

Raumklima



Cartoon: Michael Ehlers

3.1 Lufttemperatur

Der Mensch ist als gleichwarmer („homiothermer“) Säuger existentiell davon abhängig, seine Körper-Kerntemperatur auf sehr konstantem Niveau zu halten. Der thermische Korridor ist schmal. Die Wohlfühltemperatur liegt, bezogen auf den Körperkern, zwischen 36,4 bis 37,2 Grad Celsius. Optimal ermittelt würde diese Temperatur in der Speiseröhre („Ösophagal-Temperatur“). Um eine derartige Konstanz der Körperkern-Temperatur sicherzustellen, ist die so genannte Körpermantel-Temperatur, mit der wir an unsere Umgebung ankoppeln, erstaunlich variabel.

Wenn wir ohne Kleidung still liegen, benötigen wir eine Außentemperatur von 28 bis 29,5 Grad Celsius, um allein über unseren Grundumsatz, gewissermaßen im „Leerlauf“, die erforderliche Körperkerntemperatur einzuregulieren. Bereits bei geringen Abweichungen nach oben oder unten muss unser Körper Abkühlungs- oder Erwärmungsarbeit leisten. Im einen Fall beginnen wir zu zittern, im anderen zu schwitzen. Wir befinden uns dann nicht mehr im schmalen Bereich des so genannten thermischen Komforts. Und vorbei ist es mit der guten Stimmung. Je größer der Unterschied zwischen Kern- und Manteltemperatur wird, um so stärker wird thermischer „Diskomfort“ empfunden. Der Körper muss dann unter Umständen derart erhebliche thermische Arbeitsleistung aus Gründen der Temperaturanpassung erbringen, dass alles Denken und Tun hiervon überlagert wird.

Hamburg liegt auf 53 Grad 30 Minuten nördlicher Breite. Das ist weit im Norden und entspricht der Breitenlage von Labrador und Neufundland. Nur der Golfstrom hält unsere Gewässer im Winter eisfrei.

Ohne einen uns schützenden Wohnraum, und sei es eine schäbige Hütte, würden wir vermutlich keinen Winter überstehen. Unsere Wohnung ist unser erweiterter Körper. „Baubiologie“ ist eine sehr zutreffende Bezeichnung gerade für diesen Aspekt.

Die Lufttemperatur in Wohnräumen wird am besten mit einem geeichten Thermometer in Raummitte gemessen. Für das Temperatur-Optimum kann leider kein absoluter Wert angegeben werden. Dieses hängt nämlich von vielerlei Begleitumständen ab: von der relativen Luftfeuchte, von der Luftbewegung, der Strahlungstemperatur der Raumumschließungsflächen, von der Tätigkeit und der Bekleidung der Personen und schließlich von der persönlichen Veranlagung und dem jeweiligen gesundheitlichen Zustand. Insofern müsste für jeden Einzelfall ein persönliches belastungsabhängiges multifaktorielles Mehrphasen-Diagramm erarbeitet werden. Das ist in der Praxis nicht durchführbar. Es hat sich überdies gezeigt: Wenn sich viele Personen in einem Raum aufhalten, ist es unmöglich, die Bedingungen so einzuregulieren, dass alle Betroffenen thermischen Komfort empfinden. Das Optimum gilt dann als erreicht, wenn ein möglichst geringer Prozentsatz über thermische Unzufriedenheit klagt (= kleiner PPD-Wert, für *predicted percentage of dissatisfied*). Dennoch ist ein Praxistipp möglich, bei dem der PPD-Wert (Unzufriedenheitswert) relativ gering ausfällt:

Vorsorge-Tipps „Raumluft-Temperatur“

- Wohnräume: 21 Grad Celsius
- Eine Temperatur-Differenz von mehr als 4 Grad zwischen Fuß- und Kopfhöhe (10 cm und 170 cm Messhöhe) wird nicht mehr als behaglich empfunden. Gegebenenfalls muss die Raumerwärmungs-Strategie überdacht werden.
- Küche: 19 bis 20 Grad Celsius
- Schlafzimmer (nachts): 16 bis 18 Grad Celsius
- Keine zu starke Nachtabsenkung, damit die Wohnung nicht auskühlt. Geeignet ist eine Nachtabsenkung von 4 bis 5 °C.

3.2 Strahlungstemperatur

Unser thermisches Wohlbefinden hängt in der Praxis leider nicht nur von der jeweils richtig getroffenen Raumluft-Temperatur ab. Mindestens ebenso wichtig ist die Strahlungstemperatur, über welche gewöhnlich nichts oder nur wenig gewusst wird. In der Literatur findet sich verschiedentlich auch die Bezeichnung „Kältezug“. Was ist gemeint? Aus der Wärmelehre ist bekannt, dass es unterschiedliche Formen der Wärmeübertragung gibt: Wärmemitführung, Wärmeleitung und Wärmestrahlung. **Wärmemitführung** ist das gängige Prinzip unserer Warmwasser-Zentralheizung. Im Heizkessel wird Wasser erhitzt und mittels Pumpe in den Wärmeabgabe-Kreislauf (Heizkörper-Kreislauf) gedrückt. Dort erwärmen sich nach dem Prinzip der **Wärmeleitung** die Heizkörper. Je größer der „Gradient“ (der Wärmeunterschiedsbetrag) zwischen Raumluft und Heizkörper-Oberfläche ist, umso stärker wird über den Wärmeleitungs-Mechanismus Wärmeenergie auf die Raumluft übertragen. Darum positioniert man Heizkörper an Außenwänden und unter den Fenstern. Hier besteht der größte Wärmegradient, so dass mehr Wärmeenergie an die Raumluft abgegeben werden kann. Über **Wärmekonvektion** erwärmt sich nach und nach die ganze Raumluft. Wärmekonvektion bedeutet, dass die warme Luft aufsteigt und die kühlere zu Boden sinkt. Der Heizkörper saugt von unten kühle Luft an, erwärmt sie in seinem Register (den Verrippungen), so dass die Luft mit Wärmeartrieb versehen nach oben ausströmt. Es entsteht im Raum eine regelrechte **Konvektionswalze**. Nach und nach erwärmen sich die Möbel und alle Raumumschliessungsflächen (Wände, Fenster, Türblätter). Und nun kommt es zum dritten Wärmeübertragungsmechanismus: **Wärmestrahlung**. Je nach dem Grad ihrer Temperierung strahlen alle Flächen und Körper im langwelligen Infrarot-Bereich Wärme direkt ab. Alle Flächen und Körper im Raum befinden sich in dieser Weise in einem komplizierten Wärmeabgabe- und Wärmeaufnahme - Wechselspiel, je nach dem Grad ihrer relativen Erwärmung zueinander. Hierzu ein Beispiel: Wir haben unseren Wohnraum gemäß vorstehendem Temperatur-

Tipp auf 21 Grad Celsius Raumlufttemperatur erwärmt und sitzen zeitungsliegend im Ohrensessel, der sich nur einen Meter von einer Außenwand entfernt befindet, welche eine Oberflächentemperatur von 16 Grad aufweist. Der nächste Heizkörper ist 3 oder 4 Meter entfernt. Wir empfinden trotz der 21 Grad Lufttemperatur ein Frösteln, eine kalte „Anmutung“. Der Grund ist rasch erklärt. Unser Körper hat eine Oberflächentemperatur von vielleicht 27 Grad. Vor allem an den unbekleideten Körperpartien kommt es jetzt zu einem strahlungsbedingten Wärmeübergang hin zur kühlen Wand. Die kalte Außenwand zapft uns wärmestrahlungstechnisch an. Um keine Unbehaglichkeit zu empfinden bräuchte es eine Raumlufttemperatur, die mindestens 6 bis 7 Grad Celsius wärmer zu sein hätte als die nahe gelegene kühle Wand: im Beispiel wären es 23 Grad Lufttemperatur ($16 + 7 = 23$). Und es handelt sich hier nicht nur um Fragen der Behaglichkeit. Der Mensch steht mit seiner Umwelt 6 mal stärker über den Mechanismus der Wärmestrahlung im Wärmeaustausch als über das Wirkprinzip der Wärmeleitung. Die betroffenen Körperpartien können bei entsprechenden Temperaturunterschieden also rasch und tief auskühlen, es kommt einem nicht nur so vor. Viele physiologische Vorgänge sind im menschlichen Körper wärmegetragen, z.B. wichtige enzymatische Prozesse. Ein junger Mensch wird keine gesundheitliche Folgen spüren, ein älterer aber wird früher oder später mit hoher Wahrscheinlichkeit Rheuma-Syndrome entwickeln. Hieraus ergibt sich unser folgender

