden jährlich über 10 Millionen Kubikmeter Mineralfasern verarbeitet. Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass diese keramischen Fasern in der bei Asbest beschriebenen kritischen Dicke und Länge ($< 3 \mu\text{m}$ / $> 5 \mu\text{m}$) im Tierversuch eindeutig **krebserregend** sind.

Die drei entscheidenden Unterschiede zu Asbest: 1. Die künstlichen

Mineralfasern unseres Wohnalltags zeigen längst nicht alle diese biologisch riskanten Größenordnungen (nur etwa 5 %); 2. Sie können sich (das ist besonders entscheidend) **nicht** wie Asbestfasern **aufspalten** und somit immer dünner werden, sondern nur **durchbrechen** und somit bei gleicher Dicke immer kürzer werden (was das biologische Risiko reduziert); 3. Sie werden im Gegensatz zu Asbest im Organismus wesentlich **schneller abgebaut**. So gesehen ist also ein Vergleich zwischen Asbest- und künstlichen Mineralfasern nicht direkt möglich.

Meine Partner und ich haben zahlreiche Raumlufthuntersuchungen auf kritische Mineralfasern durchgeführt und wurden nur ausnahmsweise und vereinzelt fündig, obwohl viel davon im Haus verarbeitet wurde. Falls diese Dämmmaterialien richtig und vorschriftsmäßig verbaut werden, ist mit Faserbelastungen im Haus kaum zu rechnen. Richtig und vorschriftsmäßig bedeutet, dass sie mit **Dampfbremsen** (Kunststoff- oder Alufolien) abgedeckt sind und sich hinter **rieseldichten Verkleidungen** (Gipsplatten, Holzpaneelen) verstecken. Auch bei Wärmedämmungen in der Außenwand oder im zweischaligen Mauerwerk sind erhöhte Konzentrationen im Raum kaum zu erwarten.

Geht es jedoch um **abgehängte Decken**, hinter denen Mineralwollbahnen ohne Dampfsperre und Rieselschutz angebracht sind, wie sie in Bürogebäuden, Industriehallen oder Geschäftsräumen manchmal zu finden sind, dann sind erhöhte Faserzahlen wahrscheinlich. Geht es um **Klima- und Lüftungsanlagen** mit Luftkontakt zu den offen verlegten Mineralwollen, dann können kritische Fasermengen im Spiel sein. Das gilt auch für bautechnische Mängel und **Konstruktionsfehler**.

Das größte Risiko entsteht bei der **Herstellung, Verarbeitung, Renovierung** und **Sanierung**. Arbeiter, die täglich mit den künstlichen Mineralfasern umgehen, sind gefährdet. Bei der Verarbeitung und Renovierung ist mit größter Vorsicht ans Werk zu gehen. Die Sanierung birgt meist ein viel größeres Mineralfaserrisiko als das Belassen der Dämmstoffe in der Baumasse oder die nachträgliche Abdichtung. Um die richtigen Weichen stellen zu können, bedarf es der baubiologischen Analytik vor Ort, damit herausgefunden werden kann, ob überhaupt eine Gefahr durch Stein- und Glaswolle besteht, was Ausnahme ist und nicht Regel, und wenn ja, wie man sanierend vorgehen sollte.

In **Kalifornien** tragen Mineralfaserdämmstoffe einen Aufdruck, der auf die Gefährlichkeit hinweist. Das **BGA** forderte schon 1981, dass "bei der Verwendung faserbildender Materialien im Innenausbau sichergestellt sein muss, dass keine Fasern in die Raumlufte gelangen". Es wurde 1993 vom BGA und dem **Umweltbundesamt** darauf hingewiesen, dass künstliche Mineralfasern krebserregendes Potenzial haben.

Nach meiner Erfahrung gibt es im **Wohnraum** nur selten Mineralfaserbelastungen, die die durchschnittlichen Zahlen von draußen übertref-

fen. In Extremfällen habe ich bis zu **2000 Fasern/m³** nachweisen können. Meist liegt das Ergebnis zu Hause wie im Freien unter **100/m³**. Bei der Herstellung und Bearbeitung ist mit **10.000 bis 1.000.000 Mineralfasern** pro Kubikmeter Luft zu rechnen.

Die Industrie hat dazugelernt und ihre Produktpalette im Laufe der Jahre immer wieder verbessert und **nicht krebsverdächtige biolösliche Mineralwolle** auf den Markt gebracht, sie sind heute Standard.

Partikel, Staub, Aerosole, Rauch...

Bei baubiologischen Messungen der Luft und von Oberflächen geht es auch um Partikel, Fein- und Grobstäube, Aerosole, Rauch, Schwebstoffe... **Partikel** sind kleinste Teilchen in der Luft, z.B. Schwebstaub. Es geht da um mikroskopisch-winzige Größenordnungen im unsichtbaren Bereich von etwa 0,1 bis 10 Mikrometer (μm). Erst weit über 10-100 μm werden Partikel langsam als Staub oder Schmutz für gute Augen sichtbar, speziell im Sonnenlicht. **Aerosole** sind feinste Verteilungen fester und flüssiger Stoffe in unserer Atemluft, wie Rauch, Dunst und Nebel.

Hausstaub ist ein Gemisch aus anorganischen und organischen Partikeln unterschiedlicher Größe. Zuviel Hausstaub trocknet die Schleimhäute ab und führt zu hartnäckigen Atemwegs- und Augenbeschwerden. Vielen Menschen meinen, ihre Probleme seien durch Wohngifte verursacht. Oft sind es aber nicht die Schadstoffe, sondern nur erhöhte Feinstaubwerte, die ihnen zu schaffen machen. Sichtbarer Staub auf Regalen und Fernsehern, der die gute Hausfrau ärgert, ist biologisch relativ unbedeutend, er ist zu groß und schwer, um sich ständig in der Atemluft zu halten und legt sich als Schmutz auf Oberflächen ab.

Der luftgetragene und **lungengängige Staub** wird **Fein- oder Schwebstaub** genannt. Partikel der Größe bis etwa **1 μm** können bis in die letzten Winkel der Lungen, die **Lungenbläschen** oder Alveolen, vordringen und sich hier ablagern. Die Kleinsten der Kleinen sind gesundheitlich besonders relevant und müssen bei baubiologischen Messungen an erster Stelle beachtet werden, auch weil sie sich lange schwebend in der Atemluft halten - Stunden bis Tage - und sich kaum auf Oberflächen ablagern und wenn, wieder leicht aufzuwirbeln sind. Ultrafeinstaub - auch **Nanopartikel** genannt - ist kleiner als **0,1 μm** . Partikel **über 10 μm** gehen bis in die **Bronchien**, selten weiter. Noch größere Partikel bleiben meist in der **Nase**, im Rachen oder im Kehlkopf hängen und werden durch Husten oder Niesen wieder ausgeschieden oder verschluckt. **Grobstaub über 100 μm** wird in der Regel ohne Störungen zu verursachen wieder ausgeatmet.

Schwebstäube bekommen bei Wissenschaftlern, Ärzten und Behörden einen immer größeren gesundheitlichen Stellenwert. Umweltmediziner sehen im lungengängigen Feinstaub inzwischen das gleiche Risikopo-

tenzial wie in den bekannten und gefürchteten Wohngiften. Im Juni 1997 trafen sich Umweltmediziner und Allergologen auf einer Konferenz in San Francisco. Die Experten sichteten Zehntausende von Krankenakten. Das Ergebnis: In Städten mit erhöhtem Schwebstaubanteil in der Luft stieg die Zahl der Todesfälle um fünf Prozent. Sie wiesen darauf hin, dass Luftverschmutzungen bis hin zum Smogalarm an erster Stelle die Folge der luftgetragenen Stäube seien.

An den Staub binden sich fast immer eine Menge von **Allergenen** und **Schadstoffen**: Bakterien, Pilze, Sporen, Milben, Milbenkot, Pollen, Asbest, künstliche Mineralfasern, Biozide, Pyrethroide, Flammenschutzmittel, Weichmacher, PAK, PCB, Schwermetalle, Bakterien- und Pilzgifte... Auch deshalb ist jede Reduzierung von atemwegsrelevanten Stäuben wichtig und richtig. Haus- und Schwebstäube sind kein Kavaliersdelikt, auch wenn sie im klassischen Sinne nicht giftig sein sollten.

Partikelzähler gehören zum Werkzeug eines Baubiologen. Die Geräte funktionieren mit Laser-Technik, messen die Partikelmenge in der Luft und differenzieren verschiedene Partikelgrößen: von 0,3 Mikrometer über 0,5 μm , 1 μm , 2 μm , 5 μm bis 10 μm . So lassen sich in wenigen Minuten Rückschlüsse ziehen auf die Luftbelastung und das biologische Risiko. Normalerweise ist die Zahl der luftgetragenen, lungengängigen Partikel und Feinstäube im Haus etwa so hoch wie im Freien. Ist sie es nicht, dann gibt es Quellen im Haus, die es zu ändern gilt.

Messen wir **auffällige Partikelzahlen**, dann steht etwa Ihr Staubsauger im Verdacht, die Teppiche, Polstermöbel, Betten, die nicht gut gewartete Lüftungs- oder Klimaanlage, offene Feuerstellen, Heizsysteme, "federnde", "undichte" Böden mit vielen Ritzen, wie Holzbalkendecken mit Aschen als Dämm- und Füllmaterial, Räucherstäbchen, zu viel Kerzenlicht, Rauchen, zu wenig Lüftung, die verstopfte Dunstabzugshaube, Laserdrucker und -kopierer... Manchmal kommen Partikel auch von draußen in unsere Lebensräume, durch die nahe Industrie, den Tagebau, aktive Landwirtschaft oder zu starken Autoverkehr mit seinen Abgasen, auch nach Großbränden oder Vulkanausbrüchen. Oft ist die Staubbelastung drinnen jedoch auffälliger als draußen.

Ein besonders nachhaltiger Feinstaubverursacher ist **Rauchen**. Eine einzige Zigarette reicht, und die Schwebstaubwerte im Raum steigen sprunghaft an. Zigarettenrauch zeigt Partikelgrößen von unter 1 μm .

In einem **Brillenfachgeschäft** in Krefeld klagte die ganze Belegschaft über Augen-, Atemwegs- und Schleimhautprobleme. Man hustete sich durch den Tag, rieb sich die Augen und verteilte Kopfschmerztabletten. Man wunderte sich und war genervt, weil man ständig die vielen ausgestellten Brillen putzen musste, denn die waren ständig verstaubt. Draußen gab es **60 Partikel** pro Liter Luft der Größe ab 5 μm . Drinnen waren es **12.000/l**, eine außergewöhnlich hohe Konzentration. Die Lüf-

tungsanlage war der Verursacher. Sie wurde nach langer Zeit endlich wieder gereinigt und die Filter gewechselt. Die Probleme der Angestellten waren, im wahrsten Sinne des Wortes, wie weggeblasen.

Grenz- und Richtwerte, angegeben in Mikrogramm pro Kubikmeter Luft: Die **TA-Luft** will als Jahresmittelwert **150 µg/m³**. Die **EU** diskutierte 1997 über 30 µg/m³ und einigte sich später auf **50 µg/m³** (bezogen auf Partikelgrößen unter 10 µm). Die 22. **Bundes-Immissionsschutz-Verordnung** (22. BImSchV) legt 2005 für das Jahresmittel **40 µg/m³** fest. MIK-Werte des **VDI**: **250 µg/m³** (Mittelwert Tag) und **75 µg/m³** (Jahr). **WHO**: **50 µg/m³** (< 10 µm, Tag), **20 µg/m³** (< 10 µm, Jahr), **25 µg/m³** (< 2,5 µg, Tag), **10 µg/m³** (< 2,5 µm, Jahr). Die US-Umweltbehörde **EPA**: **25 µg/m³** (< 2,5 µm). Die **Alarmstufe 1** für die **Außenluft** gilt ab **800 µg/m³**.

Ich messe oben auf der **Zugspitze 5-10 µg/m³** Feinstaub, am **Meer 10-20 µg/m³**, im **Wald 20-30 µg/m³**, im **Operationssaal unter 30 µg/m³**, in **Großstädten 50-100 µg/m³**, an stark befahrenen Straßen auch mehr, in **Räumen ohne Teppich unter 100 µg/m³**, in **Räumen mit Teppich** mehr als **500 µg/m³**, beim **Staubsaugen** mit billigen Staubsaugern über **2000 µg/m³** und beim **Rauchen** im Raum bis zu **10.000 µg/m³** und mehr.

Es werden bei baubiologischen Staubmessungen verschiedene Messgeräte und Analyseverfahren eingesetzt. So kann die **Menge** des Staubes angezeigt werden, seine zeitliche und räumliche **Verteilung** (z.B. mit optischen Feinstaubmessgeräten). Es kann die **Größe** der Partikel zugeordnet und herausgefunden werden, ob er beim Atmen bis in die Lunge vordringt oder in den oberen Atemwegen oder Bronchien sein Unwesen treibt (z.B. mit Partikelzählern). Es können nach Raumluftprobenahmen (z.B. mit Spezialsaugern, Burkard- oder Allergenco-Samplern) die Staubarten, Allergene und andere natürliche Stoffe **mikroskopisch** erkannt und bewertet werden. Es wird im Labor per Staub festgestellt, ob dieser mit Blütenpollen, Milbenkot, Asbestfasern, Tierhaaren, Schimmelpilzsporen... kontaminiert ist (hierzu mehr in den Kapiteln Schimmel und Allergene. Die Palette der Untersuchungsmöglichkeiten ist groß, und welche zum Einsatz kommen soll, das entscheidet der sachverständige Eindruck bei Ihnen vor Ort.

Bei den **baubiologischen Richtwerten** halten wir es so wie bei anderen Partikeln und Fasern auch: so **wenig wie möglich**, drinnen ähnliche oder möglichst geringere Staubkonzentrationen als draußen.

Luftfilter, Staubsauger

Liegen auffällige Staubbelastungen vor, dann empfiehlt sich neben der Ursachenerkennung und -beseitigung der Einsatz von **Luftfiltern**. Diese sollten leistungsstark sein und mindestens 300 m³ Luft pro Stunde reinigen, je größer der Raum umso mehr. Sie müssen kleinste Partikel, Feinstäube und Fasern aus der Raumluft herausfiltern. Geeignet sind

HEPA-Filter und vergleichbare andere Mikrofilterverfahren, da sie zuverlässig und nebenwirkungsfrei alle Partikel in der Zimmerluft ab 0,3 µm Größe oder noch kleiner beseitigen (300-mal kleiner als der Durchmesser eines Menschenhaares). HEPA-Filter eliminieren neben Staub und Fasern auch Bakterien und Pilzsporen aus der Luft. Ich kenne einige Menschen mit Hausstaub- oder Pilzproblemen, auch Allergiker, die erst nach Einsatz solcher Luftreiniger wieder durchatmen konnten. Derartig erfreuliche Verbesserungen erlebten sie bisher nur bei Aufenthalten in den Bergen oder auf den Kanaren. HEPA-Filter werden seit langem in Hygienebereichen wie in Operationssälen, der Arzneimittelherstellung oder auch in empfindlichen Elektronikräumen eingesetzt.

Besser sind glatte Böden und Flächen, die feucht zu wischen sind. Bei Teppichen sind **Staubsauger** zu bevorzugen, die feinsten Staub saugen und garantiert nicht wieder abgeben. Die meisten Billigprodukte saugen zwar vorne Büroklammern, Münzen und andere dicke Brocken auf, blasen hinten aber reichlich viele lungengängige Feinpartikel wieder raus. Vorne hui, hinten pfui. Achten Sie beim Staubsaugerkauf besonders auf **saugstarke** Geräte und auf **Mikrofilter** (nach HEPA-, ULPA- oder S-Klasse). Die Mikrofilter halten - wie bei den Luftreinigern auch - kleinste Partikel bis zu 0,3 µm zurück, eine Wohltat fürs Raumklima. Alles was Sie an Staub wegsaugen können, landet in der Tüte und nicht mehr in Ihren Atemwegen und auf Schleimhäuten. Es gibt Spezialstaubsauger, welche die Luft durch Wasser ziehen und dabei reinigen, ohne Feinstaub wieder abzugeben. Auch ganz gut, aber leider neigen die Geräte bei schlechter Wartung zur Verkeimung, was dringend zu vermeiden ist. Denken Sie immer an die regelmäßige **Wartung, Reinigung** und Desinfektion von Staubsaugern und Luftfiltern und an den ausreichend häufigen Filter- und Tütenwechsel. Damit wird besonders bei Staubsaugern gern geschlampt.

Tonerstaub

Es häufen sich die Fälle von durch **Tonern** aus Laserdruckern, -kopieren und -faxen Geschädigten. Dabei geht es unter anderem um Atemwegsprobleme, Entzündungen und Nerven- und Hormonstörungen. Im Tonerstaub lauern viele Schadstoffe: neben ganz feinen **Partikeln** (es geht hier um sehr feines Pulver mit Teilchengrößen von etwa 2-30 µm, im Schnitt 7 µm) auch kritische und krebserzeugende **Lösemittel** wie Benzol, Phenol, Styrol und Xylol, **Metalle** wie Blei, Chrom, Eisen, Kobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Strontium und Titan, **Zinnverbindungen, PAK** und **Ruß**. Während des Druck- bzw. Kopiervorganges sollen nach Aussage einiger Experten auch **Nanopartikel** freigesetzt werden. Die üblen Tonerauswirkungen wurden bereits als **Berufskrankheit** anerkannt. Es gibt eine engagierte Interessengemeinschaft für Toner geschädigte. Die ITG hat schon hunderte Fälle dokumentiert und nachgewiesen, dass Toner tatsächlich die Gesundheit angreifen. Es liegen Studien über die krebserzeugende Wirkung von Tonerstaub vor.

Die Landesgewerbeanstalt Bayern testete Toner und Laserdrucker. Bei **über einem Drittel** wurden **hohe Emissionen** gefunden. Das entspricht unserer Erfahrung: Einige Drucker und Kopierer zeigen sich in Sachen Tonerstaubfreigabe **moderat**, kaum der Rede wert, andere sind wahre **Dreckschleudern**. Es gibt immer mehr Geräte mit **integrierten Filtern** und Toner, die **schadstoffarm** sind. Bei diesen, so bestätigt die ITG, sind bisher keine gesundheitlichen Beschwerden bekannt geworden.

Deshalb: Tintenstrahldrucker bevorzugen, wenn Laser, dann mit integrierten Luftfiltern, falls möglich Feinstaubfilter nachrüsten, schadstoffreduzierte Toner verwenden, beim Drucken die Fenster weit auf (auch wenn's kalt ist), bei starkem Druck- bzw. Kopieraufkommen den Raum verlassen oder Gerät in einem separaten, gut gelüfteten Raum platzieren, Abluftventilation nach draußen, Dunstabzugshaube über das Gerät (ein Kunde baute über seinen Drucker einen Kasten mit Abluftvorrichtung ins Freie), eventuell HEPA-Luftreiniger einsetzen, Feinstaubmaske tragen, Geräte optimal warten, Verunreinigungen feucht aufwischen.

Ground Zero 9/11

Ein Super-Gau in Sachen Staubbelastung: der furchtbare Terrorangriff am 11. September 2001 auf das **World Trade Center** in New York. Tonnenweise gefährlicher Staub nebst Asbestfasern nach dem Zusammenbruch der Wolkenkratzer und den Aufräumarbeiten. Ground Zero. Hunderte, ja Tausende Überlebende, Anwesende, Feuerwehrmänner und Helfer wurden bald krank, teilweise schwerkrank, viele berufsunfähig, manche starben. Zahlreiche weitere Spätschäden werden von Experten erwartet. Die unvorstellbaren Berge an Bauschutt gaben eine Mischung krebserregender Partikel und Gifte frei: Asbest, Benzole, Blei, Dioxine, Glas- und Mineralfasern, PCB, Quecksilber, Radioaktivität...

Der böse Diesel

Als ich meinen ersten Diesel kaufte, lang ist's her, galt ich als umweltbewusst, so fühlte ich mich auch. Der Diesel war der Saubermann, weil er wenig fraß und die Katalysatoren für Benziner noch im Kommen waren. Heute bin ich mit meinem Diesel das größte Umweltferkel. So ändern sich die Zeiten, die Erkenntnisse, der politische Druck, die Manipulation, die Lobbylügen. Jahrelang wird der Diesel der Verschmutzung der Umwelt durch zu viele Feinstpartikel angeklagt und dabei - obwohl längst bekannt - verschwiegen, dass die modernen, direkt einspritzenden Benziner mindestens genauso viele kleine und gemeine Stäube bzw. Rußpartikel herausblasen, wenn nicht sogar noch mehr. Und die kriegen die grüne Plakette und dürfen die Umwelt selbst in Umweltzonen versauen. Ich frage mich wieder mal, wofür wir Umweltminister haben, inklusive Angela Merkel, sie haben der Umwelt zu oft mehr geschadet als genutzt, den Menschen auch. Trotz Umweltzone und Schadstoffplakette, der Feinstaub in den Innenstädten ist im Laufe der Jahre

nicht besser geworden, teilweise im Gegenteil. Die Hälfte aller Feinstaubmessplätze übertraf und übertrifft die Grenzwerte, das ist mehr als ernüchternd. Dennoch: Das beste Auto ist das, was in der Garage bleibt. Man schätzt, dass in Deutschland jährlich über 10.000 Tote - an erster Stelle wegen Lungenkrebs - auf das Konto von Abgasruß gehen.

Nano - noch kleiner

Ultrafeine Nanopartikel sind **kleiner** als **0,1 Mikrometer** (μm), also kleiner als **100 Nanometer** (nm), so klein wie ein Fußball im Vergleich zur Weltkugel, schwer vorstellbar. Bei der Größenordnung sind unsere menschlichen Filtermechanismen überfordert und machtlos, beispielsweise jene der Atemwege, ihrer Schleimhäute und Flimmerhärchen. Die gefährlichen Winzlinge passieren ungehindert das Bronchialsystem und dringen bis in die letzten und empfindlichsten Winkel der Lunge, die Lungenbläschen ein, sind also - wie man fachlich sagt - lungengängig. Nanopartikel können in die Blutbahn gelangen und sich im gesamten Körper verteilen, sogar Zellmembranen durchqueren und die Blut-Hirn-Schranke überwinden, freie Fahrt sogar bis ins Gehirn.

Obwohl das bekannt ist, drängen die Nanopartikel in den letzten Jahren immer mehr in unseren Alltag. Man weiß wahrlich noch nicht viel über das Ausmaß des gesundheitlichen Risikos, aber das, was man bereits weiß, ist bedrohlich genug. Mal wieder ist der Mensch ein Experimentierkaninchen für eine neue Technik, einen neuen Markt mit bereits 50.000 Jobs allein in Deutschland. Die "Wundertechnik der Zukunft" - die **Nanotechnologie** - wird zunehmend auf unzähligen Ebenen eingesetzt, und es wird noch mehr, hier nur ein paar Beispiele:

Dämmstoffe, Wandfarben mit Nanosilikaten, Lacke, Parkettversiegelungen (Nanoaluminium für mehr Kratzfestigkeit), Imprägnierungen, Beschichtungen, Klebstoffe, Sonnenschutzmittel (Titandioxid für höheren UV-Schutz), Deodorants, Hygienesprays (Aluminiumoxid, Titandioxid), Kosmetika, Zahnpasta, Cremes (Zinkoxid, Titandioxid), Socken und Unterwäsche (Nanosilber, geruchsreduzierend weil keimtötend), schmutz- und wasserabweisende Kleidung, Brillengläser (Entspiegelung, Kratzfestigkeit), Windeln (zur besseren Aufnahme der Feuchtigkeit), Nahrungsmittelzusätze (Siliziumdioxid, damit Instantsuppen nicht verklumpen, Ketchup, damit es besser aus der Flasche flutscht, Speisesalz, damit es besser rieselt, Titandioxid, damit Joghurtdressing und Kaugummi schön weiß strahlen), die inneren Oberflächen von PET-Plastikflaschen (Siliziumdioxid, damit sie gasdicht werden), Frischhaltefolien (für höhere Reißfestigkeit), Auto-Katalysatoren (Platin, Palladium), Autolacke (damit Wasser und Schmutz besser abperlen), Elektronikbauteile (Festplatten, Chips, Speicher...), Toner. Den Anwendungen sind keine Grenzen gesetzt, und täglich kommen neue Erfindungen hinzu.

Nanotechnologie wird immer wichtiger auch in der **Medizin**, um gezielt

te diagnostische und therapeutische Effekte zu erzielen. Die Neurologie spricht von einem Meilenstein mit vielen neuen Perspektiven. Weil Nano die Blut-Hirn-Schranke überwindet, lassen sich so Wirkstoffe ins Gehirn einschleusen. Nanotechnik will Tumorgewebe besser erkennen und bekämpfen können. Nanosilber wirkt antibiotisch. Implantate bekommen Nanooberflächen. Nano verbessert die Diagnostik, z.B. beim MRT, der Kernspintomographie. Als Kontrastmittel kommt Gadolinium zum Einsatz, das sich in Organen, Geweben, im ganzen Körper verbreitet und dem Bild zu mehr Schärfe und Detailreichtum verhilft. Laut Umweltmedizinern lässt es sich noch nach Jahren im Gehirn nachweisen.

Vorsicht mit **Medikamenten** und **Supplementen**, hier sind Zusätze mit Minipartikeln schon zum fragwürdigen und oft völlig unnötigen Standard geworden. Versuchen Sie mal in der Apotheke eine Pille oder im Drogeriemarkt ein Nahrungsergänzungsmittel zu bekommen ohne Titandioxid, hochdispersives Siliciumdioxid, Aluminiumoxid, Eisenoxid, Magnesiumoxid oder ähnlichem. Solche therapeutisch nicht wirksamen Zusatzstoffe wollen auch verdaut, verstoffwechselt, vertragen, ausgehalten, abgewehrt werden. Ein Beispiel von vielen: Beim Erkältungsmittel Sinupret forte ("naturheilkundlich, rein pflanzlich...") sind es neben den fünf Wirkstoffen Eisenkraut, Enzianwurzel, Sauerampferkraut, Holunderblüten und Schlüsselblumenblüten **24 Zusatzstoffe** (!): Aluminiumoxid, Aluminiumsalz, Chinolingelb (E 104), Eudragit (E 12,5), Gelatine, Glucosesirup, Indigocarmin (E 132), Kalziumkarbonat (E 170), Kartoffelstärke, Lactose 1H₂O, Magnesiumoxid, Maisquellstärke, Maisstärke, Montanglycolwachs, Natriumcarbonat, Povidon, raffiniertes Rizinusöl, Saccharose, Schellack, hochdisperses Siliciumdioxid, Sorbitol, Stearinpalmitinsäure, Talkum, Titandioxid (E 171). Eine Sinupret-Tablette wiegt 510 mg, die Wirkstoffe machen aber lediglich 156 mg aus, bleiben 354 mg Zusatzstoffe, mehr als doppelt so viel. Bei anderen Pillen, Kapseln, Presslingen, Pulvern, Brausetabletten... sind es drei- bis zehnmal mehr Zusätze als Wirkstoffe. Was haben derart viele belastende Chemie-Produkte wie Farbstoffe, Lacke, Weichmacher, Glykole, derart viele E-Nummern und Mikrokristalline in Tabletten zu suchen? Was Aluminium? Silber? Was Titandioxid, nur um die Pille weiß(er) zu machen? Warum schaffen das andere Hersteller ohne derart viele Zusätze? Sie nehmen - sofern überhaupt - natürliche Hilfs- und Farbstoffe, meiden kritische Chemie, Metallverbindungen, Weich- und Weißmacher, E's..., kosten nicht oder kaum mehr und halten genauso lang.

Luftionen - Staub als Luftionenkiller

Luftionen - auch Kleinionen genannt - sind **positiv** oder **negativ geladene Moleküle** in der Luft. Sie sind wesentlicher Teil eines gesunden Raumklimas. Je **mehr** Kleinionen und je ausgewogener die Plus-Minus-Anteile, umso **besser**. Jede Reduzierung bedeutet: schlechtere Luft. Es gibt auch Großionen, die sich umgekehrt verhalten: Je mehr Großionen, umso mehr Staub, Rauch, Ruß, Smog, umso schlechter das Klima.

Feinstaub ist ein schlimmer **Luftionenräuber**. Meine Ionometer zeigen: In mäßig gelüfteten Innenräumen nimmt selbst bei nur leicht erhöhtem Staubaufkommen die Anzahl der für die Gesundheit und das Wohlbefinden so wichtigen Luftionen rapide ab. Am schlimmsten, wie schon mehrfach angesprochen: Rauchen. Der Qualm einer einzigen Zigarette reicht, um die Ionenzahl im Zimmer zu 80-90 % zu vernichten. Und die Ionen brauchen ihre Zeit, um zu regenerieren. Ähnlich bei Räucherstäbchen: Spätestens nach einer halben Stunde ist die Ionenkonzentration im Keller. Feinstaub in Matratzen und Kopfkissen, Bettdecken und Plumeaus, Polstern und Teppichen, Gardinen und Vorhängen, macht nicht nur den Luftionen zu schaffen, auch den hier lebenden Menschen.

Stellen Sie sich vor: Mein Messgerät steht auf dem Bett. Die Luftionenzahl ist noch okay. Dann klopfe ich mit der flachen Hand nur leicht auf die - oft jahrelang nicht gereinigte - Matratze oder schüttele etwas am Kopfkissen..., und die sensiblen Ionen sind dank freigesetztem Staub hochprozentig reduziert. Gute Atemluft ade. Willkommen stickige Luft, Staub, Allergene, Milbenkot, Pilze... Deshalb: Mehrmals im Jahr raus mit der Matratze an die frische(re) Luft, ans Sonnenlicht, und mit Klopfen, Latten oder Besenstielen gründlich und beidseitig durchprügeln. Sie werden erschrecken, welche Wolken an Staub da im Spiel sind. Dann im Alltag immer wieder mit leistungsstarken Staubsaugern absaugen. Die Bettwäsche und die Kopfkissen ebenfalls an die Luft, ans Licht und klopfen, schütteln, reinigen, wechseln. Die Teppiche auf die Teppichstange und... siehe oben. Mehr hierzu im letzten Kapitel über Allergene.

Auch draußen im Freien ruiniert Feinstaub die Luftionenzahl. Industrieabgase, Autoabgase, die rauchenden Kamine der Häuser, Waldbrände, Vulkanausbrüche, Tagebau, landwirtschaftliche Arbeiten, bei dem viel Erde aufgewühlt wird, sind hierfür wesentlich mitverantwortlich. Die **Luftionenkonzentration** in der Umwelt **nimmt kontinuierlich ab**. Ich messe heute nur noch etwa die Hälfte der Ionenzahlen in der Außenluft im Vergleich zu vor 30 Jahren, manchmal noch weniger. Dafür nimmt der Staub in der Atmosphäre zu. Verstaubt unsere Welt?

Also, ich mache mir Sorgen: zuträgliche Luftionen schwinden, abträglicher Feinstaub und Kohlendioxid nehmen zu, das Weltklima heizt auf, die Meere vermüllen... Zivilisation, Industrialisierung und die Gier nach Geld zeigen Nebenwirkungen. Die Erde leidet und mit ihr alle Kreaturen. Ich erinnere mich an das indianische Lieblingszitat der in den 80er Jahren aufkeimenden Umweltbewegung: "Erst wenn der letzte Baum gerodet, der letzte Fluss vergiftet, der letzte Fisch gefangen ist, werdet Ihr merken, dass man Geld nicht essen kann." Oder an Chief Seattle, den Indianerhäuptling, der mit seinem Volk den Weißen im Nordwesten der USA weichen musste: "Wir sind ein Teil der Erde, und sie ist ein Teil von uns. Die Erde zu verletzen heißt, ihren Schöpfer zu verachten." Mehr zu Luftionen im folgenden Kapitel über das "Raumklima" und noch viel mehr im Buch "Stress durch Strom und Strahlung".

Fogging - plötzliche Staubablagerungen in Innenräumen

Fogging, das bedeutet plötzlich auftretende **schwarze Flecken und rußartige Schlieren** in den eigenen vier Wänden. Tapeten, Schränke, Gardinen, Fensterrahmen, Bilder, Fliesen oder Einrichtungen werden innerhalb weniger Tage auf unerklärliche Weise grau bis fast schwarz. Manchmal sieht es so aus, als wäre im Haus der Kamin verpufft, der Fernseher implodiert oder ein Lagerfeuer abgebrannt. Die dunklen Flächen verschmieren wie ein Ölfilm und sind selbst mit scharfen Mitteln schlecht wegzuwischen. Und wenn, dann kommen sie in kurzer Zeit wieder, bis das Problem irgendwann und unberechenbar zum Stillstand kommt, oft schon nach Wochen, manchmal erst nach Monaten. Manchmal kommt es im nächsten Jahr wieder. Unser bisher schlimmster Fall: Fogging wiederholte sich sieben Mal in fünf Jahren. Die bedängstigsten Phänomene häufen sich in den letzten Jahren.

Wir sind mit diesem Problem 1989 erstmalig konfrontiert worden. Die einst schneeweiße Krefelder Wohnung wurde innerhalb von zwei Wochen dunkelgrau wie ein alter Gewölbekeller, täglich mehr, unaufhaltbar. Die Bewohner waren verzweifelt, kamen mit dem Reinigen nicht mehr nach. Die frisch gewaschenen Gardinen und Vorhänge hingen keine drei Tage, schon wurden sie wieder hellgrau, dann dunkelgrau. Sorgen um Gesundheitsrisiken kamen auf. Was ist das für ein hässlicher grauer Belag? Wo kommt er her? Woraus besteht er? Atmet man ihn ein? Nach diesem ersten Fall wurden es mehr, im Jahr danach zwei, im Jahr danach drei, dann fünf, dann sieben..., erstaunlicherweise immer nur im **Winter** und immer nur nach **Renovierungen** oder in **Neubauten**. Ein detektivisches Suchen nach Ursachen und möglichen biologischen Risiken nahm seinen Lauf, dauert immer noch an.

Das Umweltmagazin **Öko-Test** vermutete im Januar 1997, dass Hilfsstoffe aus modernen lösemittelfreien Wand- und Dispersionsfarben für den schwarzen Belag mitverantwortlich sind. Dr. **W. Melzer** vom chemischen Labor Bremen meint nach Jahren Fogging-Erfahrung, kunststoffhaltige Gegenstände, Tapeten und Teppiche seien beteiligt. Die Experten der **Gesellschaft für Umweltchemie** in München sehen nach zahlreichen Untersuchungen einen Zusammenhang mit schwerflüchtigen Substanzen wie Weichmachern, Gleitmitteln, Fettsäuren, Alkanen, Phenolen und Antioxidantien, können die letztendlich schlüssige Erklärung aber auch noch nicht bieten. Der **TÜV Hannover** gibt zu bedenken, dass noch keine einheitliche Ursache gefunden wurde, die in allen bisher untersuchten Fällen gilt. Das **Umweltbundesamt** geht davon aus, dass mehrere unterschiedliche ungünstige Faktoren puzzleartig zusammenkommen müssen, bevor es zum Foggingeffekt kommt. Es stellt 1998 nach Untersuchungen von 132 Räumen fest, dass Fogging in 92 % aller Fälle während der Heizphase auftritt und in 86 % aller Fälle die Wohnung neu bezogen oder renoviert wurde und der Zeitabstand zur Renovierung meist weniger als sechs Monate zurückliegt.

Keiner der mit diesem Problem Beschäftigten hat bisher die umfassende Antwort gefunden. Weder wir, noch Unis, noch Baubiologiekollegen oder Umweltlabore, noch der TÜV, auch nicht die Behörden.

Folgende Faktoren sind nach unserer bisherigen Erfahrung am Foggingeffekt **fast immer** beteiligt:

- Fogging entsteht im **Winter**, wenn es draußen sehr kalt ist (Minustemperaturen), drinnen geheizt wird und die Raumluft relativ warm und trocken ist (über 20 °C und unter 30 % relativer Feuchte).
- Es geht um **Feinstaub** (Schwebstaub) bzw. Partikel der Größe bis etwa 1 µm (Mikrometer), seltener größer, eher noch kleiner. Der Feinstaub wird angezogen und durch Oberflächenfeuchte oder vielleicht auch diverse Chemikalien schlierig, ölig, rußig.
- Es wurde in den Wochen oder Monaten zuvor (zumeist im Sommer bis Herbst) neu **gebaut**, umgebaut, **renoviert**, eingerichtet, großflächig **tapeziert** und/oder **gestrichen**.
- Es waren immer **Wand-** und **Deckenanstriche** mit im Spiel, manchmal Bodenbeläge oder Einrichtungen, selten Teppiche.
- Die Art und Qualität des **Anstrichs** scheint eine besondere Rolle zu spielen. Die als "lösemittelfrei" deklarierten Farben, Lacke, Wachse, Öle, Kleber, Pflegemittel... stehen im Verdacht, denn sie enthalten, wie beispielsweise Kunststoffböden und Laminat auch, Weichmacher und andere mittel- bis schwerflüchtige chemische Verbindungen. Fette können mit im Spiel sein, Paraffine, Silikone, Tenside, Glykole, Squalen und Lösemittlersatzstoffe.
- Einige modernere Anstriche werden nanotechnologisch verarbeitet, und das genau seit dieser Zeit, seitdem es Fogging gibt. Wir vermuten als Folge dieser **Nanotechnologie** die massenweise Freisetzung und Ablagerung extrem winziger Partikel, stehen mit dieser unserer Erkenntnis aber noch allein in weiter Flur.
- Es gab bei Um- und Neubauten häufig eine nicht ausreichend abgetrocknete Bausubstanz mit leicht **restfeuchten Flächen**.
- Es wurde relativ **wenig gelüftet** oder die Wohnungen waren nicht regelmäßig bewohnt.
- **Feuchtere Oberflächen** (Fliesen, Fensterrahmen, Kältezonen bzw. Wärmebrücken) und die **Thermik** im Raum (Zentralheizungskörper, andere Wärmequellen, Warmluftbewegung) sind mitentscheidend.
- **Elektrostatisch** geladene Oberflächen (Bildschirme, Synthetikgardi-

nen und -teppiche, Kunststoffmöbel, -tapeten, -geräte und -gegenstände, Plastikfenster und -bilderrahmen...) forcieren das Problem.

Folgende Faktoren sind nach unserer Erfahrung **nicht** beteiligt:

- Es lagen in keinem Fall Einwirkungen von außen, von Industriebetrieben in der nahen Umgebung, Abgasen, Schornsteinen, von stark befahrenen Straßen, aus der Nachbarschaft... vor.
- Der Verdacht, es könnten Rußablagerungen von Öfen, Lüftungsanlagen, Kaminen, Räucherstäbchen, Kerzen, Öllämpchen, Fackeln, Bränden... sein, hat sich nie allein bestätigt.
- Der Belag entsteht unabhängig davon, ob im Raum geraucht wird.
- Die Art der Heizung (Zentralheizkörper, Fußbodenheizung, Nachstromspeicheröfen, Gebläse...) hat keinen entscheidenden Einfluss auf das Foggingproblem. Es tritt bei allen Heizarten auf.

Es handelte sich in allen Fällen um ungewöhnliche Mengen feinsten **Staubpartikel**. Man muss damit rechnen, dass sie eingeatmet werden, zumindest in der Zeit der aktiven Fogging-"Verpuffung", und sich auf Schleimhäute legen und Bronchien wie Lungen belasten. Entwarnung kann nicht gegeben werden. Es waren häufiger schlechte **Luftionwerte** in den Räumen feststellbar.

Leider kamen wir mit den Messungen immer zu spät, denn die eigentliche Fogging-"Explosion" war ja schon vorbei und nur noch das Ergebnis zu sehen. Man müsste genau in der Zeit, wenn die Ablagerungen entstehen, Untersuchungen durchführen. Dennoch waren auch später, zum Zeitpunkt der Messungen, immer noch höhere Schwebstaubmengen mit Laser-Partikelzählern festzustellen, teilweise lagen sie beim 20fachen der Außenluftwerte, auch in Industriegebieten des Ruhrgebietes und an stark befahrenen Innenstadtstraßen. Einmal waren sie sogar 100-mal so hoch wie draußen im Freien. Normalerweise erwartet man drinnen eher etwas niedrigere Werte als draußen.

Wir haben diesen Feinstaub auf einige hundert **leicht-** und **schwerflüchtige** Schadstoffe (Formaldehyd, Lösemittel, Pestizide, Weichmacher, Flammschutzmittel, PAK, PCB...) analysiert. Wir haben **Ruß** und **Schwermetalle** gesucht, nach **Allergenen** und **Pilzen** gefahndet. In den meisten Fällen waren unsere Untersuchungsergebnisse der Innenraumschadstoffe nicht besorgniserregend, deckten sich in etwa mit jenen aus foggingfreien Wohnungen und dürften deshalb aus gesundheitlicher Sicht nicht kritisch sein.

