

... DIE ERMITTLUNG EINER LÜFTUNGSGEIZLAST

Tief durchatmen



Bild: Zurijeta / thinkstock

Du willst frische Luft atmen. Damit die im Winter auch angenehm warm ist, berücksichtigt der Anlagenmechaniker den Mindestluftwechsel

Natürlich brauchen wir die Luft zum Atmen. Etwa 7,5 l tauschen wir Menschen in Ruhe pro Minute aus, um uns wohl zu fühlen. Was das mit einer Heizungsanlage und deshalb mit dem Job des Anlagenmechanikers zu tun hat, erläutern wir ausführlich in diesem Bericht.

Bei jedem Einatmen ziehen wir Menschen 78 % Stickstoff (N) und 21 % Sauerstoff (O₂) in unsere Lungenbläschen. In der Luft enthalten ist bereits ein kleiner Anteil an Kohlendioxid (CO₂) von nur 0,04 %. Beim Ausatmen hat sich die Zusammensetzung der Luft selbstverständlich verändert. Den Stickstoff geben wir ungenutzt wieder ab. Vom Sauerstoff behalten wir eine Portion und reduzieren daher den Anteil von 21 auf 17 %. Diese 17 % reichen sogar aus, um jemanden, der nicht mehr selbstständig Luft holen kann, durch Beatmung notdürftig zu versorgen. Aber auf Dauer wirkt es nicht gerade erfrischend mit diesem geringen Anteil auskommen zu müssen. Ein weiterer Effekt des Ausatmens kommt nämlich noch hinzu. Wir reichern beim Ausatmen die Luft mit CO₂ an. Der Wert steigt von 0,04 auf ganze 4 %. Würden wir in eine über den Kopf gezogene Plastiktüte atmen, hätten wir beim ersten kompletten Atemzug den Vergleichswert einer Beatmung und bei weiteren Atemzügen



eine zunehmende Verschlechterung der Luftqualität. Wir würden bereits nach wenigen Atemzügen be-

sinnungslos und würden

bei fortgesetzter Atmung in eine Tüte ersticken. Handelt es sich jedoch um einen Raum, in dem wir atmen, so reicht uns meistens der Sauerstoffanteil zum Überleben. Dies liegt daran, dass die Räume, in denen wir gewöhnlich atmen, nicht luftdicht sind. Seit Jahrtausenden bauen wir nämlich keine luftdichten Behausungen, u. a. weil wir sonst ersticken würden.

ERSTE GEDANKENGÄNGE

Nehmen wir an, Sie setzen sich mit drei guten Freunden in einen winzigen Raum von 4 m² Grundfläche und 2 m lichter Höhe, der luftdicht nach außen verschlossen ist. Das Volumen des Raumes beträgt dann logischerweise 8 m³. Sie atmen zu viert vor sich hin und versuchen festzustellen, ob es einen Unterschied gibt zwischen einer Plastiktüte über dem Kopf und diesem Raum.

Schon nach wenigen Minuten würden Ihre Gedanken trübe und Sie könnten das Experiment beenden mit der Erkenntnis, dass der luftdichte Raum tatsächlich ähnliche Auswirkungen auf Ihr Atmen, Denken und Leben hat wie die Plastiktüte über Ihrem Kopf.

Klar, wenn kein Sauerstoff aus der Umgebung den bereits weggeatmeten Anteil ersetzt, und gleichzeitig der Kohlendioxidanteil zunimmt, wird es unmöglich Frische zu atmen. Wir brauchen also zwingend Sauerstoff aus der Umgebung, um zu überleben und gesund zu bleiben.