Vorsorge-Tipp „Strahlungs-Temperatur“

- Die Temperatur der Raumumschließungsflächen sollte um nicht mehr als 6 Grad (Fenster) und 2 Grad (Wände) unter der Raumlufttemperatur liegen. Messen Sie mit einem elektronischen Infrarot-Thermometer bzw. beauftragen Sie Ihren Baubiologen, dies während der Heizungsperiode für Sie zu tun. Gegebenfalls ist die Wand besser zu tapezieren, zu isolieren, ein Fenster mit einem günstigeren k-Wert einzubauen, ein Heizkörper zu verlegen oder eine Zusatzheizung einzubauen. Als Lohn winkt Behaglichkeit.
- Betten gehören nicht an Außenwände. Der Schläfer verliert sonst über den Mechanismus der Wärmestrahlung zu viel Wärmeenergie an die Wand.

Die medizinische Bedeutung des Wärmeverlustes infolge von Wärmeabstrahlungsvorgängen wird in der Schulmedizin noch recht wenig beachtet. Alternativmediziner haben (z.B. in der Schweiz) schon vor 30 Jahren so genannte „Tepidarien“ entwickelt und eingesetzt. Es handelt sich dabei um Betten, in welchen dem unbekleideten Schläfer eine Wärmestrahlung von 37 Grad Celsius verpasst wird. Zugleich wird die Lufttemperatur auf 27 Grad eingeregelt und eine mit O₂ – Minus-Ionen angereicherte Stimulationsatmosphäre gesetzt. Die Behandlungserfolge

lesen sich bestechend. Selbst fatale Erkrankungen wie Mucoviszidose der Kinder wurden sehr wirksam angegangen.

3.3 Intelligente Heizsysteme

An dieser Stelle sind vielleicht ein paar Andeutungen über intelligente Heizungen von Interesse. Die übliche Zentralheizung verfolgt das Prinzip der Luftbeheizung. Es gibt nur relativ wenige, aber ernstzunehmende Kritiker des Luftbeheizens (z.B. Alfred Eisenschink). Durch die konvektionsbedingte Luftverwirbelung der üblichen Heizkörper-Zentralheizung gewinnt Staub Auftrieb. Die Staubzahl in der Luft ist dadurch erhöht. Dieser Schwebstaub wird veratmet (->Partikel und Stäube). Im Inneren des Wohnraumes entsteht eine Warmluft-Zone. Solche typische „Heizungsluft“ atmet sich warm und schwer, von Unwohlsein begleitet. Die Raumumschließungsflächen bleiben relativ kühl, stellenweise sogar kalt. Die Bewohner verlieren trotz warmer Raumluft über ihre eigene Wärmeabstrahlung Körpermanteltemperatur an die Wand. Die genau gegenteilige Situation wäre günstig: Die Raumumschließungsflächen müssten aufgeheizt werden, um langwellige Wärmestrahlung abzugeben. Dann könnte die Raumlufttemperatur um etliche Grade gesenkt werden, ohne dass thermischer Diskomfort eintritt. Es gibt in der Tat derartige Systeme, z.B. Heizleisten-Heizungen. Sie begleiten die Wände (insbesondere die Außenwände) wie eine etwas dickere Fußbodenleiste (kein optisches Problem!) und entlassen linear, also auf ihrer ganzen Länge, einen feinen, ruhigen „Warmluftschleier“, der direkt an die Wand ankoppelt und diese erwärmt. Man spricht von „thermischer Bauteil-Aktivierung“. Oben an der Zimmerdecke angelangt hat die erwärmte Luft ihre Wärmeenergie an die Wand abgegeben. Die nun kühle Deckenluft sinkt, da relativ schwer, wie eine Fläche ganz langsam zu Boden. Staub bekommt Abtrieb und sammelt sich auf dem Fußboden. Die Besucher solcherart beheizter Räume wundern sich spontan über das angenehme Klima. Das Empfinden lässt sich beschreiben als ganz milde, von allen Raumflächen ausgehende Wärmeanmutung. Dabei bleibt die Atemluft angenehm kühl, sauber und lungengängig. Dies entspricht übrigens dem legendären Kachelofen-Klima. Ein konventioneller (richtiger) Kachelofen hat eine Feuerkammer ohne Rost. Das Holz verbrennt in seiner Asche und Glut liegend mit einer Temperatur von rund 1000 Grad Celsius. Diese intensive Hitze überträgt sich über die große Schamott-Masse auf die Außenkacheln des Ofens, der gleichmäßig und ruhig die Wärme als langwellige Infrarotstrahlung in den Raum abgibt. Wunderbar! Alles was später entwickelt wurde ist eine Verschlechterung. Wärmezüge, womöglich noch weitere Räume mitbeheizend, sind wieder nichts anderes als Luftheizungen. Warme staubige Luft quillt aus solchen Öffnungen. Die zusätzliche Wärmeabgabe senkt die Prozesstemperatur in der Feuerkammer. Die Exothermie verschlechtert sich, es kommt zu unvollständiger Verbrennung, (->PAK, Benzpyrene), die

Wärmestrahlungsanteile gehen zurück. Auch Kamine und Kaminöfen mit Wärmezügen sind bedenkliche Errungenschaften der Moderne.

Auch die von Architekten hoch geschätzte **Fußboden-Heizung** ist ein System, welches hauptsächlich über Wärmeabstrahlung funktioniert. Ungünstig aber ist, dass ausgerechnet die Bodenfläche beheizt wird und der Staub Auftrieb erhält. Das Ausmaß der Luftverwirbelung durch Fußbodenheizungen ist nämlich nicht unerheblich. Außerdem werden in der kalten Jahreszeit schnell Flächentemperaturen von über 26 Grad Celsius erreicht. Das ist zuviel! Die Bewohner klagen über dicke Füße und schwere Beine. Mit den Jahren entwickelt sich eine Tendenz zu Krampfadern und Thrombosen.

Architekten äußern gegenüber den Heizleisten-Systemen oft den Vorbehalt, dass sich über eine direkte Wandbeheizung die Wärmeverluste sehr hoch rechnen. Das wird formal zutreffen. In der Praxis haben Betreiber von Heizleisten-Systemen jedoch Einsparungsvorteile von etwa 30 Prozent gegenüber konventionellen Heizsystemen. Dies hat mindestens drei Gründe: Erstens trocknet die Heizleiste die Wand. Bereits eine um 5 Prozent verringerte Wandfeuchte bedeutet aber einen um 25 Prozent verringerten Wärmedurchgang. Zweitens benötigen die Bewohner von Heizleisten-erwärmten Wohnräumen ca. 2 bis 3 Grad weniger Raumlufttemperatur. Und drittens erfordert die Wärmebedarfsrechnung und Wärmebilanzierung von Strahlungsheizungen Literaturangaben zufolge das Einbeziehen quantenphysikalischer Aspekte, was üblicherweise nicht geschieht. Man sollte sich die Heizleisten also nicht vorschnell „wegrechnen“ lassen. Sie können offenbar rasch in eine finanzielle Amortisation gefahren werden, was bei der Heizkessel-Brennwerttechnologie bisher stets fehlschlug. Bei Heizungstechnik gibt es eine Faustregel: Was sich in 16 Jahren nicht amortisiert, das amortisiert sich nie. An dieser Stelle sollte man stets ganz besonders kritisch sein, hartnäckig nachfragen und ggfs. weitere Informationen aus der Baubiologie oder Gebäude-Energieberatung mit einbeziehen.