Manchmal waren erhöhte **Weichmacherkonzentrationen** oder andere schwerflüchtige Kohlenwasserstoffe oder Alkohole zu finden, wie sie

auch in einigen Tapeten und Wandfarben eingesetzt werden. Skandalöse Substanzen wie z.B. PCP, Lindan, PCB oder Pyrethroide waren nie auffällig. Die für Verbrennungsrückstände oder Ruß typischen PAK waren auf keiner Probe nachzuweisen. In einigen Fällen gab es erhöhte **Schimmelpilzzahlen**. Hier wie bei den gefundenen Schadstoffen gibt es nicht nur aus optischer, sondern besonders auch aus gesundheitlicher Sicht Handlungsbedarf. Unabhängig davon, ob der Staub im klassischen Sinne toxisch, mikrobiologisch belastet oder sonst wie schädlich ist, reicht allein die Feinstaubmenge, um Schleimhäute zu reizen und gesundheitliche Beschwerden zu provozieren, an erster Stelle bei Asthmatikern, anderen Atemwegskranken (z.B. COPD) und Allergikern. Aber wir wissen noch nicht genug. Die meines Erachtens wichtige Frage nach Nanopartikeln seitens der Hersteller ist noch völlig offen.

Es ist sinnvoll, **Messungen** vor Ort und **Analysen** im Labor durchzuführen, um ein mögliches biologisches Risiko einschätzen zu können. Zu diesen Untersuchungen gehören: die leicht- und schwerflüchtigen Schadstoffe in Luft, Staub und Material; Bakterien und Pilze; Partikelzahl, -art und -größe; Elektrostatik der Kunststoffoberflächen; Temperatur, Feuchte und Taupunkt von Luft, Oberflächen und Bausubstanz; die Luftionisation und andere raumklimatische Verhältnisse.

Weil bisher noch keiner die genauen Zusammenhänge, die zum Foggingeffekt führen, kennt, ist auch ein Sanierungsvorschlag schwierig zu geben. Der Sachverständige wird nach seinem Eindruck vor Ort individuell beraten. Wir haben mit folgendem gründlichen Sanierungskonzept bisher meist gute Erfahrungen gemacht: Tapeten (und Teppiche?) entfernen. Dann die Räume stark heizen und nonstop lüften. Dann neu tapezieren oder verputzen (diffusionsoffener Kalk-, Lehm-, Silikatputze), auf dampfdichte Kunststofftapeten verzichten. Mit hochwertigen Wandfarben streichen, keine Billigprodukte. Nanotechnologisch verarbeitete Materialien vermeiden. Es gibt erste Hersteller, die mit "ohne Fogging-aktive Substanzen" werben, sie sagen aber leider nicht, was solche Fogging-aktiven Substanzen sind. Keine Weichmacher und andere kritischen mittel- bis schwerflüchtigen Inhaltsstoffe verwenden. Nach allen Arbeiten weiter heizen und lüften. Kältezonen und Elektrostatik vermeiden. Die Bausubstanz gründlich austrocknen lassen.

Nach einer solchen Sanierung sind Rückfälle bei unseren Kunden über Jahre nicht aufgetreten. In einigen Fällen reichten die gründliche Reinigung der betroffenen Räume und das Überstreichen der vorhandenen verschmutzten Tapete. In anderen Fällen führte diese abgespeckte Sanierung zum neuen Auftreten von Fogging im nächsten Winter.

Zusätzlich hilfreich kann der Einsatz eines HEPA-Luftreinigers sein, der - wie schon erwähnt - in normalen Raumgrößen mindestens 300 m³ Luft pro Stunde filtern können sollte, und außerdem von leistungsstarken Allergikerstaubsaugern mit Mikrofiltern der HEPA-, ULPA- oder S-

Klasse, siehe auch in den Kapiteln "Partikel" und "Schimmelpilze".

Achten Sie auf atmungsaktive Innenräume. Lüften Sie viel. Vermeiden Sie übertriebene Isolierungen zur Wärmedämmung, der Wärmedämmwahn hat seinen Preis. Beziehen Sie frisch renovierte Wohnungen erst, wenn sie ausreichend ausgetrocknet und ausgelüftet wurden. Verzichten Sie auf elektrostatisch aufladbare Einrichtungen wie Synthetikteppiche und -gardinen oder Laminat und Kunststoffmöbel.

Das Umweltbundesamt empfiehlt neben dem reichlichen und regelmäßigen Lüften und Heizen das Entfernen aller foggingverursachenden Quellen, an erster Stelle Kunststoff- und Schaumtapeten, Synthetikteppiche und -oberflächen, aber auch Kerzen und Öllampen. Es gibt eine Broschüre heraus: "Attacke des schwarzen Staubes".

Hier der Auszug eines Berichtes aus dem 'Achimer Kurier', vom 30. November 1996: **"Fogging - als wäre im Haus ein Ölofen explodiert"**:

Sandra Wehrmann aus Achim traut sich zur Zeit kaum, Besucher in ihre Wohnung zu lassen. An Tapeten, Fenstern, Türen und auf dem Teppich hat sich eine schwarze rußige Schicht abgelagert. Dabei hat die Achimerin erst Anfang November renoviert. Wenige Tage später war wieder alles verschmutzt. Sie ist verzweifelt. Für dieses Phänomen, das Experten bundesweit unter dem Begriff "Fogging" bekannt ist, konnte bisher noch keine eindeutige Ursache gefunden werden.

Wäre es der 1. April, hätte sich jeder geweigert, Sandra Wehrmann auch nur den geringsten Glauben zu schenken. Zu phantastisch sind die Phänomene, über die sie aus ihrer Wohnung berichtet. Doch schon bald nach Betreten der Räume sieht jeder Besucher das Unglaubliche: In den Räumen der Wohnung hat sich, verstärkt über den Heizkörpern und Fenstern, eine schwarze Rußschicht auf den Tapeten abgelagert. Dasselbe Bild auf Tischen, Elektrogeräten und Türen.

Streicht Sandra Wehrmann mit der Hand über die Fensterscheiben, so bleibt ein schwarzer Schmierfilm auf ihren Fingern zurück. Der Ruß staubt ihr sogar entgegen, wenn sie eine CD-Hülle öffnet, Teller oder Socken aus dem Küchen- oder Schlafraumschrank nimmt: "Frischgewaschene weiße Socken kann ich gleich wieder in die Wäsche tun."

Doch als Ruß, so Dr. Wolfgang Melzer vom chemischen Labor in Bremen, sind die Ablagerungen nicht einzustufen. Für den Experten ist die Analyse zur Routine geworden: "Meist sind es Ausgasungen aus kunststoffhaltigen Einrichtungsgegenständen, Teppichen oder Tapeten, die sich mit Hausstaub verbinden." Auch Latex- und andere Wandfarben seien in Verdacht geraten.

Ob es damit allein getan ist, bleibt fraglich. Neben den Staubablage-

rungen treten bei Sandra Wehrmann auch elektrostatische Phänomene auf. Einem Vertreter der Hausratversicherung erging es genauso wie dem Fotografen des Weser-Kuriers: Sie drückten auf die Auslöser, und dann brach die gesamte Elektronik ihrer Kameras zusammen. Beide weigern sich, die Wohnung noch einmal zu betreten.

Sandra Wehrmann möchte nicht ausziehen, weil sie herausfinden will, welche Gesundheitsgefahr das mysteriöse Phänomen mit sich bringt. Bisher habe sie keine Beschwerden, fühlt sich jedoch unwohl in Anbetracht der schwarzen Flächen und sieht immense Kosten auf sich zukommen. Bereits zweimal in einem Monat musste sie renovieren, die erste Analyse des Bremer Labors kostete 200 Euro, ein Gutachten des TÜV Hannover hätte sogar 1500 bis 2000 Euro verschlungen. Außerdem wird sie sich mit dem Gedanken anfreunden müssen, Tapeten, Teppiche und bestimmte Einrichtungsgegenstände zu entfernen.

Wolfgang Rosenberger vom TÜV Hannover betont, dass noch keine einheitliche Ursache benannt werden kann: "Das sieht momentan alles nach mächtig viel persönlichem Pech aus." Auch wenn es noch keine einheitliche Meinung zum Thema Fogging gibt, eines fordern alle mit dem Problem beschäftigten Experten: Vermeidliche Quellen des Übels müssen sofort beseitigt werden.

B 6 Stress durch das **RAUMKLIMA**

Zu den Untersuchungen nach Standard der baubiologischen Messtechnik gehören die der Raumluftqualität und des Raumklimas, von Kohlendioxid und Sauerstoff, der Luftwechselrate und der Konzentration und Verteilung von Luftionen. Frische, saubere, Kohlendioxid-arme, Sauerstoff- und Kleinionen-reiche Atemluft ist lebenswichtig. Auch die Luftelektrizität ist ein raumklimatischer Aspekt und das Vorhandensein von Gerüchen, zudem die Luft- und Oberflächentemperatur, Luft- und Materialfeuchte, Luftdruck und Luftbewegung. Zu den Themen Luftelektrizität und Ionen erinnern Sie sich bitte an das Kapitel "Partikel und Staub" und zu den Gerüchen an das Kapitel "Schadstoffe".

Ein gesundes Raumklima ist von vielen sich wechselseitig beeinflussenden Faktoren abhängig. Liegen Belastungen z.B. elektrischer, elektrostatischer oder radioaktiver Art vor oder gibt es Wohngifte, Feinstäube oder Feuchte, dann ist die Verschlechterung der Atemluftqualität die zwangsläufige Folge. Von guter Luft sind Gesundheit, Vitalität und seelisches Wohlbefinden abhängig. In einem gestörten Raumklima wird Krankheit, Passivität, Depressivität und Nervosität kultiviert.

Heute findet man Synthetik überall, auf dem Fußboden, an Wänden, vor Fenstern, am Körper. Unbewusste Überelektrifizierungen und zu viele chemische Stoffe mit unberechenbaren (Wechsel-)Wirkungen sind zu Hause Dauergast. Dampfdicht eingepackt in Beton und Doppelver-

glasung schwindet der letzte Funke Hoffnung auf klimatische Abwechslung. Jetzt noch kräftig rauchen, so selten wie möglich lüften und alles per Zentral- oder Fußbodenheizung in Bewegung halten. Das Ergebnis: dicke Luft, ein zusammengebrochenes Raumklima. Die Gewinner: Smog, Staub, Krankheitskeime, Pilzsporen, Radon, Kohlendioxid... Zivilisation und Fortschritt haben Nebenwirkungen. Kein Wunder, dass dann selbst relativ harmlose natürliche Einflüsse wie Vollmond oder Wetterwechsel zu schaffen machen. Kein Wunder, dass eigentlich harmlose Angreifer in Form von Blütenpollen oder Katzenhaaren die überforderten Widerstandskräfte in die Knie zwingen.

Ein Mensch braucht (das ist keine Erfindung der Baubiologie, das ist Grundgesetz der Natur) pro Stunde mindestens **50 m³ frische Luft**, unter **500 ppm Kohlendioxid** und um die **21 % Sauerstoff**.

Garant für bestmögliche Raumluftqualität ist neben den Sanierungen der vorher beschriebenen Stressfaktoren die regelmäßige **Lüftung**. Ein **einmaliger kompletter Luftaustausch pro Stunde** ist die Mindestanforderung. In modernen Wohnungen und renovierten, einst gesunden Altbauten, erlebe ich schon nach wenigen ungelüfteten Stunden eine arge Verschlechterung der Luftqualität. Der Grund: perfekte Fensterdämmung, dampfdichte Baustoffe und Oberflächenbehandlungen, unsinnige Dampfsperren, eine lebensfeindliche Wärmeschutzverordnung und an erster Stelle unzureichende Luftwechselraten. Wozu ein Haus voller Fenster, wenn ich sie kaum öffne? Die falsche Angst vor den Schadstoffen der Umwelt und übertriebenes Energiesparen sind oft fehl am Platze. Draußen ist es meistens besser als drinnen, die schlechte Luft muss raus, die bessere rein. Energiesparen an der falschen Stelle kann gesundheitsschädlich werden.

Schadstoffverursacher Mensch: Kohlendioxid

Kohlendioxid (CO₂) ist ein geruchloses Gas. Man findet es in der gesamten Atmosphäre. In der Natur nehmen Pflanzen das für sie lebenswichtige Kohlendioxid auf und wandeln es in den für uns lebenswichtigen Sauerstoff um. Steigende Konzentrationen aus menschengemachten Quellen wie Kaminen, Industrie- und Autoabgasen tragen maßgeblich zum **Klimawandel** bei. Allein Deutschland bläst jährlich hunderte Millionen Tonnen Kohlendioxid in die Atmosphäre. CO₂ ist der in Industrieländern am meisten freigesetzte Schadstoff. Die katastrophalen Konsequenzen werden immer deutlicher, für jeden unübersehbar, außer für Donald Trump. Die Erde wird dank massiver, ungebremster Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle und Öl zum Treibhaus. Die Erderwärmung nimmt gnadenlos zu und mit ihr Hitze, Dürre, Unwetter, schmelzende Gletscher, versinkende Küstenstädte, Überschwemmungen, Krankheiten, Seuchen, Wassermangel, Nahrungsengpässe, Luftverschmutzung, Flüchtlingsströme, verheerende Veränderungen in der Natur... Der Klimawandel ist die heute wohl größte Herausforderung,

der sich die Menschheit stellen muss. Ungebremstes Wirtschaftswachstum darf und kann nicht weiter das vorrangige Ziel sein. Wie lange und wohin soll die Wirtschaft denn noch wachsen? Und um welchen Preis? Wir müssen erkennen: Wir haben uns verlaufen. Wir müssen wieder lernen, unsere Maßlosigkeit zu mäßigen. Nicht nur beim CO₂.

Aber auch ein Blick ins Haus, in unsere verschlossenen Lebensräume, lohnt sich in Sachen Kohlendioxid, denn das Gas entsteht an erster Stelle durch **Ausatmung**. Auch der Mensch ist somit ein "Schadstoffverursacher". Wir atmen Sauerstoff ein und Kohlendioxid aus, ein Abfallprodukt. Wir verbrauchen pro Tag mindestens 10.000 Liter Luft. Ein Mensch atmet mehr als 10 Liter Kohlendioxid pro Stunde aus, wenn er ruht. Arbeit er am Schreibtisch, sind es mindestens 20, bei der Hausarbeit 40 und beim Sport 100. CO₂ ist für Menschen schädlich. Deshalb sollten wir trotzdem weiter kräftig durchatmen, nur, irgendwo muss er hin, der Schadstoff, damit er nicht wieder und wieder eingeatmet und lebenswichtiger Sauerstoff verdrängt wird. Lüften ist die Devise. CO₂ gehört nach draußen, drinnen sollte zuviel CO₂ tabu sein.

Die Messung von Kohlendioxid ist eine gute Möglichkeit zur Bewertung der **Luftqualität** im Innenraum. Draußen im Freien, in der **Natur**, messe ich **380-400 ppm** (parts per million). In einem natürlich eingerichteten, solide gelüfteten Raum ebenfalls. Das trotz weltweiten CO₂-Problemen und Klimawandel. Viel früher sahen die Werte schon noch besser aus: **Vor der Industrialisierung** waren es draußen nur um die **250 ppm**. Danach ging es aufwärts: 1900 280 ppm, 1950 310 ppm und 1970 330 ppm. Als ich vor 30 Jahren mit Kohlendioxidmessungen anfang, waren es um die **350 ppm**, heute - wie gesagt - über 380 ppm. Ich konnte Jahr für Jahr den Anstieg mit meinen Messgeräten nachvollziehen. Jährlich nimmt der Wert zurzeit um etwa **1-2 ppm** zu durch immer mehr Energieverbrauch, Straßenverkehr, Verbrennung, Waldrodungen, immer weniger Natur, immer mehr Menschen, immer mehr Wohlstand.

Je mehr Atmung, je weniger Luftaustausch, je dampfdichter das Haus, desto schneller geht der Wert drinnen in die bedenkliche Höhe. Offizielle Standards in den USA schreiben am Arbeitsplatz **1000 ppm** als Grenzwert vor, sonst lauern Müdigkeit und Kopfschmerz, Konzentrationschwäche und andere Beschwerden. In den meist schlecht gelüfteten und unnatürlich eingerichteten Durchschnittsschlafzimmern messe ich nach acht Stunden Nachtruhe über **2000 ppm**. Kein Wunder, dass morgens der Schädel brummt.

Ich habe die Schlafräume von **zehn Ehepaaren** überprüft. Früh am Morgen, kurz vor dem Aufstehen und ersten Lüften, gab es ausnahmslos **über 1500**, einmal sogar **5000 ppm** Kohlendioxid, nur weil die Fenster die ganze Nacht zu waren und der Schlafraum eingepackt in atmungsinaktive Bau- und Kunststoffe. Ähnliches habe ich vor dem Wecken in zehn ungelüfteten Dreibettzimmern eines **Krankenhauses** er-

lebt. Die Messwerte, schlimm wie oben: **1200 bis 3200 ppm**.

Ich möchte nicht wissen, wie viele Schulkinder sich deshalb nicht konzentrieren können und ständig gähnen, weil die Luft im Klassenraum keine Luft mehr ist. In nicht gelüfteten Klassen- oder Seminarräumen, in denen **30 Menschen** nur **10 Minuten** atmen, messe ich **über 1000 ppm** Kohlendioxid, nach **einer Stunde** sind es **3000 ppm**, dreimal soviel wie der US-Arbeitsplatzgrenzwert. In einem mies gelüfteten und vollbesetzten Kino fand ich **7000 ppm** allein durch die Ausatmung der Besucher. Manche Leute torkelten kreidebleich aus dem Theater.

Dennoch ist für die meisten Mitmenschen die baubiologische Forderung nach mehr Luftaustausch ein kaum zu bewältigendes Anliegen. Im miesesten Klima meinen die Leute - an ihre hausbackene Katastrophe schon gewöhnt, wie Raucher ans Rauchen - es sei alles in Ordnung. Immerhin lüfte man ja morgens zehn Minuten. Es gibt tausend Argumente dagegen: Mit offenem Fenster zieht es, frische Brisen werden für gefährlichen Durchzug gehalten, die Heizkosten sind zu teuer, dem Wellensittich ist nicht zu trauen, die Einbrecher werden auch immer dreister, vom einfallenden Sonnenlicht verbleichen die Teppiche... Wenn ich einem Kranken bescheinige, er läge auf einer Wasserader, dann wird das meist dankbar entgegengenommen, man sieht Zusammenhänge mit der Krankheit, das Bett wird verstellt, keine Kosten und Mühen gescheut. Demonstriere ich mit aller Überzeugungskraft, man solle mehr lüften, dann ist man pikiert, fast schon beleidigt, und überhaupt, das kann doch nicht so schlimm sein. Sei's drum, die Luken bleiben dicht, die "Fenster-und-Türen-zu-Sucht" bleibt Sieger.

Luft wird zum Feindbild: die Autoabgase und Schadstoffe draußen. Dabei sagen Statistiken (und meine Erfahrung), dass es in den meisten Zimmern drinnen schlimmer aussieht als draußen auf der Hauptverkehrskreuzung. Die Luft ist auch im Ruhrpott draußen meist besser als drinnen. Ich möchte nicht wissen, wie viele Menschen morgens zerschlagen, unausgeschlafen, verspannt, verkater... aufwachen und alles mögliche für den Zustand verantwortlich machen, Formaldehyd, Strahlung, Sorgen..., nur nicht diesen wichtigen Faktor: verbrauchte Luft.

Mache ich bei Freunden in der Küche ein Fenster auf Kipp, um wieder Luft zu kriegen, dann steht spätestens nach einer Minute der Hausherr nebenan im Wohnzimmer auf und macht es wieder zu, der hat ein Radar für offene Fenster, auch durch Wände hindurch. Machen Sie in einer überheizten, schwitzigen, verrauchten Kneipe nur mal kurz ein Fenster auf. Ich gebe Ihnen fünf Sekunden, dann kommen die ersten Proteste, so als würde einen frische Luft umbringen. Nur, im Cabrio auf der Autobahn, mit dem Mountainbike die Serpentina runter, auf dem Surfbrett durch den Wind und über die Wellen, da zieht's nicht am Nacken. Ich kenne MCS-Kranke, die rauchen, und Elektrosensible, die mit dem Handy telefonieren. Jedem das Seine. Ich muss nicht alles verstehen.

Natürliche Luftionen, Sauerstoff..., klopfen an Ihre Fenster, von außen. Schlechte, unnatürliche, verbrauchte Luft klopft auch an Ihre Fenster, von innen. 50 Kubikmeter, das ist so groß ist ein normaler Wohn- oder Schlafräum. In einer Stunde wird das Gute in der Luft von einem Menschen weggeatmet, von zwei Menschen in einer halben. Wo soll sie herkommen, die Sauerstoff- und Ionen-reiche und Kohlendioxid-arme Frischluft, wenn alle Fenster und Türen zu sind? Ein kompletter Raumluftwechsel pro Stunde ist nötig. Wie soll das dank dampfdichter moderner Bauweise und Wärmeschutzverordnung gehen?

Null-Energie-Haus? Gut fürs Energiesparen, leider oft schlecht für die Luftionen und das gesamte Raumklima. Zwangslüftung durch technische Filter und Luftschächte aus elektrostatischen Kunststoffen, welche die Luftionen schon vor dem Eintreten in die Räume killen, sind selten genau so gut wie: Fenster auf.

Die **baubiologischen Richtwerte** für **Kohlendioxid**, wie immer bezogen auf den Langzeitaufenthalt und das spezielle Risiko in Schlafbereichen:

Bis **600 ppm** CO₂ im Schnitt ist für Schlafräume in Ordnung, kurzfristige Überschreitungen sollten nicht kritisch bewertet werden.

	600-1000 ppm sind auf Dauer schwach ,
	1000-1500 ppm stark und
	über 1500 ppm extrem auffällig.

Gute **Außenluftwerte** liegen um **400 ppm**, in Innenstädten manchmal 500 ppm, bei hoher Verkehrs- oder Industriedichte auch mal 600 ppm. In gut gelüfteten **Innenräumen** ist mit **500-600 ppm** zu rechnen, **1000 ppm** sollte nicht überschritten werden. Deutschland zeigt sich mit seinem **MAK-Wert** (TRGS 900) für Arbeitsplätze im internationalen Vergleich wieder besonders großzügig: **5000 ppm**. DIN für Innenbereiche: 1500 ppm. Umweltbundesamt für Schulräume 1500 ppm, USA für Schulräume 1000 ppm. EU, VDI, ASHRAE (USA), ASF (Schweden): 1000 ppm.

Schon 1858 machte der deutsche Forscher **Max Pettenkofer** konkrete Angaben über Kohlendioxid und seine Folgen bei erhöhten Konzentrationen. Der CO₂-Gehalt war für ihn der Maßstab der Raumluftqualität. Er mahnte, **1000 ppm** nicht zu überschreiten.

Neben der Ausatmung verursachen **offene Flammen** in schlecht gelüfteten Innenräumen viel CO₂: Gasherd, Kamin, Kerzen, Rauchen. In einem 15-m²-Raum brannten sechs Teelichter. In einer Stunde kletterte der Wert auf 2000 ppm, nach zwei Minuten lüften waren es 500 ppm.

Falls ein offenes Fenster zum Problem wird, bitte, es gibt eine Menge verschiedener **Lüftungsoptionen**. Zwei simple **Ventilatoren** im Haus, einer, der die verbrauchte Luft langsam aber sicher nach außen abzieht

und einer, der frische Luft von woanders zuführt, reichen oft. Fachfirmen bieten einfache **Lüftungsanlagen** an, bei denen die Ab- und Zuluft über Innen- und Außen-Temperatur-Fühler oder zusätzliche Feuchte-Fühler geregelt werden. Andere erledigen das mit Kohlendioxid-Sensoren: Steigt die Gaskonzentration in der Luft zu hoch an, öffnen sich automatisch die Fenster oder es schalten sich die Lüfter ein.

Die Kohlendioxidmessung ist ein guter **indirekter Indikator** für die vielen anderen Luftschadstoffe im Raum. Ist und bleibt die CO₂-Konzentration niedrig, auch wenn Menschen in einem Raum atmen, ist das ein positives Zeichen dafür, dass auch andere leichtflüchtige Gifte und Gase sich nicht zu stark anreichern können und konnten, weil ein solider Luftaustausch festzustellen ist. Wenn CO₂ verschwindet, verschwinden auch Formaldehyd, Lösemittel, Schwebstaub, Radon...

Pusten statt Pille: Die **Verhütung** der Zukunft funktioniert über Kohlendioxid. Mediziner der Universität Erlangen stellten im Februar 1998 ein Pusteröhrchen vor, mit dem täglich der Atem der Frau gemessen werden kann. Der CO₂-Gehalt zeigt an, wann der Eisprung bevorsteht.

Klein- und Großionen

Luftionen bzw. Kleinionen wurden bereits im vorangegangenen Kapitel "Partikel und Fasern - Staub und Luftionen" (Seiten 63-64) angesprochen. Sie erinnern sich: Feinstaub, Ruß, Zigarettenqualm... sind Feinde der Luftionen, sie werden hiervon reduziert. Ionen sind auch ein wesentlicher Aspekt des Raumklimas. Dabei geht es um Klein- und Großionen.

Kleinionen sind **elektrisch geladene Moleküle** in der Luft und bilden sich als Folge von **ionisierender Strahlung** (UV-Licht der Sonne, Radioaktivität aus dem Kosmos und geologischen Untergrund, Radon, Baumasse, Gegenstände), **Funken-** und **Gasentladungen** der Atmosphäre (Blitze), **Feuer** (Öfen, offene Kamine, Kerzen), **Feinzerstäubung von Wasser** (Wasserfall, Sprühnebel, Meeresbrandung, Dusche, Ultraschallbefeuchtung). Eine naturnahe **hohe** Zahl, harmonisch aufgeteilt in etwa 50 % **Plus-** und 50 % **Minusionen**, machen ein gutes Raumklima aus. Kleinionen sind für die Gesundheit unverzichtbar und ihr zuträglich, unter anderem zuständig für eine solide Sauerstoffverwertung in den Lungen. Die Lungen bieten mit 100 Quadratmetern Oberfläche und 400 Millionen Lungenbläschen die größte Kontaktfläche zur Außenluft.

Großionen sind **elektrische geladene Staubteilchen** in der Luft. Hier verhält es sich umgekehrt: Eine **geringe** Zahl an Großionen ist anzustreben. Je **mehr** Großionen, umso **schlechter** das Raumklima. Großionen kommen in der unbelasteten Natur so gut wie nicht vor, sie sind die Folge der Industrialisierung. Abgase, rauchende Schloten, Staub, Smog... produzieren unzählige Millionen ungesunder Großionen. Sie belasten die Atmung, der elektrisch geladene Staub transportiert Reiz-

und Schadstoffe bis in die Atemwege, Bronchien und Lungenspitzen.

Alles Leben ist von der Ionisation abhängig. Jeder Organismus steht durch Atmung in ständigem Austausch mit den positiven und negativen Luftionen unserer Atmosphäre. Schlechte Luftionenwerte verringern unsere Widerstandskräfte, lösen Kopfschmerz, Migräne, Schwindel, Nervosität und Angst aus, begünstigen Allergien und Asthma, verursachen Herzbeschwerden und pH-Wert-Änderungen, vermindern den Sauerstoffaustausch der Lungen und beeinflussen bestimmte Hormontätigkeiten (z.B. Serotonin) und somit viele Nerven-, Drüsen- und Zellabläufe. Gute Ionenwerte kultivieren Wohlbefinden, Leistungsstärke und Lebensfreude, bauen das Immunsystem auf, halten die Flimmerepithelien der Atemwege aktiv. Sie begünstigen die Reinhaltung und Frische der Luft und kompensieren Elektrostatik.

Luftionen werden im Haus **reduziert** durch **elektrische Felder**, an erster Stelle Elektrostatik durch Kunststoffoberflächen und synthetischen Stoffen, aber auch Wechselfelder von Installationen und Elektrogeräten (vielmehr hierzu im Hauptteil des Buches), außerdem als Folge - wie erwähnt - von **Partikelbelastungen, Ruß, Zigarettenrauch** sowie zu schlechten Lüftungsgewohnheiten, trockener Luft (je trockener desto mehr Elektrostatik) und bei einigen Klima- und Lüftungsanlagen.

Vor 30 Jahren, als ich mit Messungen von Luftionen anfang, konnte ich draußen im **Freien** üblicherweise **600-1200 Ionen** pro Kubikzentimeter Luft messen, im **Schnitt 1000**. Auf solche Werte konnte man sich verlassen, jahrelang. Besorgt beobachte ich nicht nur den lokalen, sondern offenbar auch globalen **Rückgang der Luftionenzahl**. In meinen ersten Jahren waren jene $1000/\text{cm}^3$ draußen der Maßstab, sie galten als Bezugswert für baubiologische Innenraumuntersuchungen. In der Großstadt sind es erfahrungsgemäß oft etwas weniger, mitten drin im Ruhrpottdeck rauchender Schlote oder im Automief auf Hauptstraßenkreuzungen noch weniger, in der ungestörten Natur dafür mehr, an Küsten oder in den Bergen noch mehr, an Wasserfällen ganz viel. In den letzten Jahren nehmen die Luftionenzahlen immer weiter ab, ein schlechtes Zeichen: Die früher üblichen Hintergrundwerte findet man kaum noch, mit Glück 400-500, oft nur 300. Wo sind die Ionen hin? Die Fachliteratur von vor über 30 Jahren macht ebenfalls Angaben von typischen 1000 Kleinionen und mehr im Freien. Ältere Publikationen aus den 60er und 70er Jahren berichten von noch höheren Hintergrundkonzentrationen um $2000-3000/\text{m}^3$. Alarm: Ein Rückgang der Luftionen um mehr als **50 Prozent** in nur **zehn Jahren**? Warum? Mit welcher Konsequenz?

Ist es die stetig zunehmende **Partikelbelastung** der Umgebungsluft, speziell die in den letzten wenigen Jahren aufkeimende, explodierende **Nanopartikeltechnik**, sind es die **Auto- und Industrieabgase**, oder die vielen überdimensionalen **Waldbrände** weltweit, die nicht enden wollenden **Kriege**, die wütenden **Vulkane**, die den empfindlichen Luft-

ionen zu schaffen machen? Ist es die zunehmende **Elektrifizierung** der Erde, immer mehr Hochspannungsleitungen? Ist es die ins Unermessliche explodierende **Funktechnik** mit ihren Multimillionen (!) neuen Sendern, Mobilfunkstationen, Militärradars, Satelliten, HAARPs... weltweit, und das in so wenigen Jahren? Der Funk powert inzwischen viele Milliarden bis Billionen (!) Watt Leistung rund um die Erde und macht sie zu einem riesigen "Mikrowellenherd". Was muss unsere Welt noch alles aushalten? Ich weiß es nicht, leider, die Wissenschaft auch nicht, unsere Politiker noch weniger. Die weltweite Elektrifizierung und Verfunkung erscheint mir als Mitfaktor wahrscheinlich, auch die damit verbundene Erhitzung und Abtrocknung des Klimas (Mikrowellen erhitzen Wassermoleküle durch Reibung, siehe Beispiel Mikrowellenherd). Ein wesentlicher Aspekt sind sicherlich auch Partikel, Staub, Rauch, Ruß... Verstauben wir die Welt? Fragen über Fragen. Ich weiß nur eins: Wir gehen mit der Welt um, als hätten wir noch eine zweite im Kofferraum.

Wieder ein natürlicher Einfluss, der in die Knie geht, der nächste. Als würden Autoabgase, Industriedreck, Klimaerwärmung, Kohlendioxidvermehrung, UV-Zunahme... nicht reichen. Luftionen sind ein wichtiger Teil des natürlichen Gleichgewichtes. Jeder Eingriff in diese sensiblen klimatischen Abläufe, jede Reduzierung hat Konsequenzen. Wissenschaftliche Veröffentlichungen weisen bereits in den 60ern und 70ern (Prof. Varga, Uni Heidelberg, Prof. Krueger und Prof. Reed, Uni Berkeley, Prof. Beckett, Uni San Franzisko) darauf hin: "Das Anwachsen der Weltbevölkerung verbunden mit den industriellen Aktivitäten führen zu einer umfassenden Luftverschmutzung und zunehmenden Verarmung der Kleinionen. Die Ionenverarmung verspricht für die Stabilität einer gesunden Ökologie eine echte Bedrohung zu werden."

Es sollte nicht Sache von Baubiologen sein, gegen ein schlechtes Luftionenmilieu Geräte zu verkaufen, die perfektes Davos-Klima im heimischen Wohnzimmer versprechen. Es sollte eher unsere Sache sein, **Ursachen** zu erkennen und sie mit den Wurzeln auszureißen. Ich habe 20 solcher meist teuren ionenspuckenden Geräte namens **Ionisatoren** getestet, und keines hielt nur annähernd, was die Hersteller versprochen. Zumindest nicht in einem Raum mit Synthetikteppichen und Kunststoffgardinen, anderen elektrostatischen Materialien oder elektrischen Feldern. Die Synthetiks und Elektrofelder müssen raus, sonst bleiben sie garantiert Sieger, und der künstliche Ionenspucker kann sich anstrengen, wie er will, er bleibt hilf- und effektlos auf der Strecke.

Salzkristall-Lampen sind hübsch, halten aber leider nicht die Herstellerversprechen, sie würden die Luftionisation im Raum deutlich verbessern. Dafür machen sie mit über 100 V/m zehnmal mehr elektrische Felder als am PC-Bildschirm zugelassen ist und killen so die Ionen.

Die beste Art und Weise, das Ionenklima optimal zu pflegen, ist also Elektrosmog und Staub zu verbannen. Wollen Sie es noch besser? Bit-

te: **Lüften** Sie reichlich, denn selbst im Industriegebiet ist die Luftionisation im Freien besser als in den allermeisten Wohnungen, es sei denn, es gab Smogalarm. Brennen im Raum ein paar **Kerzen**, knistert der offene **Kamin**, plätschert irgendwo ein **Springbrunnen** oder wird die Luft mit **Sprühnebel** befeuchtet, dann haben wir genau das, wovon ionenproduzierende Geräte träumen, das luftionenreiche Raumklima. Demgegenüber warten die meisten Ionisatoren mit kritischen Nebenwirkungen auf: viel Elektrosmog und noch mehr Ozon.

Luftbefeuchter, die über **Ultraschall** feine Wasserdampfnebel sprühen, sind hervorragende Ionenproduzenten (ein Meter Abstand halten, da reichlich Elektrosmog). Sie ahnen jetzt, warum Sie sich morgens unter der **Dusche**, Ihrem privaten Wasserfall, so wohl fühlen: Das Ionenklima ist optimal, und Sie sind perfekt geerdet, können also jeden energetischen Überschuss ableiten und eine vitalisierende Ionendusche nehmen.

Die Anzahl der Luftionen wird im Freien wie in Innenräumen von hauptsächlich vier Faktoren bestimmt: durch die Luftelektrizität, die Luftleitfähigkeit, den Grad der Luftverschmutzung und die Höhe der ionisierenden Strahlung. Je **höher** die **Radioaktivität** der Umgebung, desto **höher** die **Luftionenzahlen**. Deshalb sind Messgeräte für Luftionen, sogenannte Ionometer, prinzipiell geeignet, **Radioaktivität** und **Radongas** im Raum zu erkennen oder auszuschließen. Liegen bei der baubiologischen Untersuchung drinnen die Luftionenwerte deutlich höher als draußen, und es gibt keinen sichtbaren Grund dafür (z.B. ein brennendes Kaminfeuer), dann ist ein Verdacht auf radioaktive Belastungen durch Baustoffe oder andere Strahler gegeben, und es muss mit geeigneten Strahlungsmessgeräten die Ursache der auffälligen Erhöhung gefunden und mit Radongas gerechnet werden.

Es wird in der Baubiologie eine naturnahe Luftionenzahl mit einem ausgewogenen Plus-Minus-Verhältnis angestrebt. Die **Minusionen** sind die gesundheitlich **zuträglicheren** (mit ihnen wird in der Medizin erfolgreich therapiert), die **Plusionen** die gesundheitlich eher **abträglicheren**. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass besonders die Minusionen nicht in Verlust geraten, sie sind biologisch besonders günstig. Durch Elektrostatik und Staub passiert es oft, dass neben der Reduzierung der Gesamtionenzahl auch die Plus-Minus-Harmonie gestört wird und so die Plusionen unerwünscht überhand nehmen.

In einem gesunden Raum gibt es etwa **500 Kleinionen** pro Kubikzentimeter Luft, wobei die Plus- und Minusionen mit einem Verhältnis von rund 1 zu 1 ausgeglichen sind. Ein anderer Raum mit Elektrostatik durch Teppiche, Gardinen, Kunststofftapeten, Fernsehbildschirme und dem entsprechenden Staubaufkommen: kaum noch **100 Ionen/cm³**, unausgeglichen mit **20** zuträglichen **Minus-** und **80** abträglichen **Plusionen**. Dafür massenweise belastende Großionen. Gesundes Raumklima, was ist das? Wo bleibt der Smogalarm fürs Schlafzimmer?

Es ist baubiologischer Standard, die **Luftionen** zu beachten. Hier die **baubiologischen Richtwerte** für Schlafbereiche:

Im Idealfall sollte die **Kleinionenzahl pro Kubikzentimeter Luft** im Raum der natürlichen Umgebungssituation draußen entsprechen.

	500 Ionen/cm³ und mehr sind in Ordnung,
	200-500 Ionen/cm³ sind schwach ,
	100-200 Ionen/cm³ stark und
	100 Ionen/cm³ und weniger extrem auffällig.

Jede prozentuale Verschlechterung der Plus-/Minus-Harmonie ist zusätzlich kritisch, besonders, wenn es zu Lasten der negativen Ionen geht. Im Normalfall gibt es etwa so viele negative wie positive Luftionen in der Atmosphäre. Langzeitaufzeichnungen sind angezeigt, da es zu zeitlichen Schwankungen der Ionenanzahl kommen kann.

Es gibt nicht viele **wissenschaftliche Studien** über die Wirkungen von Luftionen und über gesundheitliche Effekte bei Ionentherapien, aber einige. Sie zeigen, dass sich das Leistungsvermögen des Menschen mit der Zunahme von Luftionen steigert. Der Sauerstoffgehalt im Blut steigt oder fällt mit der eingeatmeten Ionenanzahl. Die Häufigkeit von Atemwegserkrankungen bei Kleinkindern steht in direktem Verhältnis zum Luftionenmilieu im Kinderzimmer. Wenige Luftionen im Raum begünstigen das Wachstum von Bakterien und Pilzen, so wie hohe Kohlendioxidwerte auch, Keime lieben schlechte Luft. Luftionen wirken günstig auf Hormonabläufe, Stoffwechsel- und Blutdruckprobleme sowie Bronchialasthma und Atemwegsallergien. Sie fördern das Pflanzenwachstum und reduzierten im Tierversuch das Krebswachstum.

Luftfeuchte, Luftbewegung, Luftdruck

Da die **Luftfeuchte** ein wesentlicher Raumklimaparameter ist und entscheidend mit zur Erhöhung oder Reduzierung von Ionen, Staub und Elektrostatik beiträgt, aber auch mit Hefe- und Schimmelpilzwachstum sowie Bakterienhäufigkeit zusammenhängt, gehört auch diese Messung zum Standard einer baubiologischen Untersuchung. Von der relativen Luftfeuchte hängt auch das Wohlbefinden und Wärmeempfinden des Menschen ab. Die zu feuchte Luft (meist an schwülen Sommertagen und bei schlechter Lüftung) ist genauso schlecht wie die zu trockene (meist an kalten Wintertagen durch die Heizung im Raum). Hier wie sonst geht es wieder um die richtige Dosis.

Ideal sind auf Dauer 40-60 % **relative Feuchte**.

	< 40 % r.F. und > 60 % r.F. sind schwach ,
	< 30 % r.F. und > 70 % r.F. sind stark ,
	< 20 % r.F. und > 80 % r.F. sind extrem auffällig.

Mit der Kenntnis von relativer Luftfeuchte, Luft- und Oberflächentemperatur lassen sich weitere Raumklimawerte errechnen, z.B. absolute Luftfeuchte, Taupunkt, Aw-Wert, k-Wert und Dampfdruck.

Die relative Luftfeuchte entsteht durch den **Wasserdampf** in der Luft und die **Lufttemperatur**. Je wärmer die Luft, umso mehr Feuchte kann sie aufnehmen, je kälter, umso weniger. Kalte Luft von außen trocknet die wärmere Raumluft ab (Winter), und warme Luft von außen macht die kühlere Raumluft feuchter (Sommer). Wasserdampf **kondensiert** immer an **kühleren Flächen** (deshalb die beschlagenen Badezimmerpiegel oder Fensterscheiben nach dem Duschen). Sorgen Sie dafür, dass überdurchschnittlicher Wasserdampf beim Baden, Waschen, Wäschetrocknen, Kochen und durch freie Wasseroberflächen (Schwimmbad, Aquarien) gut ablüften kann, denn er bietet eine der Grundlagen für Schimmelwachstum. Auch Menschen verursachen durch Atmung und Schwitzen recht viel Wasserdampf.

