



# ISOLAR<sup>®</sup> KOMPASS 02/17



## „RICHTIG LÜFTEN“ AUF DEN GRUND GEGANGEN.

Fenster sind die Augen eines jeden Hauses. Mit ihren Glasflächen sind sie verantwortlich dafür, dass die Bewohner von drinnen nach draußen sehen können und genügend Tageslicht in das Haus gelangt. In vielen Häusern – insbesondere in den meisten Wohnhäusern – leisten die Fenster aber noch mehr. Nur die Fenster und Türen kann man zum Lüften öffnen. Deshalb haben sie eine überragende Bedeutung für das Raumklima. Diese Ausgabe des ISOLAR<sup>®</sup> Kompasses zeigt, wie richtiges Lüften zu einem behaglichen Raumklima beiträgt und wie moderne Funktionsgläser dabei helfen.



## GESUND LEBEN MIT FRISCHER LUFT



Ein Mensch kann bis zu drei Wochen ohne Essen leben und bis zu drei Tagen ohne Trinken – aber nur wenige Minuten ohne Luft. Atemluft ist unser wichtigstes Lebensmittel. Zugleich verbringt ein Mensch mit der Lebensweise industrialisierter Länder mehr als zwei Drittel seines Lebens in geschlossenen Räumen. Verglichen mit dieser ungeheuren Bedeutung machen wir uns sehr wenig Gedanken über die Qualität unserer Raumluft.

**Seit 1977 sorgen Wärmeschutzverordnungen in Deutschland für den Verbrauch von weniger Heizenergie und für eine immer dichtere Gebäudehülle.**

Seitdem rücken die Energieverluste durch die Lüftung und somit auch das Nutzerverhalten immer weiter in den Blickpunkt. Konsequenterweise ist ein umfangreiches Regelwerk zur Raumbelüftung ein wesentlicher Bestandteil der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV). In ganz Europa gibt es ähnliche Gesetzeswerke.

Nicht nur Neubauten sind von den veränderten Einflüssen auf das Raumklima betroffen. Die Fassadendämmung mit Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) erhöht die Dichtigkeit der Gebäudehüllen beträchtlich. Auch beim Fenstertausch zur energetischen Ertüchtigung von Gebäuden werden meist undichte alte Fensterkonstruktionen und Fensteranschlüsse durch moderne dichte Fenster mit dichteren Fensteranschlüssen ersetzt.

Die Hauptaufgaben der Raumbelüftung sind bei aller Regulierung jedoch unverändert. Ausgeatmete Luft ist „verbraucht“. Mit den Emissionen von „flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)“ aus Wohntextilien und Druckern, Dunst aus Küche, Bad und WC sowie Tabakrauch reichert sich die Raumluft mit Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Feuchtigkeit, Keimen, Feinstaub usw. an. Diese unerwünschten und zum Teil gesundheitsgefährdenden Stoffe müssen durch Luftaustausch „herausgelüftet“ werden. Und die Belüftung von Wohn- und Arbeitsräumen dient stets der thermischen Behaglichkeit.

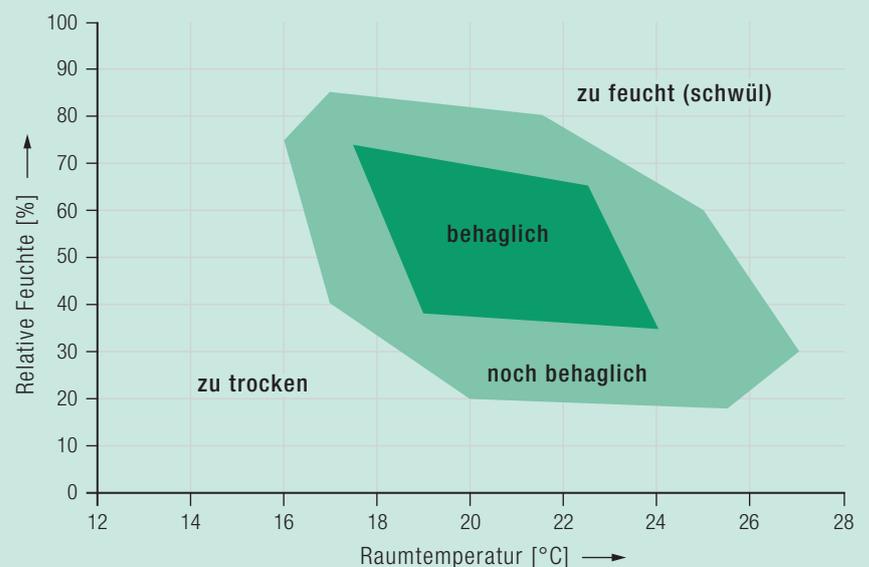
## DER ZENTRALE FACHBEGRIFF IST DIE „THERMISCHE BEHAGLICHKEIT“

„Thermische Behaglichkeit ist dann gegeben, wenn der Mensch Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung und Wärmestrahlung in seiner Umgebung als optimal empfindet und weder wärmere noch kältere, weder trockenere noch feuchtere Raumluft wünscht.“  
(DIN 1946-2: 1994)