WEITERE GRÜNDE FÜR FRISCHLUFT

Ein Mensch atmet, zusammen mit den bereits genannten Gasen, auch Feuchte aus. Das sieht man insbesondere im Winter, wenn diese Feuchte sich als feiner Nebel beim Ausatmen zeigt. Brillenträger hauchen ihre Gläser gerne an, um mit der sich niederschlagenden Feuchte und einem Tuch eine Reinigung durchzuführen. Und auch sonst geben wir Menschen Feuchte ab. Besonders nachts schwitzen wir und die räumliche Umgebung wird mit dieser Feuchte angereichert.

Nebenbei wird noch im Haushalt gekocht. Die Feuchte muss ebenfalls irgendwo bleiben. Das zumeist tägliche Duschbad und die anfallende Wäsche sorgt für weiteren Wassereintrag, den man dann schon insgesamt als Feuchtelast bezeichnen muss.

Auch diese Durchfeuchtungseffekte würden einem absolut dichten Raum oder einem luftdichten Haus ohne Austausch mit der Umgebung ordentlich zusetzen.

Den üblicherweise undichten Häusern hat das jahrhundertlang nichts ausgemacht. Erst die Behausungen der neuesten Generation werfen Probleme mit diesen Phänomenen auf.



Diesen Selbstversuch mit Tüte sollte man nur unter vertrauter Aufsicht durchführen. Man erkennt sehr schnell, dass nur wenige Atemzüge verbrauchter Luft erträglich sind. Vorsicht und nicht übertreiben!

Erhöhte Feuchte kann zu Schimmel führen. Besonders an den Außenwänden schlägt dieser sich nieder. Diese Wände sind nämlich oft Kältebrücken und lassen daher die Feuchte kondensieren. Der entstehende Schimmel kann durchaus auch gesundheitsgefährdend sein.

Also wird einerseits der Verbrauch an Sauerstoff und die Zunahme an Kohlendioxid in der Luft einen Luftwechsel notwendig erscheinen lassen. Andererseits ist die Zunahme der Feuchte ein triftiger Grund für das Lüften von Wohnraum.

RECHNERISCHE BERÜCKSICHTIGUNG

Diese beschriebenen Umstände hat die **Heizlastberechnung der DIN EN 12831** bereits berücksichtigt. In dieser Norm geht man davon aus, dass man pro Stunde zumindest das halbe Raumvolumen austauschen sollte, umgangssprachlich also lüftet. Dabei hat man den Raum allerdings nicht mit einer bestimmten Personenanzahl bestückt. Ein riesiger Ballsaal mit nur einer Person würde genauso mit der rechnerischen Luftwechselrate gerechnet wie der 4 m²-Raum, in dem Sie eben gedanklich mit Ihren Freunden gehockt und geatmet haben. Aber tatsächlich hat sich diese Herangehensweise für einfache Wohnräume als sinnvoll erwiesen. In einem Kinosaal oder Theater werden hingegen andere Maßstäbe angesetzt.

Wir bleiben beim klassischen Wohnraum und einem Beispiel: Ein Raum mit 20 m² Grundfläche und einer lichten Raumhöhe von 2,5 m soll lüftungsseitig nach DIN EN 12831 eingeschätzt



Menschen atmen, wie man in kalter Umgebung erkennen kann, feuchte Luft aus

werden. Welcher Luftvolumenstrom wird mindestens angesetzt?

$$\dot{V}_{\min,i} = n_{\min} \cdot V_i$$

$$\dot{V}_{\min,i} = \text{Mindestluftwechsel in m}^3/\text{h}$$

$$n_{\min} = \text{Mindestluftwechselrate in h}^{-1}$$

$$V_i = \text{Volumen des betrachteten Raumes in m}^3$$

Eingesetzt gilt:

$$n_{\min} = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$V_i = 20 \text{ m}^2 \cdot 2,5 \text{ m} = 50 \text{ m}^3$$

$$\dot{V}_{\min,i} = 0,5 \text{ h}^{-1} \cdot 50 \text{ m}^3 = 25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Es wird also mindestens ein Luftvolumenstrom von 25 m³/h angesetzt.