Eine kleine Topfpflanze schafft 7-15 g Feuchtigkeit (Wasserdampf) pro Stunde, ein größerer Philodendron 20-30 g. Die Trockenmaschine sorgt für 100-1000 g Nässe und die volle Badewanne für über 1000 g. Beim Kochen gehen bis zu 1000 g Wasser in die Luft und beim Duschen bis zu 2000 g. Der schlafende Mensch pustet 50 g Feuchte pro Stunde in seine Umgebung, der leicht aktive 100 g und der richtig aktive 200 g.

Wie viel Wasser hält die Luft aus? Das kommt ganz auf die Temperatur an. Bei minus 20 °C reichen nur 1 g, um einen Kubikmeter Luft zu sättigen; wir haben damit 100 % relative Luftfeuchte erreicht. Bei 0 °C verträgt die Luft schon 4,5 g Wasser pro Kubikmeter, bis sie satt ist. Bei 10 °C sind es etwa 10 g, bei 20 °C knapp 17 g und bei 30 °C 30 g.

Überprüfen Sie selbst mit einem handelsüblichen elektronischen Thermo-**Hygrometer** (Fachhandel, Optiker, Versand) Temperatur und relative Feuchte in Ihren Räumen. Sie werden schnell ein gutes Gefühl dafür bekommen, wann der Sturm der Erkältungskranken einsetzt: bei Lufttrockenheit unter 30 %. Denn jetzt trocknen die Schleimhäute ab und Krankheitskeime haben freie Bahn. Dazu bilden sich bei trockener Luft viel mehr Elektrostatik und Feinstaub, der eingeatmet wird und zusätzlich für strapazierte Schleimhäute sorgt. Andererseits werden Sie auch ein Gefühl dafür bekommen, wann Sie dank zu feuchter Luft ein guter Gastgeber für Bakterien und Pilze werden.

Zur Feuchteregulierung eignen sich Luft**befeuchter** oder Luft**entfeuchter**, sogenannte Raumtrockner: Luftbefeuchter an trockenen Wintertagen und Raumtrockner an schwülen Sommertagen oder in ständig zu Feuchte neigenden Souterrainräumen. Das scheint nicht nur für das Wohlbefinden wichtig, auch Geräte und Einrichtungen reagieren auf zu trockene oder zu feuchte Luft, z.B. kostbare Gemälde, Pianos oder empfindliche Elektronik. Mein Fotokopierer kriegt keine vernünftige

Kopie mehr hin, wenn die Luftfeuchte ein paar Tage über 70 % klettert. Holzfußböden knacken, wenn es trockener als 30 % wird.

Mit **Raumtrocknern** kann man eigentlich nichts falsch machen, sie schalten automatisch ein, wenn's zu feucht wird und bleiben aus, wenn der eingestellte Wert nicht erreicht wird. Sie haben keine Nebenwirkungen, z.B. im hygienischen Bereich, außer dass sie reichlich Strom verbrauchen. Mit **Luftbefeuchtern** muss man vorsichtig sein. Viele halten nicht, was sie versprechen, und die meisten neigen zum **Verkeimen**, wenn sie nicht pingelig gewartet und desinfiziert werden. Ich weise an jedem zweiten Luftbefeuchter Heerscharen an Bakterien und Pilzen nach, die unbemerkt in die Raumluft geblasen werden. Hierzu später noch mehr bei den Bakterien und Pilzen.

Das Umweltmagazin **Öko-Test** nimmt sich im Oktober-Heft 2000 Luftbefeuchter vor. Auch hier steht die Verkeimungsgefahr oben an. Die Kritik: Viele Geräte sind bei bestem Willen gar nicht richtig zu reinigen und desinfizieren, da man an die kritischen Stellen nicht herankommt. Gut schneiden **Verdampfer** hinsichtlich Verkeimung ab, sie kochen Wasser und der Dampf wird in die Raumluft entlassen, sie fressen jedoch relativ viel Strom. **Ultraschallvernebler** liegen gut im Rennen, was den Effekt der Luftbefeuchtung angeht, müssen jedoch intensiv gewartet werden. Verdunster schneiden schlechter ab: wenig effektiv und massiv zu Verkeimungen neigend. Vor dem Kauf eines Luftentfeuchters wichtig: Kontrollieren Sie Ihre Luftfeuchte im Raum über eine längere Zeit und sehen Sie, ob ein Gerät überhaupt notwendig ist.

Kältebereiche durch schlechte Isolierungen, die meist an Außenwänden zu finden sind, müssen vermieden werden, sonst gibt es hier feuchte Flächen mit kritischem Pilzbefall, denn - wie Sie bereits wissen - der Wasserdampf im Raum sucht sich immer die kältesten Flächen, um dort zu kondensieren. Es ist dringend darauf zu achten, dass die **Oberflächentemperatur** der Wände, Böden und Decken eines Raumes überall gleichmäßig etwa der Raumlufttemperatur entspricht.

Die **Raumtemperatur** ist Geschmacks- und Gewohnheitssache. Bedenken Sie, dass Ihr Temperaturempfinden stark durch die Luftqualität beeinflusst wird. Wenn die Luftionisation schlecht, die Sauerstoffkonzentration niedrig, die Kohlendioxid- und Staubkonzentration hoch und die Luft knochentrocken ist, dann heizen Sie und heizen Sie und fühlen sich nie angenehm warm. Wenn die Luft aber frisch und ausgeglichen feucht ist, dann reichen schon 20 Grad für ein wohliges Wärmegefühl. Die normale Raumlufttemperatur beträgt im Schlafrum um 17 °C, im Wohnzimmer um 20 °C und im Bad bis 22 °C.

Sie sehen, auch in der kalten Jahreszeit ist **vernünftige Lüftung** wichtig und keine Energieverschwendung, denn mit schlechter, verbrauchter Luft verschiebt sich Ihr Wärmeempfinden. Erinnern Sie sich daran:

Wir benötigen stündlich 50 Kubikmeter Frischluft, ein kompletter Raumluftwechsel pro Stunde ist anzustreben. Wie soll das dank dampfdichter moderner Bauweise und dank Wärmeschutzverordnung geschehen? Hier hilft oft nur der Luftwechsel über Lüftungsanlagen oder über die Fenster. Das geschieht am besten durch Stoßlüftung für ein paar Minuten pro Stunde. Auch ein Fenster auf Kipp sorgt für Frischluftnachschub, aber nur, wenn woanders ein zweites Fenster geöffnet ist, damit ein Luftaustausch möglich wird. Fensterkippmotoren sind praktisch, da sie zu bestimmten Zeiten die Fenster automatisch öffnen, einige werden - wie bereits erwähnt - mit Kohlendioxidensoren gesteuert.

Die **Luftbewegung** im Raum ist ebenfalls ein baubiologisches Kriterium. Dabei geht es nicht nur um Zugluft, sondern besonders um die vielen unbemerkten und ungünstigen Luftbewegungen, die z.B. von Heizungen ausgehen oder auch von Kältebrücken, und welche die gesamte thermische Situation eines Raumes beeinflussen. Dadurch wird zum einen Feinstaub aufgewirbelt, zum anderen sorgen zu kühle Luftströme für Unwohlsein und Verspannung. Ich weiß, dass einige Menschen immer wieder morgens mit Kopfschmerzen und Verspannungen aufwachen, nur weil kaum wahrnehmbare kühle Luftbewegungen jede Nacht stundenlang am ungeschützten (und meist leicht verschwitzten) Kopf und Nacken entlangstreichen, da das Bett an einer thermisch ungünstigen und zu kühlen Außenwand steht.

Die Messung der Luftbewegung mit **Strömungssonden** ist in einigen Fällen angezeigt, und das Abstellen des erkannten Übels führt oft zur Verbesserung chronischer Schmerzen, Muskelverspannungen oder Erkältungen. Die Strömungssonden sollten so empfindlich sein, dass sie leichte Luftbewegungen noch unter 0,1 m/s (Meter pro Sekunde) registrieren. Wir messen zusätzlich mit speziellen **Behaglichkeitssonden** und berührungslosen Laserthermometern das raumklimatische Zusammenspiel von Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung, Oberflächentemperatur, Taupunkt und Oberflächenfeuchte.

Gut zur ersten Einschätzung der Luftbewegung im Raum sind auch **Strömungsprüfröhrchen**. Diese geben einen nebelähnlichen Rauch ab, ähnlich wie beim Zigarettenqualm, der sich in der Luft wie eine kleine Wolke der Thermik entsprechend bewegt. So ist einfach und gut zu beobachten, wie sich die Luft verhält und wohin sie zieht. Dieses Verfahren wird gern zur Beobachtung der Effektivität von Lüftungs- und Klimaanlage eingesetzt (bitte nicht einatmen, Schwefelsäure).

Jetzt kommt noch der **Luftdruck**. Hier gibt es meist kaum etwas zu ändern, da man im Hausinnern mit den gleichen Luftdruckbedingungen rechnen kann wie im Freien. Nicht immer, denn manchmal gibt es von Raum zu Raum, von Keller zu Speicher, ganz leichte Unterschiede im Luftdruck. Diese minimalen Schwankungen reichen empfindsamen Menschen schon, um sich hier oder dort spontan besser oder schlech-

ter zu fühlen. Einige Menschen reagieren mit Unwohlsein, Zerschlageneheit, Müdigkeit, Schwindel, Kopfdruck und diffusen Schmerzen auf zu niedrigen, andere auf zu hohen Luftdruck. Normal sind auf Meereshöhe im Schnitt **1000-1020 Millibar**. Klimatische Extrembedingungen lassen den Druck bis auf 950 mbar sinken oder bis auf 1060 mbar steigen. Je höher im Gebirge, umso niedriger der Luftdruck.

Die Messung des Luftdruckes im Rahmen baubiologischer Recherchen ist auch deshalb wichtig, da sie ein Kriterium bei der Bewertung anderer baubiologischer Einflüsse ist, z.B. bei der Messung von Luftschadstoffen, und die Kenntnis des Luftdruckes Rückschlüsse auf hierfür typische Beschwerden zulässt.

Eine **Kundin** aus **Olpe** rief an und klagte, dass sie seit Jahren zu ganz bestimmten Zeiten immer heftige, schubartige Kopfschmerzen für ein paar Stunden bekäme. Sie suchte nach Gründen und verdächtigte den Nachbarn, dass er zu diesen Zeiten irgendwelche starken Strahlen mit seinen Geräten verursache. Eine Langzeitmessung des Luftdruckes löste das Rätsel: Es war nicht der Nachbar, die Schmerzen kamen regelmäßig, wenn der Luftdruck deutlich über 1030 mbar anstieg.

Luftelektrizität

Ein weiterer Raumklimaparameter ist die **Luftelektrizität**. Die wurde im Buch "Stress durch Strom und Strahlung" im Kapitel A4 "Elektrostatik" ausführlich beschrieben. Zur Erinnerung: Unsere natürliche Atemluft ist positiv spannungsgeladen. Es geht um elektrische Gleichfelder.

Die **Natur** zeigt im Mittel ein luftelektrisches Gleichgewicht um **50-200 V/m** (Volt pro Meter). Bei **Föhn** in den Alpen steigt die Spannung in der Luft auf **1000-2000 V/m** an und mit ihr die Verspannung bei den Menschen. Bei **Gewittern** werden hohe Werte erreicht: **5000-10.000 V/m**. Und bei Blitzen 20.000 V/m.

Ähnliche künstliche "Gewitter" passieren auch im Haus, an erster Stelle verursacht durch **elektrostatisch geladene Oberflächen** von isolierenden Synthetikmaterialien und Kunststoffen. Dann ist durchaus auch drinnen mit 2000, 5000 oder sogar 20.000 V/m zu rechnen. Luftelektrische Feldintensitäten dieser Stärke gibt es im Freien nur wenige Stunden pro Jahr: Wenn es nach langer drückender Schwüle endlich blitzt und donnert, die Atmosphäre ihre aufgestaute Spannung entlädt. Wettersensible können ein Lied davon singen, wie elend sie sich dann fühlen. Auch andere extreme Wetterlagen werden von einer erhöhten Luftelektrizität begleitet, z.B. Föhn oder Hochdruck. Wieder folgen Gesundheitsbeschwerden. Bei unangenehmer Hochdruckwetterlage gibt es draußen 1000 V/m und mehr. Synthetikteppiche und -gardinen, Laminatböden und andere Kunststoffoberflächen schaffen im Wohnraum und am Arbeitsplatz mehr als Föhn, Hochdruck und Gewitter.

Baubiologische Richtwerte für Schlaf- und Daueraufenthaltsbereiche empfehlen möglichst auf naturnahe um die **100 V/m** zu achten. **100-500 V/m** sind **schwach**, **500-2000 V/m stark** und über **2000 V/m extrem** auffällig. Das bezieht sich auf eine normale relative Luftfeuchte von etwa 50 % nach Provokation des Materials durch eine leichte, alltagstypische Reibung. Ist die Luft im Raum trocken(er), steigen die Werte auf ein Mehrfaches, ist sie feucht(er), fallen die Werte. Trockene Luft und Reibung forcieren die Aufladbarkeit und mit ihr die Lufterktrizität wesentlich. DIN/VDE mutet Menschen an Arbeitsplätzen 40.000 V/m zu und der Allgemeinbevölkerung 10.000 V/m.

So können über einem Acryl-/Plexiglastisch 25.000 V/m gemessen werden, die Luft knistert, über dem Holztisch sind es 50. In Autos mit all ihren Kunststoffbezügen fanden wir im Sommer 6000 V/m und im Winter bei eingeschalteter Heizung 50.000. Kein Wunder, dass es manchen Menschen in manchen Autos allein deshalb speiübel wird, sie verspannen oder Kopfschmerzen bekommen, von anderen elektromagnetischen Feldbelastungen durch mehr als 1000 Meter Elektroleitungen, reichlich Elektronik, heizbare Sitze, WLAN, Bluetooth... ganz zu schweigen. In einigen Kunststoffzelten: 30.000 V/m. Bett unter Synthetikmoskitonetz 60.000 V/m, unter Baumwollmoskitonetz 50. Im Dunstkreis eines synthetischen Schmuseteddys 45.000 V/m, eines aus Naturfasern 200. Über einem Babywickeltisch mit Kunststoffbezug 12.000 V/m und im Babykinderwagen mit Kunststoffverkleidungen 10.000. Beim Begehen von Laminat oder Synthetikteppichen geht es um derart starke Ladungen, dass einem - speziell bei trockener Luft und nicht leitfähigen Schuhen - die schmerzhaften Funken aus den Fingerspitzen fliegen, wenn man weniger geladene Teile anpackt, sich also an ihnen entlädt bzw. erdet. Solche Entladungen werden erst spür- und im Dunklen auch sichtbar, wenn sich der Körper auf über 2000-3000 Volt aufgeladen hat. Was haben an einem Körper ein paar tausend Volt zu suchen?

Hinzu kommt etwas Wesentliches, nämlich dass es bei der natürlichen Elektrizität um **Plusladungen** geht und bei der synthetischen meist um **Minusladungen**. Kunststoffe sind also häufig nicht einfach nur spannungsgeladener als Naturstoffe, sie sind auch noch anders - sprich unnatürlich - gepolt. Wie sich das alles biologisch bzw. gesundheitlich auswirkt, hierüber gibt es kaum Forschung, obwohl es so alltäglich ist.

Gibt es keine Naturstoffe mehr für Wände, Böden, Möbel, Körper? Kein Naturmaterial mehr zum Spielen, Bauen, Erfühlen, Erfahren? Ein paar Schmusetierhersteller haben es endlich kapiert und ihre Produktion umgestellt. Es gibt wieder Teddys und Wauwis aus Baumwolle, Leinen oder Schurwolle. Bei einigen Schuhherstellern ist auch der Groschen gefallen, sie achten darauf, dass die Sohlen leitfähig sind, damit man beim Gehen nicht permanent hohen Spannungen ausgesetzt ist, die dank isolierender und elektrostatischer Sohlen Synthetikteppichen oder Laminat gleichen. Kinderwagenhersteller haben's noch nicht kapiert.

Eine der Natur adäquate **schwache** und ausgeglichene **Luftelektrizität** und eine **hohe** harmonische Luftionisation machen ein gesundes Erholungsklima aus. Nicht umsonst fahren wir in die Berge und ans Meer. Hier gibt es optimale Bedingungen. Nicht umsonst sehnen wir uns nach einem blauen Himmel, nach Sonne und frischer Luft. Hier stimmt es, und der Mensch blüht auf. Hier stimmt es, weil sich Luftelektrizität und Luftionisation wie im Luftkurort zeigen.

Übrigens: Es wird oft behauptet, die natürliche Luftelektrizität sei im Betonhaus schlechter als im Ziegel- oder Holzhaus. Man untermauert das mit Geschichten vom "Faradayschen Käfig" und vom fehlenden luftelektrischen Gleichgewicht. Das stimmt so nicht. Jeder Raum, auch ein Baumhaus oder ein Pappkarton, reduziert die natürliche Luftelektrizität oder schirmt sie ganz ab und ist hierauf bezogen schon fast so etwas wie ein Faradayscher Käfig. Ich messe in Betonhäusern ähnliche luftelektrische Gegebenheiten und Luftionenzahlen wie in Lehm- oder Blockhäusern. Entscheidender als Baumaterialien sind natürliche Einrichtungen, viel Lüftung, wenig Elektrostatik oder andere elektrische Felder von Installationen und Geräten, ganz wenig Feinstaub und der Verzicht auf zu dichte Häuser. Lasst Häuser atmen.

Gerüche

Geruchsbelästigungen wurden bereits auf Seite 19 im Kapitel "Mehr Vertrauen in die Nase" besprochen. Sie sind ein weiterer Aspekt des Raumklimas, unabhängig davon, ob es um giftige, schädliche oder einfach nur unangenehme Gerüche geht. Ein Raum hat geruchsneutral zu sein oder zumindest nicht unangenehm zu riechen. Mancher Mief ist einfach unzumutbar, auch wenn er nicht gefährlich ist. Wir brauchen keine Messgeräte, wenn die Nase Alarm schlägt. Vertrauen wir unserem Geruchssinn, und wenn etwas stört, beseitigen wir es.

Mit ein wenig Erfahrung kann man allein durch Gerüche schon auf Verursacher schließen. Bakterien riechen anders als Schimmelpilze, erstere eher faulig, kloakig, wie ein Gulli, zweitere eher muffig, organisch, wie feuchter Keller. Hefepilze riechen nach Hefe. Viele neue Synthetikteppiche müffeln..., eben wie Synthetikteppiche, und man kann lüften und lüften, der Teppich bleibt Sieger, manchmal Monate oder Jahre. Formaldehyd riecht eher stechend, beißend, Lösemittel oft organisch, gar nicht mal unangenehm. Mottenkugeln haben ihren ganz eigenen, unvergesslichen Geruch. Menschen, Haustiere, tote Mäuse... auch.

Zum Schluss

Wir kommen zum Ende des Kapitels "Wohngifte, Partikel und Raumklima". Bitte beachten Sie auch den dies Kapitel gut ergänzenden Vortrag von Dr. Manfred Mierau und Wolfgang Maes: "Wohngifte - dicke Luft in Innenräumen".

Wir verlassen den baubiologischen Standardblock B, die Wohngifte, Partikel und das Raumklima, und kommen jetzt zum letzten Block C des Standards der baubiologischen Messtechnik:

C Stress durch **PILZE, BAKTERIEN** und **ALLERGENE**

Es geht um mikrokleine, meist quicklebendige und in uns schmarotzende Krankmacher, um **Schimmelpilze** und **Hefepilze** sowie **Bakterien**, **Hausstaubmilben** und andere **Allergene**. Speziell Pilze und Bakterien haben einen hohen Stellenwert bei baubiologischen Hausuntersuchungen, schädigen sie doch unsere Atemwege und Schleimhäute, verursachen Allergien, greifen das Immunsystem an und bewirken eine Menge anderer gesundheitlicher Probleme bis hin zu chronischen Infektionen, hartnäckigen Autoimmunerkrankungen, neurologischen Störungen, Vergiftungen, Depressionen, Schmerzen und Krebs.

Pilze

Pilze werden grob in drei Gruppen eingeteilt: **Schimmelpilze** (Fadenpilze), **Hefepilze** (Sprosspilze) und **Hautpilze** (Dermatophyten). Es gibt über 100.000 Pilzarten, zumeist Schimmelpilze. Davon sind die wenigsten wirklich gefährlich für den gesunden Menschen (wahrscheinlich nur um die 100), es sei denn, sie treten in überdurchschnittlichen Mengen auf. Von den gut 500 Hefepilzarten gelten nur etwa 20 als krankmachend. Die meisten Pilzarten sind nützlich, sie verarbeiten Verdorbenes, sind wichtiger Teil eines optimal funktionierenden Ökosystems. Ohne die hochaktiven Pilze gäbe es keinen gesunden Waldboden, kein natürliches Recycling und einige Brot- und Bierarten, Käse- und Milchprodukte und sogar wichtige Medikamente wie Antibiotika weniger.

In der Baubiologie haben wir es nicht mit Hautpilzen zu tun, das ist Sache des Arztes, dafür häufiger mit Hefepilzen und ganz oft mit Schimmelpilzen. Die meisten Pilze sind friedlich, einige äußerst aggressiv und krankmachend, ganz wenige sogar tödlich. Es geht uns um die Erkennung und Meidung der kleinen Gruppe gefährlicher, krankmachender Pilzarten und um die Gewährleistung normaler, umwelttypischer Pilzzahlen. Pilze sind in geringen Zahlen überall zu finden: kein Kubikmeter Luft, kein Quadratmeter Fläche und kein Gramm Staub ohne Pilze.

Menschen mit intaktem Immunsystem sind gut fähig, die wenigen aus der Umwelt oder mit der Nahrung aufgenommenen Schmarotzer zu bewältigen. Kritisch wird es, wenn die Pilzzahlen zunehmen, die Pilzarten zu den gefährlichen gehören und das Immunsystem schwach ist bzw. fehlreagiert. Jeder vierte Deutsche gilt bereits als immungeschädigt. Pilze gehören nicht zur normalen Flora des Menschen, wie häufiger behauptet wird, sind im gesunden Körper nicht zu finden. Das soll nicht heißen, dass jeder Nachweis im Blut, Speichel, Stuhl, Urin oder auf Schleimhäuten gefährlich ist. Der stabile Körper als Wirt kann gut

mit ein paar Pilzen als Gast leben. Wie gesagt, nur schlechte Widerstandskräfte, zu viele Pilze und pathogene Arten werden zum Risiko.

Das heißt für Baubiologen an erster Stelle: kritische Pilzzahlen und Pilzarten angehen und darüber hinaus auch immunschädigende Umweltfaktoren erkennen und reduzieren. Die beste Pilztherapie nutzt nicht viel, wenn die **Pilzherde** in den Häusern von Pilzkranken nicht gefunden und kompromisslos beseitigt werden, der permanente Nachschub nicht gestoppt wird. Das heißt ergänzend auch: Auf elektrische, magnetische, radioaktive, toxische und sonstige Risiken achten, denn jeder Stressfaktor kann das Zünglein an der Waage sein, jeder Reiz der letzte Tropfen, der das Immunsystem in die Knie zwingt.

Pilze können **Pilzerkrankungen** verursachen (sog. Mykosen). Sie können zudem gasförmige Riech- bzw. **Schadstoffe** an ihre Umgebungsluft abgeben (sog. MVOC, das sind leichtflüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen, ähnlich den Lösemitteln) und gefährliche **Gifte** produzieren (sog. Mykotoxine). Jeder Pilz gibt einige für ihn ganz typische Stoffwechselprodukte ab. Jedes der bisher mehreren hundert bekannten MVOC oder Mykotoxine hat seine spezifische Wirkung. Das Bundesgesundheitsministerium: "Wir messen den Pilzgiften eine mindestens so hohe Bedeutung bei wie den Pestiziden." Eines der Hauptprobleme bei den Schimmelpilzen ist deren Bildung von Mengen winzig kleiner **Sporen**, die sie in die Raumluft entlassen, sich auf Oberflächen ablagern, im Staub anreichern, von uns eingeatmet oder verschluckt werden und sich unter günstigen Bedingungen zu neuen Schimmelpilzen entwickeln. Alle Mikroorganismen, auch die in normalen Zahlen als relativ ungefährlich geltenden, können verschiedenste Allergien auslösen. In den letzten Jahren nehmen Schimmel- und Hefepilzinfektionen drastisch zu. Ärzte sprechen schon von einer "neuen Volksseuche".

Überdurchschnittlich **hohe Pilzzahlen** und biologisch **kritische Pilzarten** gehören also in kein gesundes Haus. Zu viele Innenräume, Einrichtungen oder Geräte, Lebensmittel-, Sanitär- oder Hygienebereiche sind pilzbefallen. Zu viele Menschen sind pilzkrank, die meisten, trotz heftiger Beschwerden und diverser Arztbesuche, ohne es zu wissen. Es ist die Aufgabe des sachkundigen Baubiologen, Pilzprobleme in den eigenen vier Wänden zu erkennen und Sanierungsstrategien vorzuschlagen.

C 1 Stress durch **SCHIMMELPILZE** und deren Sporen sowie Stoffwechselprodukte

Schimmelpilze findet man in der **Luft** und auf **Oberflächen**, in **Baustoffen**, im **Hausstaub** und überall da, wo es um **Feuchte** und **Fäulnis** geht. Hier wird bei Hausuntersuchungen nach ihnen gefahndet. Schimmelpilze und deren Sporen werden beim Kunden vor Ort auf spezielle Träger und Nährböden aufgebracht, im Wärmeschrank (Inkubator) bebrütet, im Mikroskop begutachtet, gezählt und identifiziert. Deren Stoff-

wechselprodukte werden über Luft- und Staubanalysen nachgewiesen.

Ideal für Schimmelpilze: Feuchte und Staub

Auffällige Schimmelpilzzahlen und -arten sind immer ein bedenkliches Zeichen, zeugen von einem schlechten Raumklima und von Feuchte- oder Hygieneproblemen. Kein Pilz kann ohne **Feuchte** leben und sich vermehren, Feuchtigkeit ist das vorrangige Problem. Wo sich Schimmelpilze wohl fühlen, kann kein Mensch auf Dauer gesund sein. Die **moderne Bauweise** kultiviert Schimmel. Dichte Wände, Böden, Decken und Fenster verhindern den wichtigen Luftaustausch und fördern die Pilzentwicklung. Neubauten trocknen vor dem Bezug nicht gründlich aus. Mangelhafte **Isolierungen** fördern aufsteigende Feuchte aus der Erde. **Wasserschäden** werden nach Rohrbrüchen, übergelaufenen Toiletten oder undichten Dächern und Kellern manchmal nur recht unfachmännisch und oberflächlich saniert. Energiesparwahn mit falschen **Lüftungs-** und **Heizgewohnheiten** hat Folgen, an erster Stelle zu viel Wasserdampf. **Wasserdampf** entsteht in jedem Raum, sei es durch Kochen, Waschen, Duschen, Baden oder nur durch Atmung. Der Wasserdampf muss raus aus dem Haus, will man vermeiden, dass er die Wände und Oberflächen befeuchtet und somit die Pilzentstehung fördert. Wasserdampf findet seinen Weg zuerst zu kühleren Oberflächen, deshalb ist darauf zu achten, dass es keine **Kältezonen**, so genannte Wärmebrücken, an Außenwänden, Fenster- und Dachflächen oder Zimmerecken gibt, und die sind in schlecht isolierten Häusern an der Tagesordnung. Regelmäßiges Lüften ist also wichtig, nicht nur zum Abtransport des Wasserdampfes. Wenig Lüften hat viel Kohlendioxid zur Folge, was Sie reichlich ausatmen. Schimmelpilze lieben Kohlendioxid, lieben verbrauchte Luft, sie ist Dünger für das Pilzwachstum.

Viele Schimmelpilzsporen findet man bevorzugt im **Hausstaub**, und ihre besten Symbiosefreunde sind Hausstaubmilben. Der größte Teil der Hausstauballergiker ist gar nicht gegen den Hausstaub selbst, sondern gegen die mit dem Staub verbundenen Pilzsporen, Pilzgifte, Pilzgewebe und -fragmente, Milben und Milbenexkrementen allergisch. Es gilt also dringend, ein Zuviel an Staub zu vermeiden.

Schimmel muss nicht als **Fleck** oder **Rasen** auf der Wand zu sehen sein, um zu schaden, ein solcher Befall ist nur die Spitze des Eisbergs und hatte meist schon eine längere Vorlaufzeit. Nur wenn sich die Pilze auf für sie idealen Grundlagen explosiv vermehren und immer größer werden, bekommen wir sie als pilztypisches, haariges, farbiges Gewächs zu Gesicht. Jene Häuser, in denen man keine Pilze sieht und erwartet, zeigen manchmal hohe Zahlen in der Luft, im Hausstaub, auf Oberflächen, in Teppichen, Matratzen, hinter Schränken, in Hohlräumen, auf Duschvorhängen, in der Getreidemühle, im Brotkasten, im Lebensmittelschrank, im feuchten Kamin... Sie ziehen also auch unbemerkt in unsere Wohnräume ein (was gottlob Ausnahme und nicht Regel ist), sei

es durch ehemalige Feuchteschäden, die wir derzeit nicht ernst genug nahmen, durch bestehende, chronische und unbemerkte Feuchtigkeit, durch Haustiere, die zwischen Komposthaufen und Wohnzimmer hin und her laufen, durch kontaminierte Luftbefeuchter oder Lüftungs- und Klimaanlage... Es ist trügerisch, davon auszugehen, dass **ohne** sichtbaren Pilzbefall **kein** Handlungsbedarf besteht.

Ein Schimmelpilz und Millionen Sporen

Schimmelpilze können Millionen mikroskopisch kleine und gefährliche **Sporen** pro Minute produzieren und an die Umgebung abgeben. Die eigentlichen Pilzgewebe selbst sind recht empfindlich und mit mechanischer Oberflächen-, Teppich- und Luftreinigung, Desinfektionsmitteln, Hitze, Trockenheit, Feuchteentzug... relativ einfach zu beseitigen. Deren Nachkommen, die Sporen, überleben jedoch extreme Bedingungen, Säuren und Basen, Trockenheit und Nässe, Frost und hohe Temperaturen, viele chemische Stoffe und die meisten Staubsauger... und halten sich problemlos über Jahre und Jahrzehnte. Deshalb ist es wichtig, nicht nur den sichtbaren Pilzbefall, sondern die vielen unsichtbaren Sporen gründlich zu beseitigen. Die fliegen luftgetragen umher, werden immer wieder neu aufgewirbelt, halten am Staub fest, harren in Teppichen, auf Büchern oder Oberflächen aus, sind geduldig, bis sie irgendwann wieder einen geeigneten Nährboden finden, auf dem sie wachsen und sich weiter vermehren können.

Solche Nährböden sind **organische Materialien**, Lebensmittel, Abfälle, Fäkalien, Haustiere, Zimmerpflanzen, Staub, Tapeten, Teppiche, Holz, Lehm, Ziegel, Anstriche, sogar Beton, auch einige Kunststoffe, vielen reichen geringste Staubablagerungen. Was Schimmelpilze für Wachstum und Vermehrung brauchen, ist neben organischer Nahrung - wie Sie schon wissen - Feuchtigkeit. Der immungeschwächte **Mensch** ist auch ein guter Nährboden. In Lunge und Bronchien, Mundhöhle und Darm, auf der Haut und Schleimhaut finden Pilze Speise in Fülle und optimale Bedingungen durch Feuchte und Wärme.

Die **Sporenbildung** findet in tageszeitlich, jahreszeitlich und wetterabhängig unterschiedlichen Perioden statt. Günstig für die Entwicklung der Sporen ist feuchtwarmes Klima. Günstig für deren Verbreitung sind Staub, trockene Luft und dauerhafte leichte Luftbewegung. Die **kleinsten** sind die schlimmsten. Einige sind winziger als 1 Mikrometer. Unter dem Mikroskop sieht man die mannigfaltigen Strukturen der Pilze und Sporen z.B. als Kügelchen oder Fäden (sog. Hyphen) oder in Form von baumähnlich verästelten Netzen und Strukturen (sog. Myzel). Die Fäden der Winzlinge können zentimeterlang und länger werden.

Im **Freien** sind die Schimmelpilzzahlen in der Luft im Hochsommer am höchsten, vom späten Herbst bis zum frühen Frühjahr am niedrigsten. Im **Innenraum** ist es umgekehrt, höhere Zahlen messe ich häufiger im

Winter, niedrigere im Sommer. Ausnahmen bestätigen die Regel. So habe ich bei Minustemperaturen hohe Werte gemessen und an schwülen Sommertagen nahezu keine. Die Nähe zu Kompostierungsanlagen, Müllhalden oder Recyclingbetrieben ist stets schimmelpilzverdächtig. Schimmelpilze und Sporen fliegen kilometerweit durch die Luft.

Schimmelpilze: Fallbeispiele

Mein Kollege **Peter H. Sierck** hat im kalifornischen **San Diego** bei der ständig kranken Familie Kirst hohe Schimmelpilzzahlen in der Raumluft festgestellt. Der Grund war eine einst übergelaufene Toilette als Folge eines blockierten Abflussrohres. Mutter Jodie litt neun Monate unter Unwohlsein, Übelkeit, Infektionen und Allergien. Die Kinder Kelsey und Mark waren dauernd erkältet, husteten nonstop. Die von zwei Fachfirmen durchgeführte Sanierung des Wasserschadens und seinen Folgen ließ zu wünschen übrig. Die Schimmelpilze und deren Sporen verbreiteten sich über die Klimaanlage im ganzen Haus. Nach der endgültigen Beseitigung der Ursachen, gründlicher Reinigung und Desinfektion der Klimaanlage und aller Wohnräume sowie einigen medizinischen Therapien war die ganze Familie wieder fit. Die Richter entschieden: 1 Million Dollar Schadensersatz (siehe Bericht "Immunistörungen durch Pilze" in Wohnung+Gesundheit, Heft 74, Frühjahr 1995).

In einem **Düsseldorfer Mehrfamilienhaus** fand ich neben elektrischen, magnetischen und radioaktiven Störungen extrem erhöhte Schimmelpilzzahlen. Sie lagen tausendmal höher als normal. Und es ging um besonders gefährliche Vertreter: *Aspergillus fumigatus* und *Aspergillus niger*. Schon beim Betreten des Hauses roch es muffig. Der ganze Keller war seit Jahren feucht, die Außenwände nicht isoliert und ebenso kalt wie feucht. Es gab viele Undichtigkeiten mit großflächigen Nässe-schäden an sanitären Rohren, auf dem Dach und an Balkonanschlüssen. Jahrelang suchte man nach Ursachen für die vielen Beschwerden: Müdigkeit, Infektionen, Migräne, Gelenkschmerzen, Erbrechen, Durchfälle, Schwindel, Husten. In zehn Jahren gab es in dem Acht-Familien-Haus zwei Hirnhautentzündungen, zwei Hirntumore, zwei Herzinfarkte, einmal Kehlkopfkrebs, einmal Magenkrebs, zweimal Lungenkrebs, zweimal Lungenbluten. Es starben in dieser Zeit acht Menschen, die Jüngste war gerade 17. Der ausführliche Bericht "Ein todkrankes Haus" erschien in Wohnung+Gesundheit, Heft 52 im Herbst 1989.

Eine **Hotelbesitzerin** aus **Neuss** bekam nach einem vom Nachbarn verursachten Abwasserschaden und der Durchfeuchtung ihres Schlafzimmerfußbodens schweres Asthma und unerträgliche rheumatische wie neurologische Schmerzen. Ich fand in der Luft, im Staub und auf allen Oberflächen mengenweise Schimmelpilze und deren Sporen, auch Pilzgifte, obwohl mit bloßem Auge nichts zu sehen war. Der Schlafräum wurde aufwändig saniert und gereinigt. Nach der Sanierung ging es ihr schnell besser, aber eine Pilzsensibilität ist geblieben.

Ingeburg Müller aus **Düsseldorf** ist 69 Jahre alt und war bis zum Sommer 1997 ein Leben lang gesund. "Ich gehe normalerweise dreimal die Woche zum Eistanz, einmal Turnen, bin ständig auf Achse." Am 4. Juni 1997 bekam sie Schüttelfrost, erbrach, hatte 40,5 °C Fieber, kam für 14 Tage ins Krankenhaus. Wieder zu Hause, zeigten sich in kurzer Zeit die gleichen Beschwerden. Zwei weitere Krankenhausaufenthalte mit reichlich Cortison und Antibiotika und ein Kuraufenthalt folgten. Man tippte auf Lungenentzündung. Woanders ging es ihr gut, in den eigenen vier Wänden immer wieder schlecht. Der Grund: Schimmelpilze des Typs *Aspergillus fumigatus* und *Aspergillus niger*. Ich fand sie bei Ingeburg Müller in der Luft, in Teppichen, auf Polstern, in der Küche, im Schlafzimmer... überall in extremen Zahlen. Die Wohnung schien wie mit Schimmelpilzen paniert. Wir fanden die Ursache: Im Juni wurde ein alter, vergammelter, feuchter Speicher im Nachbarhaus teilweise abgerissen und neu ausgebaut. Von hier kamen bergeweise Pilze und Sporen durch offene Fenster und Terrassentüren in die direkt daneben liegende Penthousewohnung von Frau Müller. Sie ließ ihre Wohnung nach meiner Anweisung mit großem Aufwand reinigen und desinfizieren. Kontrollmessungen wurden durchgeführt, um den Erfolg zu prüfen. Teppichböden wurden entfernt, Polstermöbel und Oberflächen mit Spezialsaugern gesaugt, Gardinen und Vorhänge gereinigt, Schränke und alle glatten Flächen abgewaschen. Acht Perserbrücken mussten viermal mechanisch und chemisch gereinigt werden, bevor die Aspergillen endgültig verschwanden. Nach gut acht Wochen durfte sie zurück in ihre nun pilzfreie Wohnung. Seitdem geht es ihr gut. "Ich gehe wieder zum Eistanz und zum Turnen, bin wohlauf. In den ersten Wochen habe ich mich nur mit Atemmaske in meine Wohnung getraut. Die Kosten gingen in die Tausende. Egal, ich lebe!" Ihr Mann überlebte nicht. Er starb in den kritischen Tagen des Pilzüberfalls an Atemnot und Lungenversagen.

Auch ich selbst bin inzwischen (leider) zum **Schimmelpilz-Fallbeispiel** geworden. In den ersten Monaten des Jahres 1999 ging es mir von Woche zu Woche schlechter: trockener Husten, Niesanfälle, rote Augen, Nasenbluten, Hals-, Ohren- und Gesichtsschmerzen, Nerven-, Muskel- und Gelenkschmerzen, schmerzhaft elektrische Schläge mit Kribbeln und Zucken in Händen, Armen, Füßen, Beinen und Augenlidern, Muskelkrämpfe im ganzen Körper (ich ahnte bis dahin gar nicht, wie viele Muskeln ein Körper hat), Kopfdruck, Nackensteifigkeit, Herzrhythmusstörungen, Lichtblitze in den Augen, Konzentrationsschwäche, Wortfindungsstörungen, Kurzatmigkeit, Kraftlosigkeit, Müdigkeit, Schwächeanfälle, Stimmungstiefs und tiefe schwarze Ränder unter den Augen. Ich hatte das Gefühl, in wenigen Monaten 20 Jahre älter geworden zu sein. Die Schmerzen in den Gliedmaßen waren so stark, dass ich wochenlang nicht allein über die Badewannenkante kam, mir keine Socken mehr anziehen und keine Schuhe mehr binden konnte.

Die Liste der konsultierten Ärzte wurde immer länger: Hausarzt, Haut-

arzt, Internist, Kardiologe, Neurologe, Allergologe, Immunologe, Orthopäde, Radiologe, Rheumatologe, Chirotherapeut, Osteopath, Lungenarzt, HNO-Arzt, Augenarzt, Umweltmediziner, Naturheilkundler, Homöopath, zweimal Notaufnahme im Krankenhaus. Die Liste der von den Ärzten diagnostizierten oder vermuteten Krankheiten wurde auch immer länger: Allergie, Alzheimer, Bluthochdruck, Borreliose, Bronchialasthma, Depression, Durchblutungsstörung, Gicht, Grippe, Immundefekt, Migräne, Multiple Sklerose, Neuralgie, Parkinson, Mykose, Polyneuropathie, Rheuma, Schwermetallbelastung, vegetative Dystonie, Vergiftung, Virusinfekt, Wirbelblockade. Die lange Liste der verschriebenen Medikamente: Antiallergika, Antibiotika, Antimykotika, Antioxidantien, Antitussiva, Augentropfen, Beta-Blocker, Calcium-Antagonisten, Cortison, Enzyme, Hautsalben, Homöopathika, Lokalanästhetika, Mineralien, Neuropathiemittel, Schmerz-, Gicht-, Leber- und Rheumamittel, Vitamine. Von Infusionen, Spritzen, Bestrahlungen, Gymnastik, Akupunktur und anderen Anwendungen ganz zu schweigen.