„Das behagliche Raumklima“, in dem sich jeder Mensch wohlfühlt, gibt es nicht. Die Fachliteratur spricht stattdessen von „Behaglichkeitsfeldern“, in denen eine Vielzahl von Menschen mit dem Raumklima zufrieden ist. Betrachtet man für mehrere Einflussgrößen der „Thermischen Behaglichkeit“ die angenehmen Bereiche gleichzeitig, z. B. Lufttemperatur und Luftfeuchte, so gelangt man zu den grafischen Darstellungen, die in zahlreichen Studien und wissenschaftlichen Arbeiten publiziert sind.

Es ist die Aufgabe der Raumlüftung, Luftfeuchte und Raumtemperatur so zu regulieren, dass sie im Behaglichkeitsfeld bleiben oder wieder dorthin kommen.

BEHAGLICHKEITSFELD NACH FRANK



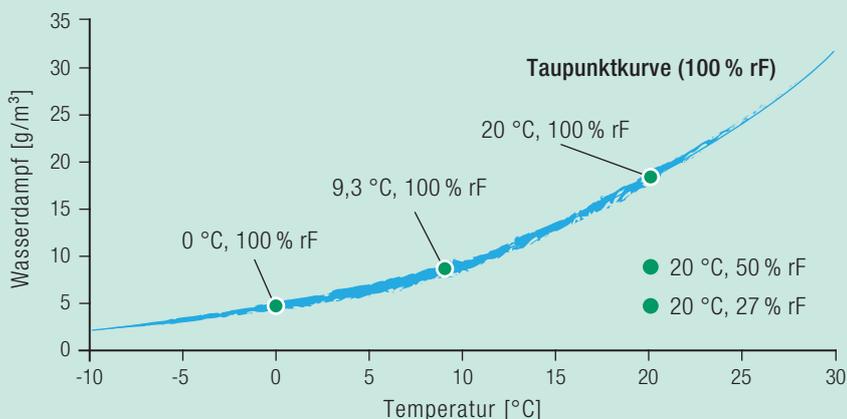
Wird die relative Luftfeuchte zu hoch oder zu niedrig und / oder die Lufttemperatur zu hoch oder niedrig, so verlässt man das Behaglichkeitsfeld.

Quelle: Frank, W. (1975), Berichte aus der Bauforschung – Raumklima und Thermische Behaglichkeit, Berlin-München-Düsseldorf, Ernst & Sohn KG.

## DIE RAUMNUTZUNG BESTIMMT DEN LÜFTUNGSBEDARF

### WASSERDAMPFGEHALT VON LUFT

Je wärmer Luft ist, desto mehr Wasser kann sie in Form von Luftfeuchte speichern.



### ERLÄUTERUNGEN ZUM DIAGRAMM „WASSERDAMPFGEHALT VON LUFT“

- Die blaue Linie (Taupunktcurve) für eine relative Luftfeuchte von 100 % gibt an, wie viel Wasser Luft speichern kann.
- Luft von 20 °C und 50 % relativer Luftfeuchte enthält nur halb so viel Wasserdampf wie Luft von 20 °C und 100 % relativer Luftfeuchte.
- Wird Luft von 0 °C mit einer relativen Luftfeuchte von 100 % auf 20 °C erwärmt, so beträgt ihre relative Luftfeuchte nur noch etwa 27 %.
- Wird Luft von 20 °C mit einer relativen Luftfeuchte von 50 % abgekühlt, so erreicht sie bei etwa 9,3 °C die Sättigungsgrenze. Darunter bildet sich Tauwasser.

Eine angemessene Raumbelüftung macht wenig Aufwand und verbraucht möglichst wenig Energie. Das erfordert grundsätzlich ein vollständiges Öffnen der Fenster, die sogenannte „Stoßlüftung“. Ein dauerhaftes Lüften mit Fenstern in Kippstellung sorgt weder für ausreichenden Luftaustausch noch erfüllt es den Wunsch nach wenig Energieverbrauch.

