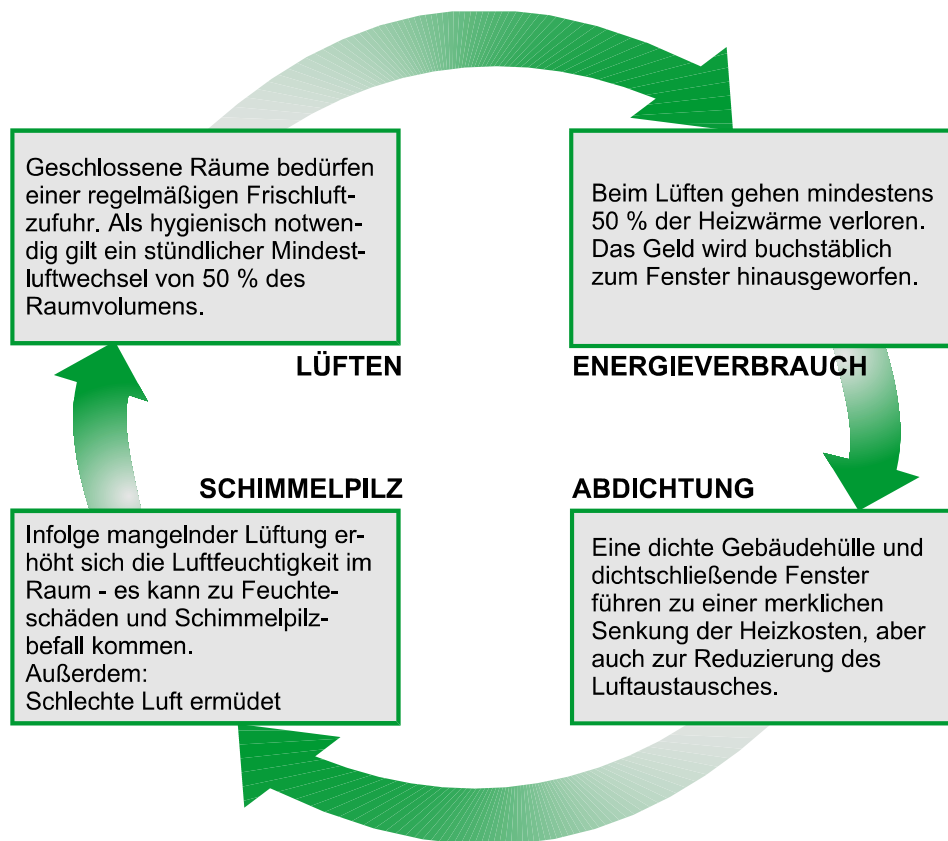


## Problemkreis Wohnklima und Feuchtebauschäden



## Wasserdampf [1]

### 1. Das versteckte Risiko

Wasserdampf wird in bewohnten Räumen ständig in großen Mengen produziert (siehe Tabelle 1 und 1). 8 bis 15 kg können in einem 4-Personen-Haushalt durchschnittlich pro Tag entstehen. Das ist soviel, als ob man den Inhalt eines Putzeimers auf dem Herd verkochen würde.

In diesem Wasserdampfgehalt der Raumluft liegt ein verstecktes Gesundheitsrisiko: Einerseits ist Wasserdampf ein farb- und geruchloses Gas, das genauso ungiftig ist wie Wasser in flüssiger Form. Auch können Menschen eine recht weite Spannweite von Luftfeuchtigkeit als angenehm oder erträglich finden. Das reicht von 2 g (pro m<sup>3</sup> Luft) an klaren Wintertagen bis zu 20 g Wasserdampf (pro m<sup>3</sup> Luft) nach einem Sommergewitter. Auch in beheizten Innenräumen (20 °C) können die relativen Luftfeuchtwerte von 35 % bis 70 % reichen, ohne dass dies direkt als unangenehm empfunden wird.

### 2. Zu trockene Luft ...

In den Randzonen dieser tolerierbaren Bereiche können aber Raumklimasituationen entstehen, die ungesund sind. Das gilt besonders für zu trockene Luft. Unterhalb von Raumluftfeuchtwerten von ca. 30 % können Bronchialerkrankungen auftreten. Außerdem werden elektrostatische Aufladungen, die Austrocknung der Schleimhäute und das berüchtigte „Kratzen im Hals“ durch zu trockene Luft begünstigt (letzteres hat aber ursächlich mehr mit der Staubaufwirbelung durch zu heiße Heizkörper mit hohem Konvektionsanteil zu tun).