Beim Auf- und Umräumen des Büros traute ich meinen Augen nicht: Hinter den Schränken und Regalen schwarze Flächen, quadratmetergroß, alles Schimmelpilze. In der angrenzenden Wand zum Bad gab es drei versteckte Wasserrohrbrüche, feine Haarrisse in den Kupferleitungen. Hier tröpfelte es in die Wand und in den Boden, wahrscheinlich schon seit Monaten. Nach dem Öffnen von Wand und Böden in Büro und Bad: auch hier alles feucht, alles verpilzt, hinter Gipsplatten und Tapeten, unter Kacheln und dem Korkboden. Ich habe in der Zeit davor nichts gerochen, nichts gesehen, nichts geahnt, meine Frau und meine Mitarbeiter auch nicht. Und das uns. Wir alle waren baff.

Ich habe mir biologisch kritische Pilzarten ausgesucht, an erster Stelle *Stachybotrys chartarum*, ein gefährlicher Vertreter, der bevorzugt in nasser und zellulosehaltiger Umgebung wächst, aber auch *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus* und *Chaetomium*. Diese gelten als besonders krankmachend, speziell wegen ihrer hochwirksamen Toxine. Es wurde bei mir für gut 40.000 Euro gründlich und mit aller Vorsicht saniert. Danach verschwanden innerhalb kurzer Zeit die ersten Symptome, es war eine Wohltat. Viele Beschwerden lösten sich im Laufe der Wochen und Monate langsam aber sicher auf. Einige wenige sind noch Jahre danach geblieben und wurden nur ganz langsam besser.

Ende 1992 starben **elf Menschen** in der Uniklinik Frankfurt durch den Schimmelpilz ***Aspergillus fumigatus***, der nach Bau- und Reparaturarbeiten in die Zimmer der Schwerkranken gelangte. Von 1993 bis 1996 starben **zwölf Krebspatienten** der Uniklinik Innsbruck durch ***Aspergillus***-Pilze. Mediziner berichteten von katastrophalen hygienischen Zuständen. Bei allen Toten ging es um ein durch Krankheit oder medikamentöse Behandlung (Chemotherapie) geschwächtes oder sogar ganz ausgeschaltetes Immunsystem. Der Pilz machte 1962 über **100.000 Puten** in England den Garaus. 1922 starben **26 englische Wissenschaft-**

ler innerhalb weniger Jahre unter anderem an Lungenentzündungen, nachdem sie das Grab des ägyptischen Pharaos Tutanchamun öffneten. Man vermutet: Sie infizierten sich im Grab mit dem Schimmel **Aspergillus fumigatus**, der hier Jahrhunderte überlebte. Über dem Eingang zur Grabkammer stand: "Tod dem, der die Ruhe des Pharaos stört."

Im **Alten Testament** (3. Buch Moses: Levitikus 14, 33-57) steht: "Stellt der Priester fest, dass sich an den Mauern eines Hauses rötliche, grünlichgelbe oder schwarze Flecken zeigen, so ist der üble Stein herauszureißen, die Wand abzukratzen und alles vor die Stadt an einen unreinen Ort zu werfen. Hat man das Haus neu verputzt und das Übel bricht wieder aus, so ist bössartiger Aussatz an dem Haus. Man soll es niederreißen und Steine, Balken und Mörtel vor die Stadt bringen."

Auf der Suche nach Schimmel: Diagnostik

Spätestens wenn Sie nach medizinischen Untersuchungen pilzauffällig sind, im Haus Feuchteprobleme, muffige Gerüche oder sichtbaren Pilzbewuchs feststellen, sollten Sie Ihre Räume von erfahrenen Baubiologen mikrobiologisch untersuchen lassen. Experten vermuten, in jeder vierten deutschen Wohnung gibt es Feuchteschäden und in jeder sechsten schimmelt es sichtbar. Wie werden die winzigen Überlebenskünstler, die Hitze und Frost, pH1 und pH10, Trockenheit und Nässe, Jahre und Jahrzehnte überstehen, baubiologisch gemessen?

Manchmal reicht es, die Krankmacher bzw. deren Sporen in der Luft, auf Oberflächen, in Materialien, Hohlräumen oder im Staub zu erwischen und auf **Nährböden** anzuzüchten, um eine Innenraumsituation bewerten zu können. Manchmal muss zusätzlich **mikroskopisch** diagnostiziert werden, speziell wenn es um abgestorbene Pilze, Pilzfragmente oder Sporen geht, die sich nicht mehr kultivieren lassen, aber dennoch wegen der weiter vorhandenen Gifte gefährlich sind und allergisierend wirken. Es kann die Luft oder der Staub auf pilztypische **Schadstoffe** untersucht werden, speziell wenn es um versteckte Pilze und Sporen in z.B. Fußböden, Wänden und Hohlräumen geht, die nicht direkt in die Raumluft gelangen, aber indirekt mit ihren Stoffwechselprodukten, ihren MVOC und Toxinen, Probleme anrichten.

Hier und da hilft eine **endoskopische** Begutachtung von schlecht einsehbaren Zwischenwänden oder -decken. Die visuelle **Inspektion** und eine **Gebäudeanamnese** ist unverzichtbar: Begehung, Befragung, Geschichte des Hauses, Bauschäden, Wassereinwirkungen, Symptome der Bewohner... In jedem Fall müssen die Nässeprobleme durch Messungen der Luft, von Oberflächen, Materialien und der Bausubstanz erkannt und sachverständig saniert werden, denn wir wissen: Ohne Beseitigung der **Feuchtegrundlage** gibt es weiter Pilze. Je mehr Diagnosemöglichkeiten sinnvoll kombiniert werden, umso größer die Sicherheit. Es liegt an der Kompetenz und Erfahrung Ihres Baubiologen, die

richtigen Weichen für eine zuverlässige Schimmelpilzdiagnostik zu stellen und dabei möglichst kein Problem zu übersehen.

Die von Umweltinstituten oder Behörden meistens ausschließlich praktizierte Pilzmessung der Luft ist manchmal zu einseitig, um mikrobiologische Probleme erkennen oder Entwarnung geben zu können. Das gilt auch für die in Apotheken oder im Internet käuflichen Schimmeltests. Selbst wenn unzählige Pilze hinter dem Kleiderschrank, der Gipsverkleidung, unter dem Teppich oder sogar sichtbar als Rasen auf der offenen Wand aufwachen, passiert es, dass man sie nicht in der Luft nachweisen kann. Pilze und deren Sporen halten am feuchten Nährboden fest, wenn er ihnen zusagt, und haben unberechenbare Flugzeiten, je nach Entwicklungsstadium und Windverhältnissen. Nach meiner Erfahrung weist man in schimmelbelasteten Häusern die Pilze nur in gut zwei Drittel aller Fälle in der Luft nach. Dafür findet man sie eher auf Oberflächen, im Staub, in Ritzen, Teppichen, Matratzen, Vorhängen... Ich schätze zudem, dass versteckte Pilzaktivität, die den Bewohnern zu schaffen macht, häufiger ist als offensichtliche. Es reicht auch nicht, lediglich eine "visuelle Inspektion" durchzuführen und - wie zu gern praktiziert - mit der flachen Hand die Wandfeuchte zu prüfen.

Wir verfügen in der Baubiologie über viel Erfahrung, was **Schimmelpilzmessungen** in Innenräumen angeht. Dabei stehen folgende analytischen Optionen zur Verfügung. Sie haben sich bewährt, um Pilzprobleme möglichst sicher aufzuspüren. Sie wissen: Die **Kombination** mehrerer Verfahren ist sinnvoll, denn eine Methode allein ist selten sicher genug. Je vielseitiger recherchiert wird umso genauer das Resultat.

Vornan steht, wie angesprochen, die sachverständige Erkennung und konsequente Beseitigung der **Feuchteursachen** (undichte Wasserleitungen, Heizungsrohre, Dachabdeckungen, Isolationsmängel, Kältezonen, Kondensation...), am besten mit Hilfe von Baubiologen, Architekten, Bausachverständigen oder Sanierungsfirmen. Es gibt Messverfahren, die differenzieren, ob die Nässe bis in die Tiefe der Wand geht (oft bei baulichen Problemen oder Rohrbrüchen) oder sie hauptsächlich auf der Oberfläche zu finden ist (oft bei Lüftungsmängeln). Das ist wichtig zu wissen, denn für den Vermieter ist es meist der schlecht lüftende Mieter, der Schuld am Schaden ist, und für den Mieter der Vermieter, der sein Haus nicht gut isoliert oder in Schuss gehalten hat. Danach kommt die **Entfeuchtung** der Räume. Die Baumasse muss abtrocknen, das so schnell wie möglich, wenn nötig mit Nachhilfe, wenn sinnvoll mit Hilfe von Raumtrocknungsmaßnahmen, jeder Tag zählt. Reichlich lüften und viel heizen ist angezeigt. Am effektivsten ist Lüften, wenn es draußen kühler und trockener ist als drinnen, das steigert den Effekt.

Luftproben werden mit **Luftkeimsammelgeräten** durchgeführt. Diese saugen eine definierte Luftmenge im Raum und als Referenz im Freien an (meist 50-100 Liter) und schleudern die in ihr befindlichen Pilzspo-

ren auf einen Pilznährboden, auch Agar genannt (meist eine hierfür geeignete Petrischale). Man nennt das Verfahren **Impaktionsmethode**.

Die **Sedimentationsmethode** ist simpler: Ein **ungeschützter Nährboden** - beispielsweise eine geöffnete Petrischale - wird im Raum und zum Vergleich im Freien für eine bestimmte Zeit aufgestellt, im Schnitt eine Stunde. Pilze und Sporen sedimentieren, "rieseln" aus der Luft auf den Agar und werden hierauf wachsen und nach ein paar Tagen Bebrütung sicht-, zähl- und bestimmbar. Wenn sie dann sedimentieren: Pilzsporen sind unterschiedlich groß und schwer und manche derart klein und leicht, dass sie luftgetragen lieber herumschweben - wie ganz feiner Staub auch - als in Petrischalen zu fallen. Es kann hilfreich sein, bei der Probenahme etwas nachzuhelfen und die Sporen leicht aufzuwirbeln, in Bewegung zu versetzen durch Aktivität im Raum, Wackeln an Gardinen, Klopfen auf Polster, Öffnen von Schranktüren...

Meine Vergleichsmessungen haben gezeigt, dass Sedimentationsproben oft recht zuverlässig sind, obwohl Experten gern die Nase rümpfen. Die Resultate ähneln meist (nicht immer) den technisch aufwendigeren Impaktionsmethoden. Manchmal gibt es Vorteile bei der einen und manchmal bei der anderen Vorgehensweise, je nach Situation.

Solche Verfahren, die Nährböden zum Nachweis von Mikroorganismen einsetzen, kultivieren nur **lebensfähige** Keime. Manchmal haben wir es aber mit **abgestorbenen** bzw. nicht mehr vermehrungsfähigen Pilzen und Sporen zu tun, die auch gefährlich sein können. Oder manchmal auch mit speziellen Schmarotzern, die unsere Nährböden nicht mögen, sich dort nicht ausbreiten und vermehren und somit nicht erkennbar werden. Da nutzt der Einsatz von Nährböden nichts. Hier kann nach einer Luftprobe mit **Schlitzsammlern** die auf speziellen Filtern, Klebestreifen oder Gläschen gewonnene Ausbeute im Mikroskop begutachtet werden. Und hier sieht man sie dann mit einem guten Mikroskop und mit Erfahrung beim Mikroskopieren alle, tot oder lebendig.

Die Methoden haben Vor- und Nachteile, sie ergänzen sich und sollten parallel eingesetzt werden. Die Maßeinheit ist die Pilzzahl pro Kubikmeter Luft (KBE/m³, KBE heißt: kolonienbildende Einheit). Bei Luftproben an die Außenluft als Referenz denken. Ohne den Vergleich mit der Außenluft sind Innenraumprobleme kaum zu erkennen und zu bewerten.

Abklatschproben werden von verdächtigen Flächen mit hierfür geeigneten **Spezialnährböden**, z.B. Rodac-Platten und Paddeln gemacht. Die Agars werden leicht auf die Oberflächen gedrückt (Teppich, Wand, Regal, Kachel, Matratze, Kopfkissen..., besonders dort, wo man Hygieneprobleme vermutet oder sich viele Pilzsporen abgelagert haben könnten). Die Keime und Sporen kleben nun an ihnen fest. Die Maßeinheit ist die Pilzzahl pro Quadratdezimeter Fläche (KBE/dm²). Geht es um **nicht kultivierbare** Pilze oder will man beweisen, wo sich die Schma-

rotzer mit ihren Geweben, Hyphen und Myzelien breitmachen, dann nähern wir uns den befallenen, verdächtigen, kühlen, feuchten... Oberflächen mit durchsichtigen **Klebestreifen**, z.B. glasklarem Tesafilm. Der wird vorsichtig auf die Fläche geklebt, gedrückt bzw. getupft und danach das an ihm Haftende im Mikroskop begutachtet. Bei entsprechender Vergrößerung sieht man dann die Pilze und ihre Sporen und Fäden so wie sie auf der Oberfläche gewachsen sind und kann sie zählen, identifizieren und begutachten.

Staubproben werden mit **Pumpen**, die wir von Schadstoff- und Asbestmessungen kennen, gemacht. Sie ziehen die Luft auf Filter oder präparierte Gläschen und können direkt mit dem Mikroskop betrachtet und ausgewertet oder auch auf Nährböden übertragen werden. Ein paar Gramm Staub aus Ihrer **Staubsaugertüte** reichen in vielen Fällen für den ersten Eindruck einer mikrobiologischen Gefahr im Haus. Auch hierfür gibt es eine Maßeinheit: Pilze pro Gramm Staub (KBE/g).

Bei einer **Saugprobe** werden mit leistungsstarken Staubsaugern und Probenahmevermögen (z.B. ALK-Samplern, die bei der Hausstaubmilbensuche zum Einsatz kommen) von Teppichen und Polstern, aus Zwischenwänden, Ritzen, Schränken, Matratzen und Schmusetieren, hinter Einbaumöbeln oder Fußleisten, aus in den Estrich gebohrten Löchern... Luft, Staub, Pilze und Sporen direkt angesaugt und auf Papier- oder Zellulosefilter abgelagert. Die Ausbeute wird im Mikroskop betrachtet oder auf Nährboden aufgebracht und kultiviert.

Bei der **Tupferprobe** kommen sterile Wattestäbchen zum Einsatz. Mit ihnen werden verdächtige Flächen einer definierten Größe beprobt, oder es wird in Kühlschränken, Spülmaschinen, Waschmaschinen, Babyflaschen, Toilettenspülkästen, Mundduschen, Lebensmittelvorräten, Getreidemühlen, Abflüssen, Löchern in Wand oder Fußboden, Ritzen und Fugen, auf Flecken, Pilzrasen, im Staub, in Duschköpfen... gesucht. Die Wattestäbchen werden auf Nährböden ausgerollt.

Materialproben, z.B. verpilzte Teppiche, Tapeten, Putze, Akten, Einrichtungen... werden über Agars oder direkt mikroskopisch bewertet.

Wichtig sind auch **Lebensmittelproben**. Wir lassen uns von pilzkranken Patienten 10 bis 20 ihrer Lieblingslebensmittel zusammenstellen: Käse, Wurst, Milch, Müsli, Nüsse, Getreide, Naschereien... Diese werden auf Nährböden gebracht, und wehe, es wachsen kritische Pilze. So kann vermieden werden, dass über die Nahrungskette ständiger Nachschub kommt. Auf diese Weise haben wir Candida-kontaminierte Supermarktkäsetheken und Schimmelpilz-belastete Bioläden gefunden.

Es sollten **Flüssigkeitsproben** vom Wasserleitungsnetz und Trinkwasserfilter, vom Wasser in Luftbefeuchtern, Hydrokulturen und Toiletten, vom Lieblingsgetränk und Bierzapfhahn... durchgeführt werden. Die

Probenahmen werden mit Eintauchnährboden, sogenannten Paddeln, gemacht oder gehen direkt ins Labor. Die Maßeinheit ist die Keimzahl pro Milliliter. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung, der eigentlich für Bakterien gilt, ist 100 Keime/ml und könnte auch für Pilze herangezogen werden.

Die **Riechstoffe** der Pilze namens **MVOC** werden wie chemische Lösemittel über Raumluftprobenahmen auf Substrate wie Aktivkohle oder Tenax gezogen und im Labor gaschromatografisch analysiert. Im Protokoll stehen die Konzentrationen der einzelnen Substanzen und deren Summenkonzentrationen in Nanogramm pro Kubikmeter Luft (ng/m^3).

Die **Gifte** der Pilze, die Mykotoxine, sind leider schwer zu diagnostizieren. Einzelne Stoffe wie Ochratoxin A können im Hausstaub nachgewiesen werden. Das Maß ist Mikrogramm pro Kilo Staub ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Messungen der **Feuchtigkeit** von Luft, Oberflächen, Materialien, Hohlräumen... werden mit speziellen Sensoren erfasst. Die Nässe von Baumaterialien wird sowohl auf den Oberflächen der verdächtigen Wände als auch (falls nötig) in einem, zwei und fünf Zentimeter Tiefe durchgeführt, manchmal bis in die Tiefen eines Fußbodenaufbaus. So kann differenziert werden, ob es sich um Oberflächenfeuchte (falsches Lüften, Kondensation, Wärmebrücken...) oder um Wassereinträge in der Baumassee handelt (Isolationsmängel, Rohrbruch, Undichtigkeiten, aufsteigende Feuchte...). Bewährt haben sich Messgeräte, die mit Oberflächen- und Einstechelektroden sowie über Funk die Feuchte orten.

Beachten: Vor den Luftproben wenigstens **acht Stunden nicht lüften**. Alltagstypische **Aktivität** im Raum (Laufen, Schubladen öffnen, Gardinen zuziehen, auf Betten und Kissen klopfen...) ist meist erwünscht.

Alle Nährböden werden bei uns direkt nach den Probenahmen in einem **Wärmeschrank** bei $20\text{ }^\circ\text{C}$ und $37\text{ }^\circ\text{C}$ bebrütet. Nach einigen Tagen folgt die Zählung der auf den Agars herangewachsenen Pilze. Bei Bedarf werden sie zur weiteren Identifizierung von uns mikroskopiert und/oder an ein mikrobiologisches Fachlabor geschickt. Die verschiedenen Bebrütungstemperaturen lassen die wichtige Unterscheidung zu zwischen Pilzen, die bevorzugt bei Raumtemperatur und jenen, die auch bei der relativ hohen Körpertemperatur wachsen. Die meisten Schimmelarten überleben $37\text{ }^\circ\text{C}$ nicht, und die, die es überleben, sind meist besonders gefährlich, beispielsweise viele Aspergillus-Arten. Schimmelpilze sind eher gegen Hitze als gegen Kälte empfindlich.

Verschiedene **Nährböden** haben sich für baubiologische Probenahmen bewährt, beispielsweise der **YM-Agar** (Yeast and Mould, das heißt Hefe- und Schimmelpilz). YM-Agar kultiviert sehr viele verschiedene, umwelttypische Schimmel- und Hefepilzarten. Geeignet sind auch **Bengalrot-** und **DG18-Agar** (gut zur Verhinderung von überwucherndem

Wachstum einiger sehr schnell wachsender Pilze und für Schimmelpilze, die eher trockeneres Milieu bevorzugen) und **Würze-** bzw. **Malzextrakt-Agar**. Ergänzende Nährböden sind **TSA-** bzw. **Caso-Agar** (magerer Nährboden, auch für Bakterien). Für spezielle Fälle eignet sich CS-Agar (ein Zellulose-Nährboden für Stachybotrys). Es sollten bei den Probenahmen vor Ort möglichst zwei, besser noch drei verschiedene Agars eingesetzt werden, um möglichst viele der Schimmelpilzarten zu erwischen, denn die Schmarotzer haben - wie erwähnt - Vorlieben und wollen verwöhnt werden. Kein Agar lässt alle Pilzarten wachsen.

Auf der Suche nach Schimmelpilzen waren auch die **Stiftung Waren-test** und sind **Apotheken, Ärzte** und Anbieter im Internet. Der Kunde bzw. Patient bekommt eine oder zwei Petrischalen, die zu Hause geöffnet und der Raumluft ausgesetzt werden sollen (schon weiter oben kurz erwähnt, siehe Beschreibung der Sedimentationsmethode). Danach werden sie ins Fachlabor zur Auswertung geschickt. Das AnBUS-Labor in Fürth hält das für "unzureichend und unverantwortlich", andere Labore und auch ich sehen die Vorgehensweise ebenfalls mit Skepsis. AnBUS: "Wir halten es für fahrlässig, wenn eine so renommierte Institution wie Stiftung Waren-test dem Verbraucher durch die Anwendung eines unsachgemäßen Testverfahrens die trügerische Sicherheit vermittelt, alles Notwendige zur Erkennung einer Schimmelpilzbelastung seiner Wohnräume unternommen zu haben." Ein Nährboden ist oft zu wenig, die Gefahr etwas zu übersehen groß, die Ergebnisse sind ungenau, die Fehlermöglichkeiten gerade für Laien endlos, sehr leichte Pilzsporen sind luftgetragen wie Schwebstaub und sedimentieren nur schlecht in solche offenen Nährböden, die wichtige Außenluftprobe als Referenz fehlt. So einfach ist mikrobiologische Diagnostik nun doch wieder nicht.

Schimmel sanieren, reinigen, desinfizieren

Schimmelpilze gehören auf den Kompost oder in Biotonnen, nicht ins Kinderzimmer, Bad oder die Küche. Ist es einmal passiert, was eher die Ausnahme ist und nicht Regel, dann gibt es gute Möglichkeiten, die Quälgeister auch ohne harte Chemie wieder loszuwerden.

Der sachverständigen **Erkennung** und **Beseitigung** der **Nässeursache** folgt die **Entfeuchtung**: ganz viel lüften, ganz viel heizen, Luft trocknen, eventuell mit einem **Raumtrockner**. Der sollte der Raumluft mindestens zehn Liter Wasser pro Tag entziehen können. Durch kontinuierliches Entfeuchten der Luft werden im Laufe der Zeit auch die Oberflächen der Wände und Einrichtungen trocken(er), was die Pilzvermehrung stoppt und somit das biologische Risiko reduziert. Das Absaugen der Raumluft ins Freie mit einem leistungsstarken **Ventilator** ist meist günstig, denn er transportiert feuchte Luft und herumfliegende Pilzsporen nach draußen. Achten Sie im Falle vorliegender Feuchte beim Lüften darauf, dass es draußen möglichst deutlich kühler ist als drinnen.

Dann sollte mit großer Vorsicht (Atemschutz, Staubschutz, geeignete Sauggeräte und Luftreiniger, Einhausung des betroffenen Raumteils, eventuell Unterdruck) der **Pilzbefall** über die sichtbare Grenze hinaus **abgetragen**, befallene Flächen und Einrichtungen beseitigt werden, falls nötig auch Tapeten und Wandputz. Den Raum, alle Oberflächen und die Luft gründlich **reinigen**. Eventuell beim Wischen desinfizierende Mittel einsetzen (nie Gifte!). Vorsicht: Die ärgsten Schimmelprobleme entstehen bei und nach der Sanierung, weil man die Keime und deren Sporen aufwühlt und es zu oft verpasst, neben dem sichtbaren Pilzbefall auch die unsichtbaren Sporen zu beseitigen. Das ist der Fehler vieler Sachverständiger, Ämter, Handwerker: Es werden die Feuchteursache(n) und Wandflecken beseitigt (das ist die bauphysikalische und kosmetische Seite), aber nicht deren Folgen in Form von milliardenfach herumfliegenden Sporen, Pilzleichen und -fragmenten (das ist die baubiologische und eigentlich gesundheitsrelevante Seite).

Bei und nach Pilzsanierungen zeigen **HEPA-Luftreiniger** ihre Stärke. Sie sollen leistungsstark sein und 200-300 m³ Luft pro Stunde schaffen, mit zunehmender Raumgröße noch mehr. Der Einsatz eines solchen Luftreinigers ist bei erhöhten Pilzzahlen und anderen Partikelbelastungen ein Segen. Millionen schädliche Pilze, Sporen, Fasern, Stäube... verschwinden nun im Filter und nicht mehr in Bronchien und Lungen. HEPA-Filter sind pflegeleicht, ein Filterwechsel steht meist nach erst einem Jahr an (siehe auch im vorangegangenen Kapitel über Staub).

Der Kauf des richtigen **Staubsaugers** ist wichtig. Auch er sollte leistungs-, sprich saugstark, sein und **Mikrofilter** nach HEPA-, ULPA- oder S-Klasse haben, wie schon im Kapitel Staub beschrieben. So ein Gerät beseitigt nicht nur groben Dreck, sondern hält auch, das ist entscheidend, lungengängigen Feinstaub, Keime, Sporen, Pilzfragmente, Milben... zurück. Setzen Sie die Fugendüse ein, die ist besonders effektiv. Es gibt Industriestaubsauger, die bei der Asbestsanierung Verwendung finden, sogenannte K1-Staubsauger, diese sind besonders leistungsstark und gut geeignet. Hiermit können Sie sogar sichtbare Pilzrasen absaugen. Konventionelle Billigstaubsauger ohne Pilz-taugliche Mikrofilterung ziehen die Sporen vorne rein und blasen sie hinten wieder raus, so verbreiten Sie das Problem durchs Haus.

Pilze und Sporen befinden sich wie Staub auf Oberflächen. Deshalb kann im Rahmen einer Sanierung eine **Oberflächenreinigung** von kontaminierten Flächen sinnvoll sein. Aber bitte nur ergänzend zum Saugen. **Schrubben** und **desinfizieren** Sie mit bakterien- und pilztötenden Putzmitteln. Geeignet sind Mittel auf der Basis von **Wasserstoffperoxid** (3 % und mehr). Chlor ist ebenfalls wirksam, aber nicht wirksamer und deshalb verzichtbar. Oft reichen hochprozentiger **Alkohol** oder **Spiritus** (70 %), **Essigessenz** oder **Sodalösung** (5 %). Bevorzugen Sie heiße Temperaturen ab 50 °C. Dabei und danach reichlich lüften. Putzlappen häufig wechseln. Mit gut gemeinten biologischen Reinigungsmitteln, Obst-

essig und Teebaumöl klappt es leider selten bis nie. Setzen Sie **nie-mals fungizide Mittel** ein, diese riskanten Gifte sind fast immer verzichtbar. Einige Sanierer und Handwerker sind mit dem pestiziden Kampfeinsatz in Form von Sprays und Lacken zu schnell bei der Hand.

Heißdampf auf geeigneten Oberflächen, Putz, Kacheln... ist ebenfalls wirkungsvoll. Auch effektiv: Das zusätzliche **Abflämmen** von pilzbefallenen Oberflächen in Ergänzung zum Saugen. Gut geeignet sind Heißluftgebläse aus dem Baumarkt, die Temperaturen bis 600 °C schaffen. Starke Hitze tötet Pilze, z.B. das **Aufheizen** eines befallenen Raumes auf über 60 °C für mehrere Tage. Und das Kochen und Bügeln der Wäsche. **Einfrieren** in der Tiefkühltruhe auf unter - 20 °C für einige Tage bis Wochen oder **erhitzen** in der Sauna bzw. im Backofen auf über 80 °C für einige Stunden tötet alle Pilze und die meisten Sporen, z.B. bei Gegenständen, die nicht anders behandelt werden können. Kein Pilz überlebt einige Minuten im eingeschalteten Mikrowellenherd.

Wichtig: Das **Entfernen** der Pilze und Sporen steht immer an erster Stelle, das Reinigen, Schrubben, Wischen, Saugen... Bei den Arbeiten **Haut** (Handschuhe), **Augen** (Brille) und **Nase** (Atemschutz) schonen. Schützen Sie auch die **umgebenden Räume**. Machen Sie die **Innentüren zu**, und kleben Sie die Ritzen ab. Machen Sie die **Außentüren** und Fenster weit auf. Basteln Sie aus Plastikfolie ein **Zelt** um den zu sanierenden Pilzschaden. Hängen Sie beim Arbeiten den Schlauch Ihres HEPA-Saugers in dieses Zelt, damit jedes Zuviel sofort abgesaugt wird.

Luftentfeuchter (Raumtrockner) sind nicht nur nach Wasserschäden sinnvoll, um die Trocknung des Raumes zeitlich begrenzt zu beschleunigen, sondern speziell auch - wie schon angedeutet - für einen dauerhaften Einsatz in Kellerräumen, die zu chronischer Feuchtigkeit neigen. Das gilt auch für eigentlich trockene Keller an schwülwarmen Sommertagen, wenn die **hohe Luftfeuchte** draußen ihren Weg in die **kühleren Räume** drinnen sucht und hier kondensiert. Wasserdampf zieht es immer zur Kühle. Deshalb im feuchten Sommer nicht tagsüber im Keller lüften, sondern eher spät nachts und früh morgens, wenn es außen kühler und trockener ist. Dafür die Kellerräume im Winter häufiger lüften, das zieht die Feuchte raus ins kalte Freie, oft gründlicher als es ein Raumtrockner könnte. Vermeiden wir es, dass durch Wäschetrockner oder durch Duschen und Kochen zuviel **zusätzliche Feuchte** entsteht. Führen wir den Wasserdampf direkt der Außenluft, beispielsweise zu durch Lüften, Ventilation oder Dunstabzugshauben. Sorgen wir, falls nötig, für eine kräftige **Abluft** aus Kellerräumen mit einem leistungsstarken Ventilator, der wenigstens 200 m³ Luft pro Stunde absaugen können sollte, das gilt auch für Toiletten und Bäder.

Optimale Wartung, Reinigung und Desinfektion ist bei **Lüftungs- und Klimaanlage** (auch in Autos!) sowie **Luftbefeuchtern** notwendig. In der Gebrauchsanleitung des im Baumarkt käuflichen Duracraft-Raum-

befeuchters wird vorgeschrieben, den Wassertank, Sockelbehälter und Filtereinsatz einmal wöchentlich ausgiebig in Essig zu reinigen und mit Chlor zu desinfizieren. Arbeitsaufwand: eine Stunde. Wer tut das?

Lassen Sie nachgewiesen pilzauffällige **Gardinen**, Vorhänge, Bezüge, Decken, Kleidung... reinigen oder entfernen Sie diese. **Teppiche** sollten vor der Reinigung gründlich gesaugt und ausgiebig geklopft werden.

Topfpflanzen, egal ob Erde oder Hydrokultur, sind immer pilzbelastet, die pilzfreie Zimmerpflanze gibt es nicht. Angeschimmelte **Nahrung** ganz entfernen. **Lebensmittel** gründlich waschen oder schälen. Biologische **Abfälle** gehören in keine Küche, zumindest nicht länger als ein paar Stunden. **Briefmarken** sind nicht zum Lecken da. **Stockflecken** sind Pilze, das Handtuch wegschmeißen ist sicherer als waschen.

Pardon, ein paar kritische Worte zu **Bio** und **Öko**, wenn es zu einseitig praktiziert wird. Mit biologischen Putzmitteln schieben Sie die Pilze von links nach rechts, aber Sie vernichten sie nicht. Mit dem radikalen Verzicht auf härtere Putz- und sanitäre Reinigungsmittel handelt man sich eventuell Nebenwirkungen ein: Pilze. Mit dem Komposthaufen im Garten züchten Sie: Pilze. Den vierfach getrennten Biomüll in der Küche sollten Sie täglich leeren, ansonsten: Pilze. Wehe dem, der einen Wasserschaden in einem mit biologischen Caseinfarben gestrichenen Haus hat; Pilznährböden sind aus Casein gemacht. Biologisch angebaute Getreide, Gemüse und andere Lebensmittel zeigen häufiger Pilzprobleme, unverpackte öfter als hygienisch verpackte, frisch gepresster Biogemüsesaft öfter als gekaufter. Rohmilch öfter als ultrahoch erhitzte. Energie sparen um jeden Preis und nie lüften? Nur bei 40 Grad waschen und spülen? Na, Sie wissen schon.

Die **Biotonne** wird bei uns in Neuss nur alle zwei Wochen geleert, ein mikrobiologisches Risiko ersten Ranges. In den letzten Jahren ging es durch die Medien: Biotonnen können ernste Gesundheitsschäden verursachen, ausgelöst durch eine Wolke von Pilzen beim Öffnen der Behälter. Die 'Westdeutsche Zeitung' berichtete im März 1999: "Bei Müllmännern ist die Infektanfälligkeit doppelt so hoch wie in anderen Berufen. Die Biotonne macht krank." Für die Hausfrau gibt's den Tipp: "Müll aus der Küche in kurzen Abständen leeren und Biotonnen nicht in der Garage oder im Keller platzieren." Die 'Bild-Zeitung' im März 2000: "Mit dem Öffnen der Biotonne greifen eine Million Schimmelpilze an." Das Berliner Robert-Koch-Institut empfiehlt Allergikern, Asthmatikern und Immungeschwächten, Biotonnen nicht einmal anzurühren. Stellen Sie die grüne, braune, gelbe und graue Mülltonnenparade nicht direkt in die Nähe der Wohn- und Schlafräumfenster. Auch Mülltonnen wollen von Zeit zu Zeit gereinigt und desinfiziert werden.

Schwer zu ändern: Der **Treibhauseffekt** fördert Pilzprobleme. Kanadische Forscher fanden, dass Schimmelpilze bei Verdoppelung der Koh-

lendioxidkonzentration schneller wuchsen und viermal mehr Sporen bildeten. Leicht zu ändern: Die schlimmsten Kohlendioxidkonzentrationen finde ich in schlecht gelüfteten Innenräumen, deshalb: lüften. Wenn Menschen in einem normalen Wohn- oder Schlafzimmer nur eine Stunde lang atmen, hat sich Kohlendioxid bereits verdoppelt. Mehr Spannendes hierzu beim CO₂ auf den Seiten 71-75.

Ebenfalls schwer zu ändern: Die **Sturheit** von **Behörden**, die meinen, Pilze seien ein Kavaliersdelikt. Eine verzweifelte Mutter von zwei kleinen, ständig kranken Kindern ruft beim Gesundheitsamt an. Sie hat zu Hause an den Außenwänden und einigen Stellen des Teppichs schwarze und grüne Pilzrasen. Ihr neuerworbener junger Dackel starb in wenigen Wochen an Entzündungen und Lungenproblemen. Sie besorgte sich ein zweites Tier bei einer anderen Züchterin. Der starb verdächtig schnell an den gleichen Symptomen. Nach der zweiten Trauerzeit kam der dritte Jungdackel, wieder von einem anderen Züchter. Auch der verendete in kurzer Zeit. Die Behörde: "Hunde sind kein Fall für das Gesundheitsamt." Noch ein Beispiel? In einer Grundschule husteten die Schüler und Lehrer um die Wette, monatelang. An den Wänden: schwarze Pilzrasen. Die zuständige Behörde: "Pilze gibt es doch überall." Noch eins? Ich fand bei einem Kunden hohe Konzentrationen des (lebens-) gefährlichen Schimmelpilzes *Stachybotrys*. Er ruft bei den lokalen Gesundheitshütern an und spricht mit dem für Pilze zuständigen Biologen. Der Beamte: "Stachi..., was ist denn das?"

Übrigens: Wir Baubiologen haben auch bei den Pilzen mal wieder - wie so oft - **Pionierarbeit** geleistet. Wir haben eine Reihe neuer, kreativer **Untersuchungsmethoden** vorgestellt, zahlreiche rein **mechanische** und **nebenwirkungsfreie Sanierungsstrategien** (siehe oben) entwickelt und kultiviert und bewiesen, dass sie zum Erfolg führen. Dafür sind wir zuerst von den "Experten" belächelt worden, und jetzt - drei Jahrzehnte später - gehört es zum Standard auch bei Ämtern und Sanierungsunternehmen. Früher, da standen giftige Mittel im Vordergrund, es wurde wahrlich nicht zimperlich mit Fungiziden, Formaldehyd und anderen toxischen Stoffen gesprayed, gesprüht und gepinselt, was das Zeug hielt, mit fragwürdigen Wirkungen und kritischen Nebenwirkungen. Es wurden beim Kampf gegen die Mikroorganismen der Teufel mit dem Beelzebub ausgetrieben und ganze Häuser vergiftet.

Noch ein Weilchen leben

Wohl dem, der ein stabiles Immunsystem hat. Wehe dem, dessen Immunsystem geschädigt oder ganz ausgeschaltet ist. Ein **Krebspatient** soll während der Chemotherapie im Krankenhaus den mit sterilen Kitteln und Mundschutz versehenen Besucher nicht berühren und wird vom Personal nur mit Latexhandschuhen angefasst. Das muss sein, da sein Immunsystem gleich null ist und jeder Keim zur Lebensgefahr werden kann. Es wundert mich jedoch, dass der gleiche Patient nach

der Chemo nach Hause darf und nicht informiert wird, mit welchen Risiken er hier rechnen muss. Sein Immunsystem ist doch immer noch nahezu null. Und im feuchten Keller sitzt vielleicht der Schimmel. Oder hinter dem Kleiderschrank an der kühlen Außenwand, unter der Matratze, im Staubsauger, Blumentopf, in der Getreidemühle, im undichten Flachdach... Vermeidbare Risiken. Das Umweltbundesamt im Jahr 2002: "Immungeschwächte Patienten sollten von ihrem Arzt unbedingt über die Risiken einer Infektion durch Pilze aufgeklärt werden."

Die "heimliche Seuche" fordert bei uns **Tausende Tote** pro Jahr. Davon könnten die meisten leben, wenn sie nur früh genug diagnostiziert und therapiert und die Pilzquellen erkannt und beseitigt worden wären. Eine Studie der **Universität Freiburg** sagt, dass 1989 **7000 Menschen** an Endomykosen (in den Körper eingedrungene Pilze) gestorben sind. Die Dunkelziffer dürfte beim Vielfachen liegen, weil Endomykosen selten erkannt werden. 70 % der in der **Universitätsklinik Düsseldorf** obduzierten Verstorbenen, bei denen **keine Todesursache** festgestellt werden konnte, waren voller Pilze.

Eigentlich sind Pilze da, um Abgestorbenes oder Verdorbenes zu verwerten. Die Schmarotzer scheinen manchmal nicht zu merken, dass der Wirt, den sie zu recyceln gedenken, noch ein Weilchen leben möchte.

Giftige Pilze

Ärzte und Wissenschaftler sind sich noch nicht einig, was gefährlicher ist, der **Pilz** oder sein **Gift**. Fast jeder Pilz gibt ein für ihn typisches Gift ab. Beim *Aspergillus flavus* ist es das krebserregende **Aflatoxin**. Lebensmittel, die mehr als 2 Mikrogramm Aflatoxin pro Kilo ($\mu\text{g}/\text{kg}$) enthalten, dürfen laut EU-Grenzwert nicht mehr verkauft werden. Beim *Aspergillus ochraceus* ist es **Ochratoxin**. *Aspergillus fumigatus* und *Aspergillus niger* sind erfinderisch in der Mykotoxinbildung, sie produzieren gleich mehrere, z.B. **Gliotoxin** oder **Fumigacin**. Bei Schimmelpilzen der Familie *Penicillium*, aus denen das bekannte Penicillin gebildet wird, geht es unter anderem um **Citrinin** und **Patulin**. Pilzarten wie *Fusarium* und *Mucor*, die man häufiger auf Getreide und im Pflanzenreich findet, bilden **Fumonisin**, **Vomitoxin** und **Zearaleon**. Der besonders gefährliche *Stachybotrys* produziert mehrere sehr potente Gifte, welche das Nervensystem schädigen, Lungenbluten verursachen und Schleimhäute angreifen, an erster Stelle **Satratoxin**. Jedes der über 400 bislang bekannten Pilzgifte hat seine spezifische biologische Wirkung. Die gesundheitsschädigenden Mykotoxine, die bei Pilzen und bei Pilzsporen vorkommen, bleiben unverändert über Jahre wirksam, selbst nachdem sie abgestorben sind. Auch deshalb ist es so wichtig, Pilze nebst Sporen gründlich zu beseitigen, statt sie nur mit Desinfektionsmitteln zu killen. Mehr zu Toxinen auf den Seiten 87, 131-132 und 146.

Sie erinnern sich: Das **Bundesgesundheitsministerium** misst den Pilz-

giften eine mindestens so hohe Bedeutung bei wie den Pestiziden. Im Laufe der Jahre und mit zunehmender Forschungsaktivität wird immer klarer, dass die Pilztoxine einen hohen, wenn nicht den **höchsten Stellenwert** in Bezug auf gesundheitliche Schädigungen haben.