Der Lüftungsbedarf hängt grundsätzlich von der Raumnutzung ab. Bäder und Küchen sind „Feuchträume“ und werden am besten direkt nach dem Duschen oder Kochen gelüftet. Ein Öffnen der Türen hilft nur, wenn zugleich mehrere Fenster im Haus geöffnet werden (sog. „Querlüftung“). Sonst wird nur die Feuchte im Haus verteilt.

Auch Schlafräume sind im Hinblick auf die Raumlüftung Feuchträume. Der übliche Gewichtsverlust erwachsener Menschen während der Nacht von bis zu 1 kg entsteht durch Wasser, das mit der Atemluft ausgeatmet wird. Schlafräume sollten generell morgens gelüftet werden, weil die Feuchte so weniger Zeit hat, in die Wände zu ziehen. Lüften zu einem späteren Zeitpunkt benötigt je nach der Fähigkeit der Wände zur Aufnahme von Feuchte ein Mehrfaches an Zeit und Energie für den gleichen Effekt.

## RAUMLÜFTUNG DER JAHRESZEIT ANPASSEN



Zeitpunkt und Dauer für die wirksame Raumlüftung hängen vor allem von den Jahreszeiten ab, weil sich mit ihnen das Außenklima stark verändert. Es ist zu beachten, wie sich die Fähigkeit der Luft zur Aufnahme von Wasser mit der Temperatur verändert.

**Im Winter** ist die Raumluft stets deutlich wärmer als die Außenluft und kann deshalb viel mehr Wasser speichern. Bereits wenige Minuten Stoßlüftung, gerne mehrmals am Tag, senken die Luftfeuchte im Raum nachhaltig. Bei geöffneten Fenstern sollten die Heizkörper für den Zeitraum der Lüftung auf „0“ oder „\*“ (Frostschutz) stehen. Nach dem Duschen sind Spiegel, Kacheln und auch die Innenseiten der Fensterflächen im Bad bereits nach wenigen Minuten Stoßlüftung nicht mehr beschlagen. Verblüffend: Das alles gilt auch, wenn draußen Nebel herrscht, das heißt, die kalte Außenluft ist mit Wasser vollständig gesättigt. Auch dann wird im Winter immer Feuchte aus dem Raum hinausgelüftet.

Ein weiterer Vorteil kurzzeitiger Stoßlüftung im Winter: Die Luftfeuchte im Raum sinkt, ohne dass sich die Strahlungstemperatur der Wände stark verändert. Das ist zugleich ein wesentlicher Unterschied zur Dauerlüftung in Kippstellung, die für ein kräftiges Abkühlen der fensternahen Wandflächen sorgt.

**Im Sommer** ist das Verhältnis zwischen Raumtemperatur und Außentemperatur völlig anders. Dann sollten die Zeiten für die Raumlüftung möglichst so gewählt werden, dass es draußen kühler ist als drinnen, also während der Nacht oder am frühen Morgen. Durch Lüften im Tagesverlauf bekommt man zwar den Mief hinaus, nicht aber überflüssige Luftfeuchte. Das ist auch der Hintergrund dafür, dass neue Bürogebäude zunehmend mit Anlagen zur Nachtlüftung ausgestattet werden.



### REGELN ZUR WINTERLÜFTUNG

- Zum Lüften die Fenster immer weit öffnen (Stoßlüftung).
- Mehrmals täglich lüften.
- Wenige Minuten Lüftungsdauer reichen aus, z. B. 10 Minuten.
- Heizkörper beim Lüften abstellen.
- Schlafräume morgens lüften.

### REGELN ZUR SOMMERLÜFTUNG

- Zum Lüften die Fenster weit öffnen (Stoßlüftung).
- Wenn möglich, mehrmals täglich lüften.
- Lüftungsdauer nach Bedarf wählen.
- Bevorzugt nachts oder am frühen Morgen lüften, wenn die Außentemperatur niedrig ist.
- Zur Kühlung reicht auch Nachtlüftung in Kippstellung aus.



## FUNKTIONSGLAS STEIGERT DIE BEHAGLICHKEIT

### ZUGERSCHEINUNGEN

Im Allgemeinen wird ein Raum als behaglich empfunden, wenn die Differenz zwischen

- Wandoberflächentemperatur und Raumluft weniger als 4 °C,
- den Temperaturen von Fuß- bis Kopfhöhe weniger als 3 °C,
- Temperaturen verschiedener Raumflächen (Strahlungsasymmetrie) weniger als 5 °C

beträgt.