### 3. Zu feuchte Luft ...

Dauerhaft hohe Luftfeuchtwerte (oberhalb 60 bis 65 % bei 20 °C) führen, wenn Kondenswasserbildung an kalten Außenwänden eintritt, zu feuchten Stellen. In Verbindung mit den organischen Bestandteilen der Wandoberfläche (Tapete, Kleister, Anstrich, Silikonfugen) entsteht dadurch der ideale Nährboden für Schimmelpilze. Die Sporen hiervon sind zum Teil extrem giftig und können chronische Erkrankungen der Atemwege und Allergien auslösen.

Mensch	1,0 bis 1,5 l/d
Bad, Wannenbad, Dusche	0,5 bis 1,0 l/d
Küche, Kochen usw.	0,5 bis 1,0 l/d
Wäschetrocknen 4,5 kg geschleudert	1,0 bis 1,5 l/d
tropfnass	2,0 bis 3,5 l/d
Pflanzen (z.B. Farn)	
Topfpflanzen	
Zimmerblumen	0,5 bis 1,0 l/d

**Tabelle 1: Mittlere Wasserverdunstung pro Tag**

Topfpflanzen	7 - 15 g/h
Mittelgroßer Gummibaum	10 - 20 g/h
Trockene Wäsche 4,5 kg geschleudert	50 - 200 g/h
Wannenbad	ca. 1100 g/h
Duschbad	ca. 1700 g/Duschbad
Kurzzeitgericht	400 - 500 g/h Kochzeit
Langzeitgericht	450 - 900 g/h Kochzeit
Braten	ca. 600 g/h Garzeit
Geschirrspülmaschine	ca. 200 g/Spülgang
Waschmaschine	200 - 500 g/Waschgang
Menschen	
– Schlafen	40 – 50 g/h
– Hausarbeit	ca. 90 g/h
– anstrengende Tätigkeit	ca. 175 g/h

**Tabelle 2: Abgabe von Feuchtigkeit (Wasser) in Wohnungen**

### 4. Relative, absolute Feuchtigkeit

Angesichts der wachsenden Zahl von Feuchteschäden und häufigen Klagen über unbehagliches Raumklima ist es wichtig geworden, sich ein Grundverständnis des Zusammenhangs von Luftfeuchtigkeit und (Raum-)Temperatur zu verschaffen.

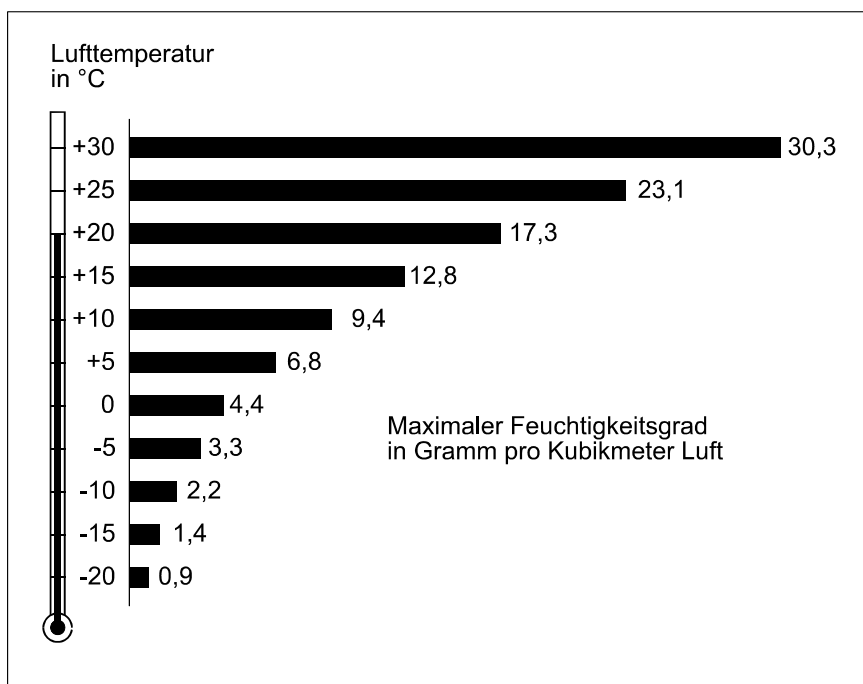
Die Möglichkeit zur Wasserdampfaufnahme in der Luft ist begrenzt. Jeder Kubikmeter Luft kann nur eine bestimmte Menge Wasser als Dampf „verkräften“. Alles, was darüber hinausgeht, fällt wieder als Wasser in flüssiger oder fester Form, als Niederschlag, aus (z. B. Regen, Nebel, Kondenswasser, Eis, Schnee, Rauheif).