Nicht alle Pilze bilden Toxine. Und wenn, dann bevorzugt auf nährstoffreichen Substraten und das meist in einer relativ späten Phase des Wachstums. Der Pilz braucht ganz bestimmte Voraussetzungen für die Toxinbildung, und jeder braucht andere. Man weiß also erst einmal nicht, ob der Schimmel, der sich zu Hause breit gemacht hat, ein toxinproduzierender Vertreter ist, und wenn ja, ob er auch schon Toxine produziert hat. Umso mehr ist schnelles Handeln angebracht, je früher desto besser. Die Gifte werden vom Schimmelpilz in seine nahe Umgebung abgegeben. Der Schimmelpilz selbst besiedelt Oberflächen und kann eher selten tiefer in Putze, Mauerwerk oder Gipsplatten eindringen. Seine Toxine schaffen das. Deshalb muss man nach einem vermeintlich sanierten Pilzschaden durchaus noch mit Giften rechnen, obwohl schon lange kein einziger Pilz und keine einzige Spore mehr nachweisbar ist. Das ist der Hauptgrund, warum es manchmal vonnöten ist, nicht nur die pilzbefallene Tapete zu entfernen, sondern auch den Putz bzw. die ganze Gips- oder Spanplatte darunter.

Fast alle Pilzgifte gelten neben den schädigenden Wirkungen auf Haut, Schleimhaut, Organe, Immun- und Nervensystem als **krebserregend**, speziell was Leber-, Nieren- und Magenkrebs angeht. Aus den USA wird von Todesfällen durch **Stachybotrys** berichtet. Mehrere Kleinkinder starben in Cleveland/Ohio an Lungenbluten, nachdem sie Stachybotrys in ihren pilzauffälligen Wohnungen einatmeten. Dabei waren die nachgewiesenen Sporen in der Luft nur zehnfach höher als normal.

Pilzgifte sind - wie bereits zuvor angedeutet - nur schwer dingfest zu machen. Für einige Mykotoxine gibt es noch keine Untersuchungsmöglichkeit. Bei anderen, wie Ochratoxin A, kann der Hausstaub auf dieses Toxin überprüft werden. Es wird von verschiedenen Pilzen gebildet, z.B. einigen Aspergillus- und Penicillium-Arten. Sind die Staubwerte erhöht, gibt es ein Problem. Wird im Staub nichts gefunden, heißt das noch nicht viel, denn erstens gibt es eine Menge Schimmelpilze, die kein Ochratoxin A produzieren und wenn, dann müssen sie es in der Zeit der Probenahme noch lange nicht produziert haben. Orientierungswerte für Ochratoxin A im Hausstaub sind: unter **1 µg/kg** ist **unauffällig**, über 1 µg/kg ist auffällig, über **4 µg/kg** ist **stark** auffällig.

Miefende Pilze

Schimmelpilze geben **Riech-** bzw. **Schadstoffe** ab. Hier geht es nicht um die oben genannten schwerflüchtigen Toxine, sondern um ganz andere leichtflüchtige Substanzen, **MVOC** genannt (Microbial Volatile Organic Compounds). Einige Mediziner und andere Experten meinen,

dass die lösemittelähnlichen Stoffe mit dem erdigen, muffigen, fauligen oder kellertypischen Pilzgeruch der Gesundheit zusetzen können.

Man kennt heute über 450 MVOC, und es ist ähnlich wie bei den Toxinen: Jeder Pilz emittiert für ihn charakteristische Stoffe, je nach Situation und Nährgrundlage unterschiedliche, unter Umständen mehrere gleichzeitig, z.B. 1-Decanol, Dimethyl(di)sulfid, Dimethylsulfoxid, Geosmin, 2-Heptanon, 2/3-Methylfuran, 2-Methyl-Isoborneol, 1-Octen-3-ol, 3-Octanol, 3-Octanon oder 2-Pentanol. Bei der Luftdiagnostik ist es wichtig, solche Substanzen zur Bewertung heranzuziehen, die sicher nur von Pilzen stammen können, um Fehlinterpretationen mit ähnlichen, die als Lösemittel in unsere Häuser einziehen, zu vermeiden. Einige Pilze geben Styrol oder Xylol ab, das sind Aromaten, die in der chemischen Industrie tonnenweise als Lösemittel hergestellt und bei nahezu jeder Wohnungsuntersuchung gefunden werden. Es ist manchmal schwierig, das eine vom anderen ganz sicher zu unterscheiden.

Der Pilzmief namens MVOC verbreitet sich in der Raumluft und wird von den Bewohnern eingeatmet. Wir Baubiologen schätzen ihn als einen **Indikator** für **versteckte** Schimmelpilzprobleme. Denn eben längst nicht immer wachsen die Mikroorganismen offensichtlich als farbige Rasen auf Wänden, manchmal verbergen sie sich hinter Tapeten, Kacheln oder Duschtassen und unter dem Teppich, Parkett oder Estrich. Dann werden wir sie in der Zimmerluft nicht finden, aber deren Gerüche, und die sind diagnostizierbar. Man kommt den Schmarotzern also auch hiermit auf die Schliche, wenn nicht direkt, dann eben indirekt. Die Gerüche diffundieren durch viele Baumaterialien hindurch, selbst durch Folien oder Steine. Einige haften hartnäckig an Einrichtungen, Büchern oder Kleidung, andere weniger. Je nachdem welche leichtflüchtigen Substanzen in der Raumluft gefunden werden und in welchen Konzentrationen sie auftreten, kann man vorsichtige Rückschlüsse auf die Art und das Ausmaß des Pilzschadens wagen.

Nach meiner bisherigen Erfahrung mit MVOC-Messungen findet man in der **Außenluft** fast immer Konzentrationen unter **100 ng/m³** (Nanogramm pro Kubikmeter), bezogen auf die **Summe** der oben genannten MVOC. In Innenräumen wird es ab etwa **200-300 ng/m³** **verdächtig**, man sollte anfangen, mit verstecktem Pilzwachstum zu rechnen. Ab **500 ng/m³** wird es **deutlicher**, ab **1000 ng/m³** **sehr deutlich**, und Konzentrationen über **10.000 ng/m³** sind **extrem**. Bewertet man MVOC als **Einzelsubstanz**, dann gibt es draußen meist unter **10 ng/m³** je Stoff. Ab etwa **50-100 ng/m³** wird es **verdächtig**, über **200 ng/m³** sind **deutlich** und über **2000 ng/m³** **extrem** auffällig. Die Geruchsschwelle vieler MVOC liegt niedrig, niedriger als bei den klassischen Lösemitteln.

Ein sensibler MVOC-Schnüffler ist der **Schimmelspürhund**, so was wie ein lebendes Messgerät. Der Vierbeiner schlägt an, wenn er einen speziellen Pilzgeruch in seine hierauf trainierte Nase bekommt, so wie ein

Drogenspürhund bei Drogen. Das ist manchmal eine sinnvolle Ergänzung zu den anderen beschriebenen baubiologischen Methoden, auch wenn ein Hund sich irren kann, nicht für alle Pilzgerüche sensibilisiert ist und nur dort Zeichen gibt, wo er den Pilzmief empfängt, was längst nicht immer den Rückschluss auf eine Pilzquelle genau an dieser Stelle erlaubt, die kann ganz woanders sein.

Bisher gibt es wenige Hinweise auf die **gesundheitliche Bedeutung** der von Pilzen emittierten MVOC-Stinker. Erste Forschungsergebnisse sprechen von neurologischen und allergischen Wirkungen, Belastungen der Augen und Luftwege, Haut- und Augenreizungen, Müdigkeit und Verhaltensstörungen. Einige Experten meinen, MVOC könnten nicht schlimm sein, da die Konzentrationen meist deutlich unter jenen ähnlicher chemischer Substanzen liegen. Andere sind sich sicher, dass es gerade die MVOC sind, die ein ernst zu nehmendes biologisches Risiko darstellen, schlimmer als der Pilz und seine Spore.

Enzyme, Allergene

Das Risikopotenzial der **Pilzenzyme** ist noch nicht endgültig geklärt. Die chemischen Werkzeuge der Pilze, deren Enzyme, werden industriell genutzt, man findet sie in mannigfaltiger Form: in Nahrungsmitteln wie Backwaren, Süßwaren, Konserven, Käse, Sirup, Fruchtsäften, Wein, Bier, Tee..., in Wasch- und Reinigungsmitteln, in Kosmetika und Zahnputzmitteln, in Medikamenten. Pilzallergiker haben es wahrhaft nicht leicht, denn sie reagieren auf Pilze, deren Sporen, Gifte, Riechstoffe und Enzyme offensichtlich gleichermaßen.

Man weiß wenig über die zahlreichen **Pilzallergene**, die auch noch mit im Spiel sind. Mikrobiologen schätzen, dass allein die Pilzsporen, welche bei Schäden hauptsächlich eingeatmet werden, bis zu 30 verschiedene Allergene enthalten. Die klassischen Allergietests (PrickTest) und die Bestimmung von Antikörpern (z.B. RAST) versagen häufig bei der medizinischen Schimmelpilzdiagnostik, weil sie immer nur Teilbereiche des vielschichtigen Problems erfassen. Eine relativ neue Diagnoseform scheint da vielversprechender zu sein: der Lymphozyten-Transformationstest (LTT) mit seinen Weiterentwicklungen.

Pilze, Pilzfragmente, Sporen, Toxine, MVOC, Enzyme, Allergene..., der Düsseldorfer Mediziner und Immunologe Dr.med. **Guido Schoenherr** bringt es auf den Punkt: "Der wichtigste therapeutische Ansatzpunkt bei einer Schimmelpilzallergie ist die Allergenkarenz. Das ist bei einem Schimmelpilzbefall in Innenräumen durch eine sachkundige baubiologische Untersuchung mit Identifizierung der Schimmelpilzquelle und anschließender fachgerechter Sanierung möglich." Dr.med. **Steffen Engelhard** vom Hygiene-Institut der Universität Bonn und andere Ärzte halten viel von Prävention: "Es gilt die Patienten in ihrem häuslichen Umfeld vor vermeidbaren Pilzexpositionen zu schützen."

Konzentration, Verteilung

Häufiger gefundene Pilzkonzentrationen in der **Luft** nach meiner bisherigen Erfahrung nach einigen tausend Messungen, je nach Situation, Jahreszeit, Umgebungsbedingungen, menschlicher Aktivität:

Operationssaal oder andere Hygienebereiche	unter 50/m ³
unauffällige Innenraumluft im Winter	unter 100/m ³
unauffällige Außenluft im Winter	unter 200/m ³
typische Innenraumluft im Sommer	über 500/m ³
typische Außenluft im Sommer	500-5000/m ³
Innenraumluft nach Feuchte- / Fäkalien-schaden	1000-10.000/m ³
neben einem ungepflegten Hasenkäfig	über 10.000/m ³
neben einer städtischen Kompostierungsanlage	über 20.000/m ³
in einer Geflügelfarm	über 100.000/m ³
beim Arbeiten mit verschimmeltem Heu	über 1.000.000/m ³

Die in der **Umwelt häufig** anzutreffenden Schimmelpilze verteilen sich im Schnitt etwa wie folgt: 20 % Cladosporium, 20 % Penicillium, 10 % Aspergillus, 10 % Fusarium. Unter 5 % tummeln sich eine Menge Typen wie Acremonium, Alternaria, Bipolaris, Chaetomium, Curvularia, Mucor, Rhizopus, Stachybotrys, Trichoderma, Ulocladium, Wallemia... Nach Feuchte- oder Hygieneschäden in Innenräumen verschiebt sich das Bild, und es gibt, je nach Situation, besonders viele Aspergillen oder nur Stachybotrys (wenn Sie richtig Pech haben) oder hauptsächlich Cladosporium (wenn Sie Glück im Unglück haben). Jeder Pilz bevorzugt andere Feuchte-, pH-, Temperatur- und Nährgrundlagen. Stachybotrys, Alternaria und Chaetomium lieben Nässe. Penicillium, Wallemia und Aspergillus wollen es lieber mäßig feucht. Stachybotrys ernährt sich einseitig und wächst nur auf zellulosehaltigen Materialien wie Tapeten und Gipsplatten. Andere Pilze sind nicht so wählerisch und nehmen von der Apfelkutsche bis zum feuchten Teppich alles.

Ein großer Teil aller Allergiker sind Schimmelpilzallergiker: über 10 %. Viele Hausstauballergiker reagieren auf die im Staub versteckten Pilze.

Schimmelpilzsporen sind meist 2-10 µm winzig, der Hyphendurchmesser liegt unter 10 µm, die Myzellänge beträgt einige Milli- bis Dezimeter, manchmal sogar bis mehrere hundert Meter, z.B. im Waldboden.

Richtwerte für Schimmelpilze

Prinzipiell gilt für baubiologische Bewertungen: "Die Schimmelpilzzahlen in der Raumluft, auf Oberflächen, im Hausstaub, in Hohlräumen, in Materialien... sollten **unter** denen im Freien bzw. im Bereich von unbelasteten Vergleichsräumen liegen. Die Schimmelpilzarten drinnen sollten sich **nicht wesentlich** von jenen draußen bzw. in unauffälligen Vergleichsräumen unterscheiden. Besonders **kritische** Pilze, z.B. Toxin-

bildende, allergisierende oder bei 37 °C Körpertemperatur wachsende, dürfen im Raum gar **nicht** oder nur minimal nachweisbar sein."

Weitere baubiologische Forderungen: In Innenräumen darf es weder direkt oder mikroskopisch sichtbare **Schimmelpilzbefälle** noch auffällige Kontaminationen mit **Pilzsporen** oder **Pilzstoffwechselprodukten** geben. Eine dauerhaft erhöhte **Material-** und **Luftfeuchte** sowie **kühle Oberflächentemperaturen** sind zu vermeiden, da sie Grundlagen für das Pilzwachstum sind. Jeder **Auffälligkeit**, jedem **Verdacht** und Hinweis auf mikrobielle Belastungen ist nachzugehen, hierzu gehören: Verfärbungen und Flecken, Mikroorganismen-typische Gerüche, Feuchte-indizierende Pilze, Bau- und Nässeschäden, Problemkonstruktionen, Hygieneaspekte, überdurchschnittliche Einträge von außen, Altschäden, Gebäudeanamnese, Ortsbesichtigung, Krankheiten der Bewohner, umweltmedizinische Ergebnisse...

Baubiologische Bewertungshilfen zu Untersuchungen von Luft, Oberflächen, Staub, MVOC, Wasseraktivität, Feuchte... und weitere Angaben sind in den messtechnischen Randbedingungen und Ergänzungen zum Standard SBM-2015 zu finden. Noch detailliertere Bewertungen und Angaben bietet der aktuell (2017) überarbeitete "Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden" des Umweltbundesamtes UBA.

Es gab bei den **baubiologischen Richtwerten** bis zum Jahr 2003 konkrete Zahlen. Die haben wir in den Hintergrund gestellt, weil sie überflüssig geworden sind, wenn die oben erwähnten Leitsätze und Forderungen befolgt werden. Vielleicht trotzdem interessant, unsere ehemaligen Schimmelpilz-Orientierungswerte der vergangenen Standards SBM-1998 bis SBM-2003 (Einsatz von YM-Agar und Bebrütung 20-24 °C):

Luft: unter 200/m³ keine, 200-500 schwache, 500-1000 starke, über 1000/m³ extreme Anomalie (Angaben für die Innenraumluft bei relativ niedrigen Referenzwerten der Außenluft unter 500/m³).

Oberflächen: unter 20/dm² keine, 20-50 schwache, 50-100 starke, über 100/dm² extreme Anomalie (Angaben für glatte Oberflächen unter alltäglichen, regelmäßig gereinigten Bedingungen).

Mein Vorschlag für gesammelten **Hausstaub: unter 500/g unauffällig, 500-2000 schwach, 2000-10.000 stark, über 10.000/g extrem** auffällig (Angaben für Pilzsporenzahl im gesammelten rund 7 Tage alten Hausstaub. Direktes Ausbringen des Staubs auf Nährböden).

Die US-Gesundheitsbehörden und die **WHO** (1988) fordern: **Pathogene** und **toxigene** Pilze sind in der Innenraumluft **nicht** zu akzeptieren, ab **50/m³ einer** Pilzart ist nach den Quellen zu suchen; **500/m³** sind bei einer Mischung **umwelttypischer** Pilzarten zu vertreten.

Die **EU-Statistik** für Wohnungen (Commission of European Communities CEC, Umweltinstitut der EU-Kommission für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung) im Jahr 1993: **< 50/m³ sehr niedrig, < 200/m³ niedrig, < 1000/m³ mittel, < 10.000/m³ hoch, > 10.000/m³ sehr hoch.**

OSHA (United States Occupational Safety and Health Administration), **AIHA** (American Industrial Hygiene Association) sind sich einig. Über 1000/m³ bedeutet: aufpassen, Kontamination, mikrobieller Schaden.

Dr. Klaus **Senkpiel** und Prof. Dr. Helge **Ohgke** vom Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene der Medizinischen Universität Lübeck (1992): "Innenraumkonzentrationen, die mehr als **100/m³** über der **Außenluft** liegen, deuten auf eine Belastung hin."

Für **Trinkwasser**- und andere Flüssigkeitsuntersuchungen könnte der für Bakterien verbindliche Grenzwert der Trinkwasserverordnung beachtet werden: maximal **100 Keime pro Milliliter**.

Erste **Schimmelpilzsymptome** sind hartnäckiger Husten und Schnupfen, rote juckende Augen, gereizte und entzündete Schleimhäute, grippeähnliche Beschwerden, hartnäckige Infektionen, Bronchialasthma, Ekzeme und andere Hauteffekte, Juckreiz, neurologische Probleme, Kopf-, Muskel- und Gelenkschmerzen, Konzentrationsschwäche, Leistungsknicks, ständige Müdigkeit, Depression, um nur einige typische Beschwerdebilder zu nennen.

C 2 Stress durch **HEFEPILZE** und deren Stoffwechselprodukte

Leiden Sie unter ständiger Müdigkeit? Juckt die Haut? Haben Sie immer wiederkehrende Pickel, Hautunreinheiten, Ekzeme, brüchige Nägel? Oder Bauchschmerzen, Blähungen, Magendruck, Herzbeschwerden, Gelenkschmerzen? Wechseln Durchfälle mit Verstopfung ab? Ist die Zunge belegt? Sind Sie oft zerschlagen, antriebsarm, unkonzentriert, schwermütig, reizbar? Nehmen Sie ohne erkennbare Ursache zu? Haben Sie Schmerzen, mal hier, mal da? Ist Ihr Immunsystem gestört? Werden Allergien, Husten, Stirn- und Kieferhöhlenentzündungen immer schlimmer? Gibt es Augenbrennen, Sehstörungen, Ohrennässen? Haben Sie ein Dutzend Ärzte hinter sich und keiner konnte helfen? Trotz Sie den medizinischen und naturheilkundlichen Therapien? Sind Sie womöglich "krank ohne Grund", wurden als psychisch angeschlagen abgetan oder zum Hypochonder erklärt? Dann sollten Sie einmal an Hefepilze denken, die Ihnen das Leben schwer machen.

Hefepilze versus Schimmelpilze

Hefepilze unterscheiden sich im Aussehen und in vielen Eigenschaften von **Schimmelpilzen**. Sie können kaum verwechselt werden. Schimmelpilze wachsen nach Feuchteschäden in Wohnungen meist sichtbar

als schwarze, grüne oder gelbliche Flecken und watteähnliche Rasen auf Wänden oder Oberflächen. Hefepilze lieben **Feuchte noch mehr** als Schimmelpilze, wachsen aber nur selten offen auf Wänden und sind, wenn überhaupt, nur ganz selten als dezenter heller oder gräulicher, eher **schmieriger Belag** - ähnlich den Bakterien - sichtbar. Ihr Idealterrain sind Nässebereiche in Küche, Toilette und Bad, in Abflüssen und Rohren, in Kühlschränken und Lebensmittelvorräten, in Wasch- und Spülmaschinen. Schimmelpilze bilden Fäden (Hyphen) oder Geflechte (Myzel), deshalb nennt man sie auch Fadenpilze. Hefepilze bilden das nicht, sehen nicht watteartig aus, sondern eher wie klitzekleine **wabbelige Quallen**. Schimmelpilze vermehren sich, indem sie Sporen bilden und die zu Millionen in die Luft abgeben. Hefepilze bilden keine Sporen, sie vermehren sich durch **Sprossung**, teilen sich mehr und mehr auf, ähnlich einer Zellteilung, deshalb nennt man sie **Sprosspilze**. Die Hefen verbreiten sich selten über die Luft. Schimmelpilze lieben Staub, Hefepilze nicht. Schimmelpilze riechen oft (nicht immer) eher unangenehm muffig, faulig, erdig. Hefepilze riechen, wenn überhaupt, eher angenehm, wirklich wie **Hefe**. Schimmelpilze sind eher (nicht nur) ein Risiko für die Atemwege, für Bronchien, Lungen, Nebenhöhlen, Nasen. Hefepilze treiben ihr Unwesen bevorzugt (nicht nur) im **Verdauungstrakt** von der Mundhöhle bis zum Dickdarm, besonders im Dünndarm.

Was Schimmel- und Hefepilze gemein haben: Sie lieben Organisches, Biologisches, Lebensmittel, Müll, Fäkalien, Verdorbenes..., Hefen noch mehr als Schimmel. Und sie schädigen den Menschen, Hefen oft noch hartnäckiger als Schimmel. Hefen docken fest wie Kletten an **Schleimhäute** an, sondern beachtliche Mengen an **Kohlendioxid, Alkoholen, Toxinen** (der berühmteste Vertreter namens *Candida albicans* allein 75 verschiedene!), **Allergenen** und aggressiven **Enzymen** ab (mehr über Toxine, Enzyme... siehe im vorherigen Kapitel über Schimmelpilze). Hefepilze dringen bis in die Tiefe des Gewebes vor (Schimmel weniger), wachsen bevorzugt bei 37 °C **Körpertemperatur** (die meisten Schimmelpilze vertragen so hohe Temperaturen nicht mehr), leben gern im nassen Milieu von Darm und Körperhöhlen (viele Schimmelpilze wollen eher dezente Feuchtigkeit, nicht Nässe), überleben lange Zeit selbst in der Magensäure (dies Meisterstück schafft kein Schimmelpilz), verdoppeln sich unter optimalen Bedingungen alle 20 Minuten (aus wenigen werden pro Nacht Millionen) und wissen sich gegen das Immunsystem und medizinische Therapien intelligent zu wehren. Hefepilze sind für Ärzte oft nicht leicht zu diagnostizieren, da die vielen verschiedenen Symptome, die sie verursachen, auch andere Gründe haben können.

Hier wie beim Schimmel gilt: Es geht in der Baubiologie um die Erkennung und Vermeidung der kleinen Gruppe von **krankmachenden Hefepilzarten** und um die Gewährleistung normaler, sprich **durchschnittlicher Hefepilzzahlen**. Das Idealterrain der klebrigen Hefen sind - wie gesagt - Nässebereiche mit möglichst viel nährreicher, organischer Substanz. Hier wird bei Hausuntersuchungen nach ihnen gefahndet.

Hefepilze werden auf spezielle **Selektivnährböden** (beispielsweise YM-Agar, Kimmig-Agar) aufgebracht, sie gedeihen auch gut auf den schon beim Schimmelpilz erwähnten Nährmedien (beispielsweise Bengalrot-Agar, Würze-Agar). Die Proben werden im Wärmeschrank bebrütet, gezählt und, falls nötig, im Mikroskop begutachtet oder im mikrobiologischen Labor identifiziert. Es wird bei der baubiologischen Diagnostik der krankmachenden Winzlinge also ähnlich vorgegangen wie bereits beim Schimmel beschrieben. Bei Hefen kommen fast nur Material-, Abklatsch- und Tupferprobenahmen zum Einsatz, selten Luftproben.

Krankmacher Hefepilz

Wenn Hefepilze im **Körper**, auf der **Haut** oder auf **Schleimhäuten** zu finden sind, dann greifen sie diese an, verdrängen die natürliche Bakterienflora, die Abwehr gegen andere schädliche Erreger geht verloren. Im Darm können sie den Hormonhaushalt, die vielen hundert gesunden und überaus fleißigen Bakterienarten sowie alle Stoffwechselprozesse und Enzymabläufe auf den Kopf stellen. Die Folge: Ein Organismus im Dauerstress, Vitamine und Mineralstoffe aus der Nahrung werden kaum noch aufgenommen, Millionen unerwünschte Gäste wollen schließlich mitversorgt werden. Hefepilze haben leichtes Spiel, sobald das biologische Gleichgewicht gestört ist, wenn Antibiotika die schützende Darmbakterienflora vernichten, wenn Kortison und Chemotherapeutika die Immunabwehr lahm legen, wenn Antibabypillen den Hormonhaushalt durcheinander bringen, wenn zu viele Umweltbelastungen wie Elektrosmog und Wohngifte die Widerstandskräfte rauben, wenn psychischer Stress und Sorgen labil machen, wenn Zucker und Alkohol im Spiel sind, jene beiden Lieblingsspeisen der Hefen, deren optimaler Dünger.

Hefepilze, an erster Stelle **Candida**-Arten wie *Candida albicans*, können einem das Leben zur Hölle machen. Sie sind bei Infizierten besonders im Dünn- und Dickdarm, aber auch im Magen, der Speiseröhre, Mundhöhle, Prostata, Scheide, After, Stuhl, den Atemwegen, auf der Haut, an schlechten Zähnen, unter Zahnprothesen oder im Blut nachweisbar. Was nutzt die beste Pilztherapie, wenn ich über die Candida-kontaminierte Zahnbürste ständig Nachschub bekomme? Was nutzt die gute Ernährung, wenn der unsichtbare Dauergast im Kühlschrank Hefepilz heißt und sich hier auf die Lebensmittel setzt? Was passiert, wenn die Munddusche voller *Candida albicans* ist? Oder das heimische Wasserfilter, Inhaliergerät, die Toilettenspüle, Biotonne, Babyflasche, der Duschkopf, Yoghurtbereiter...? In Spülschwämmen gibt es manchmal massenweise Hefepilze, die beim Säubern auf Teller und Flächen gewischt werden. Ein über Nacht eingeweichtes Vollkornmüsli kann zum wahren Brutkasten für diese und andere Mikroorganismen werden. Die Schalen zum Keimen von Soja oder Kresse sind der reinste Keimmagnet. An Lebensmitteln (eher den biologischen, besonders den unverpackten, speziell denen aus offenen Fleisch- und Käsetheken) weisen wir ab und zu auffällig viele Hefepilze nach. Ich ha-

be in den Wohnungen von 300 Candida-Kranken Hefepilzuntersuchungen durchgeführt und wurde fast immer fündig. Nach Beseitigung der krankmachenden Keime ging es den meisten Patienten, vorher monatelang therapieresistent, in wenigen Wochen besser.

Hef(t)ige Fallbeispiele

Die chronisch hefepilzkranke **12-jährige Tochter** eines Frankfurter Kollegen wurde gesund durch die Vernichtung einer **Trinkflasche**, die sie seit Jahren, täglich frisch gefüllt mit gesüßtem Früchtetee, mit in die Schule nahm. Viele Monate suchte man nach Gründen für die zunehmenden Beschwerden des Kindes. Sie hatte Bauchschmerzen und fühlte sich oft matt und überhaupt nicht gut, zog sich zurück, verabredete sich nicht mehr mit Freundinnen. Wegen ihres zunehmenden Blähbauches wurde sie gehänselt. An den Innenwänden der Aluminiumflasche fand ich Milliarden Keime namens *Candida parapsilosis* und *Candida krusei*. Die Flasche ging in der Schule rund, viele Kameradinnen durften auch mal den leckeren Tee trinken. Kleine Ursache, große Wirkung. Die neue Flasche wird regelmäßig mit kochendem Wasser ausgespült und gereinigt. Die gesundheitlichen Probleme und Verhaltensauffälligkeiten ließen bald nach, waren drei Monate später ganz weg.

Eine **Geschäftsfrau** aus Mettmann plagte sich vier Jahre mit Candida-Infektionen und vielen nicht enden wollenden hiervon ausgehenden Beschwerden. Sie hatte sieben Pilztherapien mit Nystatin, Sempera, Autovakzinen, Homöopathie und Grapefruitkernextrakten hinter sich und befolgte die Diätvorschläge. Sie machte ihren Yoghurt selbst. Der elektrische **Yoghurtbereiter** war heftig candidakontaminiert, hier explodierten die Keime dank Casein und idealen 37 Grad Wärme.

Eine **21-jährige Studentin** klagte über unangenehme, stark juckende bis schmerzende und bislang allen Therapien trotzen Scheidenpilze. Im **Toilettenspülkasten**, hinter Kacheln versteckt, schwammen unzählige Candidakeime. Bei jedem Abziehen flogen sie durch das Bad.

Der **40-jährige Anwalt** aus Düsseldorf war Dauergast bei Kardiologen bis hin zum Notfall im Krankenhaus. Er litt unter bedrohlichen Herzrhythmusstörungen, Herzaussetzern, Herzrasen, Luftnot. Immer dieser dumpfe Druck hinter den Rippen. Immer dieser Ballonbauch. Ständige Leistungsknicks. Konzentration gleich null. Er bekam diverse Herzmedikamente, Psychopharmaka, Atemsprays, nichts half. Ein Herzschrittmacher wurde diskutiert. Den und die Medikamente braucht er heute nicht mehr. Er zog sich kritische Hefepilzzahlen aus diversen Quellen zu, das war mal wieder die reinste Detektivarbeit, wie so oft bei pathogenen Hefepilzen: **eingelegte Tomaten** aus dem offenen Holzfässchen beim Türken (in einer Tomate Millionen von Pilzen), der **Duschkopf** im Bad (es regnete unsichtbare Pilze auf den Körper), die **Spülmaschine** in der Küche, **Küchenspülschwamm**, **Munddusche**, **Sodastreamer**, al-

les voll mit Candida, Volltreffer. Die Sanierungen waren - ebenfalls wie so oft - simpel und gleichermaßen erfolgreich: Pilztherapie über drei Wochen, erstmal nichts Eingelegtes mehr, Wechsel von Duschkopf plus Zuleitungsschlauch und Duschvorhang, Desinfektion der Spülmaschine, neuer Schwamm, neue Munddusche, weg mit dem Streamer.

Die alleinerziehende junge Mutter aus Ratingen meinte es gut und holte fast jeden Morgen **frische Rohmilch** direkt vom nahen Bauern. Die **beiden Kinder** waren ständig krank. Der Hausarzt diagnostizierte eine Hefepilzinfektion, die Antikörper waren bei beiden auffällig und deren Stuhl voll von den Keimen. Die Suche nach der Stecknadel im Heuhafen ging erneut los. Woher kommt der krankmachende Nachschub? Er kam von der Frischmilch. Wir untersuchten nur ein paar Tropfen Milch, und auf der Petrischale zeigte sich ein einziger Keimrasen, Maximalwerte. Wir informierten den Bauern. Der spielte mit und schaltete den Tierarzt ein. Der bestätigte: Drei der Kühe sind Candida-infiziert. Die Tiere wurden - wie die Kinder - mit Antimykotika erfolgreich behandelt.

Mich selbst erwischte Candida albicans vor vielen Jahren nach einer **Kieferoperation** mit folgender **Antibiotikabehandlung**. Zu dieser Zeit wusste ich noch nicht viel über Hefepilze. Auch in der Baubiologie machte man sich noch keine Gedanken über diese Schmarotzer. Ich wurde von Woche zu Woche kränker. Hatte ich bis dahin manchmal muntere 14 Stunden täglich gearbeitet, so überforderten mich nun zwei. Mit geblähtem Trommelbauch und wechselnden Verdauungsproblemen ging ich zum Internisten, mit beängstigenden Herzproblemen zum Kardiologen, mit quälendem Hautjucken zum Hautarzt, mit Blasenschmerzen zum Urologen, mit Gelenkproblemen zum Orthopäden, mit brennenden Augen zum Augenarzt, mit chronischem Husten zum Allergologen, mit dem angegriffenen Immunsystem zum Immunologen, mit Schwermut zu meinem Freund, mit mieser Laune zu meiner Frau ("Verzeihung!", liebe Thesi). Ich bekam bergeweise Medikamente. Kein Tag ohne Pille, keine Woche ohne Therapie. Gegen das Zunehmen verordnete ich mir Diäten, gegen die tägliche Müdigkeit Vitamine, gegen die nächtliche Schlaflosigkeit Baldrian und gegen den Hunger auf Süßes das Büdchen um die Ecke. Nach zwei Jahren stand die Diagnose endlich fest: Candida albicans. Wir fanden den Parasit bei Antikörperuntersuchungen des Blutes und "live" im Stuhl, Urin, Speichel, Ohrschmalz, sogar in meinen Tränen. Pilzmedikamente und Pilzdiät zeigten nach wenigen Tagen, dass ich auf dem richtigen Weg war. Nach einigen Wochen stand ich stabiler auf den Beinen. Es ging mit einigen Rückschlägen langsam aber sicher weiter aufwärts. Die Krankenversicherung verweigerte die Zahlung der Pilzmedikamente. Offensichtlich hat es sich bis zur DKV noch nicht herumgesprochen, dass Candida albicans krank machen kann, und sie zahlt statt der Candida-Behebung lieber die Candida-Folgen. Schon komisch: Wenn man eine medizinisch mehrfach nachgewiesene Hefepilzinfektion hat, werden notwendige Antimykotika nicht erstattet. Wenn man aber nur Halsweh hat, werden

Antibiotika bergeweise erstattet, und seien sie noch so unsinnig.

Ich habe meine Wohnung daraufhin mikrobiologisch auf den Kopf gestellt und nach Candida gesucht. Ich fand ihn Hand in Hand mit unzähligen ebenso gemeinen Bakterien (hiervon später noch mehr) in unserem **Leitungswasserfilter** in der Küche und auf vielen **Oberflächen** in der ganzen Wohnung. Vom Wasser dieses Filters habe ich täglich über einen Liter getrunken, das erste Glas morgens auf nüchternen Magen, zuviel selbst für die besten Widerstandskräfte. Mit dem Wasser wurden Müslis zubereitet, Säfte verdünnt, Salate und Obst gewaschen. Die in dem Filterwasser befindlichen Keime konnten sich bei diesem schmackhaften Angebot explosiv vermehren. Das aufbereitete Wasser wanderte auch in meine beiden **Luftbefeuchter**. Und die pusteten das keimverseuchte Nass an trockenen Wintertagen nonstop in die Luft von Schlafzimmer, Wohnzimmer und Büro. Katastrophal.

Total normal?

Einige Ärzte glauben fatalerweise, Hefepilze im Körper seien total normal. Schließlich zeige jeder Dritte bei medizinischen Untersuchungen hier oder da Hinweise auf oder Besiedlungen mit diesem Pilz. Andere Ärzte kommen erst nach langen leidvollen Jahren auf die rettende Idee, dass die nicht enden wollenden Symptome des Patienten an Hefepilzen liegen könnten. Wenn man sie nicht sucht, kann man sie auch nicht finden. Und es wird zu wenig danach gesucht, das gilt für Ärzte genau so wie für Baubiologen. Ein Hefepilzbefall wird doch nicht deshalb normal, nur weil ihn jeder Dritte hat. Jeder Dritte hat auch Karies, Allergien, Schmerzen oder Krebs. Ist das inzwischen normal?

Für den Frischkornbreipapst Dr. M.O. Bruker sind Pilzkrankheiten **Moderkrankheiten**. Im 'Naturarzt' sprach er im Juli 1997 vom Darpilzrummel, falschen Traum der Keimfreiheit, von Scheinursachen, Hysterie und Panikmeldungen. Er meint, Pilze seien doch überall und nicht Ursache einer Krankheit, sondern deren Folge. Er zitiert seine Kollegen Fölsch und Nitsche: "Bei der Allerweltsdiagnose Darpilze unser Rat: Nichts tun. Es ist die ärztliche Aufgabe herauszufinden, welche Grundkrankheit vorliegt." Was brauche ich eine Grundkrankheit, wenn ich jeden Morgen auf nüchternen Magen Millionen Candidakeime plus Millionen Bakterien aus dem Wasserfilter, Yoghurtbereiter oder dem über Nacht im mit Pilzen kontaminierten Kühlschranks aufgeweichten Müsli aufnehme? Ein Krebspatient braucht - wie jeder Kranke - Aufklärung und Hilfe, um sich vor Keimen schützen zu können, keine Sprüche.

Wenn Sie als Pilzkranker an einen Arzt geraten, der meint, Pilze hätte doch jeder und das sei nicht schlimm oder gar richtig... (und derer gibt es reichlich viele), dann bedienen Sie sich Ihrer noch gesunden Beine und laufen Sie, so schnell Sie können. Suchen Sie sich einen Arzt, der mikrobiologisch kompetent ist und sich mit Pilzen auskennt, einen der

wirklich urteilen kann und nicht von Vorurteilen lebt. Informieren Sie sich, es gibt viele gute und laienverständliche Literatur.

Nach Aussage der Universitätshautklinik Düsseldorf hat sich von 1968 bis 1988 die Zahl der Hefepilzkranken **verzwanzigfacht**, Tendenz weiter steigend. In amerikanischen Krankenhäusern wurden in der Zeit von 1978 bis 1988 **27-mal** mehr Antimykotika (Pilzmedikamente) verabreicht als in den Jahren zuvor, auch hier geht die bedenkliche Statistik weiter in die Höhe. Bei jeder **dritten** Stuhl- oder Speichelprobe lassen sich inzwischen Candidakeime finden, bei jedem **vierten** Scheidenabstrich auch. Ärzte schätzen, dass über **50.000 Menschen** allein in Deutschland jährlich an einer schweren Hefepilzinfektion erkranken, bei der die Schmarotzer das Blut, die Schleimhäute und Organe besiedeln. Manch einer überlebt den Angriff nicht. Kritische Wissenschaftler weisen darauf hin, dass es heute mehr Pilztote als Verkehrstote gibt. Experten warnen seit Jahrzehnten vor der neuen Bedrohung. Vor 50, 60 Jahren waren Hefepilzinfektionen noch eine Rarität.

Dennoch gibt es keinen Grund zur Panik. Viele Hefen bleiben bei **guter Abwehrlage** jahrelang symptomlos. Der stabile Körper kommt mit ihnen klar. Vorsicht ist bei schlechter Immunlage geboten, z.B. nach Operationen, Chemotherapien, Bestrahlungen, Unfällen, bei Autoimmunerkrankungen, chronischen Infektionen, geschädigter Darmschleimhaut, Antibiotika- oder Cortisonbehandlungen, zu ungesunder Lebensweise und bei zu **starkem Hefepilznachschub**. Vergessen wir nicht: Jeder vierte Deutsche ist schon immungeschädigt. Es ist ähnlich wie bei den Schimmelpilzen: Nur **hohe Pilzzahlen, gefährliche Pilzarten, chronische Belastungen** über längere Zeit und **schlechte Widerstandskräfte** werden zum Risiko.

Vorsorge ist sinnvoll. Wenn Pilze im Körper vorliegen, sollten sie immer entfernt werden, auch wenn keine Beschwerden bestehen, damit sie sich in Krisensituationen nicht massiv vermehren. Noch mal: Hefepilze gehören **nicht** zur normalen Darmflora, sie sollten im gesunden Körper auf Dauer nicht nachweisbar sein.

Gefährliche Untermieter - wo kommen sie vor?

Ich habe wenigstens 30 Fachbücher über Schimmel- und Hefepilze gelesen. Sie warnen vor deren Gefährlichkeit, berichten über Diagnosemethoden, unterbreiten Therapie- und Diätvorschläge. Nur in keinem ist zu erfahren, wo sich diese Schmarotzer im Alltag, speziell Zuhause, verstecken, auf was man achten sollte, um sich vor ihnen schützen zu können. Deshalb hier eine Liste mit Beispielen aus unserer Erfahrung nach einigen tausend baubiologisch-mikrobiologischen Untersuchungen der letzten drei Jahrzehnte in den Häusern zumeist chronisch infizierter Menschen. Wo findet man in Wohnungen Hefepilze (H) - und vergleichsweise Schimmelpilze (S) - bevorzugt?