(Quelle: [www.bosy-online.de](http://www.bosy-online.de))

Höhere Temperaturdifferenzen führen zu subjektiv als unangenehm empfundenen Zugerscheinungen.

Gute Lüftung trägt durch Frischluft zur Behaglichkeit bei. Allerdings gibt es noch weitere Faktoren, die das Wohlbefinden in einem Raum beeinflussen. Die Strahlungstemperaturen der Wandflächen haben beispielsweise erheblichen Einfluss auf die Behaglichkeit. In der Nähe kalter Oberflächen wird die Raumluft ebenfalls als kälter empfunden. Der Fachbegriff dazu lautet „Strahlungsasymmetrie“.

**Unangenehme Zugerscheinungen sind die Folge, wenn die Temperaturdifferenz zwischen einer kalten Oberfläche (z. B. Fensterfläche) und der Raumluft oder zwischen verschiedenen Wandflächen zu groß wird.**

Moderne Fenster mit Wärmedämmglas sorgen für Oberflächentemperaturen der Fensterflächen, die solche Zugerscheinungen verringern bzw. vermeiden. Als Grundregel gilt: Je kleiner der  $U_g$ -Wert eines Isolierglases ist, desto wärmer ist bei sonst gleichen Randbedingungen die raumseitige Scheibe. Die Scheibentemperatur lässt sich näherungsweise mit einer einfachen Faustformel berechnen. Mit Hilfe dieser Faustformel lässt sich für Fensterflächen mit Einfachglas sogar zeigen, wann Eisblumen auf der Raumseite möglich sind.

Bei einem Raumklima, dessen Lufttemperatur und Luftfeuchte im Zentrum des Behaglichkeitsfeldes sind (z. B.  $T_i = 20$  °C und  $rF = 50$  %), liegen die mit der Faustformel ermittelten raumseitigen Scheibentemperaturen sowohl für modernes Zweifach- als auch Dreifach-Wärmedämmglas bei „normalen“ winterlichen Außentemperaturen (z. B.  $T_e = -5$  °C oder  $T_e = -15$  °C) in einem Bereich, in dem es keine Zugerscheinungen mehr geben sollte.

Zu diesem Raumklima gehört eine Taupunkttemperatur von etwa 9,3 °C. Gibt es im Raum Oberflächen mit einer geringeren Temperatur, so bildet sich dort Tauwasser. Dieser Zusammenhang ist die einfache Erklärung dafür, warum bei der Beurteilung von Baukonstruktionen der sogenannten „10 °C Isothermen“ so viel Aufmerksamkeit gewidmet wird. Eine noch höhere Luftfeuchte bewirkt, dass sich Tauwasser schon bei höheren Oberflächentemperaturen bilden kann. Mögliche negative Folgen bei langfristigem Tauwasserbefall sind Schimmelpilze und Sporen in der Raumluft.



Es ist die Aufgabe der winterlichen Lüftung, genau dies zu verhindern.

Tauwasser auf der Raumseite von Wärmedämmglas bildet sich im Winter bevorzugt im Bad am Isolierglasrand. Hier ist es ein Beleg für die hohe Luftfeuchte und die Notwendigkeit zur Lüftung. Tauwasser am Isolierglasrand zeigt in Schlaf- und Wohnräumen eine zu hohe Luftfeuchte an und fordert zum Lüften auf. Bei Tauwasser sogar in der Fläche der inneren Scheibe sollte eine Prüfung der Funktionsfähigkeit des Wärmedämmglases erfolgen, die ISOLAR® Partner beraten Sie dazu gerne. Darüber hinaus sollte aber auch eine grundsätzliche Klärung der Ursache für die zu hohe Luftfeuchtigkeit in Erwägung gezogen werden.