Tipps zum Thema „besseres Heizen“

- **Kachelofen !** Wann immer Sie mit dem Gedanken spielen, einen Kamin, einen Kaminofen oder einen Kachelofen anzuschaffen: am besten ist der konventionelle Kachelofen.
- **Heizleisten-Heizung !** Wann immer Sie in die Situation kommen, eine Heizung einbauen zu lassen: Informieren Sie sich ausgiebig und hartnäckig über das Heizleisten-Prinzip.
- **Fußbodenheizung ?** Achten Sie sorgfältig darauf, dass Ihre Fußboden-Heizung sich nicht über 26 Grad Flächentemperatur hinausgehend aufheizt. Messen Sie mit einem Infrarot-Thermometer oder beauftragen Sie Ihren Baubiologen, dies für Sie zu tun.

- **Hypokaustenheizung** - der ökologische Geheimitipp? Seien Sie kritisch. Hypokaustenheizungen haben Ihre (angeblichen) Vorbilder in der Antike. Hohlräume im Fußböden wurden (angeblich) bereits bei den alten Römern mit Heißluft beladen. Erstens ist die Wärmekopplung Luft/Fußboden wenig effizient. Zweitens wurden die Nachteile des beheizten Fußbodens bereits bei der Fußbodenheizung abgehandelt. Drittens sind Wand-Hypokausten der Alptraum eines jeden Wohnungsbesitzers (Anbohren verboten). Grundsätzlich aber sind thermische Bauteilaktivierungen der richtige Weg (z.B. durch -> Heizleisten, -> Kachelöfen).

3.4. Relative Luftfeuchte

Die Luft kann umso mehr Wasser aufnehmen, je wärmer sie ist. Die relative Luftfeuchtigkeit (in % rH) gibt an, bis zu wie viel Prozent dieses Sättigungswertes (= 100 % rH) bei einer bestimmten Temperatur erreicht sind. Hierzu eine konkrete Rechnung: Ausgehend von 100 Prozent relativer Luftfeuchte und einem Volumen von 50 m³ (20 m² – Raum mit 2,5 m Deckenhöhe) enthält die Raumluft

bei 0°C	240 g Wasser,
bei 15°C	640 g Wasser und
bei 24°C	1090 g Wasser (das entspricht gut einem Liter!).

Der Begriff Luftfeuchtigkeit ist insofern etwas irreführend, als Wasserdampf ein trockenes Gas ist, welches sich physikalisch von flüssigem Wasser vollständig unterscheidet. Wasserdampf ist leichter als Luft und steigt deshalb nach oben. Wird der Sättigungswert (100 % rH) erreicht bzw. überschritten, fällt der Überschuss als Tau (bzw. Regen) aus, da er unter diesen Bedingungen nicht mehr in der Dampfphase gehalten werden kann. Bei Abkühlung steigt, unter sonst gleichen Bedingungen, die relative Feuchte der Luft also stetig an. Ab einem bestimmten Punkt, **Taupunkt** genannt, kommt es zur **Kondensation** (Wasserabscheidung). Der Taupunkt kann z.B. aus der Tabelle zu DIN 4108 abgelesen werden.

Die relative Luftfeuchte hat unter bauphysikalischen wie unter baubiologischen Aspekten eine vielfältige Bedeutung. Wenden wir uns zunächst den bauphysikalischen Gesichtspunkten zu:

Tauwasserausfall auf Wärmebrücken: Was eine „Wärmebrücke“ ist? Der Volksmund spricht meist von Kältebrücken. Dies aber ist bauphysikalisch nicht zutreffend, weil die „Kälte steht“ und die „Wärme wandert“. Es kommt also nicht die Kälte in die Wohnung herein gekrochen, sondern es fließt die Wärme zum Kälteren hin ab. Klassische, nahezu unvermeidliche Wärmebrücken sind Fensterbretter, Fensterlaibungen und die Decken- und Wand – Zusammenschnitte. Genau letztere, nämlich die Raumecken in Fußbodennähe und Deckenhöhe, sind ein besonderes Problem. Diese Zonen (**geometrische Wärmebrücken**) sind immer relativ kalt, so dass es

hier am ehesten zu Taupunktunterschreitungen, Wasseraktivität und ->Schimmelpilz-Problemen kommt. Dies kann nur durch Dämmung und ausreichendes Heizen und Lüften verhindert werden.

Tauwasserausfall in Wand- und Deckenisolierungen: Im Winter nimmt die Temperatur in Konstruktionen aller Art natürlich von innen nach außen hin ab. Die Dämmung muss so bemessen und ausgeführt werden, dass es auch bei strengsten Außentemperaturen nicht zu Kondensationen in der Dämmung kommt, weil ansonsten deren Isolierungs-Qualität in sich zusammen bricht und ein selbst verstärkender Effekt auftritt. Aus diesem Grund ist eine funktionierende **Dampfsperre** erforderlich, die verhindert, dass Raumfeuchte in die Dämmung eindringt. Und hierzu gehört natürlich zusätzlich eine ausreichend dimensionierte, nach außen gerichtete „**Hinterdämmung**“. Je höher die relative Luftfeuchte im Raum und je niedriger die Außentemperaturen sind, um so größer sind die Anforderungen an die Dampfsperre und ihre Hinterdämmung.

Sorptionsfähigkeit von Baustoffen: Unter Sorptionsfähigkeit versteht der Bauphysiker die Eigenschaft von Baustoffen, Raumfeuchte aufzunehmen und wieder abzugeben. Es versteht sich von selbst, dass eine hohe Sorptionsfähigkeit, also ein gutes „**hygrisches Verhalten**“, ausgleichend und regulierend wirkt und anzustreben ist. So hat Kalk(-Gips-)Putz ein weit besseres hygrisches Verhalten als Dispersionsputze auf Kunstharzbasis, wird aber noch übertroffen von Zementputz. Ein baubiologisches Optimum stellt Lehmputz dar, der aber bis jetzt keine große Verbreitung gefunden hat. Ein gutes Sorptionsverhalten der Wände und Decken kann durch falsche Wandbekleidung leicht verspielt werden. Ein guter Kompromiss ist eine hochwertige Textiltapete, die gut isoliert und zugleich über eine hygrische Kapazität verfügt, die einem Kalkgipsputz nahe kommt. Ein hohes Sorptionsverhalten haben Polstermöbel, ein niedriges Ledermöbel. Ein gleichermaßen hohes Sorptionsvermögen haben Naturstoff- wie Synthetik (Polyamid-) Teppichböden. Ein hohes Sorptionsvermögen haben Naturstoff-Vorhänge, ein außerordentlich geringes Synthetik-Gardinen. Werden die Vorhänge raumhoch, d.h. bis zur Zimmerdecke geführt, ist der Luftaustausch zwischen Fenster und Raum vermindert. Dann sind Taupunktunterschreitungen bei strengen Außentemperaturen fast unvermeidlich. Je höher die relative Luftfeuchte, um so eher werden ungeeignete Materialien und unteroptimale Anordnungen versagen. Grundsätzlich (nicht immer) haben natürliche Materialien eine deutlich bessere Sorptionsfähigkeit als Kunststoffe. Außerdem verlieren sie ihre typischen Eigenschaften unter Feuchtigkeitseinwirkung nicht so schnell. So fühlt sich eine Holzwand auch bei 20 prozentiger Baufeuchte noch trocken an.