H selten, S oft	Raumluft, Staub, Staubsauger ohne Mikrofilter, Tüte
H selten, S oft	Feuchteschäden, nasse Wände, sichtbarer Pilzrasen
H selten, S oft	Klima-, Lüftungsanlagen, Raumklimageräte, Luftfilter
H oft, S seltener	Luftbefeuchter, Luftwäscher
H oft, S seltener	Wasserfilter, -aufbereiter, Vorsätze für Wasserhahn
H oft, S seltener	Küche, Spüle, Arbeitsfläche, Schneidebrettchen
H oft, S seltener	Abflüsse, Überläufe, Siphons, in Küche, Bad, Toilette, Waschküche, Hygiene-, Nassbereiche, Sanitärinstallation
H oft, S seltener	Spülschwämme, -bürsten, dauerfeuchte Wischtücher
H oft, S selten	Kühlschrank, Waschmaschine, Spülmaschine
H+S	Lebensmittelbereiche, -vorratsbehälter, Gemüse, Salate, Obst
H ganz selten, S oft	Getreidemühle, -vorrat, Brotkasten, Nüsse, Tees
H oft, S seltener	Keimgeräte, Küchenmaschine, Presse, Salatschleuder
H	Yoghurtbereiter, länger eingeweichte Müslis, offene Smoothies
H oft, S selten	Käse, Wurst, Aufschnitt, Eingelegtes in offenen Theken
H oft, S selten	Zahnbürste, Munddusche, Inhalator, Schnuller, Prothese
H oft, S seltener	Dusche, Duschvorhang, Duschkopf, Badewanne,
H oft, S seltener	Toilettenspülkasten, Silikonfugen, Stockflecken
H	Babyflasche, Trinkflasche, Thermoskanne, Sprudler, Wasservorrat
H ganz selten, S oft	Teppich, Tapete, Polster, Matratze, Schmusetiere
H seltener, S häufig	Zimmerpflanzen, Blumenerde, Hydrokultur
H+S	Haustiere, Ziervogel, Aquarien, Terrarien, Taubenkot
H+S	Küchenabfälle, Kompost, Biotonne, gelbe Tonne, Recycling
H oft, S selten	Ansteckung (Schleimhautkontakt, Sex, Küssen...)

Bakterien sind ebenfalls oft beteiligt (später mehr), speziell in den besonders feuchten bis nassen und organischen Bereichen, in denen sich auch Hefen aufhalten und wohlfühlen wie Luftbefeuchter, Wasserfilter, Abflüsse, Spülschwämme, Kühlschränke, Wasch- und Spülmaschinen, Keimgeräte, Mundduschen, Duschköpfe, Sprudler, Kompost und so.

Was können das Immunsystem und Pilzmedikamente ausrichten, wenn ich täglich per **Zahnbürste** oder **Duschkopf** vollen Nachschub gefährlicher Candidakeime bekomme? Was nutzt die beste Ernährung, wenn der Gast im **Kühlschrank** Hefepilz heißt und sich auf die Lebensmittel setzt? Wann haben Sie Ihren Kühlschrank das letzte Mal innen gründlich geschrubbt und desinfiziert? Wann das letzte Mal von hinten gesehen, ich denke da an die dauernd feuchte und warme **Abtauschale** an der Rückwand? Hier sitzen sie manchmal, die ungebetenen Schmarotzer, und wenn, dann gleich zu Millionen. Beim Öffnen der Türe werden die Pilze von der Schale abgesaugt und nach innen geschleudert.

Nehmen Sie die Waschmittelschublade aus Ihrer **Waschmaschine** und leuchten mit der Taschenlampe in die versteckten Höhlen von Lade und Maschine. Was da schmierig hellgrau bis schwarz auf den Innenflächen klebt, ist selten Kaffeesatz, eher Candida. Da richtet das Kochen der Wäsche nichts aus, da die Pilze auch mit dem letzten Gang auf die frisch gewaschenen Hemden und Handtücher geschickt wer-

den. Ansonsten ist **Kochen** der Wäsche richtig. Nur im Kochgang werden Pilze und Sporen gekillt. Wissenschaftler fanden 1997, dass Pilze bei 60 °C keine Chance mehr haben und veröffentlichten das in den Medien. Das stimmt. Aber es gilt nur für Pilze, nicht für deren Sporen. Ich habe mit *Aspergillus niger* kontaminierte Gardinen dreimal bei 60 Grad gewaschen. Der Pilz war danach immer noch nachweisbar.

Was passiert, wenn Hefepilze in der **Spülmaschine** zu Hause sind? Die haben hier perfekte Lebensbedingungen, besonders wenn nicht bei hoher Temperatur über 60 °C gespült wird. Teller, Schüsseln, Tassen, Besteck... werden immer wieder neu kontaminiert. Wann haben Sie zuletzt Ihre Spülmaschine innen gereinigt und desinfiziert?

Gehen Sie einmal mit langen Wattestäbchen tief in die Unterwelt der **Ausgüsse**, Abflüsse und Siphons unter den Wasch- und Spülbecken. Falls die Watte schwarz wird, kein Wunder, alle Pilze haben hier ein unendliches Nahrungsangebot, und täglich kommt Nachschub, es ist feucht und dunkel, ein Idealterrain. Lassen Sie jetzt aus dem linken Spülbecken das Wasser ablaufen, dann rechnen Sie damit, dass Ihnen aus dem rechten eine Menge Keime entgegenfliegen. Oder aus dem Überlaufschlitz. Wenn Sie den Stopfen der Badewanne ziehen, kommen sie vielleicht aus dem Abflussloch der benachbarten Duschtasse.

In jeden dritten **Spülschwamm** finde ich Schimmel- und Hefepilze, die beim Säubern auf Teller, Küchenflächen und Esstische gewischt werden. Ein über Nacht eingeweichtes **Vollkornmüsli** kann zum wahren Brutkasten für Mikroorganismen werden. Die Plastik- oder **Tonschalen** zum Keimen von Soja und Kresse sind ein Magnet für Pilze.

Wir von der Baubiologie Maes haben in **zehn Metzgereien** verschiedene Wurstarten aus offenen Theken gekauft und Hefepilzproben von **100 Wurstscheiben** gemacht, gut **ein Fünftel** waren *Candida*-belastet, teilweise mit zig Millionen. Von **150 Schnittkäseproben** aus acht Märkten waren es gut **ein Drittel**. Das ist ein Hygieneskandal. Wo bleibt das Gesundheitsamt? Von 12 hygienisch verschweißten Käse- und 12 Wurstproben am Stück war dagegen nur eine einzige auffällig.

Wir haben in alltäglichem Gebrauch befindliche **Zahnbürsten** untersucht, knapp **ein Drittel** waren voller *Candida*; täglich Nachschub für den Organismus und bei Zahnfleischbluten direkt in die Blutbahn. Von all den **Küchenschwämmen** aus dem Küchenalltag strotzten **ein Drittel** vor *Candida*-Keimen. Von den vielen länger in Gebrauch befindlichen **Kühlschränken** waren knapp **ein Viertel** mit Hefe- und Schimmelpilzen belastet. In jeder achten der üblich genutzten **Waschmaschinen** fanden wir Pilze, Hefen und Schimmel. Bei den **Spülmaschinen** waren es noch etwas mehr. Jeder siebzehnte **Duschkopf** und jede achte **Mund-dusche**. Optimale Wartung, Reinigung und Desinfektion ist bei Wasserfiltern und Luftbefeuchtern wichtig. Jeder zehnte überprüfte **Wasserfil-**

ter war pilzkontaminiert (und noch viele mehr bakterienauffällig, hier von später mehr) und jeder zehnte **Luftbefeuchter** ebenfalls (auch hier von Bakterien ganz zu schweigen).

Hier ein paar Zahlen der von uns in jahrelanger Kleinarbeit bei Kunden ermittelten **Hefepilz-Konzentrationen**. Wo haben wir sie auffällig oft und zahlreich gefunden? Wie oft waren sie prozentual beteiligt?

Untersucht	davon massiv auffällig	
250 Kühlschränke (Ablaufrinne, Abtauschale, Wände)	54	22 %
150 Waschmaschinen (Waschmittelschublade, Wände)	20	13 %
150 Spülmaschinen (Dauer"pfütze" im Boden, Wände)	26	17 %
100 Siphons unter Küchenspülen (tief im Knick)	41	41 %
50 Siphons unter Waschbecken und Wannen im Bad	8	16 %
50 Küchenschwämme (auch Bürsten und nasse Tücher)	17	34 %
50 Duschköpfe (innen, messbar am auslaufenden Wasser)	3	6 %
50 Zahnbürsten (normal, elektrisch)	15	30 %
50 Mundduschen (Vorratsbehälter, auslaufendes Wasser)	7	14 %
50 Toilettenspülkästen (Vorrat, auslaufendes Wasser)	4	8 %
50 Aktivkohle-Wasserfilter (Filterkern, -wasser)	8	16 %
25 Umkehrosmose-Wasserfilter (Filtermembran, -wasser)	2	8 %
25 Sodastreamer (zubereitetes Trinkwasser)	3	12 %
20 Babytrinkflaschen (nach längerer Nutzungszeit)	3	15 %
20 Salatschleudern (nach längerer Nutzungszeit)	7	35 %
20 Keimgeräte (schon nach kurzer Nutzungszeit)	7	35 %
20 Inhaliergeräte (Innenleben, Luftstrom)	4	20 %
20 Luftbefeuchter (Wasserinhalt, Innenleben, Wände)	2	10 %
150 Käsescheiben aus offenen Theken	57	38 %
100 Wurstscheiben aus offenen Theken	21	21 %
20 Milchproben unbehandelt, direkt vom Bauern	4	20 %
10 Milchproben vom Discounter (hoch erhitzt)	0	0 %
20 Parmesankäse (offen und konfektioniert)	11	55 %
50 Oliven, Tomaten, Paprika vom Wochenmarkt, eingelegt	14	28 %
10 Schafskäse, Mozzarella vom Markt, aus offenem Fass	6	60 %
20 Schafskäse, Mozzarella vom Supermarkt, verschweißt	1	5 %
100 Obst und Gemüse Supermarkt	8	8 %
100 Obst und Gemüse Bioladen	18	18 %
100 Leitungswasserproben - Hausnetz, eigene Installation	4	4 %
60 Leitungswasserproben - öffentliches Netz vor Wasseruhr	1	< 1 %

Auch hier die Erinnerung daran, dass gerade in nicht optimal erreichbaren oder gepflegten Nässebereichen, die viel organisches Material enthalten, neben Hefepilzen auch Heerscharen an **Bakterien** beteiligt sein können, manchmal Human-pathogene und Antibiotika-resistente Arten.

Interessant, dass die Keimzahlen in **Biomärkten** bei offenen Lebensmitteln (Obst, Gemüse, Salate...) nach unserer bisherigen Erfahrung ab

und zu etwas höher ausfallen als die beim üblichen **Discounter**. Das ist nicht überraschend, wird bei Bio doch auf gefährliche Pilzvernichter namens Fungizide verzichtet. So hat man die Wahl: lieber gesunde Lebensmittel ohne Pestizide und andere Gifte, ohne Hormone und Antibiotika..., dafür vielleicht etwas mehr Keimbelastung. Ich bevorzuge Bio-Produkte und wasche sie vorsorglich gründlich (Äpfel, Gemüse, Salate...) oder schäle sie (Möhren...), weil die Parasiten, falls überhaupt, dominierend auf den Oberflächen zu finden sind.

Wir meinen, wir leben **hygienisch**. Das stimmt nur eingeschränkt. Trotz aller weiß gekachelten Bäder und sorgsam geputzten Küchen bleibt die Hygiene manchmal selbst bei höchsten Reinlichkeitsansprüchen oberflächlich, denn die schlimmsten Keimschleudern werden versteckt oder nicht beachtet. Beispiel Toilettenspüle: Die meisten sind hinter Kacheln verbaut und Jahr(zehnt)e nicht erreichbar. Ich habe mich als Kind gewundert, warum meine Mutter einmal pro Woche mit ihren wackeligen Beinen auf die Klobrille kletterte, sich mühsam nach oben reckte, um da oben in den offen an der Wand hängenden, gusseisernen Spülkasten ein Schnapsgläschen voll mit Chlor reinzukippen. "Warum machst Du das?", fragte ich sie. Ihre Antwort: "Weiß ich nicht, hat Oma auch gemacht." Das ist Hygiene über Generationen. Auf der Terrasse meiner Eltern gab es eine meterlange Teppichstange, an der übten wir als Kinder die ersten Klimmzüge. Auf die kamen einmal pro Monat alle Teppiche und wurden so lange mit dem Klopfer geprügelt, bis garantiert kein Quäntchen Staub mehr herauskam. Bei schönem Wetter kamen auch die Plümos, Bettdecken, Kopfkissen... auf die Stange oder in die offenen Fenster, wurden geschüttelt und lüfteten im Sonnenlicht aus. Hier hatten Keime keine Chance. Spültücher wurden alle paar Tage in einem Topf ausgekocht. In den Bottich unten in der Kellerwaschküche kam ebenfalls regelmäßig Chlor, was mich an den damaligen, penetranten Schwimmbadgeruch erinnerte. Ich denke an die schon häufiger erwähnte Abtauschale an der Rückwand des Kühlschranks, ein Keimreservat erster Güte. Kühlschränke fest verbauter moderner Einbauküchen lassen sich ohne Monteur nicht mehr so einfach von hinten warten, zur Freude von Schimmel, Hefen und Bakterien. 20 Jahre dieselbe Matratze ohne sie regelmäßig gedreht, gewendet, geklopft, gesaugt, gelüftet, dem desinfizierenden UV-Licht der Sonne ausgesetzt zu haben? Jahrelang dasselbe Kopfkissen? Immer wieder neu Samen keimen ohne die Keimschalen jedes Mal heiß zu schrubben und zu desinfizieren? Jeden Abend das Vollkornmüsli vorbereiten und über Nacht einweichen lassen? Immer nur bei 40 Grad frühlingssfrisch waschen? Den Küchenschwamm nur einmal pro Monat wechseln? Den falschen Staubsauger - vorne hui, hinten pfui? Sie wissen schon...

Vertreibung der Untermieter

Die Mikroorganismen überleben widrigste Bedingungen. Mit gründlicher Reinigung, Desinfektion, Hitze, Trockenheit... sind sie jedoch rela-

tiv einfach zu beseitigen. Hefepilze wachsen auf Oberflächen. Deshalb steht im Falle einer Hefepilzkontamination die gründliche **Oberflächenreinigung** oben an. **Schrubben** und **desinfizieren** Sie die verdächtigen **Feucht-** und **Hygienebereiche** in Küche, Bad und Toilette in regelmäßigen Abständen mit bakterien- **und** pilztötenden Mitteln. Hefepilze sind zäher als alle anderen Lebewesen und kaum mit sanfteren Putzmitteln, Obstessig und Teebaumöl zu beseitigen. Da helfen eher scharfe Mittel auf der Basis von z.B. **Wasserstoffperoxid**, wie beim Schimmel beschrieben. Chlor wirkt auch, aber nicht besser. Manchmal reicht hochprozentiger Alkohol oder Essigessenz. Bevorzugen Sie beim Reinigen und Wischen möglichst heiße Temperaturen über 60 °C. Dabei und danach reichlich lüften und mit klarem Wasser nachwischen oder -spülen. Mehrmaliges Reinigen mit **Heißdampf** über 100 °C ist ebenfalls effektiv. Sie wissen, starke Hitze ist immer richtig: Abflämmen, Bügeln, Sauna, Backofen, Kochen...

Achten Sie auf das Reinigen und die Desinfektion von **Kühlschränken** (innen und Abtauschale), **Spülmaschine**, **Waschmaschine**, Lebensmittelvorrat, Toilettenspülkasten, Badewanne, Dusche, Munddusche, Inhalator, Trinkflaschen, Arbeitsflächen, Schneidebrettchen... Lassen Sie ab und zu Leergänge mit konzentrierten und desinfizierenden Reinigungsmitteln bei maximaler Temperatur in der Wasch- und Spülmaschine laufen. Wechseln Sie monatlich **Zahnbürsten** und eher noch häufiger **Spülschwämme** oder feuchte Wischtücher. Entfernen Sie **Duschvorhänge** und **Duschköpfe** ein- bis zweimal pro Jahr. Rein mit der Flaschenbürste in alle **Abflüsse**, mechanisches Reinigen ist auch hier der erste Schritt. Danach viel kochendes Wasser nachgießen. In ganz hartnäckigen Fällen hilft leider nur Ätznatron oder der Austausch von Abflussrohren und Siphons unter den Becken. Bei allen Arbeiten die Haut (Handschuhe), die Nase (Atemschutz) und die Augen (Brille) schützen.

Achten Sie im Falle von Hefepilzinfektionen eine Zeit lang auf **hygienisch verpackte** Lebensmittel. Kochen, grillen, backen oder braten Sie im Zweifel Ihre Nahrung. Ein paar Minuten im Mikrowellenherd, das überlebt kein Hefepilz (auch sonst kein Lebewesen). **Schälen** und **waschen** Sie Obst und Gemüse. Verzichten Sie beim geringsten Verdacht auf Käse und Wurst aus **offenen Theken**. Gerade beim **Schnittkäse** finde ich oft hohe Pilzzahlen. Was aus offenen Theken kommt ist vorsorglich verdächtig (wenn auch längst nicht immer kontaminiert!), z.B. eingelegte Oliven, Artischocken oder Tomaten und im offenen Marktfaß schwimmender Schafskäse.

Pilzige Lebensmittel sind eine Ursache für nicht enden wollende Candidainfektionen und Beschwerden. Sie sehen es dem Stück Käse aus der Supermarkttheke, der Flasche Milch vom Biobauern oder dem Glas Wasser aus dem Wasserfilter nicht an, ob Millionen Hefepilze mit im Spiel sind oder nicht. Deshalb - wie bereits erwähnt - denken wir bei Pilzuntersuchungen im Haus immer an diesen Aspekt und bitten Sie

um die Zusammenstellung Ihrer 10 oder 20 Lieblingslebensmittel, damit wir auch hiervon Proben anfertigen und die untersuchen können.

Wie bei den Schimmelpilzen, bieten wir auch bei den Hefepilzen statt Richtwerten in Worte gefasste **baubiologische Empfehlungen**: "Hefepilze sollten in der Raumluft, auf Oberflächen und Materialien oder in Bett-, Wäsche-, Hygiene-, Bad-, Küchen- und Lebensmittelbereichen **nicht** oder nur minimal nachweisbar sein. Das gilt speziell für gesundheitlich besonders **kritische** Hefen wie Candida oder Cryptococcus."

Hartnäckige Dauergäste

30 % der Bevölkerung zeigen **positive Befunde** in Speichel und Stuhl. Bei **25-30 % von Gesunden** lassen sich Candida-Arten in der Mundhöhle und im Magen-Darm-Trakt nachweisen, auch wenn sie keinerlei Beschwerden haben, bei **Krankenhauspatienten** sind es **50-60 %**. **75 % aller jungen Frauen** machen mindestens einmal eine Hefepilzerkrankung der Scheide durch, bei der Hälfte kommt es zu weiteren Infektionen. **80 % der an Schuppenflechte** Erkrankten sind pilzauffällig, bei **Neurodermitis** ist der Prozentsatz ähnlich hoch. Die meisten bösartigen **Tumore** sind pilzbefallen. Deutsche Mediziner fanden nach Sektionen eine **Verdoppelung** von Hefepilzerkrankungen innerhalb von sechs Jahren. Die meisten **Aidskranken** sterben letztendlich an Pilzen.

Der Hamburger Mykologe Prof. Dr. **Hans Rieth**: "Der Leichenbeschauer ist oft der erste Mediziner, der eine Pilzinfektion feststellt."

Hefepilze krallen sich klettenartig an **Oberflächen** und **Gewebe** an. Sie bilden dabei aggressive Eiweiß- und Fett-spaltende **Enzyme**, welche in **Haut-** und **Schleimhäute** eindringen und den Weg zu den Organen frei machen. Sie formen bei schlechten Nahrungsvoraussetzungen Hyphen-ähnliche **Ausläufer**, die sich ihren Weg durch den Organismus bahnen.

Candida und Co. sind **Verwandlungskünstler**, sie können sich von ihrer ursprünglichen, typischen, rundlichen Sprosszellenform in eine fadenförmige Pseudomyzelform verwandeln, besonders unter für sie ungünstigen Lebensbedingungen. Die pathogenen Hefepilze produzieren kritische **Gifte** und **Allergene** und Mengen an **Kohlendioxid** und **Alkoholen**, an erster Stelle Fuselalkohole, und verursachen deshalb im Körper massive **Gärung** und Aufblähung mit viel Luft, so wie wir es auch von der gutartigen Hefe im Backofen kennen.

Hefepilze machen **körperliche** und **seelische** Beschwerden, die auch **vielen** anderen Ursachen zugeordnet werden könnten. Das macht es dem Arzt nicht leicht, die richtige Diagnose zu stellen. Falls Sie chronisch unter mehreren der folgenden Symptome leiden, dann sollten Sie an die Möglichkeit eines Pilzrisikos denken und Ihren Arzt um gründliche und möglichst mehrmalige mikrobiologische Untersuchungen (Di-

rekultkultur, Antikörper, LTT) von Blut, Stuhl, Speichel und Urin bitten:

Aggressivität	Gärung, Gasbildung	Neurodermitis
Allergien	Gelenkschmerzen	neurologische Probleme
Analjucken	Hautjucken, -pilze	Ohrennässen
Antriebsarmut	Heißhunger auf Süßes	Ohrenrauschen
Aufstoßen	Herzbeschwerden	Regelbeschwerden
Augenjucken, -brennen	Hormonschwankungen	Roemheld-Syndrom
Ausfluss, Blutungen	Husten, trocken	Schilddrüsenprobleme
Ausschlag, nässend	Hyperaktivität	Schlafstörungen
Bauchschmerz, -druck	Immunschwäche	Schuppenflechte
Bindehautentzündung	Infektanfälligkeit	Schweiß, Nachtschweiß
Blähungen, Meteorismus	Kopfschmerzen	Schwindel
Bläschen im Mund	Konzentrationschwäche	Sehstörungen
Blasenbeschwerden	Kurzatmigkeit	sexuelle Unlust
Bronchialasthma	Leberwerte erhöht	Sodbrennen
Bronchitis	Leistungsknicks	Soor
Colitis ulcerosa	Luft im Oberbauch	Stimmungstiefs
Darmentzündungen	Magenschmerzen	Übergewicht
Depressionen	Migräne	Urticaria
Diabetes	Mittelohrentzündung	Vaginalinfekte
Druck aufs Zwerchfell	Morbus Crohn	Verdauungsstörungen
Durchfälle, Diarrhoen	Müdigkeit, chronisch	Vergesslichkeit
Ekzeme, Pickel	Mundgeruch	Verstopfung
Extrasystolen	Muskelschmerzen	Völlegefühl
Fingernägel brüchig	Nagelentzündungen	Zahnentzündungen
Fußpilze	Nebenhöhleninfekte	Zunge belegt

Zu den **5-10 µm** winzigen **Krankmachern** gehören rund 10 % der über 200 Candida-Arten, die 85 % aller Hefen ausmachen. **Candida albicans** ist der häufigste Vertreter, andere werden bei baubiologischen oder medizinischen Untersuchungen seltener gefunden, z.B. C. brumptii, C. curvata, C. famata, C. glabrata, C. guilliermondii, C. humicola, C. krusei, C. lusitaniae, C. parapsilosis, C. pseudotropicalis, C. rugosa, C. stellatoidea, C. tropicalis. Weitere biologisch kritische bis gefährliche Hefepilze - besonders bei Immunschwachen oder zu viel Nachschub - sind Cryptococcus, Geotrichum, Malassezia, Minuta, Pichia, Rhodotula, Saccharomyces, Torulopsis und Trichosporon.

Neu entdeckt der wohl gefährlichste aller bisher bekannten Candida-Arten: **Candida auris**. Er ist tückisch, sehr aggressiv und äußerst ansteckend, gegen herkömmliche Pilzmittel resistent und führt bei jedem dritten Infizierten zum Tode. Er verbreitet sich von woher auch immer kommend - Experten vermuten aus Asien - rasant auf der ganzen Erde, besonders in den USA und Großbritannien, auch Indien, Südkorea, Kuwait und Südafrika, bisher noch vergleichsweise wenig in Deutschland, aber man rechnet auch hier mit einer Zunahme der Fälle. Anfang 2018 warnt die US-Gesundheitsbehörde CDC erneut vor dem "Killer-

keim". Der könne zu schweren Infektionen bis zu Blutvergiftungen führen. Sein Nachweis sei - wenn überhaupt - nur mit aufwändigen Laboruntersuchungen möglich. Die Behörde befürchtet "eine weltweite tödliche Bedrohung", besonders bei Kranken in Kliniken und Pflegeeinrichtungen. Ganze Intensivstationen mussten bereits geschlossen werden.

Viele **gute Hefepilze**, die uns das Leben versüßen, findet man z.B. im Bier oder in der Backhefe. Kefir wird durch *Candida kefir* hergestellt.

Wissenschaftler fanden eine **Wachstumsbeschleunigung** der Hefen im Einfluss **elektromagnetischer Felder**. Andere berichten von Wechselwirkungen mit **Schwermetallen** (z.B. Amalgam) oder **Giftstoffen** (z.B. Holzschutzmitteln). Kanadische Forscher berichten, dass **Kohlendioxid** (sprich: dicke Luft) das Pilzwachstum und die Pilzvermehrung fördert, also: lüften. Wir wissen noch nicht so viel über Einzelwirkungen, über Wechselwirkungen noch weniger. Wir wissen aber, dass es sinnvoll ist, alle sich synergetisch beeinflussenden Risikofaktoren niedrig zu halten, denn da lauern unheilige Allianzen. Einige Experten meinen, das durch die Hefepilze ramponierte Immunsystem öffne den Schimmelpilzen Tür und Tor. Andere behaupten umgekehrt: Erst nach Vorschädigung durch Schimmelpilze hat der Hefepilz leichtes Spiel. Wichtig für Pilzinfizierte: Bei baubiologischen Pilzuntersuchungen auch an andere Risikofaktoren wie Elektrosmog und Wohngifte denken.

Am Rande sei bemerkt, dass wir **Baubiologen** auch bei den hartnäckigen Dauergästen namens *Candida* und Co. fundamentale **Pionierarbeit** geleistet haben. Vor uns hat sich kaum einer um die heimlichen Krankmacher, die so vielen Menschen zu schaffen machten und die Arztpraxen und Kliniken füllten, gekümmert. Kaum einer wusste, **wo sie vorkamen** in unser aller Alltag und was man **gegen sie tun kann**. Kaum einer hatte ein diesbezügliches Hygienebewusstsein. Keiner ahnte, dass es in Wasch- und Spülmaschinen, in Toilette und Dusche, beim Keimen von Samen und in zahlreichen Lebensmitteln derart viele gefährliche Hefepilze geben kann. Wir waren fleißig und haben Licht ins Dunkel gebracht, tausende Proben im Umfeld der Patienten genommen, Erfahrung gesammelt, jahrelang gesucht, gefunden, angeregt, aufgeklärt.

Ich habe mehrfach mit Hefepilzen experimentiert und war immer wieder überrascht von deren Hartnäckigkeit. Ich hielt *Candida albicans* **ein Jahr luftdicht** verschlossen, bei **Zimmertemperatur**, im **Kühlschrank** und in der **Tiefkühltruhe**. Nach dem Jahr und neuer Luftzufuhr wuchsen und vermehrten sich die Hefen putzmunter weiter. **Zehn Minuten** im Backofen bei **60 °C** machte ihnen gar nichts, erst bei **100 °C** gaben sie auf. Schwimmen in Obst- und Kräuteressig, Alkohol, Teebaum- und Neemöl, konzentriertem Knoblauch- und Zwiebelsaft oder Grapefruitkernextrakt: keinerlei Effekt. Dafür machten ihnen Heißdampf, gut konzentriertes Wasserstoffperoxid, Chlor und Essigessenz den Garaus. Es folgt eine kleine Aufstellung meiner Experimente.

Candida albicans	vernichtet	reduziert	kein Effekt
1 Jahr lang luftdicht verschlossen			
bei Zimmertemperatur + 20 °C			✓
im Kühlschrank + 8 °C			✓
in der Tiefkühltruhe - 20 °C			✓
10 Minuten im Backofen			
bei 60 °C			✓
bei 80 °C		✓	
bei 100 °C	✓		
1 Minute in Formaldehyd (HCHO)			
hochkonzentriert 37 %	✓		
verdünnt ~ 4 %		✓	
verdünnt ~ 1 %			✓
1 Minute in Wasserstoffperoxid (H₂O₂)			
hochkonzentriert 10-30 %	✓		
verdünnt ~ 6 %		✓	
verdünnt ~ 3 %			✓
1 Minute in Wäsche-Sagrotan (für die Waschmaschine, Chlorid...)			
unverdünnt	✓		
verdünnt 1:10		✓	
verdünnt 1:100			✓
1 Minute in Klorix (Putzmittel, Chlorid, Soda...)			
unverdünnt	✓		
verdünnt 1:3		✓	
verdünnt 1:10			✓
1 Minute in Sactisept (Alkohole)			
Sagrotan-K (Weinsäure)			✓
Incidin perfekt (Aldehyde)	✓		
Isopropylalkohol, Spiritus			✓
nach 10 Minuten	✓		
Obst- und Kräuteres sig 5 %			✓
nach 20 Minuten			✓
Essigessenz 25 %	✓		
10 Minuten in ätherischen Pflanzenölen und Pflanzenextrakten			
Teebaumöl, Neemöl			✓
Grapefruitkernextrakt			✓
Knoblauch, Zwiebel (gepresst)			✓
Bestrahlung mit Mikrowellen im Mikrowellenherd (800 W)			
¼ Minute			✓
1 Minute		✓	
2 Minuten	✓		
Bestrahlung mit UV-Licht einer Höhensonne (10 cm, 100 W/m²)			
1 Minute			✓
10 Minuten		✓	
60 Minuten	✓		

Oberflächenreinigung mit Heißdampf (über + 100 °C)		
¼ Minute		✓
½ Minute	✓	
1 Minute	✓	

Wenn hohe Pilzzahlen eingezeichnet sind (was glücklicherweise Ausnahme ist und nicht Regel), sei es wegen des Rohrbruches, der übergelaufenen Toilette oder schlecht sanierter Feuchteschäden, durch kontaminierte Luftbefeuchter, Wasserfilter, Küchengeräte oder verkeimte Lebensmittel, durch falsch verstandene Hygiene, mangelhafte Lüftung..., dann gilt es mit soliden Messmethoden und baubiologischem Sachverstand die Pilzursachen zu finden und die Krankheitserreger nebst Stoffwechselprodukten gründlich zu beseitigen.

Beachten Sie ergänzend den Bericht von Dr. Manfred Mierau über "Hefepilze: Die unterschätzten Krankmacher" aus Wohnung+Gesundheit, Heft 122 vom Frühjahr 2007.

Beachten Sie bitte auch die Ausführungen im Kapitel über Schimmelpilze (Seiten 86-87). Einiges lässt sich auf Hefepilze übertragen, speziell was die Abschnitte "Sanierung" (ab Seite 98), "Bio und Öko" (Seite 101), "Biotonne" und "Behördensturheit" (Seiten 101-102) oder "Noch ein Weilchen leben" (Seite 102) angeht. Die Hefepilzdiagnostik ähnelt der Schimmelpilzdiagnostik (Seiten 93-98).

C 3 Stress durch **BAKTERIEN** und deren Stoffwechselprodukte

Bakterien sind **0,1 bis 10 µm** kleine **Mikroorganismen**. Sie sind fleißige Helfer in unserem Körper. Sie halten uns gesund, sorgen für ein **intaktes Immunsystem**, vertreiben krankmachende **Angreifer**. Eine ausgeglichene Bakterienflora ist lebenswichtig. Allein im Darm dürfte es einige Billionen Bakterien und einige hundert verschiedene Bakterienarten geben, welche alle unermüdlich ihren segensreichen Dienst tun. Ein Mensch besteht aus ungefähr 10 Billionen Zellen, und man schätzt, dass sich auf und in ihm etwa zehnmals so viele Bakterien befinden.

Bakterien können auch krank machen. Es kommt immer auf die **Art** an, auf die **Zahl**, auf den **Ort**. Die meisten Kolibakterien sind gesunderhaltend und lebenswichtig im Dickdarm, aber krankmachend in der Blase oder im Blut. So wie die Magensäure ihren wichtigen Dienst im Magen tut und woanders großen Schaden anrichten würde. Einige Bakterien gehören auf den Kompost, nicht in die Atemwege. Streptokokken und Pseudomonas findet man in der Kanalisation, bitte nicht im Trinkwasserfilter oder Luftbefeuchter, Legionellen bitte nicht in Ihrer Dusche.

Für Bakterien gilt sinngemäß, was über Pilze gesagt wurde. Es gibt **viele gute** und **einige schlechte**. Die schlechten können leichte bis verheerende Entzündungen und andere Beschwerden verursachen, sogar

töten. Viele sind wahre **Überlebenskünstler** und überstehen destilliertes Wasser genauso wie Säure und Lauge, einige wenige trotzen sogar Kälte über den Frost hinaus und Hitze bis zum Kochen. Die meisten **vermehrten** sich per Zellteilung derart schnell, ähnlich wie die Hefepilze, dass mit einer Verdopplung alle paar Minuten zu rechnen ist, das heißt, es können von ein paar über Nacht Millionen werden. Andere vermehren sich im Schneckentempo und brauchen Tage oder Wochen.

Bakterien lieben Nässe noch mehr als Schimmel- und Hefepilze und sind in großen Zahlen manchmal in **Küchen-** und **Badbereichen** zu finden. Prinzipiell ist überall dort, wo Pilze sich wohl fühlen, auch mit erhöhten Bakterienzahlen zu rechnen, speziell bei reichhaltigem Angebot an organischen Nährstoffen, besonders oft nach ausgiebigen, längeren **Feuchte-** und **Fäkalienschäden**. Meist sind die muffigen und fauligen Gerüche in Pilzhäusern nicht allein von den Pilzen verursacht, wie viele meinen, sondern vielmehr von den mitbeteiligten Bakterien. Auch sie produzieren reichlich Stoffwechselprodukte, Gase und Gifte. Krankmachende Bakterienarten und deren Toxine und Stoffwechselprodukte gehören nicht in einen intakten Lebensraum, sie sind immer ein Zeichen für Schäden und ein ernst zu nehmendes Hygieneproblem.

Die Feststellung der **Bakterienzahlen** und **-arten** in der Luft, auf Oberflächen, im Trinkwasser... gehört deshalb zum baubiologischen Standard. Es wird ähnlich vorgegangen wie bei den Pilzen: mit Luftprobenahmegegeräten, Abklatsch-, Paddel- und anderen Methoden und speziellen Nährböden (bevorzugt CASO- bzw. TSA-Agar oder Plate-Count-Agar) in Zusammenarbeit mit einem mikrobiologischen Fachlabor.

Fäkalien, Wandfarben, Wasserfilter, Keimgeräte, Biofilme und mehr

Meine ärgsten Erfahrungen, die zu heftigen Reaktionen und teils schweren Erkrankungen führten: Fäkalienschäden, "umgekippte" Anstriche, kontaminierte Wasserfilter, Wasserspender, Vernebler, Springbrunnen, Luftbefeuchter, Keimgeräte sowie Biofilme in Sanitärinstallationen.

In einem Neusser Restaurant verstopften die **Toiletten** und Küchenabflüsse und **liefen über**. Der keimverseuchte Cocktail floss tagelang unbemerkt in die darunter liegende Souterrainwohnung. Die Bewohnerin kam mehrmals ins Krankenhaus, sie hatte gefährliche innere Blutungen, Erstickungsanfälle und musste über ein Jahr mit verschiedenen Antibiotika behandelt werden und brauchte lange für ihre Regeneration. Die Sanierungskosten lagen bei einigen zehntausend Euro.

In dem Koblenzer Einfamilienhaus wurden die biologischen **Wandfarben** wahrscheinlich bereits **bakterienkontaminiert** gekauft und unbewusst im ganzen Haus verstrichen. Im Laufe weniger Tage nach der Verarbeitung der "umgekippten" Anstriche stank es überall im Haus wie Gülle. Die Bewohner mussten sich übergeben, bekamen Atemnot,

Schmerzen und Hautjucken überall. Sie zogen ins Hotel. Wir kratzten ein wenig Farbe von den Wänden und entnahmen den Farbeimern eine kleine Probe: In beiden gab es massenweise Bakterien unter anderem üble Vertreter wie Pseudomonas, Staphylokokken und Streptokokken. Auch in diesem Haus musste aufwendig saniert werden.

Es lohnt sich beim geringsten Zweifel eine mikrobiologische Überprüfung vor der geplanten Verarbeitung von Anstrichen, besonders wenn der frisch geöffnete Farbeimer unangenehm riecht, wie Gulli, Gülle, Klo, jauchig, fäkal. Mit giftigen pestiziden Zusätzen und Topfkonservierern im Gebinde passiert so was selten bis nie, aber Gifte im Haus wollen wir schließlich aus gutem Grund überhaupt nicht.

Ein seltener, delikater Fall "**umgekippter**" **Anstriche**: Nach dem Streichen der Wandfarbe stank das Kinderzimmer, es war nicht zum Aushalten. Proben zeigten extreme Belastungen mit Bakterien. Wie kommen die in die Farbe? Die Recherchen brachten zu Tage: Der Anstreicher hat in den noch zur Verwendung stehenden Farbeimer gepinkelt, er war in großer Not, weil er wegen einer Blasenentzündung dringend musste und die Toilette besetzt war. Im Anstrich fanden wir massenweise die gleichen gefährlichen Pseudomonas- und Coli-Bakterien wie in seinem Urin, typisch für Blasenentzündungen, nicht für Anstriche.

Äußerst kritische Bakterienzahlen und -arten fand ich im Wasser einiger **Trinkwasserfilter** für den Haushalt. Das gilt für Aktivkohle- und Umkehrosmosefilter, Ionentauscher, Kannenfilter, Wasserenergetisierungssysteme, Wasserhahnvorsätze und andere Verfahren gleichermaßen, mehr oder weniger, häufiger oder seltener, durchaus auch gar nicht, je nach Situation, uneinschätzbar. Die Trinkwasserverordnung fordert, wie Sie wissen, maximal 100 Keime pro Milliliter Wasser. Gut ein Fünftel der von mir im praktischen Küchenalltag überprüften, nicht immer optimal gewarteten Wasserfilter, kamen auf **10 Tausend bis 10 Millionen Keime/ml**. Das ist kritisch! Niemals trinken! Und wenn mit diesem Wasser geputzt wird, wie schon bei den Hefepilzen auf Seite 114 beschrieben: überall Bakterien in der ganzen Wohnung. Und wenn das keimverseuchte Nass in Luftbefeuchter oder Vernebler gefüllt und auf diese Weise in den Zimmern verteilt wird, fallen die Raumanalysen katastrophal aus: Luft, Fußböden, Betten, Teppiche, Polster, Holzmöbel, Bücher... alles hochgradig mit Bakterien belastet. Hierzu noch etwas mehr zum Schluss im Kapitel über "Reines Trinkwasser".

Im **öffentlichen Wassernetz** habe ich nach einigen hundert Proben nur ausnahmsweise erhöhte Bakterienzahlen festgestellt, es muss aber jederzeit mit kurzfristigen Ausrutschern gerechnet werden, speziell bei und nach Wartungs- und Reparaturarbeiten. Im **Hauswasser** sieht das manchmal anders aus: Bakterien vermehren sich in schlecht gewarteten Filtern am Hauseingang hinter der Wasseruhr, in Wasserspeichern, Geräten, Wasserrohren, Biofilmen. Auch hiervon gleich mehr.

In **Mineralwässern** sind Keime die Ausnahme und wenn, dann eher in jenen ohne Kohlensäure, in Flaschen aus Kunststoff und in jenen, die nicht im Kühlschrank und zu lange angebrochen aufbewahrt wurden.

Öffentliche **Wasserspender** in Büros, Supermärkten, Krankenhäusern, Wartezimmern, Kindergärten, Behörden, Muckibuden... oder **Sprudelgeräte** zu Hause, nach zahlreichen eigenen Untersuchungen und vorliegenden Forschungsergebnissen steht für mich fest: Vorsicht, Sie sehen es ihnen nicht an, aber 30 bis über 50 Prozent (!) sind stärker mit Bakterien verkeimt als es die Verordnung will. Das ist nicht nur meine Erfahrung, auch das wird auch von offiziellen Stellen bestätigt.

Wasservernebler, Springbrunnen: Keimgefahr. Bei einem Ehepaar in der Eifel - beide seit Monaten lungenkrank - fand ich mit 50.000 pro Kubikmeter sehr hohe Bakterienzahlen in der **Wohnzimmerluft**. Hier lief ein solcher Vernebler, der hübsche bunte Nebelwölkchen freisetzte. Im angesaugten Wasservorrat selbst waren es über eine Million kritischer Keime. In der Rezeption einer Düsseldorfer Arztpraxis fielen laufend Mitarbeiterinnen aus, mussten mit Infektionen tage- bis wochenlang zu Hause bleiben. Der Grund auch hier: so ein Vernebler zur Zierde. Es gab 50 Millionen Bakterien in einem Milliliter Verdampferwasser! In der **Rezeptionsluft** 10.000 pro Kubikmeter, draußen im Freien nur 160. Es ging unter anderem um pathogene Arten wie *Staphylococcus aureus*. Die Beschwerden waren nach Entfernung des Verneblers und Reinigung wie Desinfektion der Räume auf immer verschwunden.