Die in 1 kg trockener Luft enthaltene Feuchtigkeit gemessen in [g H<sub>2</sub>O/kg Luft] oder in [kg H<sub>2</sub>O/kg Luft] heißt absolute Feuchtigkeit oder „Feuchtegrad“. Das Symbol ist  $x$ .

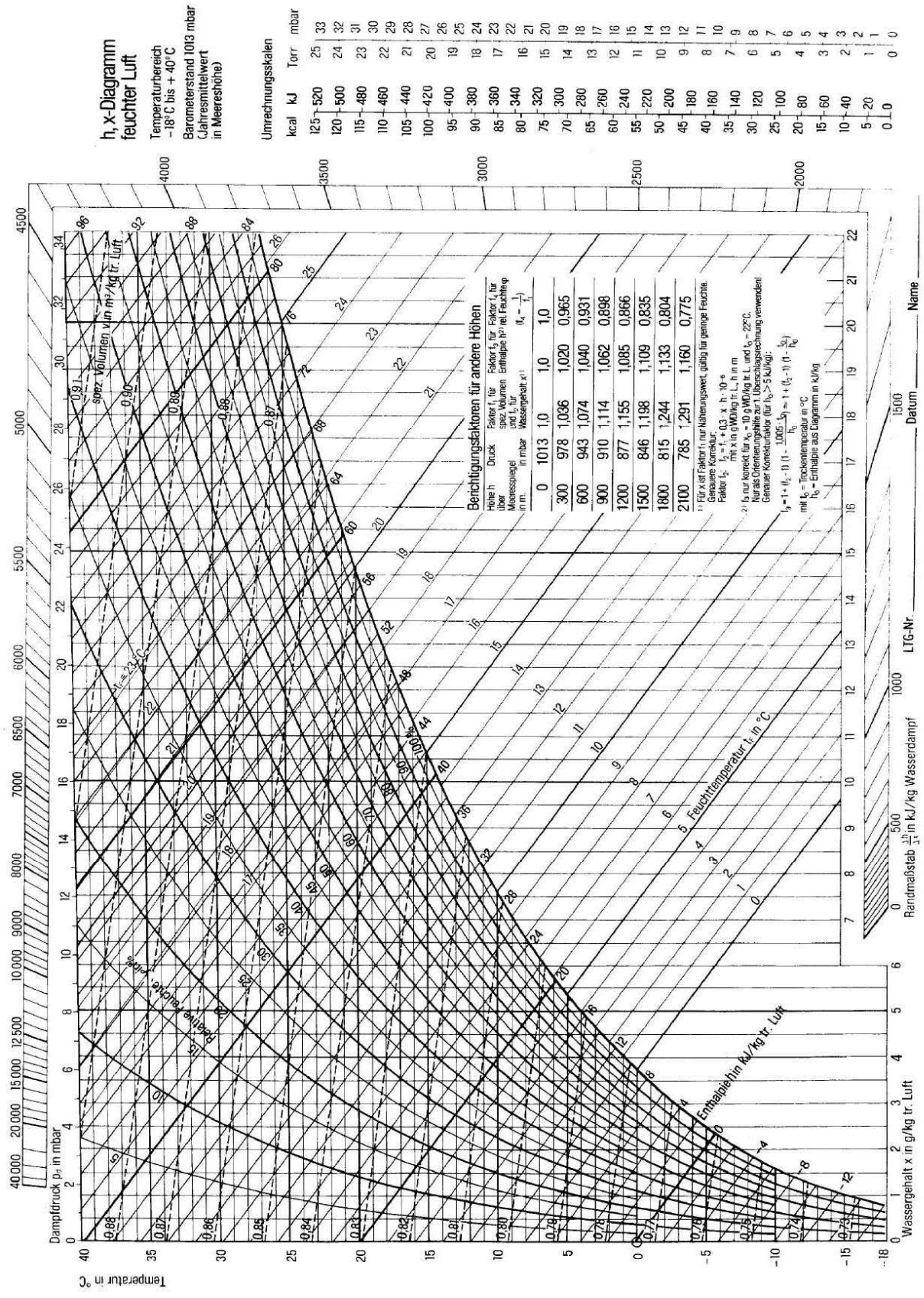
Die absolute Dampfmenge, bei der die Sättigung der Luft erreicht wird, hängt von der Lufttemperatur ab. Warme Luft kann wesentlich mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte. Das entspricht –der Alltagserfahrung. dass man mit Wärme Nasses trocknen kann. Aber mit kalter Winterluft Räume entfeuchten?