Elektrostatik: Das Problem der elektrostatischen Aufladungen wurde bereits besprochen (-> Elektrosmog). Eine höhere relative Luftfeuchte wirkt entladend, hilft also, Elektrostatik abzubauen.

Fazit: aus bauphysikalischer Sicht wäre ein möglichst niedriges Einstellen der relativen Luftfeuchte anzustreben, wodurch allerdings elektrostatische Aufladungen stark begünstigt wären.

Baubiologisch betrachtet kommen ganz andere Gesichtspunkte hinzu:

Infekt – Anfälligkeit: In der Literatur gibt es gesicherte Daten dafür, dass bei zu geringer relativer Luftfeuchte die Infektionsanfälligkeit signifikant zunimmt. Warum? Die vom Menschen ausgeatmete Luft ist Wasserdampf gesättigt. Eine 75-prozentige Aufsättigung soll bereits in den Bronchien erfolgen, der Rest im Alveolarbereich (Lungenbläschen). Bei trockener Luft wird dem Atmungsapparat also viel Wasser entzogen, und zwar mehr, als vom Körper nachgeliefert werden kann. Dies gilt auch im Fall ausreichender Flüssigkeitsaufnahme. Besonders von Austrocknung betroffen ist das Flimmerepithel der oberen Atemwege. Die feinen Härchen können dann nicht mehr ausreichend ihrer Aufgabe nachkommen, Bakterien und Staubpartikel durch geordneten Wimpernschlag hinaus zu befördern. Überdies scheint die Keimbesiedlung an einer zu trockenen Nasen- und Rachenschleimhaut begünstigt. Es gibt statistische Untersuchungen, die ausreichend belegen, dass bei zu trockener Luft zum Beispiel in Schulen, Kindergärten und Kasernen die Fehlzeiten mit der Abnahme der relativen Luftfeuchte zunehmen.

Gefühlte Temperatur: Ein und dieselbe Temperatur wird unterschiedlich empfunden, je nach dem Grad der relativen Luftfeuchte. 20 Grad Celsius Raumtemperatur wird bei 20 Prozent relativer Luftfeuchte als „Fröstelgrenze“ bezeichnet, bei 75 % relativer Luftfeuchte demgegenüber als äußerste Obergrenze (!) der Behaglichkeit („Schwülegrenze“).

Organische Besiedlung der Wohnung: Bei höherer relativer Luftfeuchte vermehren sich ->Milben sehr stark, und bei Luftfeuchten über 79% gehen viele Schimmelpilz-Sporen an (->Schimmel im Haus).

Welche relative Luftfeuchte ist nun die richtige und wie erreichen wir sie? Hierbei helfen Ihnen die nachfolgenden

Tipps für eine optimierte Luftfeuchte

- **Relative Luftfeuchte: 40 bis 45 Prozent.** Dieser Wert ist ein optimaler Kompromiss zwischen den biologischen Erfordernissen des Menschen, dem notwendigen Abbau elektrostatischer Ladungen, dem Verhindern von Fremdbesiedlung (Schimmel und Milben), den Energieeinsparungs-Erfordernissen und den Ansprüchen Ihrer Möbel. Sie sind stolzer Eigentümer eines 60-tausend Euro *Steinway*-Flügels? Nun gut, der liebt 48 Prozent rH bei 18,9 Grad Celsius. Das gilt fast generell für Holz-Musikinstrumente mit Schellack-Überzügen der höchsten Wertstufe.
- **Messen !** Ein gutes Hygrometer ist kein Luxus, sondern Grundausstattung für Besserwohner (und *Steinway*-Besitzer).

- **Wandbekleidung:** Empfehlenswert ist eine gute Textiltapete auf einem saugfähigen Wandgrund. Vermeiden Sie bei der Wandbekleidung alles, was das hygrisches Verhalten der Wand zu sehr beeinträchtigt. Auf Betonwänden oder über Dispersionsputz benötigen Sie eine Tapete mit exzellenter Sorptionsfähigkeit. Besprechen Sie sich mit Ihrem Baubiologen.
- **Häufiges und richtiges Lüften** sowie viele Naturstoffe in der Wohnungsausstattung helfen Feuchtigkeits-Belastungsspitzen abzubauen.
- **Zu geringe Luftfeuchte?** Regulieren Sie vorsichtig und kontrolliert über einen köchelnden Teekessel. Richtig steht er auf der hintersten Herdplatte, mit der Tülle Richtung Raum. Vorsicht bei Kindern im Haushalt, die allein in der Küche spielen. Ein guter Tipp sind auch bestimmte Zimmerpflanzen, allen voran das dekorative **Zyperngras** (*Cyperus alternifolius*): Diese Sumpfpflanze stammt aus Madagaskar und Mauritius. Sie ist sehr pflegeleicht und verdunstet extrem große Mengen Wasser. **Vorsicht Luftbefeuchter !** Künstliche Luftbefeuchter bereiten oft mehr Schwierigkeiten als sie beheben. Verpilzung und Bakterienbefall treten bei vielen Geräten bereits nach wenigen Wochen auf. Denken Sie über die Beschaffung eines solchen Gerätes erst dann nach, wenn Sie über längere Zeiträume eine relative Luftfeuchtigkeit unter 35 Prozent hatten und andere Mittel nicht ausreichend greifen. Wenn Sie sich für ein Luftbefeuchtungssystem entscheiden, machen Sie sich vorher kundig über die unterschiedlichen Systeme. Bedingt geeignet erscheinen die so genannten „Kaltverdunster“, bei denen wenigstens ein Überschreiten der 60 Prozent – Grenze aus physikalischen Gründen ausgeschlossen ist.
- **Zu hohe Luftfeuchte, Nässeschaden?** Nach Nässeschaden (z.B. Rohrbruch, Sielüberlauf) muss alles Wasser aufgenommen, intensiv geheizt und regelmäßig quergelüftet werden, bis der Baukörper und seine Einrichtung getrocknet ist. Unter Querlüftung ist „Durchzug“ zu verstehen. Bei andauernd überhöhter Luftfeuchte trotz ausreichender Luftwechselraten und angemessener Beheizung sind bauliche Mängel zu vermuten (Schäden am Dach, versagende Drainagen, ungenügender Schutz gegen aufsteigende Feuchtigkeit uvm.) Nur wenn hier keine Abhilfe möglich ist muss mit **Luftentfeuchtern** an den Symptomen kuriert werden. Dies kann z.B. im Keller sinnvoll sein. Ein so genannter Kondensator erwärmt die trockene Luft. Ein nachgeschalteter Verdampfer kühlt die Luft wieder herunter, und zwar bis unter den Taupunkt. Wasser bleibt an den Lamellen hängen und tropft in einen Sammelbehälter, der regelmäßig entleert werden muss. Ein Gerät, welches etwa 150 m³/h entfeuchtet und rund 3 Liter Kondens-

wasser fasst, kostet um 300 Euro (z.B. Argo Ecodry). Derartige Geräte sind, wie gesagt, ein Notbehelf.

Lufttrocknung auf esoterische Art gefällig? Der österreichische Ingenieur Wilhelm Mohorn entwickelte bereits vor rund 20 Jahren seine *Aquapol*-Technologie, deren „magnetokinetisches“ Wirkprinzip, naturwissenschaftlich betrachtet, weitgehend mysteriös erscheint. Gleichwohl sollen seither rund 30-tausend Geräte entsprechend viele Häuser und Wohnungen trocknen!