"**Luftbefeuchter** können die menschliche Lunge dauerhaft schädigen". So ging es durch die Medien. Die Krankheit hat sogar schon einen Namen: **Befeuchterlunge**. Vor Luftbefeuchtern habe ich bereits vor Jahren gewarnt, weil ich manchmal gravierende Bakterienzahlen in der Atemluft gefunden habe, ausgehend eben von solchen kontaminierten Geräten. Hiervon sind einige Menschen richtig krank geworden. Der Prozentsatz keimauffälliger Befeuchter dürfte bei um die 20 liegen. Deshalb: Falls Luftbefeuchter, dann nur mit garantiert keimfreiem Wasser füllen (im Zweifel mit käuflichem Flaschenwasser), Geräte regelmäßig und peinlich genau reinigen und desinfizieren. Luftbefeuchter, die Wasser kochen und verdampfen, sind nach meiner Erfahrung unauffällig.

Was **Küchengeräte** angeht, könnten Sie die vorangegangenen Seiten über Hefepilze noch mal lesen, das alles lässt sich auf Bakterien übertragen. Kühlschränke, Spülmaschinen, Waschmaschinen, Salatschleudern, Saftpresen... können zur Bakterienhochburg werden, sie können, müssen nicht. Bitte regelmäßig reinigen, schrubben, heiß spülen und desinfizieren. Frisch gepresste **Gemüse-** und **Obstsäfte** oder **Smoothies**, lecker, gesund, aber manchmal auch voller Bakterien und Pilze als kritische Zugabe. Bitte das frische Grün vor dem Entsaften gründlich abwaschen, das Gemüse und Obst bürsten und/oder schälen. Käufliche Säfte und Smoothies aus dem Bio- oder Supermarkt: bisher keimfrei.

Keimgeräte sind oft ein besonders großes Bakterienproblem. In mehreren Tagen Keimzeit sammeln sich eine Menge Schmarotzer in dem kleinen organischen **Feuchtbiotop** an. Peinlichste Hygiene beim Keimen, Keimlinge reichlich spülen, Geräte schrubben und auskochen! Auch wenn Keimlinge und Sprossen noch so gesund sind, will die häufige Nebenwirkung namens Verkeimung ausgehalten werden.

Legionellen in der Dusche oder in Whirlpools, manchmal auch in defekten, schlecht gewarteten Klimaanlage. Die gefährlichen Bakterien werden beispielsweise beim Duschen oder Baden über den Sprühnebel eingeatmet und führen zu Lungenentzündungen, sie lieben Temperaturen zwischen 25 und 50 Grad, 60 Grad überleben sie nicht mehr.

Biofilme. Ich befürchte, das kommt in Wasserleitungen und Sanitärinstallationen öfter vor, als wir ahnen, und wir sollten das häufiger untersuchen. Biofilme sind hartnäckige, aus verschiedenen Bakterien bestehende Schleimschichten, die sich an **Rohrwandungen** oder **Geräten** absetzen können und schwer zu beseitigen sind. Sie trotzen vielen mechanischen Belastungen, sie überstehen Hitze für längere Zeit und zeigen sich fast resistent gegen viele Desinfektionsmittel. Und immer mal wieder setzen diese Bakterienfilme reichlich Keime ins Wasser frei, die dann im Trinkwasser, Duschkopf, Badewannenwasser, Zahnputzglas, Küchenwasser... zu finden sind, Vorsicht. Dabei geht es häufiger um eine Mixtur aus besonders gefährlichen Bakterienarten wie Legionellen, Pseudomonaden oder Staphylokokken. Manchmal sind auch Hefepilze und andere Parasiten beteiligt. Die unterschiedlichsten Schmarotzer, die sich sonst gar nicht mal mögen und unter anderen Bedingungen sogar bekämpfen, halten im Biofilm fest zusammen, plötzlich dicke Freunde, um ihr Überleben im Schulterschluss zu sichern. Beliebt sind wenig gespülte, "tote" Leitungsstränge und Wassergeräte mit rauen, verkalkten, korrodierten, verrosteten Oberflächen. Biofilme müssen mit allen Mitteln so lange bekämpft werden, bis das Nutzwasser keimfrei ist, mit stundenlanger Erhitzung bis zum Kochen, gezielter mehrmaliger Desinfektion, UV, Ozon, mechanischer Zerstörung..., eventuell die komplette Entfernung kontaminierter Leitungen und Geräte.

Kaum zu glauben, aber wahr: Die meisten **Klobrillen**, die ich bisher überprüft habe, waren hygienischer als die Arbeitsflächen in einer Küche, auf denen Lebensmittel zubereitet werden, oder kürzlich genutzte Keimgeräte, die meisten **Bidets** hygienischer als die Zahnbürste oder Munddusche. Die stärkste Keimschleuder nach meiner Erfahrung: der immerfeuchte **Putzlappen**, der **Spülschwamm**. Häufiger wechseln!

Resistenz

Ebenfalls kaum zu glauben: Bis zu **40.000 Menschen sterben** jährlich in Deutschland, weil sie sich als Patienten im **Krankenhaus** mit **multi-resistenten** Bakterien infizieren und Antibiotika nicht mehr helfen, be-

richtet die Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene DGKH aktuell. Weltweit sind es laut Weltgesundheitsorganisation WHO und DGKH um 700.000 bis 900.000 Menschen. "Dabei scheitert es", so die Fachleute, "oft nur am Händewaschen." In Kliniken und Pflegeeinrichtungen (und nicht nur da) können Bakterien zu schweren Infektionen und lebensbedrohlichen Blutvergiftungen führen, besonders bei bereits kranken oder angeschlagenen Menschen. Wo kommen die rasant zunehmenden, beängstigenden Multiresistenzen gegen die gängigen und bisher so gut und so viele Jahrzehnte funktionierenden Antibiotika her?

Diskutiert werden zu häufige und oft **unnötige Antibiotikagaben**, besonders wenn sie **unterdosiert** oder **vorzeitig beendet** wurden und somit nicht alle Erreger abtöten konnten. Die übrig gebliebenen, überlebenden Keime wissen sich zu wehren, vermehren sich rasant weiter und bilden nun Resistenzen und Mutationen, geben sie an andere Keime weiter, und beim nächsten Medikamenteneinsatz wird kein Erfolg mehr erzielt. Diskutiert wird auch der **maßlose Einsatz verschiedener Antibiotika** in der **Intensivtierhaltung**. Hier werden die gleichen (!) Medikamente dem Tierfutter beigemischt, die auch in der Humanmedizin zur Bekämpfung der Krankmacher eingesetzt werden. Der Verzehr des mit Antibiotika kontaminierten Fleisches führt wiederum zur Entwicklung von resistenten Bakterienstämmen. Deshalb hier wie bei den Pestiziden, Schwermetallen, Hormonen... auch: Lebensmittel aus Biomärkten bevorzugen, denn hier werden keine oder längst nicht so viele Gifte und Medikamente eingesetzt, wie bei konventionellen Lebensmitteln vom Discounter. Verrückte Welt: Es gibt im üblichen Supermarkt heute kaum noch Produkte ohne solche gefährlichen Inhaltsstoffe, im Biomarkt sind sie dagegen die absolute Ausnahme.

Im Januar 2018 geht die erschreckende Nachricht durch alle Medien: Die NDR-Fernsehsendung 'Panorama - die Reporter' untersuchte zwölf **Bäche, Flüsse und Badeseen** und fand gefährliche multiresistente Erreger, gegen die die meisten Antibiotika nicht mehr wirken, nicht einmal mehr Reserve-Antibiotika, die als letzte Reißleine gelten. "Das ist wirklich alarmierend", kommentiert das Robert-Koch-Institut. "Die Keime sind in der Umwelt angekommen und das in einem Ausmaß, das wahrlich überrascht." Es geht um multiresistente gram-negative Bakterien (MRGN). Sie bereiten Ärzten seit einigen Jahren größere Sorgen als die bekannteren MRSA-Erreger. Die Zahl gefährlicher Infektionen durch solche Erreger steigt. Wissenschaftler halten es für wahrscheinlich, dass das Problem wesentlich aus der **Massentierhaltung** stammt. Resistente Bakterien können aus Ställen und Mastbetrieben unter anderem über die mit Bakterien, Antibiotika, Giften, Hormonen... **kontaminierte Gülle** auf Felder und so in die Umwelt, in den Boden und ins Wasser gelangen, ebenso auf das angebaute Gemüse und Obst. Auch Tiere wie Insekten oder Vögel nehmen die Keime auf und verbreiten sie. Kläranlagen sind derzeit nicht imstande, multiresistente Bakterien komplett herauszufiltern. Die NDR-Reporter haben gerade an solch kri-

tischen Stellen gefährliche und extrem resistente Keime gefunden, etwa in dem Fluss Hase, kurz hinter dem Ausfluss des kommunalen Klärwerks von Osnabrück. Derweil rangeln die Behörden, wer denn eigentlich zuständig ist und ob solche Untersuchungen nicht regelmäßig gemacht werden müssten. In einem aktuellen Bericht warnen die Vereinten Nationen vor den Risiken durch die Verbreitung von resistenten Keimen in der Umwelt und fordern die Staaten auf, endlich zu handeln.

Giftige Krankmacher und Wechselwirkungen

Man weiß auch hier - wie bei den Schimmel- und Hefepilzen - nicht immer genau, was schlimmer ist, die vermehrungsfreudigen und **krankmachenden Keime** oder eher deren **aggressive Stoffwechselprodukte** und **potenten Gifte**, die zu schweren Vergiftungen bis zum Tod führen können. Oft sind es diese Toxine, die hauptsächlich in den Zellwänden produziert werden. Es geht um Endotoxine, die bei einer Bakterienzerstörung frei werden (z.B. bei Immunangriffen oder antibiotischen Therapien), und Ektotoxine, die von den Bakterien auch zu Lebzeiten abgegeben werden. Bei den Pilzen geht es um Mykotoxine. Die Gifte wirken meist als Neurotoxine, sind also typische Nervengifte, ähnlich wie viele Pestizide und Metalle auch. Die so genannten Lipopolysaccharide (LPS) werden den Endotoxinen zugeordnet. Eine Reihe weiterer Stoffwechselprodukte, die von den Mikroben produziert und emittiert werden, dürften ebenfalls toxisch, entzündlich oder allergisierend wirken.

Die von Bakterien freigesetzten Gifte bzw. Stoffwechselprodukte oder Lipoproteine sind es an erster Stelle, die das Immunsystem auf Hochtouren, zum Überschießen und aus dem Lot bringen. Hier sind es die zum Immunsystem gehörenden Botenstoffe namens Zytokine, Interferone, Tumornekrosefaktoren und Interleukine, welche die Entzündung erst richtig entfachen und aufrechterhalten. Bei manchen bakteriellen Erkrankungen steht die Toxinbelastung längst im Vordergrund, z.B. bei Clostridien, die zu schlimmen Darmproblemen führen. Auch beim Syphilis-Erreger *Treponema* ist das Hauptproblem die Giftwirkung, bei Tetanusbazillen und Shigellen ebenso. Die toxischen Ausscheidungen von *Staphylococcus aureus* ziehen schwere Lebensmittelvergiftungen nach sich, die Gifte von Streptokokken den Scharlach, und eine Blutvergiftung ist an erster Stelle die Folge von Bakterientoxinen.

Wie schon gesagt, gibt es eine große Palette von ungünstigen **Wechselwirkungen** verschiedener Risikofaktoren. Nur in der Mathematik ist $1+1=2$, in der Biologie können $1+1=10$ sein oder 100 oder mehr. Nur ein Beispiel: Der deutsche Mediziner, Neurologie- und Infektions-Experte Dr. **Dietrich Klinghardt** berichtet: "Wenn wir Kulturen von Keimen anlegen, kann man deren Toxinabgabe ermitteln. Setzt man die Kulturen dem Handyfunk aus, steigert sich die **Toxinaktivität um das 600fache**, es werden im Vergleich zu feldfreieren Bedingungen 600-mal mehr Gifte ausgeschieden, und diese sind noch aggressiver als jene ohne den

Elektrosmog. Die Keime reagieren mit dem einzigen Mechanismus, den sie gegen Stress haben, nämlich Toxine auszuschütten."

Und die Toxine von Bakterien oder Pilzen gehen zu allem Übel auch noch ungehindert ins Hirn, weil die elektromagnetische Strahlung von Handy, Smartphone, Schnurlostelefon und Co. die schützende **Blut-Hirn-Schranke durchlässiger** werden lässt, fatal, ein Teufelskreis. Nur wenige Minuten Funktelefonstrahlung führen bereits zur Öffnung der Blut-Hirn-Schranke für mehrere Stunden. Das bedeutet: Dank Funk am Ohr können Schadstoffe, Eiweiße, Medikamentenrückstände und andere kritische Substanzen, die nie ins Hirn dürften und von dieser wichtigen Barriere zurückgehalten würden, ungehindert einströmen, so auch Bakterien, Pilze und deren Gifte, die jetzt auch im sensiblen Kopf ihr Unwesen treiben. Die Strahlung sorgt darüber hinaus dafür, dass die körpereigenen **Entgiftungsmechanismen reduziert** bis blockiert werden. Und dass **Metalle** wie Quecksilber aus Zahnfüllungen schneller in den Körper geschwemmt werden. Und: Der Elektrosmog drosselt das Hormon **Melatonin**, was für gesunden Schlaf und Entgiftung zuständig ist, auch für den Krebschutz. Noch mehr unheilige Allianzen.

Dr. Dietrich Klinghardt: "Melatonin stärkt das Immunsystem, es ist ein potentes Antioxidans, schützt das Gehirn vor Schäden durch Schwermetalle. Es ist die wichtigste Entgiftungssubstanz für Hirn und Nerven. Es ist der wesentlichste Gegenspieler zu Umweltgiften und Toxinen von Bakterien, Viren und Pilzen. Handyfunk und andere Felder verhindern, speziell nachts, dass wir genug von dem Hormon bilden. Das ist der Hauptgrund für den massiven Anstieg neurologischer Probleme." Dr. Klinghardt weiter: "Keime in unserem Körper erzeugen ständig toxische Substanzen, das tun sie, um sich vor den Angriffen unseres Immunsystems zu schützen. Das Wachstum der Keime und die Virulenz ihrer Giftstoffe erhöhen sich fatalerweise dramatisch im Einfluss elektromagnetischer Felder, besonders vom Handyfunk und von schnurlosen Telefonen. Die stärkste krankmachende Wirkung haben diese Felder in der Nacht durch die zusätzliche Störung der Melatoninproduktion."

Noch ein Aspekt: **freie Radikale, oxidativer Stress**. Ständiger und heftiger Elektrosmog (die Mikrowellen eines Handy- oder Schnurlostelephones, das Notebook auf dem Schoß, der WLAN-Router auf dem Schreibtisch oder die Heizdecke im Bett, das ist schon heftiger Elektrosmog) produziert eine Menge freier Radikale, das sind reaktive, aggressive, schädigende Sauerstoffspezies, und verursacht oxidativen Stress, das ist die hieraus resultierende Schiefelage des Stoffwechsels mit fatalen Folgen bis zum Krebs. Bakterien und Parasiten wissen das zu schätzen, sie laufen unter solchen Schiefbelastbedingungen zu Hochformen auf und machen sie noch schief. Prof. Paul Doyon von der Kyushu University im japanischen Fukuoka: "Mikrowellen führen zu zahlreichen oxidativen Schädigungen. Und sie tragen maßgeblich zur Vermehrung von Bakterien, Viren, Parasiten, Schimmel- und Hefepilzen im Organismus bei."

Mehr über Toxine auf den Seiten 87, 103-104, 131-132 und 146, mehr über Entgiftung auf den Seiten 48 und 51-52. Noch viel mehr zu diesen Themen, zu Elektrosmog, Melatonin, zum oxidativen Stress und zu Dr. Klinghardt in den beiden Büchern "Stress durch Strom und Strahlung" und "Stress durch Schadstoffe und Schimmel" und in dem Bericht "Borreliose und Co. plus Elektrosmog".

Wer von chronischen Infektionen wie einer persistierenden Borreliose, neurologischen Problemen, Autoimmun- oder Multisystemerkrankungen betroffen ist und nach wie vor mit dem Handy und DECT-Schnurlosen telefoniert, per WLAN drahtlos ins Internet geht, sich immer noch nicht gegen den Mobilfunkmast dort drüben abgeschirmt hat, bei dem der Radiowecker auf der Bettablage direkt hinter dem Kopf steht, ein Heizkissen das Elektrobett wärmt, immer noch das Quecksilber-haltige Amalgam in den Zähnen und Geweben lauert, der sich die Haare chemisch färbt, Deckenbalken mit pestiziden Holzschutzmitteln streicht, mit insektiziden Sprays hinter Mücken her ist und giftige Mottenpapiere im Kleiderschrank einsetzt... Wer also auf diese Weise immer weiter Öl ins Feuer seiner Problematik gießt, der hat etwas Wesentliches nicht verstanden, der spielt mit einem sehr heißen Eisen. Falls Sie statt chronisch krank erfreulicherweise chronisch gesund sein sollten, gilt im Prinzip dasselbe, damit Sie gar nicht erst krank werden.

Ganz kurz: Bei chronischen Krankheiten kein Handy, kein DECT, kein WLAN, so wenig wie möglich Elektrosmog in der Wohnung, speziell im Schlafbereich, ganz wenig Schadstoffe, ganz wenig Bakterien und Pilze.

Baubiologische Empfehlungen

Vorsicht mit krankmachenden Bakterien. Sie werden bei Hausuntersuchungen oft zu stiefmütterlich angegangen, auch von Umweltlaboren und Baubiologen. Schimmelpilze stehen auf der Hitliste ganz oben, Hefepilze und Bakterien leider weniger oder gar nicht, obwohl sie in manchen Fällen noch schlimmer sind.

Wir Baubiologen empfehlen in den Richtwerten zum Standard der baubiologischen Messtechnik: "Die **Bakterienzahlen** in der Raumluft sollten im Bereich oder **unter** denen der Außenluft bzw. von unbelasteten Vergleichsräumen liegen. Besonders **kritische Keimarten**, beispielsweise bestimmte Pseudomonas, Legionellen, Aktinomyzeten..., sollten in Häusern **nicht** oder nur minimal nachweisbar sein, weder in der Luft noch auf Materialien, im Trinkwasser, in Hygiene-, Bad-, Küchenbereichen. Jedem Verdacht oder Hinweis ist nachzugehen: hohe Materialfeuchte, Nässeschäden, Hygiene- und Fäkalienprobleme, Bakterien-typische Gerüche... Bei Pilzuntersuchungen sollten Bakterien einbezogen werden und umgekehrt, sie kommen oft gemeinsam vor." Wir verzichten also auch hier - wie bei den Schimmel- und Hefepilzen - bewusst auf Zahlenangaben, geben dafür Handlungsanweisungen.

Die **EU-Kommission** hat Bakterienzahlen in Gebäuden statistisch ausgewertet. Demzufolge seien **50-100** Bakterien pro Kubikmeter Raumluft **sehr niedrig**, **100-500/m³** **niedrig**, **500-2000/m³** **mittel**, **2000-10.000/m³** **hoch** und darüber sehr hoch.

Diese Angaben decken sich durchaus mit unseren **baubiologischen** Erfahrungen: Um die **100-200** der Schmarotzer findet man in einem Kubikmeter Innenluft schon recht **häufig**, über **500** **seltener** und mehr als **1000** **viel seltener** und meist als Folge von kritischen Innenraumproblemen, denen nachgegangen werden muss.

Es gibt, was Innenraumbelastungen durch kritische Bakterien angeht, längst nicht so viele Forschungen, Auswertungen und Empfehlungen wie beim Schimmel. Auch bei den Bakterien haben wir **Baubiologen** über das bereits Erforschte und Bekannte hinaus einiges aufdecken können, speziell was **Probleme im häuslichen Alltag** betrifft. Biofilme, Wasserfilter, Küchenschwämme, Kühlschränke, Waschmaschinen, Betten... waren vor 30 Jahren noch kein Thema. Wir waren die ersten, die sich kümmerten, besorgniserregende Untersuchungsergebnisse fanden, darauf aufmerksam machten, und wir wurden mal wieder belächelt.

Heute wird in Zeitungen und im Fernsehen beim Thema Bakterien unablässig darauf hingewiesen, dass es bei Filtern, Schwämmen und Co. um wahre Brutstätten geht und man vorsichtig sein muss. Ende 2017 geht es erneut durch die Medien und durchs Internet: "Küchenschwämme sind dreckiger als Toiletten!" Sie seien sogar das dreckigste Objekt im Haus. Eine gemeinsame Studie der Universität Furtwangen, dem Helmholtz-Zentrum München und der Justus-Liebig-Universität Gießen brachte das nach Überprüfung von 14 im Gebrauch befindlichen Küchenschwämmen zu Tage. Ein weiteres Ergebnis der Studie: Jene Schwämme, die häufiger gereinigt wurden, hatten kaum weniger Mikroben als ungereinigte. Der von drei hochkarätigen Fakultäten mit viel Aufwand und hohen Kosten erarbeitete wissenschaftlich begründete Rückschluss, den wir Baubiologen aus Erfahrung schon Jahrzehnte zuvor zogen: "Ersetzt wöchentlich die Küchenschwämme." Köstlich.

Ähnlich lief es mit Geschirrspülern, Kühlschränken und anderen Geräten des Haushalts. Wir fanden manchmal massenweise Bakterien und Pilze, wiesen schon vor zwei Jahrzehnten lautstark darauf hin und erteten derzeit von den "Experten" das uns vertraute müde Grinsen. Heute überholen sich die Meldungen in den Medien, so unter anderem aktuell in der 'Apotheken Umschau' und im 'Deutschlandfunk' im Frühjahr 2018: "Forscher der Hochschule Rhein-Waal suchten nach Keimen, auch Antibiotika-resistenten, in Spül- und Waschmaschinen und wurden fündig. 96 Prozent der Spül- und 79 Prozent der Waschmaschinen waren betroffen." Das übertraf alle Erwartungen. Empfehlung der Wissenschaftler: "Höhere Temperaturen ab 60 Grad wählen, Waschmittel mit Bleiche verwenden, gründlich reinigen und desinfizieren." Na bitte.

Früher wurde bei mikrobiologischen Untersuchungen im Haus nur an Schimmel gedacht, wenn überhaupt. Heute wissen wir, dass oft Bakterien beteiligt sind und auch schädigen, manchmal sogar noch mehr. So hat die Baubiologie auch hier einen guten Teil dazu beigetragen, Probleme bewusst zu machen und Lösungen, die so oft so einfach möglich sind, anzubieten. Wir Baubiologen sind keine Wissenschaftler (das hat manchmal Vorteile...), wir sind Praktiker. Aus der Praxis für die Praxis.

Noch eine baubiologische Empfehlung: Leihen und verleihen Sie nicht Ihr **Handy**. Es ist - besonders nach einiger Zeit der Nutzung - die reinste Bakterienschleuder, wie wir häufiger festgestellt haben. Eine Studie der University of Arizona fand resistente MRSA-Bakterien auf einem Fünftel aller Handys. Teamchef Prof. Charles Gerba: "Mit dem Mobiltelefon soll umgegangen werden wie mit der Zahnbürste - auf keinen Fall mit anderen Personen teilen." Die US-Wissenschaftler: "Das Handy am Körper ist ständig bakterienfreundlich warm, beim Telefonieren kommt die hohe Feuchtigkeit des Atems hinzu, von der Erregervielfalt der Nutzer - speziell beim Sprechen, Niesen und Husten - ganz zu schweigen. Die Bestätigung kam von Wissenschaftlern der Ondokuz-Mayiz-Universität im türkischen Samsun: "Handys sind voller Keime!" Sie nahmen 200 mobile Telefone von Klinikärzten und Pflegern unter die Lupe. Es tummelten sich die gefährlichen Erreger. Auf fast jedem fanden sie **hohe Bakterienzahlen**, von ungefährlichen Hauterregern bis zu Überträgern tödlicher Krankheiten. Jedes dritte Gerät wies mindestens zwei, jedes zehnte noch mehr Keimarten auf, auf jedem achten fanden sich gefährliche, gegen Antibiotika resistente Bakterienstämme wie MRSA.

Interessant: Elektrische Impulse von 10 Volt bei 10 Hertz gehen Bakterien an den Kragen. Laborversuche mit Pseudomonas-Keimen zeigten: Die Keimzahl wurde mehr als tausendfach via Spannung und Frequenz reduziert. **Elektrizität als Antibiotikum**. Andere Bakterien zeigten sich robuster und waren mit den Impulsen kaum totzukriegen. Warum, hierüber rätseln die Wissenschaftler und forschen weiter, mit Spannung.

Denken Sie beim Thema Bakterien unbedingt auch an das "**Biotop Bett**", näher beschrieben auf den folgenden Seiten 139 und 140 und auch auf der vorangegangenen Seite 119. Matratzen, Kopfkissen, Bettwäsche... können wesentliche Quellen für Bakterienbelastungen sein. Mehr Hygiene, Pflege und regelmäßige Reinigung sind hier wichtig.

Was Bakterien angeht, beachten Sie auch die allgemeinen Ausführungen über Pilze (ab Seite 86), speziell das Kapitel über Hefepilze (ab Seite 109). Hier gibt es Parallelen, speziell was die Abschnitte "Sanierung" (ab Seite 98 beim Schimmel und ab Seite 115 bei den Hefen: "Gefährliche Untermieter" und "Vertreibung der Untermieter"), "Bio und Öko" (Seite 101), "Biotonne" und "Behördensturheit" (Seiten 102) oder "Noch ein Weilchen leben" (Seite 102) angeht. Die Diagnostik ähnelt der Pilzdiagnostik (Schimmel Seiten 93-98 und Hefen Seiten 110, 111 und ab 115).

C 4 Stress durch **ALLERGENE**

30 Millionen Deutsche niesen, reiben die Augen, keuchen, husten, ringen nach Luft, kratzen, ziehen die Nase hoch, greifen nonstop zum Taschentuch, spraysen oder pudern und cremen die Haut. Allergien, vor wenigen Jahrzehnten noch Ausnahme, sind heute zum Massenphänomen geworden. Heuschnupfen, Bronchitis, Asthma, Schuppenflechte, Neurodermitis, Nesselsucht, Pickel, Juckreiz, Durchfall, Lebensmittelunverträglichkeiten, Glutensensibilität, Laktoseintoleranz, Reaktion auf Geschmacksverstärker..., einer Seuche gleich breiten sich die bedrohlichen Erscheinungen der Hypersensibilität aus.

Jedes Jahrzehnt ist seit 1970 die Zahl der gegen Reizstoffe Empfindlichen um 30 % angestiegen. Jeder Dritte in Deutschland ist Allergiker. Jeder fünfte Säugling quält sich mit Allergien, eine Million Schulkinder haben Asthma. Über 10 Millionen Mitbürger sind Pollenallergiker, Tendenz auch hier steigend. Es gibt mehr Asthmatote als Verkehrstote. So viele müssen ihren Beruf aufgeben, wegen Allergien auf Substanzen in der Industrie, im Krankenhaus, beim Frisör, Bäcker, im Handel. Es gibt keinen Kinobesuch mehr ohne ein schniefendes Publikum, keine Busfahrt mehr ohne hustende Fahrgäste, kein Hörsaal ohne Geschneuze. Allergiker kosten die Volkswirtschaft jährlich 10 Milliarden Euro.

Inzwischen können an die **200.000 künstliche** oder **natürliche Reizstoffe** in Umwelt, Wohnräumen oder Nahrungsmitteln das Abwehrsystem in helle Aufruhr versetzen. Dabei schießt der Körper allzu oft maßlos über: Das **Immunsystem** reagiert auf eigentlich harmlose Stoffe, als ginge es um wer weiß was für gefährliche Angreifer, es schießt mit Kanonen auf Mücken. Und diese Überreaktionen unserer körpereigenen Abwehr verursacht die lästigen bis schmerzhaften Beschwerden, nicht oder viel seltener die Allergene selbst. Wie eben bei den Bakterientoxinen erwähnt, geraten auch bei den Allergenen jene zu unserer Immunfunktion gehörenden Zytokine und andere Botenstoffe aus dem Häuschen und fachen die Probleme erst richtig an.

Als Folge der übertriebenen und offensichtlich fehlgesteuerten Generalmobilmachung des Körpers gegen relativ unbedeutende Umweltreize bilden sich zu allem Übel massenweise Antikörper, die ihrerseits wieder allergische Reaktionen und Autoimmunprozesse auslösen. Ein Teufelskreis. Irgendetwas läuft im Organismus schief. Irgendwo scheint im Biocomputer Mensch ein Softwarefehler vorzuliegen. Irgendwie ist der Homo sapiens überfordert. Warum flippt die Immunabwehr des modernen, saubergewaschenen Wohlstandsmenschen derart schnell aus? Warum werden alltägliche Wegbegleiter wie Hausstaubmilben, Katzenhaare, Blütenpollen, Nüsse, Schalentiere oder Milcheiweiß, sogar Düfte als pathologisches Feindbild derart überbewertet und fehlinterpretiert? Das versuchen Mediziner schon lange herauszufinden. Es gibt viele Vermutungen, jedoch noch keine allgemeingültige Erklärung.

Immunsystem, Psyche, Umwelt

Die einen vermuten, dem **Immunsystem** sei es langweilig geworden. Der Kampf mit echten Feindbildern gehöre der Vergangenheit an, denn Cholera, Pest und Parasiten gäbe es im zivilisierten Alltag der grauen Anzüge, gefeilten Fingernägel und Marmorbadezimmer immer weniger. Sucht sich unser hiermit einst ausgelastetes Immunsystem nun, weil es Kampf braucht, neue Gegner? Ist das der Preis **übertriebener Hygiene** mit zu vielen desinfizierenden Haushaltsmitteln oder gar übertrieben **vieler Impfungen**? Würde man der Empfehlung der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut folgen, könnten bzw. sollten Babys bis zum zweiten Lebensjahr bereits über 20-mal geimpft werden, Aluminium im Impfstoff inbegriffen. Vielleicht ist ja was dran, denn immerhin gibt es in der sogenannten Dritten Welt, wo Menschen in Unhygiene und Armut leben und selten geimpft werden, kaum Allergien. Hat hier das Immunsystem keine Zeit, sich mit Erdbeeren und Geschmacksverstärkern, ätherischen Ölen und Vogelfedern, Latexprodukten, Schurwollflusen und Hausstaubmilbenkot zu befassen?

Die anderen vermuten, die **Psyche** sei das Hauptübel. Denn mit Allergien könne man psychisch Unverdautes kompensieren, sich prima in den Mittelpunkt schummeln, Aufmerksamkeit auf sich lenken und die Mitmenschen tyrannisieren. Wieder andere meinen, dieser psychische Aspekt werde gefährlich überbewertet und man verwechsle hier Ursache mit Wirkung, weil Allergien der Auslöser psychischer Probleme seien und nicht deren Folge. Außerdem sei es von schulmedizinischer Seite zu bequem, immer nur auf die Psyche abzuwälzen, wenn keine bessere Diagnose in Sicht ist. Diese im ärztlichen Praxisalltag häufig anzutreffende Marotte des "Alles nur Psyche, wie wär's mit Beruhigungsmitteln?" zieht die verständliche seelische Verzweiflung des sowieso schon angeschlagenen Patienten nach sich.

Dass es auch psychisch bedingte allergische Reaktionen gibt, ist bekannt. So kann bei Asthmatikern ein Anfall ausgelöst werden allein durch eine rauchende Lokomotive im Fernsehen und bei Katzenhaarallergikern nur mit dem Foto des Schnurrers oder der Nachricht, dass es ein Kätzchen im Haus gibt. Zwei Psychologiekenner erwähnen in ihren Vorträgen einen weiteren Aspekt: "Ein Allergiker braucht für die allergische Reaktion immer **Bewusstsein**. Während einer Narkose, Hypnose oder Psychose gibt es keine Allergien." So der Münchner Diplom-Psychologe Thorwald Dethlefsen. Der Berliner Arzt und Psychotherapeut Dr. Ruediger Dahlke bestätigt: "Wir wissen, wie wichtig Bewusstsein für die Allergieentstehung ist." Beide veröffentlichten in "Krankheit als Weg", ihrem gemeinsamen Buch, schon 1983: "Die allergische Reaktion ist von der stofflichen Substanz der Allergene absolut unabhängig."

Fernab von Meinung und Vermutung gilt als sicher, dass die unübersehbar vielen künstlichen und krankmachenden **Umwelteinflüsse** das

Immunsystem derart beanspruchen, dass es überfordert ist, fehlsteuert, ausflippt, schwächelt und in letzter Konsequenz unter der Last der umweltbedingten Stressfaktoren zusammenbricht. Chaos im Immunsystem durch zuviel Elektromog, Radioaktivität, Lärm, Vibration, falsches Licht, Wohngifte, das zerstörte Raumklima, Radon, Pilze, Bakterien, Allergene... ein kritischer und unaufhörlich zunehmender Cocktail mit uneinschätzbaren immunologischen und gesundheitlichen Folgen.

Es gilt in der Baubiologie die **allergisierenden** Auslöser zu erkennen. Es gilt darüber hinaus, **jeden Stressfaktor** auszuschalten, um das Immunsystem zu bewahren, unnötige Kraft zu vergeuden und langfristig zu verschleiben. Kostbare Widerstandskräfte müssen geschont werden. Deshalb wundern sich einige Kunden, dass ich Feldsonden für Elektromog und Pumpen für Wohngifte und Pilze auspacke, obwohl es eigentlich um die Hausstauballergie geht. Es interessiert mich nicht nur, wogegen ein Mensch allergisch ist, sondern vielmehr, dass er allergisch ist. Denn das ist ein sicheres Zeichen eines geschädigten, fehlregulierenden Immunsystems. Der Hausstaub oder ein anderes Allergen sind oft nur die Alarmlampe, die Ursache versteckt sich woanders. Wenn die Alarmlampe im Armaturenbrett des Autos blinkt, werden Sie nicht das Lämpchen rausdrehen und beruhigt weiterfahren. Sie werden suchen und nicht lockerlassen, bis sie alle Ursachen dafür gefunden haben.

Allergen Hausstaubmilbe - in unheiliger Allianz mit Pilzen

Der Winzling misst 250-500 Mikrometer und bringt 10-15 Mikrogramm auf die Waage. Groß genug, um Millionen Menschen zu ärgern und krank zu machen: die Hausstaubmilbe. Es gibt 40.000 Milbenarten, das Ungeziefer gehört zu den Spinnentieren. Sie verursachen verschiedene Allergien: Asthma, Heuschnupfen, Ekzeme und mehr. Auslöser der Allergien ist hauptsächlich der Milbenkot, davon befinden sich bis zu 100 Mikrogramm in einem Gramm Staub. Milben leben nur ein bis fünf Monate und lieben, wie die Schimmelpilze, **Wärme** und **Feuchte**. Die haben sie in Betten, Polstern und Teppichen. In Betten findet man zehntausende der Tierchen, im Hausstaub hunderte pro Gramm. Ihr Lieblingsfutter: **Hautschuppen**. Ihre besten Freunde: **Schimmelpilze**. Staubmilben und Pilze helfen sich gegenseitig im Überlebenskampf. Denn die Pilze bearbeiten die menschlichen Hautschuppen schon derart, dass sie von den Milben optimal verdaut werden können, die perfekte Symbiose.

Ein Bericht des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) zeigt, dass bei Milbenallergenkonzentrationen ab **2 µg/g** mit einem erhöhten **Sensibilisierungsrisiko** gerechnet werden kann, **10 µg/g** können **Asthmaanfälle** auslösen. In 40 % der untersuchten **Kindergärten** wurden diese Allergenkonzentrationen in Matratzen und Kuschelecken überschritten. Im Staub von **Schlaf-** und **Kinderzimmern** sind **über 1000 µg/g** zu finden.

Sie können selbst **einfache Tests** auf Hausstaubmilben und ihre Exkre-

mente durchführen. Beim **Acarex-Test** (Apotheke, Internet) wird Staub von Betten, Polstern, Teppichen... abgesaugt, gesammelt und anhand der Verfärbung eines Teststreifens der Milbenkotgehalt angezeigt. Der **Bio-Check Allergen Control** von Dräger ist ein Wischtest, er zeigt Milbenallergene in einer farbigen Tabelle an, nachdem textile Oberflächen abgewischt wurden. Professioneller ist der im Fachlabor analysierte Inhalt Ihres **Staubsaugerbeutels**. Er gibt gute, differenziertere Einblicke in die Allergenproblematik des Hauses. Dazu gibt es medizinische und naturheilkundliche Diagnosen (Prick-Test, Hauttests, Allergietests, Provokationstests, LTT-Tests, Blutuntersuchungen...).

Biotop Bett

Ich habe mich schon sehr erschrocken, als unsere Haushaltshilfe Paula in diesem Frühjahr auf der sonnigen Terrasse mit einer Dachlatte unsere **Matratzen** und **Kopfkissen** kraftvoll durchprügelte. Sie stand in einer **Wolke voller Hausstaub**, es wurde nach Minuten der Durchklopferei noch nicht viel besser. Erst nach zehn Minuten - Paula stand im Schweiß - wurde die Luft klarer, es kam kaum noch was. Ich war verlegen. Das uns, obwohl die gleiche Prozedur erst ein Jahr her ist? Im Laufe eines Jahres sammelt sich wohl so einiges an...

Mir fiel dann wieder ein, wie eben bei den Hefepilzen bereits ausführlicher beschrieben (Seite 119), dass meine Mutter zu meinen Kinderzeiten Bettwäsche, Plümos, Kopfkissen... fast täglich auf die Terrasse oder die Fensterbank in die Luft und Sonne gelegt, ausgeschüttelt, ausgeklopft, ausgelüftet hat. Matratzen kamen monatlich dran, raus in den frischen Wind und das desinfizierende Sonnenlicht. Mehrfach pro Jahr wurde auf sie draußen mit Besenstielen und Teppichklopfern so lange eingedroschen, bis kein Staubwölkchen mehr zu entdecken war, jedes Familienmitglied kam dran. Ich scheine nicht genug von Mutter gelernt zu haben, wurde ich in letzter Zeit doch mehrmals nachts mit nervig verstopfter Nase wach und musste zu meinem Nasenspray greifen. Dann, nach Paulas erneuter Prügelaktion habe ich ab sofort kaum noch sprühen müssen, welch Unterschied vorher und nachher.

Wo ist die Hygiene geblieben? Heute kommt bei den meisten eine Matratze ins Bett und bleibt dort weitgehend unberührt für oft zehn bis 20 Jahre. Das Kopfkissen manchmal auch. Nun schwitzen wir nächtlich wenigstens einen halben Liter, niesen, husten und hinterlassen ein bis zwei Gramm Hautschuppen, laden Staub, Staubmilben und viele Keime ein. Das macht pro Jahr 200 Liter Schweiß plus ein Pfund Schuppen plus eine Extraportion Hausstaubmilben und ihre Exkremente plus Milliarden Schimmel- und Hefepilze plus ähnlich zahlreiche Bakterien. Jede Nacht niesen, die Nase zu, trockener Husten, rote Augen, Kopfschmerzen, Jucken, Atemprobleme, Allergieschübe, Nachtschweiß? Die Matratze monatelang nicht gereinigt, gewendet, schlecht gelüftet? Denken Sie mal häufiger an das Biotop Bett.

Ich decke mein Kopfkissen mit einem Handtuch, Halstuch oder einer Babywindel aus Baumwolle ab, kuschelig. Die kann man heiß waschen. Ich habe die Tücher nach nur zwei Wochen Nutzung auf Keime untersucht, zum Gruseln, schon Pilze da, auch Bakterien, viele Arten, auch Hausstaubmilben. Heiß waschen heißt: Wirklich heiß, nicht warm bei schlappen 40 °C, darüber lachen die meisten Bakterien und Pilze.

Eine **Lehrerin** aus **Köln** hatte all diese Probleme und ein lästiges neurologisches Kribbeln auf und unter der Haut, besonders am Kopf, fast jede Nacht. Sie war bei Nervenärzten, Hautärzten, Hals-Nasen-Ohrenärzten, Allergologen. Nach dem Durchwalken der Matratze über eine Viertelstunde auf ihrem Balkon (sie und ihr Mann meinten, das sei fast eine Encountersitzung gewesen...) und dem Kauf eines neuen Kopfkissens waren die Symptome weg, von der ersten Nacht an. Beim Matratzenverprügeln daran denken: immer draußen, nie drinnen, immer Atemschutz, Balkontür zu. Als Allergiker, Immungeschädigter, COPD oder sonst wie Lungenkranker, MCS-Kranker...: Andere bitten das zu tun.

Der **Düsseldorfer Fotograf**: keine Nacht mehr ohne Nasenspray, immer die Stirnhöhlen zu, keine Luft, jahrelang. Ursache: 20 Jahre alte Matratze, 14 Jahre altes Kissen. Nach dem Neukauf war's das mit den Sprays.