Die Bezugsgröße für die relative Luftfeuchtigkeit  $\rho$  [%] ist die bei der jeweiligen Temperatur mögliche maximale Luftfeuchte (siehe Bild 1): So kann z. B. 1 m<sup>3</sup> Luft von 20 °C bis zu 17 g Wasserdampf aufnehmen. Bei diesem Sättigungswert sind 100 % relative Feuchte erreicht. 50 % relative Luftfeuchte bedeutet: Es sind 50 % von 17 g Wasserdampf, also absolut 8,5 g Wasserdampf in jedem Kubikmeter Luft enthalten. Luft von 15 °C kann nur noch knapp 13 g Wasserdampf enthalten, ohne dass es zur Kondensation kommt.

Ein Beispiel: Außenluft kann bei ca. 0 °C maximal noch 5 g Dampf pro m<sup>3</sup> enthalten (100 % relative Luftfeuchte). Diese Menge bedeutet aber bei 20 °C gerade 30 % relative Feuchte. Wenn nun bei der Lüftung diese absolut recht trockene Außenluft gegen 50 % feuchte Raumluft ausgetauscht wird, so verlässt mit jedem Kubikmeter Luft 8,5 – 5 = 3,5 g Wasserdampf das Haus. Und genau das ist der Effekt, der durch die Lüftung erreicht werden soll!



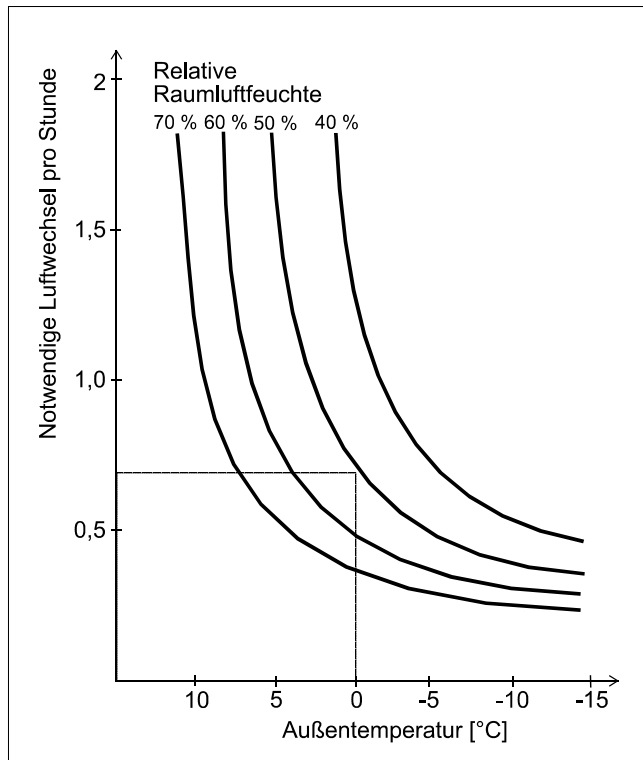
**Bild 1: Maximaler Wasserdampfgehalt (= 100 % relative Luftfeuchte) bei verschiedenen Temperaturen**



**Bild 2: Mollier-h-x-Diagramm**

## 5. Weglüften von Feuchtigkeit – jahreszeitlich unterschiedlich

Um den überschüssigen Wasserdampf aus der Wohnung zu entfernen, sind je nach Jahreszeit recht unterschiedliche Luftwechselraten erforderlich. Denn die Menge Wasserdampf, die mit einem kompletten Luftaustausch weggelüftet werden kann, hängt vom aktuell herrschenden Unterschied zwischen der absoluten Außen- und Innenluftfeuchte ab. Da im Winter die Außenluft selbst bei Regen, Schnee und Nebel wesentlich trockener als feuchte Raumluft ist, reicht auch in einer kleineren Etagenwohnung eine Luftwechselrate um 0,5/h, um die relative Innenluftfeuchte nicht über 50 % steigen zu lassen (siehe Bild 3).



**Bild 3: Notwendige Luftwechselrate zur Wasserdampfabfuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur (Rahmendaten: Relative Luftfeuchtigkeit außen = 100 %, Wasserdampfproduktion in der Wohnung 500 g/h = 12 kg/Tag, Etagenwohnung 75 m<sup>2</sup>)**

Bei Außentemperaturen oberhalb +5 °C steigt der Lüftungsbedarf jedoch stark an, da pro Luftwechsel immer weniger Dampf abgeführt werden kann.