Dazu Mohorn: „ Es wird im Gebäude ein Gerät installiert, welches die aufsteigende Feuchtigkeit in den Mauern über bestimmte und in der Natur vorkommende Schwingungen beseitigt. Das AQUAPOL-Gerät besteht aus einem Empfangsteil und einem Sendeteil. Der Empfangsteil empfängt ein natürliches geoeenergetisches Kraftfeld. Diese angesaugte Bodenenergie wird im Sendeteil speziell umgewandelt und in den Wirkraum abgegeben. Zusätzlich fließt von oben Raumenergie ein und verstärkt das Gerät in seiner Wirkung, indem es die Stärke des abgegebenen Wirkungsfeldes erhöht.“

Die Geräte hängen unter der Zimmerdecke des zu entfeuchtenden Raumes wie eine Lampe. Die z.B. im Kellermauerwerk aufsteigenden Wassermoleküle werden veranlasst, in umgekehrter (!) Richtung in das Erdreich hinab zu wandern. Mit dieser unorthodoxen Technik, die keinerlei elektrische Energie erfordert, soll sogar das ungarische Parlament trocken gelegt worden sein. Überprüfungen des Effektes erfolgten vielfach nach Ö-NORM (der österreichischen DIN-Entsprechung) durch neutrale Techniker und können insofern kaum bezweifelt werden. Andererseits muten die abgegeben Erklärungen bizarr an: Das Gerät soll ein „Gravimetrisches Feld“ und „Freie Energie“ nutzen. Hierzu wird erläutert, dass der Komplex der Maxwell'sche Wellengleichungen erweiterungsbedürftig sei. Nach derartigen Überlegungen ist das elektromagnetische Feld in transversale und „skalare“ Wellen zu zerlegen. Dies soll heißen, dass im Rahmen einer so genannten Einheitlichen Feldtheorie (EFT) bzw. eines offenen Systems der „Freien Energie“ Differenzfelder gedacht werden, z.B. ein „Gravimetrisches Feld“ und ein „Informationsfeld“. Letzteres soll mit dem Feld übereinstimmen, welches üblicherweise im Rahmen radiästhetischer Mutungen („Wünschelruten-Effekt“) genutzt wird und zum *Aquapol*-Effekt beiträgt. Folgerichtig wird ein dämpfender Effekt auch auf störende und krankmachende ->Erdstrahlen gleich mit behauptet.

Der *Aquapol*-Technik wurde an dieser Stelle deswegen Raum gewidmet, weil es das einzige uns bekannte funktionierende System darstellen würde, welches sich auf Wirkprinzipien „freier“ Energie“ und „skalarer Wellen“ beruft. Das System ist patentiert und erhielt diverse Auszeichnungen. Nach unserer Recherche kostet ein derartiger „Biofeldgenerator“ zur Gebäudeentfeuchtung um 2.000 EURO. Wahrlich nicht billig. Wer sich darauf einlässt sollte sich eine Rückgabemöglichkeit für den Fall ausbleibender Wirkung vertraglich zusichern lassen.

3.5 Luftwechselraten und Luftbewegung

Der Mensch benötigt in Ruhe ca. 0,5 Liter Luft pro Atemzug, das sind 6 bis 8 Liter jede Minute. Dies wiederum wären bei grober Rechnung rund 500 l pro Stunde bzw. ein halber Kubikmeter. Ein 20 m² großes Schlafzimmer (hat nicht jeder!) bietet bei einer Deckenhöhe von 2,50 Metern (hat nicht jeder!) ein Volumen von 50 m³. Wir unterstellen ein geschlossenes Fenster und eine geschlossene Schlafzimmertür. Zwei Personen würden im Verlauf von 8 Stunden von diesen 50 m³ Raumluft lediglich (2 x 0,5 m³) x 8 Std = 8 m³ Luft durchtauschen. Das hört sich harmlos an. Lüften entbehrlich? Weit gefehlt. Im Laufe einer 8 Stunden-Nacht atmen unsere „Versuchspersonen“ 2 x 0,5 l Wasser aus. Dies bedeutet, dass der ohnehin vorhandenen relativen Luftfeuchte von vielleicht 50 Prozent nun ein weiterer Liter Wasser beigesteuert wird. Kann die Raumluft dieses menschliche „Prozesswasser“ aufnehmen? Mitnichten! Wir haben unter dem Punkt der relativen Luftfeuchtigkeit gerechnet, dass bei 24 Grad Lufttemperatur in einem 50 m³ Raum gerade einmal 1090 Gramm (rund 1 Liter) Wasser in der Dampfphase gehalten werden können. Mit anderen Worten: unsere beiden Versuchsschläfer würden bei einer Schlafzimmer-Optimaltemperatur von 16 – bis 18 Grad Celsius in einem Feuchtraum aufwachen. Alles wäre klamm, die Fensterscheiben vollständig beschlagen, auf dem Fensterbrett hätte sich freies Kondenswasser angesammelt. Na dann: gute Nacht! Hinzu kommt, dass der Mensch der Raumluft mit jedem Atemzug ¼ Liter Sauerstoff pro Minute entzieht. Wollen wir rechnen? Der Sauerstoff-Bedarf pro Nacht beläuft sich in unserer Rechnung auf $\{(0,25 \text{ l}) \times 2\} \times 60\} \times 8 \text{ Std.} = 240 \text{ Liter Sauerstoff}$. Wäre diese Menge vorhanden? Der Sauerstoff-Anteil der Luft beträgt 21 %. Das betrachtete Schlafzimmer würde somit zu Beginn der Nacht rund 10 m³ Sauerstoff bereit halten (21 % von 50 m³). 240 Liter sind rund ¼ Kubikmeter. Es würde also nur 1/40 der verfügbaren Sauerstoff-Menge aufgezehrt werden. Fazit: Der Sauerstoff-Gehalt geht so rasch nicht in die Knie, unsere Schläfer überleben problemlos. Und wie verhält es sich mit dem ausgeatmeten Kohlendioxid? Unsere Testpersonen atmen, wie wir alle, in Ruhe pro Minute rund 0,2 l CO² aus. In der Stunde sind dies 12 Liter, mal zwei Personen ergibt 24 Liter, mal 8 Stunden errechnen sich rund 200 Liter (0,2 m³). Ist das hinnehmbar? Nach Pettenkofer („Pettenkofer-Index“) soll der CO²-Gehalt der Raumluft den Wert von 0,1 Vol % keinesfalls überschreiten. Das wäre ein Hundertstel des verfügbaren Raumvolumens = 0,5 m³. Unsere beiden Schläfer bleiben also knapp unter dem Pettenkofer-Indikatorwert und erhöhen den CO²-Anteil der Raumluft (normal: 0,035 Vol %) um etwa 0,05 Vol % auf 0,0835 Vol %. Wir sehen daran: Im Schlafraum ist eine **dauerhafte Luftversorgung** insbesondere deswegen erforderlich, um ein unkontrolliertes Ansteigen der relativen Luftfeuchte bis über den Taupunkt hinausgehend zu unterbinden und um das ausgeatmete Kohlendioxid abzuführen. Man geht nicht ein nicht im geschlossenen Schlafzimmer, aber die Atmosphäre wird in elender Weise klamm und reich an Kohlendioxid, worüber sich nur der ->Hausschimmel und die ->Milben freuen können.

In Wohn- und Arbeitsräumen steigt der Frischluft-Bedarf nicht unerheblich an. Pro Person rechnet man durchschnittlich mit 25 bis 50 m³ Frischluft pro Stunde. Um diese Werte einzuhalten bedarf es während der Nacht eines teilgeöffneten (angekippten) Fensters. Tagsüber empfiehlt es sich, regelmäßig intensiv querzulüften. Die Temperatur der Raumumschließungsflächen und aller Gegenstände im Raum vermindert sich während einer kurzen (1-2 minütigen) Querlüftung praktisch nicht. Die frische Luft erwärmt sich nach dem Schließen der Türen und Fenster in Sekundenschnelle.