Pollen und andere

Die **Pollenallergie** ist weit verbreitet. Millionen haben Probleme. Kurioserweise gibt es in Städten mehr Pollenallergiker als auf dem Land, obwohl auf dem Land viel mehr Blüten- und Gräserpollen zu finden sind. Man vermutet, dass es in Städten allgemein ungesünder zugeht (Schadstoffe, Elektromog, schlechtere Luft, Lärm...) und der Organismus deshalb schneller seine Widerstandskraft einbüßt. Es könnte auch daran liegen, dass sich die Pollen in Stadt- und Industriegebieten mit Schadstoffen und Partikeln anreichern und auf diese Weise aggressiver werden. Studien zeigten, dass das allergisierende Potenzial von Birkenpollen im Umfeld von stark befahrenen Straßen größer ist als woanders. Interessant, dass allergische Erkrankungen hauptsächlich durch **natürliche Substanzen** ausgelöst werden, weniger durch menschengemachte künstliche aus dem Reich der Industrie und Chemie.

Bedeutende **Allergiestifter** sind **Inhalations-Allergene** wie Schimmel, Pollen, Schuppen, Haare, Federn oder ätherische Öle, **Kontakt-Allergene** wie Kosmetika, Metalle (Schmuck...), Latex, Frisör- und Fotochemikalien, Putz- und Desinfektionsmittel, **Nahrungsmittel-Allergene** wie Obst, Gemüse, Milch, Nüsse, Fisch, Zusätze, Farb- und Süßstoffe oder Geschmacksverstärker und **Arzneimittel-Allergene**. Ungefähr **35 %** der Deutschen sind Allergiker. Hiervon sind etwa **30 %** Schimmelpilz-Allergiker, **20 %** Hausstaub- und Milben-Allergiker, **10 %** Blütenpollen-, **10 %** Nahrungsmittel-, **10 %** Arzneimittel-, **10 %** Haustier- und unter **10 %** sonstige Allergiker.

Baubiologische Empfehlung?

Es gibt (noch) keine baubiologischen Richtwerte oder Leitsätze zu diesem Thema Allergene. Wir lehnen uns an die (zugegebenermaßen dürftige) Fachliteratur an und geben Empfehlungen auf der Basis unserer bisherigen Erfahrung und je nach gegebener Situation. Eine Verbesserung der Situation ähnelt den bereits beim Staub (ab Seite 57), den Schimmelpilzen (Seiten 98-102) und Hefepilzen (Seiten 119-121) dargestellten **Sanierungsmaßnahmen**: viel lüften, Teppiche, Polster, Kissen und Matratzen draußen ausklopfen und auslüften, ab in die Sonne (UV-Licht tötet Milben), ab in den Frost (Minustemperaturen töten Milben), leistungsstarke, mikrogefilterte Allergiker-Staubsauger (HEPA-, ULPA-, S-Klasse), gute Luftreiniger (HEPA-Filter), Bettwäsche häufig wechseln und waschen (heiß ab 60 °C aufwärts), Allergiker-freundliche Materialien verwenden, Vorsicht mit Haustieren...

Es sollten, will man baubiologisch solide arbeiten, die Allergieauslöser - die Allergene - erkannt und reduziert werden. Darüber hinaus sollten, wie schon gesagt, alle immunschädigenden Faktoren beachtet und verbessert werden. Warum Nahrungsmittelallergien verschwinden, wenn man elektrische Felder ausschaltet, warum sich Hausstauballergien mit der Entfernung formaldehydhaltiger Möbel auflösen, warum Asthmaanfälle nach einer Umstellung des Bettes an Häufigkeit und Stärke verlieren, warum sich eine Elektrosensibilität stabilisiert, wenn Amalgamfüllungen entfernt werden, und warum der zum Wahnsinn treibende Juckreiz immer nur im Einfluss der Funkstrahlung auftritt, das weiß ich nicht. Ich weiß aber, dass es so ist. Was hat Elektrosmog mit Milcheiweiß zu tun? Was der Standort des Bettes mit den Atemwegen? Was Hautausschläge mit Handystrahlung? Es ist doch wohl immer der letzte Tropfen, der das arg überstrapazierte Fass zum Überlaufen bringt.

SONSTIGES

Im Standard der baubiologischen Messtechnik sind neben den Säulen A (Felder Wellen, Strahlung), B (Wohngifte, Schadstoffe, Raumklima) und C (Pilze, Bakterien, Allergene) noch weitere Aspekte erwähnt, um die sich Baubiologen kümmern: "Messungen, Analysen, Überprüfungen und Begutachtungen beispielsweise des Leitungs- und Trinkwassers auf toxische oder bakterielle und andere Verunreinigungen, von Baumaterialien, Möbeln, Geräten und Einrichtungen, von Haus- und Holzschädlingen, auch Beratungen und Planungen für anstehende Projekte, Sanierungen, Renovierungen und Baubegleitungen."

Gehen wir zum Schluss auf das Trinkwasser ein, das ist ein wesentliches Randgebiet der Baubiologie. Es folgen Auszüge aus meinem Bericht "Reines Trinkwasser - Leitungs-, Flaschen-, Quell- oder Filterwasser?", den finden Sie mit zahlreichen Informationen und Tipps, auch zur Wahl bzw. zum Kauf des "richtigen" Wassers, unter www.maes.de.

Das "richtige" Trinkwasser?

Da gibt es eine Menge unterschiedlicher Ansichten und "Wahrheiten". Die einen sagen, es gäbe nichts Besseres als Leitungswasser, das sei vorbildlich überwacht auf der Basis einer strengen Trinkwasserverordnung. Andere fragen sich besorgt: Kann das sein? Kann Wasser aus öffentlichen Netzen, gesäubert in Kläranlagen, welche längst nicht alle Schadstoffe heraus säubern können, wo immer noch beispielsweise Medikamente, Hormone oder Viren unkontrolliert bleiben, wirklich ein unbedenkliches Lebensmittel sein? Scharfzüngige Kritiker fragen: Wenn unser angeblich so gut kontrolliertes Leitungswasser derart sauber, frei von Schadstoffen und unbelastet ist und als reines Lebensmittel gilt, wie kann man es verantworten, mit diesem Lebensmittel die Klos zu spülen, Autos zu waschen und Böden zu putzen? Trinken wir nun Putzwasser oder putzen wir mit Trinkwasser? Die Käufer der unterschiedlichsten Wasserfilter stehen vor einem Berg von Angeboten und Versprechungen. Schaffen private Wasserfilter etwa mehr als öffentliche Kläranlagen? Und das wirklich ohne Nebenwirkungen? Die Käufer von Wasserflaschen sind ebenfalls verunsichert, was ist besser: Plastik- oder Glasflasche? Sollte unser Trinkwasser eher hart oder weich sein? Mit oder ohne Kohlensäure? Saurer oder basischer? Hier unsere Meinung basierend auf unserer bisherigen Kenntnis und gut 20-jährigen Erfahrung mit Wasseranalytik und auf Aussagen von Experten.

Trinken Sie neben allem anderen täglich **mindestens einen Liter reines Wasser**. Wasser ist durch nichts zu ersetzen, auch nicht durch Suppe, Tee, Kaffee, Fruchtsaft oder Bier, schon gar nicht durch Milch. Wir empfehlen, nicht nur bei der Nahrung, sondern auch beim Wasser auf Abwechslung zu achten. Denn jedes ist in seiner Zusammensetzung unterschiedlich, auch wenn es gleich aussieht: Leitungswasser, Filterwasser, Quell-, Mineral-, Heilwasser... Deshalb wechseln Sie es häufiger. Trinken Sie nicht immer das gleiche, Sie essen ja auch nicht immer das gleiche. Jedes Wasser ist anders mineralisiert, zeigt andere Härtewerte, Inhalte, pH-Werte, auch Schadstoff- oder Keimbelastungen und radioaktive Auffälligkeiten, jedes wirkt anders im Organismus.

Hart, weich - superhart, superweich

Ein wesentlicher Trinkwasseraspekt ist seine Härte, der Mineraliengehalt, die Menge der Inhalts-, Fest- und Schadstoffe. Ein Wasser, was häufiger getrunken werden sollte und besonders gut für die Reinigung, Entschlackung und Entgiftung des Körpers geeignet ist, ist eher **arm an Mineralien** (bitte nicht ganz entmineralisiert!). Reines, relativ **weiches** und somit Feststoff-armes Wasser kann sich nach Aussage von Trinkwasserexperten auf dem Weg durch unseren Körper besser mit Überschuss, Schlacken, Stoffwechselabfällen, Giften... anreichern und neben den vielen wichtigen Aspekten wie der Flüssigkeitsversorgung und Durstlöschung seine ebenso wichtige **reinigende Funktion** erfüllen.

Hartes Wasser kann das weniger gut, denn es ist durch den eigenen hohen Mineralienanteil bereits zu sehr gesättigt. Viele Mineral- und Leitungswässer sind hart, sogar sehr hart. Der Pariser Neurologe und Kardiologe Prof. Henri Huchard (1844-1910) sagte: "Wasser arbeitet im Körper durch das, was es mitnimmt, nicht durch das, was es mitbringt."

Der Leitwert, die Leitfähigkeit des Wassers steht für seine Reinheit. Je **reiner** das Wasser, je weniger Inhalte, desto **niedriger** seine Leitfähigkeit. Der Leitwert ist ein Summenparameter für die Menge der im Wasser befindlichen Mineral- und anderen Inhaltsstoffe, auch Schadstoffe und Schmutz, und gibt an, welche Wirkung das Wasser auf unseren Organismus hat. Öffentliche **Leitungswässer** zeigen im Schnitt eine Leitfähigkeit um 200-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Mikrosiemens pro Zentimeter). Beispiele: Köln mit 560 und München mit 470 hart; Würzburg und Wolfsburg mit über 1000 sehr hart; Olpe und Solingen mit unter 150 weich. Das Meer äußerst salzig: 40.000-60.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Regenwasser ganz weich: unter 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Käufliche **Flaschenwässer** zeigen eine breite Spanne. Beispiele: Gerolsteiner, Appolinaris und Roisdorfer 3880-7400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ superhart, reichlich viele Mineralien; Pirin, Vitaqua Naturalis und Volvic mit 120-200 weich, wenig Mineralien; Lauretana, Plose und Saskia Quelle Kirkel mit 22-50 sehr weich, ganz wenige Mineralien, ähnlich wie Regen- und Umkehrosmosewasser. Eine Übersicht käuflicher Quell- und Mineralwässer mit ihren Leit- und Feststoffwerten finden Sie in meinem kompletten Wassertext oder bekommen Sie gern auf Anfrage.

Aufwärts: Bis 1980 lag der Grenzwert bei 130, dann bei 280 $\mu\text{S}/\text{cm}$. 1990 waren es 1000, dann 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. 2001 kam mit der Trinkwasserverordnung TVO die Erhöhung auf 2500 und 2011 auf 2790 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Durch die Heraufsetzung wurde es den Anbietern leichter gemacht, eine zulässige Wasser"qualität" einzuhalten, aber die eigentliche Verschlechterung in Kauf genommen. Die EG fordert seit 1998 2500, die WHO seit 2006 750, das Ziel der EU ist seit 2013 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wikipedia spricht bei unter 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ von "einwandfreiem, sauberem Trinkwasser". Die Freude über die angeblich strenge Trinkwasserverordnung kann ich nicht nachvollziehen, werden doch statt der von der WHO geforderten 200 schädlichen Substanzen weniger als 50 überprüft (die Zahl wurde sogar herabgesetzt), von Viren und Parasiten wie von Medikamenten und Hormonen ganz zu schweigen. Mal wieder steht offenbar nicht der Verbraucher im Vordergrund, vielmehr (wie so oft) eine mächtige Lobby.

Viele Mineralien gehören eher in die **Nahrung**, nicht ins Trinkwasser. Wasser dient nicht der Versorgung mit Nährstoffen. Außerdem können Mineralien - so Experten - mit der Nahrungszufuhr optimal(er) verstoffwechselt werden. Wissenschaftler, das ehemalige Bundesgesundheitsamt wie das Institut Fresenius bestätigen seit Jahr(zehnt)en: "Salze im Wasser haben für den Mineralstoffhaushalt keine wichtige Funktion."

Die Leitfähigkeit des Wassers (bzw. den Feststoffanteil, TDS- oder ppm-

Wert) können Sie selbst - falls nicht vom Hersteller oder der Kommune angegeben oder im Internet zu finden - schon mit einfachen Geräten recht zuverlässig messen. Eine solche Messung ist ein erster wesentlicher **Indikator** für die **Wasserqualität**. Aber Vorsicht, die Messung ist wirklich nur ein erster Indikator, nicht mehr. Die Verkäufer von entmineralisierenden Filtern verblüffen bei der Demonstration der Geräte immer wieder mit der Leitfähigkeitsüberprüfung und ihrer Interpretation, dass niedrigere Werte ein Garant für gutes Wasser seien. Das stimmt so nicht ganz und kann falsche Sicherheit vorgaukeln. Denn der Leitfähigkeit sind auch nach unten Grenzen gesetzt, zu wenig ist auch nicht gut (hierzu gleich mehr beim Thema Wasserfilterung), und besonders wichtig: Es lassen sich hiermit eben nur Feststoffe, Mineralien, Kalk, Salze, Schmutz... sensibel nachweisen, selten oder gar nicht Spuren so manch anderer kritischen, chemischen, giftigen oder hormonellen Substanzen, und gerade bei denen kommen viele Filter an ihre Grenzen. Für den ersten Eindruck kann man, sofern die Leitfähigkeit oder die Summe der Inhaltsstoffe nicht auf den Flaschen oder von den Wasserwerken angegeben wird und Sie nicht selbst messen oder messen lassen, die deklarierten Mineralien plus Hydrogenkarbonat aufsummieren.

Wasserfilter

Nun sind viele Wassertrinker skeptisch (manchmal berechtigterweise), was die Qualität und die Schadstoffe ihres Leitungswassers angeht und wollen es durch eine nachträgliche Reinigung bzw. Aufbereitung mit Hausgeräten verbessern. Es gibt bei der häuslichen Wasserfilterung große **Qualitätsunterschiede**, und man muss wissen, was man womit gezielt angehen will, was man verbessern will, um eine Situation nicht zu "verschlimmbessern". Nicht jedes Filtersystem filtert alles und das gleich solide. Ab und zu (nicht immer, wie oft behauptet wird) ist das öffentliche Wasser so gut, dass eine Nachbereitung unnötig ist. Ich kenne Leitungswässer aus sauberen Talsperren, die bessere Werte zeigen als manch ein käufliches Flaschen- oder Filterwasser.

Der für Wasserfiltermarkt ist groß, und die Preise reichen von 20 bis einigen 1000 Euro. Bei den **Filterverfahren** stehen diese im Vordergrund:

Kannen- bzw. **Karaffenfilter** sind die einfachsten, preiswertesten und beliebtesten. In der Kanne befindet sich eine Filterkartusche. Die besteht meist aus losem Aktivkohlegranulat und/oder granulierten Harzen. Kalk und Chlor beispielsweise werden akzeptabel entfernt. Das Wasser wird etwas weicher. Die Filter können den Geschmack und das Aussehen des Leitungswassers beeinflussen. Sie weisen große Schwächen auf, und die Filterleistung ist begrenzt. Die meisten Schadstoffe werden nicht reduziert. Dafür werden den Kartuschen Desinfektionsmittel wie Silber zugesetzt, die wiederum im Filterwasser landen.

Aktivkohlefilter schaffen als Monoblockfilter in Auf- oder Untertisch-

systemen überzeugendere Leistungen. Das Leitungswasser wird durch verdichtete Kohleblocks mit unzähligen feinen Poren gedrückt. Hierbei werden Schmutz und einige Schadstoffe (nicht alle) wie manche Metalle, Asbestfasern, Pestizide, Chlor und weitere organische Verbindungen mehr oder minder zurückgehalten. Gelöste Inhalts- und Schadstoffe wie Nitrat, Nitrit, Ammonium oder Aluminium werden kaum oder gar nicht gefiltert, auch nicht Mineralien wie Calcium und Magnesium.

Bei der teureren **Umkehrosmose** wird Leitungswasser in Auf- und Untertischsystemen durch eine halbdurchlässige Membran gepresst, die nur sehr kleine Moleküle wie das Wasser selbst durchlässt und konkurrenzlos viele - auch hier aber nicht alle - Fest- und Schadstoffe und alle Mineralien gründlich zurückhält. So schafft diese Technik eine nahezu komplette Befreiung des Wassers von Fremd- und Inhaltsstoffen. Die Folge ist "hochreines Wasser" unter anderem für Laboratorien und die Raumfahrt. Hiermit wird sogar salziges Meerwasser zu Trinkwasser aufbereitet. Das Verfahren braucht viel Wasser und Energie für die Produktion und Spülung. Das Filterwasser wird sau(r)er. Viele Geräte ergänzen das Herzstück, die Umkehrosmosemembran, mit Vor- und Nachfiltern, eine Mehrstufenreinigung, die auch mit Aktivkohle.

Bei der **Dampfdestillation** wird das Leitungswasser zum Kochen gebracht. Es verdampft und kondensiert. Dies fast reine Kondensat wird aufgefangen. Der Reinheitsgrad ist hoch, viele Inhalts- und Schadstoffe mit einem höheren Siedepunkt bleiben zurück, besonders auch Mineralien. Stoffe mit einem niedrigerem Siedepunkt können nicht zurückgehalten werden, beispielsweise Gifte wie Lösemittel oder Chlor, sie bleiben im Wasser. Die Reinigung und Wartung ist aufwändig, der Stromverbrauch hoch, die Ergiebigkeit gering. Das Wasser wird sauer.

Wasserfilter mit Nebenwirkungen: Verkeimung

Bedenken Sie, dass bei **jeder Art von Wasserfilterung**, -reinigung und/oder -aufbereitung (Kannen- bzw. Karaffenfilter, Aktivkohle, Umkehrosmose, Dampfdestillation, Ionentauscher, Energetisierung, Verwirbelung...) das grundsätzliche Risiko einer **Verkeimung** besteht. Das muss nicht passieren, geschieht aber leider recht oft und wenn, unbemerkt. Hiervor warnen wir, Wissenschaftler, Mikrobiologen, Wasserexperten und Behörden seit langem und das berechtigterweise. Die Verbraucherzentralen im März 2017: "Wasserfilter sind anfällig für Verkeimung."

Wenn Sie nachträglich aufbereitete Leitungswässer bevorzugen, dann lassen Sie die vorsorglich und regelmäßig mindestens **zweimal jährlich**, besser **jedes Quartal**, auf Keime (Bakterien und Pilze) überprüfen. Wir haben in gut zwei Jahrzehnten bei unseren Untersuchungen von Trinkwasserfiltern bei Kunden häufiger **Bakterienzahlen** über 10.000, 100.000, sogar über **eine Million** pro Milliliter Filterwasser gefunden, auch krankmachende Bakterienarten wie Escherichia coli, Pseudomo-

nas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Streptokokken und Mykobakterien oder Acinetobacter- und Citrobacter-Arten. Siehe hierzu auch die Kapitel Hefepilze auf Seite 114 und Bakterien auf Seite 127.

Einige Gerätehersteller versprechen: "Wir filtern Bakterien und Viren 100%ig raus." Andere Mitbewerber räumen ein: "Die Keimbelastung ist das größte Problem der Wasseraufbereitung." Wieder andere beteuern, eine Verkeimung sei gar nicht möglich. Widersprüche, sei's drum, im Alltag sind sie manchmal scharenweise in den Filtern, die Keime.

Preiswerte **Kannen-** bzw. **Karaffenfilter** sind besonders oft und intensiv keimbelastet. **Umkehrosmosefilter** sind manchmal, und wenn, dann ebenfalls durchaus heftig keimbelastet. Andere Filterverfahren wie Aktivkohle, Ionentauscher oder Entionisierer neigen auch zu Keimproblemen, nach unserer bisherigen Erfahrung an erster Stelle **Aktivkohle**.

Warten, reinigen und **desinfizieren** Sie also grundsätzlich alle Wasseraufbereiter vorschriftsmäßig, regelmäßig und penibel. Das gilt auch für andere Geräte wie **Sprudler** für die Produktion von Kribbelwasser zu Hause, auch sie neigen zur Verkeimung (siehe auch Seite 116).

Wasserfilter mit Nebenwirkungen: (Ent-) Mineralisierung

Über die Folgen einer **Entmineralisierung** wird heftig gestritten, viele sehen Probleme, andere nicht. Auch hier: Widersprüche. Man kann es in alle Richtungen übertreiben, beim zu harten Wasser, aber auch beim zu weichen Wasser. Weich heißt für mich nicht: Ganz ohne Mineralien, das erscheint mir weder natürlich noch zuträglich.

Ganz oder nahezu entmineralisiertes Trinkwasser, zum Beispiel **destilliertes** oder per **Umkehrosmose** gefiltertes, sollte nicht - so meine ich und mit mir einige Experten - ausschließlich, zu oft und regelmäßig, in größeren Mengen, auf nüchternen Magen und/oder von kranken bzw. labilen Menschen getrunken werden. Die gründlich von Schadstoffen gereinigten, dafür **superweichen** Wässer sind - wie es ein führender Filterhersteller ausdrückte - aggressiv, sind "**gierig**", sie suchen nach Ausgleich, wollen sich mit dem ihnen Fehlenden anreichern, entziehen deshalb ihrer Umgebung, den Lebensmitteln und im schlimmsten Fall auch dem Organismus Mineralien und andere Stoffe übergründlich.

Die Mahnungen vor allzu zu weichem, demineralisiertem Wasser, wiederholen sich seit Jahr(zehnt)en: Verbraucherzentralen, Öko-Test und andere Verbrauchermagazine, die Deutsche Gesellschaft für Ernährung, das Katalyse-Umweltinstitut Köln, Gesundheitsämter, Medien... Andere entwarnen, unter anderem das Institut Fresenius, auch die Weltgesundheitsorganisation, die WHO sie sieht in geringen Mineralstoffgehalten "keine ungünstige Auswirkungen auf die Gesundheit". Das Bundesgesundheitsamt BGA warnt und entwarnt. Zuerst: "Es ist abwegig,

weitgehend mineralfreies Wasser als gesund anzusehen." Und dann: "Man kann nicht den Schluss ziehen, entmineralisiertes Trinkwasser sei gesundheitsschädlich." Konsumenten sind oft nicht zu beneiden...

Zu **viele Mineralien** (ganz hartes Wasser) sind wohl **ungünstig**, zu **wenige** oder fast **keine** (superweiches Wasser) offenbar auch. Die Umkehrosmose nimmt dem Wasser um die 90 bis 95 Prozent und mehr aller Inhaltsstoffe, schädliche wie nützliche, die Dampfdestillation noch mehr. Es kommt dabei wesentlich darauf an, wie hart das den Geräten zugeführte Leitungswasser ist. Ist es sehr hart, beispielsweise in Würzburg mit über 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dann kann es nach der Filterung nicht ganz so weich werden, höchstens 50 bis 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, wie ein bereits im Ursprung weiches, z.B. Solingen mit 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, das nun dank Filterung extrem weich wird, nur etwa 10 bis 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ oder noch weniger.

Der Vorteil bei superweichem Wasser: Man kann eine Prise Mineralien zusetzen, wenn man es pur, viel und oft trinken will, nur einige Körnchen Meersalz, ein Spritzer Zitrone oder Apfelessig, ein Teeblatt, ein Schnitz Ingwer..., das bisschen reicht bereits, um das Nass ausreichend zu mineralisieren und die Leitfähigkeit in den unriskanten Bereich zu erhöhen, wo solche von Experten diskutierten Extreme wie geplatze Zellen, osmotischer Schock, Demineralisierung und andere Nebenwirkungen nicht passieren können, da das Wasser nun nicht mehr "gierig" ist. Trotzdem bleibt die Durchspülung und Reinigung des Körpers gewährleistet. Das gilt für Umkehrosmose und Destillation genau so wie für superweiches Flaschenwasser. Manche Gerätehersteller bieten eine optionale Re-Mineralisierung mit Spezialkartuschen an.

Stadtwasser kontra Quellwasser

Selbst ein optimal gereinigtes Stadtwasser, welches - wie auch bei uns im Rheinland - größtenteils aus Rheinuferfiltrat gewonnen wird, mehrere **Filter-** und **Aufbereitungsanlagen** passiert und gechlort, ozonisiert oder sonst wie **chemisch** und **antibakteriell** behandelt, zudem enteisent, entkalkt, begast, von Eisen, Mangan oder Nitrit befreit und mit Korrosionshemmern wie Phosphat angereichert wird, diverse andere industrielle Prozesse und einige **Kilometer** öffentlicher wie haus-eigener, vielleicht sogar alter, maroder **Rohrleitungen** hinter sich hat, in dem am Ende manchmal noch Reste von Schadstoffen wie Pestiziden, Dünger- und Güllespuren, Arzneimittel- und Chemotherapierückstände, Röntgen- und Kernspinkontrastmittel, Hormone und hormonaktive Substanzen, Metalle, Mikroplastik, Viren und andere Keime und Parasiten... lauern, das kann - so meine ich - kein wirklich natürliches Wasser mehr sein, kann nie so gut, sauber, so naturrein und "lebendig" sein, wie ein frisch abgefülltes Quellwasser aus Naturschutzgebieten unberührter Gebirgslagen. Es kann auch nicht zu einem solchen werden, wenn man ein privates Filter, Magnete oder andere häufig dubiose Energetisierungs- und Verwirblungsmaßnahmen nachschaltet.

Es lohnt sich, immer mal wieder gutes **käufliches Quellwasser** zu konsumieren. Gutes Quellwasser ist "**reif**", das heißt, es entspringt idealerweise aus eigener natürlicher Kraft zu seiner Zeit einer so genannten artesischen Quelle, das heißt, es kommt aus dem Boden ans Licht und muss nicht in hunderten Metern Tiefe angebohrt, hochgepumpt, entkeimt, gereinigt, gefiltert, geklärt, enteisent, mit Kohlensäure versetzt oder sonst wie technisch oder chemisch behandelt werden. Es wird direkt am Ort der Quelle abgefüllt. Gutes Quellwasser ist "**rein**", ist im besten Fall absolut sauber und frei von jeglichen chemischen Substanzen, Agrarpestiziden, Schwermetallen, Hormonen, medizinischen Rückständen und anderen schädlichen Inhalten beispielsweise aus der umgebenden Zivilisation, Industrie oder Landwirtschaft. Es kommt zumeist aus unberührten Hochlagen und Gebirgen in Naturschutzgebieten, Nationalparks oder Wasserschutzgebieten. Monsanto, Bayer, Glyphosat und Co. haben hier keinen Zutritt. Es entspricht allen Anforderungen an ein einwandfreies Trinkwasser. Gutes Quellwasser ist "**weich**", es enthält eher wenig gelöste Stoffe und Mineralien (Sie wissen: nicht zu wenig oder gar keine), diese dafür ausgewogen.

Beispiele für weiche Quellwässer aus sauberer, natürlicher Umgebung: Plose - Quelle in den Hochalpen in 1830 m bei Meran/Südtirol. Lauretana - Monte Rosa Massiv in 1050 m bei Graglia im italienischen Piemont. Spa - Hohes Venn bei Reine/Belgien. Pirin - Hochgebirge 1470 m im Nationalpark Pirin in Bulgarien. Volvic - Naturschutzgebiet Puy de Dôme, Auvergne/Frankreich. Pineo - Naturschutzberge Beneidó bei Andorra, spanische Pyrenäen. Es gibt noch viel mehr, auch deutsche, siehe Originaltext über "Reines Trinkwasser" nebst Liste der Wasserwerte.

Im Haus

Übrigens: Das **Wasserwerk** ist für das gelieferte Nass **bis zum Haus** verantwortlich, im Haus ab Wasserzähler sind Sie es oder der Vermieter.

Achten Sie auf **marode Wasserleitungen** und alte **Bleirohre**. Übersehen Sie nicht, den groben **Hauswasserfilter** (meist im Keller hinter der Wasseruhr) regelmäßig zu wechseln, zu reinigen, zu spülen. Manchmal sind es die kleinen **Siebchen** und andere Zubehörteile am Zapfhahn, die für bakterielle Kontamination sorgen. Desinfizieren Sie die mit Chlor, Wasserstoffperoxid, 70%igem Alkohol, Essigessenz. Überprüfen Sie das Leitungswasser immer mal wieder auf **Keime** und **chemische Substanzen**, auch auf **Metalle**.

Lassen Sie das über Nacht abgestandene **Stagnationswasser** vor der ersten Abnahme zunächst reichlich in den Ausguss laufen, bis es kühl wird, ehe Sie es trinken oder zur Getränkezubereitung nutzen. Im Laufe des Tages bitte ebenso erst etwas Anfangswasser verwerfen.

Vorsicht mit **selten genutzten Wasserleitungen** und Geräten im Haus,

mit toten und korrodierten oder verrosteten Leitungssträngen, sie neigen zur Verkeimung und bilden hartnäckige **Biofilme**, das sind kritische und schwer erreichbare Bakterenschichten. Sollte eine Biofilmbildung stattgefunden haben, ist das Leitungs-, Trink-, Spül-, Zähneputz-, Dusch-, Waschmaschinen-, Putz-, Vernebler-, Luftbefeuchterwasser... mit Keimen und ihren Giften mehr oder minder verunreinigt. Dann müssen die betroffenen Stränge und angeschlossenen Hähne und Geräte gereinigt, mit kochendem Wasser gespült, mit harten Maßnahmen desinfiziert oder ganz entfernt werden. Biofilme müssen mit allen Mitteln bekämpft werden, bis das Nutzwasser keimfrei ist. Wie oft und heftig und wann die Biofilmschichten Bakterien ins Trinkwasser entlassen ist unberechenbar, manchmal ständig, manchmal täglich oder nur ab und zu in größeren Zeitabständen. Neben den oft sogar gegen Desinfektionsmittel resistenten Keimen selbst sind es ihre Stoffwechselprodukte, ihre leider nur schwer nachweisbaren Gifte, welche ins Leitungswasser gelangen können. Auch gekocht bleiben die Gifte wirksam. Mehr zu Biofilmen im Kapitel über Bakterien auf Seite 129.

Plastikflasche oder Glasflasche?

Wir wissen es auch noch nicht genau. Wir haben auf der Suche nach den vermuteten und auch in den Medien oft diskutierten Schadstoffen in Flaschen aus Kunststoffen viel Geld in sensible Laboranalysen investiert. Wir haben die vollen Wasserflaschen vorher extremen Bedingungen ausgesetzt: direktes Sonnenlicht, tagelange Hitze, tagelange Kälte, tagelang im Auto spazieren gefahren... Es wurden in allen fünf untersuchten Wässern verschiedener gängiger Hersteller lediglich minimale **Spuren** unterschiedlicher **chemischer Substanzen** festgestellt: Alkane, Alkene, Antimon, Barium, Butylhydroxytoluol, Butylphenol, Cyclohexanon, Dekan, Hexan, Isobuten, Limonen, Lithium, PAK, Strontium, Toluol. Andere Forscher fanden in PET-Flaschen geringe Konzentrationen an Acetaldehyd, Benzol, Butadien, Styrol, Vinylchlorid und Weichmachern, wieder andere das Schwermetall Antimon, im Flaschenwasser mehr als im ursprünglichen Quellwasser. Das ist verdächtig.

Wissenschaftler der Universität Frankfurt fanden 2008 im Wasser von 12 der 20 untersuchten PET-Flaschen eine "erhöhte **östrogene Aktivität**", das heißt Hormonbelastung. Die Biologen und Toxikologen unter Prof. Martin Wagner vermuten, dass es sich aus Weichmachern freisetzt. In der Kontrollgruppe der Glasflaschen zeigte sich das Hormon nur halb so deutlich. "Was wir an Aktivität gefunden haben, hat alle Befürchtungen übertroffen." Das Chemische Untersuchungsamt Stuttgart entwarnt, es hat drei Jahre später 48 Wasserproben aus PET-Flaschen analysiert und konnte **keine hormonelle Aktivität** feststellen. Andere Forscher konnten dies kritische Ergebnis ebenfalls nicht bestätigen.

Wir haben in zig Plastikflaschenproben zudem nach **Keimen** gesucht, weil immer wieder darüber diskutiert und spekuliert wird, es gäbe hier

häufigere und höhere Bakterienzahlen als in Glasflaschen. Das können wir nicht bestätigen. Alle unsere bisherigen Proben - egal ob Glas oder Kunststoff - waren diesbezüglich **unauffällig**.

Auch wenn Schleppen lästig ist und Glas schwer, so hat die **Glasflasche** bei den Schadstoffen doch die **Nase vorn**. Glas schneidet in Tests der Fachzeitschriften und Verbrauchermagazine besser ab als Plastik, auch wenn bei denen aus Glas schon Spuren von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln gefunden wurden, ausnahmsweise sogar Glassplitterchen.

Basisch, neutral, sauer - Kohlensäure?

Neutrales Wasser hat einen **pH-Wert um 7**. Je niedriger der pH-Wert umso saurer, je höher umso basischer. Beim Trinkwasser aus Leitungen oder aus Flaschen kommen übliche pH-Werte von 5 bis 8 vor, von Ausreißern darüber und darunter abgesehen. So hat das bulgarische Quellwasser Pirin 7,8 pH, das deutsche Bad Brambacher auch und Alpija aus Italien 8,1 pH, es geht also um eher basische Wässer. Dagegen zeigt die deutsche Bergquelle Thalfang mit nur 4,5 pH einen sauren und Appolinaris mit 5,8 pH auch einen recht sauren Wert, so wie destilliertes und Umkehrosmose-gefiltertes Wasser - beide um die 5-5,5 pH.

Der pH-Wert ist ein logarithmischer, was heißt, ein pH mehr oder weniger ist zehnmal so sauer oder basisch. Was für ein Unterschied: Spa ist mit 6 pH über hundertmal saurer als San Bernardo aus Italien mit 8,2 pH. Und Umkehrosmose- oder Regenwasser mit 5,5 pH hundertmal saurer als beispielsweise Zilia aus Frankreich mit 7,5 pH. Leider ist der pH-Wert nicht immer auf den Flaschen oder im Internet zu finden.

Mit **Kohlensäure** ist das Wasser etwa zehnmal **saurer** als ohne (also einen ganzen pH-Wert).

Was tun?

Ich mache Kompromisse: Zum täglichen Trinken und Durstlöschen bevorzuge ich gute, reine, **weiche** (nicht völlig entmineralisierte!), zu meist käufliche **Quellwässer** (bis zu einem Leitfähigkeitswert von um die 200 µS/cm, siehe Beispiele in einer separaten Auflistung) und wechsele die Marken häufiger.

Für den **Tee** darf das Wasser auch **superweich** sein (Werte unter 50 µS/cm bzw. 30 mg/l), umso mehr Mineralien und andere Inhalte werden den Teeblättern entzogen, entsprechend intensiver der Geschmack. Ich trinke auch gern superweiches Wasser pur, füge aber bei häufigerem Konsum ein Quäntchen **Mineralien** hinzu (Seite 148).

Zum Kartoffel-, Nudel- und Reiskochen oder für die Gemüsesuppe nehme ich auch mal **Leitungswasser**. Unser Neusser Wasser ist zwar hart,

aber ansonsten ganz anständig, wenn man beim Nitrat dank reichlich Landwirtschaft beide Augen zudrückt.

Filterung? Nicht mehr, ich hatte zu oft Pech mit **Verkeimungen**. Wenn Filterung, dann Umkehrosmose bei pingeligster Wartung, regelmäßiger Keimüberprüfung und einer kleinen Mineralienzugabe, wenn das Filterwasser zu heftig entmineralisiert sein sollte, überprüfen.

Harte und Kohlensäure-haltige Wässer trinke ich manchmal gern, es bleibt aber die Ausnahme.

Beim **pH-Wert** achte ich auf ein Säure-Basen-Gleichgewicht von um die 6 bis 8, lasse aber auch da Ausnahmen und Abwechslung gelten.

Wenn meine Frau und ich keine Lust auf zu viel Schleppen haben oder manche Wässer nicht in Glas geliefert werden, dürfen es ab und zu Mehrweg-**Plastikflaschen** sein, obwohl das doch schon wieder an unserem Gewissen der Umwelt gegenüber nagt...

Zum Schluss

Wir kommen zum Ende der Ergänzungen zum Buch "Stress durch Strom und Strahlung" mit den hier angesprochenen baubiologischen Themen "Wohngifte, Partikel, Raumklima" und "Pilze, Bakterien, Allergene".

Danke an die Kollegen Dr. Manfred Mierau und Christian Blank fürs Korrekturlesen und deren bereichernde Anmerkungen und Anregungen.

Die in diesen Beiträgen erwähnten und andere weiterführende Veröffentlichungen (die älteren sind entweder noch aktuell oder wurden aktualisiert) finden Sie auf unseren Internetseiten www.maes.de oder bekommen Sie auf Anfrage, beispielsweise:

Baubiologie allgemein:

"Baubiologie - Umwelt fängt zu Hause an"

Vortrag von Wolfgang Maes (1992-2015)

"Baubiologischer Standard - (s)eine Geschichte"

Wie kam es zum Standard der baubiologischen Messtechnik? Wie hat er sich entwickelt? Welchen Stellenwert hat er heute? (2017)

Wohngifte - Schadstoffe - Partikel - Raumklima:

"Wohngifte - dicke Luft in Innenräumen"

Vortrag von Dr. Manfred Mierau und Wolfgang Maes (2002-2015)

"Wohngifte, Schadstoffe, Raumklima - Gute Luft in den vier Wänden?"

Bericht von Dr. Manfred Mierau in *Wohnung+Gesundheit*, Heft 103/2002

"Schadstoffe im Innenraum"

Bericht von Dr. Thomas Haumann in der Zeitschrift *Naturarzt*, Heft 12/2003

"Vergiftet durch Lösemittel" - Toluol und eine kranke Stewardess
Fallbeispiel Verena Reichelt in Wohnung+Gesundheit, Heft 68/1993

"Die stinkende Ledercouch" - Jeder Atemzug tat weh
Fallbeispiel Rita Zach in Wohnung+Gesundheit, Heft 66/1993

"Weihnachten einmal anders" - Das Christkind und Formaldehyd?
Fallbeispiel zum Thema Rauchen in Wohnung+Gesundheit, Heft 38/1986

"Gefahr durch ausströmendes Gas" - Hotelgäste evakuiert
Bericht von Peter Sierck über Gaslecks und CO₂ in Wohnung+Gesundheit, Heft 72/1994

"Amalgamfüllungen und Elektromog" - Sechsmal mehr Quecksilber
Blockierung der Metallentgiftung in Wohnung+Gesundheit, Heft 64+66/1992+1993

"Die dunklen Seiten der Energiesparlampen"
Elektromog, Lichtmog, Quecksilber, Gifte... in Wohnung+Gesundheit, Hefte 2007-2013

"AGÖF-Orientierungswerte für Schadstoffe und Leitfaden Gerüche"
www.agoef.de (2004-2013)

Pilze - Bakterien - Allergene:

"Pilze - unerwünschte Mitbewohner"
Vortrag von Wolfgang Maes (1997-2015)

"Hefepilze, die unterschätzten Krankmacher"
Dr. Manfred Mierau über Candida und Co. in Wohnung+Gesundheit, Heft 122/2007

"Auf der Suche nach Pilzmief" - MVOC-Analytik in der Baubiologie
Dr. Manfred Mierau über Pilzgerüche in Wohnung+Gesundheit, Heft 104/2002

"Immunstörungen durch Pilze" - Eine Million Dollar Schadenersatz
Peter Sierck über eine übergelaufene Toilette in Wohnung+Gesundheit, Heft 74/1995

"Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung, Sanierung von Schimmelbefall"
Umweltbundesamt UBA, <https://www.umweltbundesamt.de/schimmelleitfaden> (2017)

Sonstiges:

"Reines Trinkwasser - Leitungs-, Flaschen-, Quell- oder Filterwasser?"
Superhart bis superweich, Stadt- oder Mineralwasser, Plastik oder Glas... (1994-2018)

"Baubiologie und Umweltmedizin in der ärztlichen Praxis"
Gespräch mit Drs. A. und H.J. Petersohn, Wohnung+Gesundheit, Hefte 88-91/1998-1999

"Borreliose und Co. plus Elektromog"
Mikroben und elektromagnetische Felder in Wohnung+Gesundheit, Heft 145/2012

Ich hoffe, meine Beiträge und Informationen in diesem 156-seitigen Anhang sind Ihnen dienlich. In den hier vorliegenden Buchergänzungen wurden Beispiele ausgewählt und einzelne Themen angerissen. Vielleicht konnten sie Sie neugierig machen auf das geplante Buch "Stress durch Schadstoffe und Schimmel" mit ausführlichen Beiträgen meiner Partner Dr. Manfred Mierau und Dr. Thomas Haumann.