### ÜBER SCHEIBENTEMPERATUREN

Je kleiner der  $U_g$ -Wert eines Isolierglases ist, desto höher ist im Winter die Temperatur der Innenscheibe. Die Temperatur der Innenscheibe von Isolierglas lässt sich mit einer einfachen Faustformel abschätzen:

$$T_{gi} = T_i + U_g \frac{T_e - T_i}{h_i}$$

$T_{gi}$ : Glastemperatur Innenscheibe [°C]  
 $T_i$ : Raumtemperatur [°C]  
 $T_e$ : Außentemperatur [°C]  
 $U_g$ : U-Wert des Isolierglases [W/m<sup>2</sup>K]  
 $h_i$ : Wärmeübergangskoeffizient innen, 8 W/m<sup>2</sup>K

Bei einer Raumtemperatur von 20 °C und einer Außentemperatur von -5 °C wird so bei Zweifach-Wärmedämmglas ( $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) eine Temperatur der Innenscheibe von  $T_{gi} = 16,6 \text{ °C}$  errechnet. Bei Dreifach-Wärmedämmglas ( $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ist  $T_{gi} = 18,4 \text{ °C}$ .

WIR BERATEN SIE GERN.

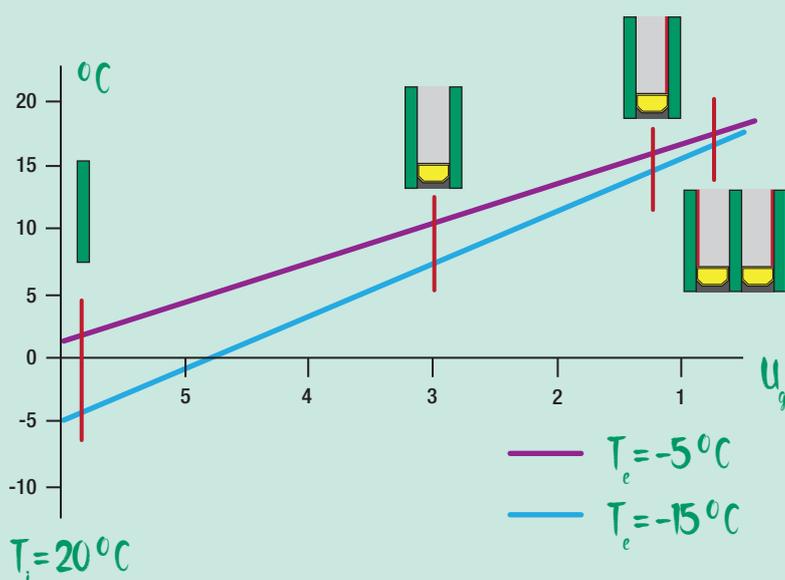
Die ISOLAR® GLAS Gruppe ist Ihr kompetenter Partner in Sachen Glas.  
Wir machen aus Ihren Wünschen klare Lösungen. Fragen Sie uns.



## BAUFEUCHTE ABLÜFTEN

Der Kondensatfleck im Zentrum der großflächigen Isolierglaseinheit zeigt die sehr hohe Luftfeuchte im unbeheizten Neubau an. Das winterliche Ablüften der Baufeuchte ist ein Sonderfall der Winterlüftung. Dauerlüftung und kalte Raumluft entziehen den Wänden langsam die Baufeuchte. Der Entzug der Baufeuchte ist wichtig als Grundlage für ein gesundes Raumklima bei der späteren Nutzung. Bei nicht ausreichendem Entzug der Baufeuchte vor dem Bezug sind spätere Schäden bis hin zur Schimmelbildung vorprogrammiert.

### GRAFIK ZUR FAUSTFORMEL FÜR SCHEIBENTEMPERATUREN



Temperaturen der Innenseibe bei Außentemperaturen  $T_e = -5\text{ °C}$  und  $T_e = -15\text{ °C}$ : Bei  $T_e = -15\text{ °C}$  ist ein Einfachglas kälter als  $0\text{ °C}$ , dann können sich Eisblumen auf der Innenseite bilden.

### IMPRESSUM

Der ISOLAR® Kompass ist ein Produkt der ISOLAR GLAS Beratung GmbH.

Verantwortlicher Redakteur:  
Dr. Klaus Huntebrinker

Der ISOLAR® Kompass behandelt Themen, die unsere Kunden und die Branche bewegen. Wenn Sie selbst Vorschläge für ein Thema haben, schreiben Sie uns an [kompass@isolar.de](mailto:kompass@isolar.de) oder kontaktieren Sie Ihren ISOLAR® Partner vor Ort.

Herausgeber:  
ISOLAR GLAS Beratung GmbH  
Auf der Mauer 13  
55481 Kirchberg  
Tel.: +49 (0) 6763 521  
[www.isolar.de](http://www.isolar.de)  
Geschäftsführer: Dr. Klaus Huntebrinker  
Vorsitzender des Aufsichtsrates:  
Hans-Joachim Arnold  
Ausgabe: 02/2017