Tipps zum Thema „ausreichendes und richtiges Lüften“

- **Frischluft !** 25 bis 50 m³ pro Person und Stunde.
- **Querlüften!** Das heißt Durchzug schaffen. Meistens genügen 1 bis 2 Minuten kräftiger Durchzug 3 bis 5 x täglich.
- **Schlafzimmer:** Nachts dauerlüften. Ein gutes Schlafzimmer-Fenster verfügt über ein ankippbares (z.B. oberes) Teilfenster (eine „Klappe“).
- **Maximale Luftströmung:** Die maximale Luftbewegung (Luftströmung) soll bei Raum-Standard-Temperatur (21 ° C) und geschlossenen Fenstern 20 Zentimeter pro Sekunde keineswegs überschreiten. Nur bei sommerlichen Temperaturen (> 26 ° C) sind Strömungsgeschwindigkeiten bis 50 cm/sec akzeptabel.

Ein gelegentliches intensives Querlüften ist nicht ungesund, sondern im Gegenteil ausgesprochen gesund. Es dringen mit dem Frischluft-Schwall auch wieder die natürlichen ->Klein-Ionen in das Zimmer ein. Größere Probleme entstehen durch eine permanente Luftströmung, wie dies bei „Raumluftechnischen Anlagen“ (RLT-Anlagen) nicht selten der Fall ist. Eine stärkere ständige Luftbewegung als 15 bis allenfalls 20 cm pro Sekunde gilt als nicht zumutbar! Es kommt hierdurch nämlich zu lokalen Unterkühlungen exponierter Hautpartien und auch zum Austrocknen der Augen („Bindehautentzündung“ = Konjunktivitis). In diesem geringen Bereich der Luftbewegung sind Messungen nicht einfach. Mechanische Anemometer reichen nicht aus. Das Instrument der Wahl ist ein „Hitzdraht-Anemometer“. Hier wird der Effekt ausgenutzt, dass ein durch Luftbewegung sich abkühlender Hitzdraht seine elektrischen Leiteigenschaften verändert. Ein versierter Baubiologe kann Ihnen unschwer ausmessen, ob in Ihrer Wohnung oder an Ihrem Arbeitsplatz zu starke Luftbewegungen herrschen. Im allgemeinen ist aber bereits die subjektive Empfindung der Betroffenen ein wesentliches Indiz, welches nicht ignoriert werden sollte.

In diesem Zusammenhang muss auch die **Küchen-Abluft** angesprochen werden. Dieses Thema wurde schon immer sehr kontrovers diskutiert. Man kann sich die unterschiedlichsten Meinungen einholen, bis hin zur

völligen Ablehnung derartiger Einrichtungen. Kritiker weisen darauf hin, dass eine Möglichkeit zum ganz normalen Querlüften einer jeden Abzugstechnik haushoch überlegen sei. Die Ablufthauben verdrecken mit der Zeit unweigerlich (Verfettung!) und bilden einen Nährboden für bakteriellen Besatz. Während man sein Fliesenschild und die Küchenschranke ohne weiteres gesäubert bekommt, wird eine Generalreinigung der Ablufttechnik kaum gelingen. Etliche Abzugshauben erzeugen außerdem einen infernalischen Lärm. Grundsätzlich muss auch die Gefahr gesehen werden, dass ein im Nebenraum betriebener Kamin nicht mehr ausreichend zieht und die Raumluft vergiftet, weil der Küchenabzug einen Sog erzeugt. Andererseits wird beim Kochen viel Wasserdampf und Geruchsbelästigung (denken Sie an Fisch!) erzeugt. Wie ist zu entscheiden? Hierzu die

Tipps zum Thema „Küchenabluft“

- **Küchenabluft ist grundsätzlich gut !** Wohlgemerkt Abluft, nicht Umluft. Die Abluftmenge sollte das 9-12 fache des Küchen-Raumvolumens pro Stunde bewältigen. Nicht weniger, aber auch nicht mehr.
- **Messen !** Im Zweifel sollte der Luftvolumenstrom gemessen werden (der Baubiologe kann es).
- **Filtern !** Es gehört immer ein Filterpapier eingelegt, damit die Anlage nicht vorzeitig verfettet.
- **Vorsicht – Kamin !** Wenn ein offener Kamin zeitgleich betrieben wird, soll die Tür zum Raum dorthin geschlossen sein. In der Küche wird ein Fenster angekippt, damit die arbeitende Abzugshaube keinen Unterdruck erzeugt, welcher die Kaminluft in die Wohnung hinein zieht. Dieser Punkt ist sicherheitsrelevant! Beim Kaminbrand entsteht Kohlenmonoxid (CO). Wenn die roten Blutkörperchen (Erythrocyten) mit CO belegt werden, stehen sie für Sauerstoff-Transport nicht mehr zur Verfügung. Es droht inneres Ersticken.

So genannte gefangene Feuchträume (WC, Dusche und Bad ohne Fenster) sind baubiologisch hoch kritisch. Im Grunde sind sie abzulehnen. In solche Räume gehört zumindest ein leistungsfähiger Deckenlüfter, welcher über das Raumlicht geschaltet wird und ausreichenden Nachlauf hat, also nicht sofort abschaltet, wenn beim Verlassen des Raumes das Licht ausgeschaltet wird.

Tipps zum Thema „gefangene Nasszelle“

- **Leistungsüberprüfung !** Lassen Sie regelmäßig die Leistungsfähigkeit des Abluftsystems überprüfen. Einige Systeme haben

eingelegte Filterscheiben, die verstopfen können. Dann reicht der Luftstrom nicht mehr aus.

- **Abtrocknen !** Im gefangenen Bad ist das Abtrocknen der Fliesen, Flächen und Gerätschaften noch wichtiger als im „normalen“ Badezimmer. Nasse Handtücher woanders trocknen! Bei großer Nässe muss die Bad-Tür weit geöffnet und in der gesamten Wohnung für kräftigen Durchzug gesorgt werden.
- **Sauberhalten !** Gefangene Nassräume sorgfältig sauber halten. Handtücher öfter als üblich wechseln.
- **Wäschetrocknen** ist im gefangenen Bad nahezu unmöglich. Sie benötigen Trocknungs-Alternativen (Trockenkeller, Wäschetrockner, Balkon usw.).

3.6 Raumluftechnische Anlagen (RLT)

spielen in deutschen Wohngebäuden noch eine ganz unbedeutende Rolle. Zum Glück, möchte man meinen. In Geschäftsgebäuden sind sie demgegenüber weit verbreitet, in größeren Gebäudekomplexen Standard. Warum sich die Menschen in derartig klimatisierten Räumen nicht besonders wohl fühlen ist schwierig zu beantworten. Teilweise ist die Befindlichkeit der diesem Kunstklima ausgelieferten Personen so beeinträchtigt, dass sich hierfür der Begriff „Sick Building Syndrome“ eingebürgert hat. Die Palette der Missempfindungen entspricht dem chronischen Müdigkeitssyndrom (CFS). Auffällig ist hierbei, dass die kognitiven Fähigkeiten nicht beeinträchtigt zu sein scheinen, wohl aber die Konzentrationsfähigkeit, die Reaktionsfähigkeit, die körperliche und psychische Belastungsfähigkeit.

Woran liegt es – und gibt es Erkenntnisse, die für Besserwohner von Bedeutung sind?

Ein Charakteristikum der Raumluftechnischen Anlagen ist die künstliche Luftbewegung. Es wurden verschiedene Luftführungssysteme (LFS) erprobt und eingesetzt: Tangentiales LFS, Diffuses LFS, Verdrängungs-LFS, Mikroklima-LFS und Kombinations-LFS, die hier im einzelnen nicht erklärt werden müssen. Doch wie geschickt man die Luft auch führte, um Zugscheinungen zu vermeiden, niemals kam echte Zufriedenheit auf.