Ein Beispiel: Bei +10 °C enthält Außenluft (mit 70 % relativer Feuchte) ca. 7 g/m<sup>3</sup> Wasserdampf. Aus einer 20 °C warmen Wohnung abgeführte Fortluft enthält (bei 50 % relativer Feuchte) 8,7 g/m<sup>3</sup> Wasserdampf, d. h. beim Lüften verlassen mit jedem Kubikmeter Luft 8,7 – 7 = 1,7 g Wasserdampf die Wohnung. Das bedeutet, dass bei relativ mildem Wetter ein 2 bis 3-mal höherer Luftwechsel erforderlich ist als an kalten Wintertagen (Vergleiche Beispiel unter Pkt. 4).

Kritisch und schadensträchtig sind insbesondere die milden Wintertage, da im Mauerwerk noch „der Frost steckt“ (Erdgeschoss, Keller). An den Innenseiten der Außenwände kann es dann an besonders gefährdeten Stellen zu Kondenswasserbildung kommen:

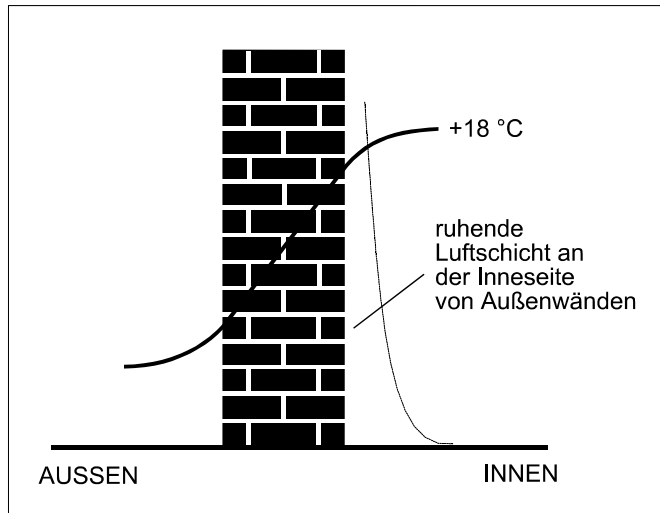
- Außenwandecken
- Fensterlaibung, Fensterbrett
- Deckenanschluss
- sonstige Kältebrücken
- schlecht hinterlüftete Außenwandbereiche, z.B. hinter schränken
- im kühlen Schlafzimmer
- im Keller und Erdgeschoss
- bei dickem Mauerwerk („Kältespeicher“)

- bei schlechter, lückenhafter Außenwandisolierung
- bei Raumluftfeuchte über 60 %

Schlechte Lüftung verstärkt in solchen Fällen die Kondenswasserbildung.

### Begründung

1. die ruhende Luftschicht kühlt sich an der Außenwand ab; Kondenswasser fällt aus.
2. Durch die mangelnde Frischluftzufuhr und die damit verbundene geringe Luftbewegung kann das Kondensatwasser nicht verdunsten.



**Bild 4: Temperaturprofil an der Außenwand eines Schlafzimmers**

Viele Menschen haben die Angewohnheit, erst kurz vor dem Schlafengehen die Tür zum „kalten“ Schlafraum zu öffnen, um ihn ein wenig aufzuwärmen. Das hat auf die Dauer fatale Folgen, denn die Raumluft aus wärmeren Wohn- und Aufenthaltsräumen enthält Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf, die sich an den kalten Wänden des Schlafraumes niederschlägt. Verstärkt wird diese Wirkung durch die Erhöhung der absoluten Luftfeuchtigkeit in Form von Ausdünstungen beim Menschen während des Schlafes; bei 2 Personen sind das ca. 600 g Wasser pro Nacht.

Die Folge sind feuchte Wände, Bauschäden und schließlich Schimmelpilz, die beim Schlafenden gesundheitliche Schäden zur Folge haben können. Bei einigen Schimmelpilzarten – sie fallen spätestens zu dem Zeitpunkt auf, wenn sie sich aufgrund veränderter Wachstumsbedingungen anfangen zu färben (von grün, schwarz, grau bis rot gelb etc.) – werden Zusammenhänge zu Erkrankungen der Lunge, sowie Allergien vermutet, da die Pilzsporen über die Luft auf die Haut und in die Atemwege gelangen können.

### Deswegen gilt:

- Der Schimmelpilz muss weg.
- Die Ursache für die Feuchtigkeitserscheinungen an den Wänden und Fenstern muss beseitigt werden.

### Ein Weg dazu:

- Angemessen heizen und lüften

Als hygienisch notwendig gilt ein Mindestluftwechsel bezogen auf das Raumluftvolumen in Abhängigkeit der Wohnungsgröße von ca. 0,5-fach bis 0,8-fach je Stunde.

### Literatur:

- [1] IWU – Hessische Energiespar-Information