Ein Charakteristikum von RLT-Anlagen ist ein leichter Überdruck im Gebäude, weshalb die Fenster nicht zu öffnen sind bzw. nicht geöffnet werden sollen. Versuche haben ergeben, dass Personen, die in Großgebäuden vor geöffneten Fenstern stehen, dies selbst dann als befreiend und erquickend empfanden, wenn Sie im Abstrom der Gebäudeluft von der ersehnten Frischluft kaum erreicht wurden. Es mögen psychologische Gründe im Spiel sein, also das Gefühl, irgendwie gefangen zu sein. Als alleinige Erklärung reicht dies wohl nicht aus. Lange Zeit wurde angenom-

men, dass die Filtermatten im Luftführungssystem in hohem Maße zu bakteriellem Besatz und Verpilzung neigen. Andreas Priefler (Dissertation FU Berlin) hat demgegenüber gezeigt, dass RLT – Filtermatten weit weniger als vermutet durch Fremdbesiedlung belastet sind. Verantwortlich hierfür sind wohl nicht zuletzt auch die toxischen Eigenschaften der angesaugten Stadtluft.

Hieraus leiten sich für Besserwohner zwei Gesichtspunkte ab, nämlich erstens, dass automatisierte Zwangslüftungen generell problematisch sind, und zweitens, dass dem Thema „Ionenklima“ eine gewisse Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte.

3.7 Ionen-Klima

Im Kapitel (1.4) der elektrostatischen Gleichfelder wurde bereits darauf hingewiesen, dass statische Oberflächen-Aufladungen dem „Ionen-Klima“ der Raumluft abträglich sind. Was ist damit gemeint?

Die Atemluft besteht aus unterschiedlichen Gasmolekülen, hauptsächlich Stickstoff und Sauerstoff. Im Freien wie auch in Räumen können den Gasmolekülen durch natürliche ionisierende Strahlung, aber auch durch Hochspannungs-Entladungen, Elektronen entrissen werden, wodurch Positiv-Ionen und freie Elektronen entstehen. Die freien Elektronen heften sich schnell an benachbarte Moleküle. Bei Elektronenüberschuss entstehen Negativ-Ionen und im weiteren sogar Ionen/Molekül-Komplexe. Solche bioklimatisch wertvollen Kleinionen-Verbände sind labil und kurzlebig. Sie entladen sich im elektrostatischen Feld, aber auch durch Kontakt mit Luftverunreinigungen.

Der wesentliche natürliche Schauplatz der Ionenbildung ist die „Ionosphäre“. In diesem Teil der hohen Atmosphäre werden die Gasmoleküle der Luft in großem Umfang durch die ionisierende UV-Strahlung der Sonne in Ionen und Elektronen aufgespalten.

In freier Natur, über dem Meer, beträgt die Kleinionen-Konzentration im typischen Fall ca. 600 Ionen/cm³. Auf dem Land werden Werte zwischen 2000 und 20000 Ionen/cm³ gemessen. In verunreinigter Stadtluft (Ruhrgebiet) sind Außenluft-Konzentration von nur 50 Kleinionen pro Kubikzentimeter leider keine Seltenheit mehr. Als besonders wertvoll gilt, neben der Kleinionenanzahl, ein Überwiegen negativer Kleinionen. Das natürliche Verhältnis wird mit 1,4 : 1 (negativ : positiv) angegeben. Nur Kleinionen sind lungengängig. Der belebende Effekt der „frischen Luft“ ist zu einem nicht geringen Teil auf den hohen Gehalt solcher O₂-Minus - Ionenaggregate zurückzuführen.

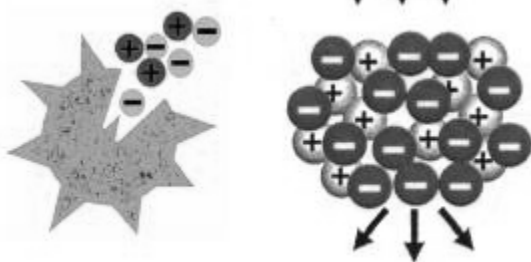
In einer Wohnung, insbesondere aber in Büros und technischen Arbeitsräumen, wird die Zahl der Kleinionen durch aufgeladene Oberflächen reduziert. Insbesondere Fernsehgeräte wirken aufgrund ihrer starken po-

sitiven Oberflächenladung (+25.000 Volt) geradezu vernichtend. Eine ähnliche Wirkung geht auch vom Rauchen aus. Das Rauchen einer einzigen Zigarette kann die Klein-Ionen – Anzahl im Raum auf Null absenken.

Die Meinung der Wissenschaft zum Thema der gesundheitlichen Auswirkungen ist geteilt. Raumluftechniker verneinen meist eine besondere Bedeutung des Kleinionen-Anteils der Raumlufte. Haben sie recht? In der Literatur finden sich etliche Angaben darüber, dass eine zu geringe Zahl an Kleinionen, und besonders auch das Überwiegen positiver Kleinionen, ungünstige Auswirkungen auf das Allgemeinbefinden haben soll, was sich demnach in nachlassender Konzentrationsfähigkeit, verlängerter Reaktionszeit und Abgeschlagenheit ausdrückt. Außerdem wurde wiederholt auf eine vermehrte Infekt-Anfälligkeit bei Klein-Ionen – Mangel hingewiesen. Hierzu passt, dass durch künstliche Ionisation der Atemluft offenbar auch Stoffwechselprobleme, Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, Verstopfung (!) und Allergien gelindert wurden.

An Literaturdaten liegt weiterhin vor, dass diese Negativ-Ionen zum Beispiel die Schlaggeschwindigkeit der Flimmerhärchen des Atemtraktes beschleunigen. Der Broncho-Pulmonalbereich kann sich dadurch verbessert reinigen. So verwundert es nicht, dass die heilsame Wirkung ionisierter Atemluft auf Asthma zu den am besten dokumentierten gesundheitlichen Effekten in diesem Bereich zählt. Aber auch die Sauerstoff-Anreicherung in den roten Blutkörperchen soll eine signifikante Verbesserung durch O₂-Minus-Ionen erfahren.

Die theoretischen Grundlagen der Bioklimatik sind von Europa ausgegangen. Albert Einstein hatte im Jahr 1910 mit seinem Freund Professor Habicht Messgeräte zur Bestimmung luftelektrischer Zustände entwickelt. Den Anstoß hierzu gab das berühmte Heilklima von Davos, dessen Ursache man ergründen wollte. Habicht führte diese Forschungen später im



Auftrag des Sauerbruch'schen Institutes in Berlin weiter und entwickelte den bekannten Potentialmultipikator. Das war die Geburtsstunde der modernen Bioklimatik. 1937 wies Professor Tschischewsky vom Institut für Luftionisation in Moskau nach, dass es bei einer dif-

fusen Elektronenemission in der Luft zu einer ca. 99 prozentigen Bildung von Sauerstoff-Flocken (Clustern) kommt. Es wurde nun deutlich, dass das berühmte Davos-Klima nicht hauptsächlich auf der Wirkung des Ozons beruhte, wie man dies dahin vermutet hatte, sondern auf den in der Lunge leicht absorbierbaren Tschischewsky'schen Sauerstoff-Flocken. Diese aktiven Sauerstoff-Molekül-Komplexe bestehen aus bis zu 70 Bausteinen und sind in der Lage, durch Anlagerungsvorgänge diverse Luftschadstoffe zu zerlegen. Sogar Pollen, deren Exinen chemisch hoch stabil sind, werden destruiert (Bild oben). Je nach dem Grad der Luftverschmutzung haben die Klein-Ionen auch mehr oder weniger die Möglich-

keit, sich mit Staub, Schmutz oder Wasserdampf zu verbinden und Agglomerate zu bilden, die sich der Schwerkraft folgend absetzen („aus-sedimentieren“).

In Schweizer Laboratorien sind in den 1980er Jahren sehr konkrete Untersuchungen angestellt worden, um die Auswirkungen einer Kleinionen-Exposition in Verbindung mit Strahlungswärme unter Einsatz erweiterter Diagnose-Techniken (Elektrodermatographie) medizinisch zu bewerten. In so genannten Tepidarien, das sind Betten mit Strahlungswärme-Versorgung und ionisierter Inspirationsluft (= Einatmungs-Luft), welche 2000 bis 3000 Sauerstoff-Minus-Ionen enthält, wurden erstaunliche Selbstheilungseffekte sogar bei schweren Erkrankungen (Karzinome, Rheumatiden, Mucoviszidose der Kinder) eingeleitet (nach Dr. Holger Lueder, Zug). Bereits aus dieser Sicht lohnt es sich, dem Thema der Kleinionen-Qualität der Raumlufte mit Interesse zu begegnen.

Und wie verhält es sich um die baubiologische Bedeutung der Kleinionen? Hierzu am besten konkrete Hinweise aus der Praxis:

Interessant ist die Beobachtung, dass Fernkraftfahrer in ihren vollklimatisierten Kabinen scheinbar jeden Halt nutzen, um ihre Seitenscheibe zu öffnen. RLT-Anlagen (Raumluftechnische Anlagen, „Klima-Anlagen“) scheinen zu den besonderen Kleinionen-Vernichtern zu gehören. Und nun ein Beispiel im größeren Maßstab: Nachdem die tausendköpfige Belegschaft einer Klinik im schwedischen Malmö Anfang der 1980er Jahre in ein neues voll klimatisiertes Klinikum umgezogen war, setzte ein dermaßen starkes „Sick Building Syndrome“ ein, dass die Klinikleitung nicht umhin konnte, nach und nach alle klimatechnischen Beiwerte auf den Prüfstand zu stellen. Nachdem man jeden einzelnen Parameter ergebnislos durchgespielt hatte, wurde 1988/89, nur noch der Vollständigkeit halber, die Kleinionen-Anzahl und Verteilung ermittelt und gezielt beeinflusst. Durch den Einsatz von insgesamt 17 „AirCat“ Röhren-Ionisatoren konnte die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden der Belegschaft tatsächlich wieder hergestellt werden. Der Versuch erfolgte unter Mitwirkung des schwedischen Staatlichen Instituts für Bauforschung (SIB).

Wenn an dieser Stelle technische Luftionisatoren nicht uneingeschränkt empfohlen werden, so hat das im wesentlichen drei Gründe: Erstens werden im Wellness – Umfeld Gerätschaften zu hohen Preisen angeboten, welche sich auf das Prinzip der Ionenklima-Verbesserung berufen und zugleich gegen weitere Probleme wie Elektrosmog bestens wirksam sein sollen, ohne dass irgendwelche Angaben zur verwendeten Technik gemacht werden und ohne dass ein Wirkprinzip erkennbar hervortritt. Hier ist Zurückhaltung angebracht. Zweitens arbeiten die kleinen handelsüblichen und preisgünstigen Geräte zur Luftionisation nach dem einfachen Nadelelektroden-Prinzip. Hier erscheint nicht ausreichend gesichert, dass eine physiologisch angemessene Menge an Kleinionen produziert wird und kein Elektrosmog entsteht. Drittens verfolgt die Baubiologie stets das Ziel, mit natürlichen Mitteln die gewünschten Effekte zu erreichen

In diesem Sinne erfolgen nun unsere

Tipps für ein gesünderes Ionenklima.

- **Nicht rauchen!** Die Aerosole einer einzigen Zigarette ruinieren bereits das gesamte Ionen-Klima eines Raumes (und noch einiges mehr!)
- **Lüften!** Jedes Lüften regeneriert das Ionen-Klima (es sei denn, Sie wohnen an einem ganz ungunstigen Ort).
- **TFT – Bildschirme!** Moderne Flachbildschirme sind wesentlich besser als Kathodenstrahl-Röhren. Sie sind fast frei von Elektrosmog.
- **Nicht soviel Fernsehen!** Es lohnt sich ohnehin kaum noch.
- **Natürliche Materialien** im Wohnraum verwenden. Geringere Elektrostatik bedeutet, wir sagten es bereits mehrfach, verbessertes Ionenklima.
- **Luftionisatoren** bitte wirklich nur bei dringender Indikation einsetzen. Ein Grund könnte Tierhaltung (z.B. Stubenvögel) oder „schwere Büroluft“ sein. Bitte nur patentierte Geräte erwerben, deren Wirkprinzip offen gelegt wird. Hinter Raumluft-Ionisatoren können sich an Tapeten graue schmierige Schleier („Fogging“) bilden, wenn keine wirksamen Abscheide-Elektroden eingebaut sind. Das ist den Geräten grundsätzlich nicht anzulasten und belegt lediglich die abscheidende Wirkung auf Hausstaub. Gerät also nicht zu dicht an eine Wand rücken. Überempfindliche und Allergiker besprechen sich am besten vor der Anschaffung mit einem Arzt oder Heilpraktiker. Ein professioneller Anbieter für hoch wirksame Röhren-Ionisatoren nach dem klassischen „von Siemens-Prinzip“ ist das schwedische Unternehmen Hanseatic AB, deren AirCat um 1200 Euro kostet und auch in Büros mit verbrauchter Luft dem Vernehmen nach selbst im Schwerlast-Betrieb beste Dienste leistet. Das Wirkprinzip beruht grundsätzlich auf der Nachbildung der natürlichen Luftreinigung.
- **Salzkristall-Lampen** (so genanntes Himalaya-Salz als Großkristall, mit elektrischer Beleuchtungseinrichtung) sollen das Ionen-Klima in milder Weise harmonisieren. Hierzu wird ausgeführt, dass Salz eine natürliche Quelle von Minus-Ionen sei. Diese Erklärung genügt wissenschaftlichen Anforderungen nicht und bedarf weiterer Begründung. Andererseits liegen auch keine Gegendarstellungen vor. Und: diese Beleuchtungskörper können überaus preiswert erworben werden und spenden ein harmonisches und beruhigendes Licht. Unsere Meinung dazu: Ein Versuch kann nicht schaden.

3.8 Atmosphärische Behaglichkeit

In diesem Kapitel über Raumklima wurde ausführlich dargelegt, dass die so genannte thermische – und mehr noch die atmosphärische Behaglichkeit des Menschen von einem fein ausbalancierten Zusammenspiel vieler Faktoren abhängt: Lufttemperatur und Strahlungstemperatur („Kältezug“) der Raumumschließungsflächen, relativer Luftfeuchte, Luftströmung, Luftwechselraten sowie Kleinionen-Gehalt und Verteilung in der Raumluft.

Im Ergebnis halten wir fest:

Lufttemperatur	[° C]	Ca. 21 Grad
Relative Luftfeuchte	[% rH]	Ca. 40 – 50 Prozent
Strahlungstemperatur: kälteste Fläche nicht unter		Ca. 15 Grad Celsius
Temperatur-Differenz Fuß-/Kopfhöhe	[° C]	< 4 Grad
Luftströmung:	[cm/sec]	< 20 cm pro Sekunde
Frischlufte: Mindest-Rate pro Person u. Std.	[m ³ /h]	20-30 Kubikmeter
Klein-Ionen – Gehalt	[Zahl pro Kubikzentimeter]	500 – 800 (1000)
Klein-Ionen – Verhältnis	[negativ : positiv]	1,4 : 1
Kohlendioxid-Gehalt:	[Volumen-Prozent]	< 0,1 Vol %
Elektrostatische Feldstärke:	[Volt pro Meter]	bis 500 V/m

Dabei ist stets zu bedenken, dass nicht das Optimieren einzelner Werte die Lösung des Raumklima-Problems darstellt, sondern das Erreichen des bestmöglichen Kompromisses unter Vermeidung negativer „Ausreißer-Werte. Mit anderen Worten: Ein einzelner optimierter Wert bringt uns sehr wenig qualitativen Zugewinn. Demgegenüber wird eine einzige stark verfehlte atmosphärische Komponente all unsere Bemühungen zunichte machen und erheblichen Diskomfort, Leistungseinbußen und gesundheitliche Beeinträchtigungen nach sich ziehen.