Man stellt sich dann noch die Frage, was man mit diesen 25 m³/h wohl anfangen soll in Bezug auf einen **Wärmeerzeuger** oder eine Heizfläche wie **Heizkörper** oder **Fußbodenheizung**? Ganz einfach: Dieses Volumen von 25 m³ sollte jeweils in dem Raum durch die Heizfläche auch aufgeheizt werden können. Und diese Aufheizung der Luft innerhalb einer Stunde soll nicht nur bei herbstlichen 5 °C funktionieren, sondern im sogenannten Auslegungsfall, also beispielsweise bei -10 °C. Die angestrebte Erwärmung erfolgt natürlich immer rechnerisch auf die Raumtemperatur des betrachteten Raumes. Das bedeutet meistens also auf 20 °C.

Um also diese Anforderungen insgesamt zu erfüllen, ergibt sich folgende Formel der DIN EN 12831:

$$\Phi_{v,i} = \dot{V}_i \cdot c_p \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e)$$

QUELLEN VON WASSERDAMPF

Quelle	Wasserdampf in Gramm
Schlafende Person	40 – 50 pro Stunde
Person mit leichter Tätigkeit	90 pro Stunde
Person mit schwerer Tätigkeit	175 pro Stunde
Pflanzen	7 – 20 pro Stunde
Wannenbad	1100 pro Bad
Duschbad	1700 pro Bad
Kochen / Braten	400 – 900 pro Stunde
Geschirrspülmaschine	200 pro Spülgang
Waschmaschine	200 – 350 pro Waschgang
Wäsche trocknen	50 – 200 pro Stunde

Diese Formel sieht nur aufgrund der Formelzeichen und der Anzahl an Zeichen kompliziert aus. Schauen wir daher, was man alles reduzieren kann:

$\Phi_{V,i}$ = Lüftungsheizlast in Watt [W]

\dot{V}_i = der ausgerechnete Volumenstrom in m^3/h

c_p = spezifische Wärmekapazität von Luft = $0,34 \text{ Wh}/(m^3K)$

$(\theta_{\text{int},i} - \theta_e)$ = Temperaturdifferenz zwischen innen und außen in Kelvin [K]

Für das Beispiel bedeutet diese Vorgabe dann:

Letztlich bleibt für die Verhältnisse

$$\Phi_{V,i} = 25m^3/h \cdot 0,34Wh/(m^3K) \cdot (20^\circ C - -10^\circ C)$$

$$\Phi_{V,i} = 25m^3/h \cdot 0,34Wh/(m^3K) \cdot 30K$$

$$\Phi_{V,i} = 255 \text{ W}$$

Ausgesprochen bedeutet das Ergebnis für diesen Raum mit $50m^3$ Rauminhalt und einen Mindestluftwechsel von $25m^3/h$, dass eine Heizleistung 255 W notwendig sein wird, um bei $-10^\circ C$ die Luft auf $20^\circ C$ aufzuheizen.

IST DAS ALLES?

Bei einem modernen Gebäude ergibt sich dieser Wert für den Mindestluftwechsel ebenso wie bei einem Altbau. Fakt ist aber, dass moderne Gebäude mittlerweile immer dichter gebaut werden und alte Gebäude teilweise sehr undicht waren und zum Teil noch sind. Es gibt also auch einen rechnerischen Ansatz, um die tatsächlichen dichten oder undichten Verhältnisse als Ausgangslage annehmen zu können. Dabei geht es um die sogenannte Infiltration. Was sich anhört wie aus einem

Spionagefilm, bezeichnet einfach die Bewertung der eindringenden Luft in ein Gebäude durch Undichtigkeiten. Auf diese Bewertung wird in diesem Bericht nicht im Detail eingegangen. Um das Ganze zu verstehen, reicht aus, dass folgende Zusammenhänge eine Rolle spielen:

EINFLUSS AUF INFILTRATION

- Lage des Gebäudes (ungeschützt auf einem Bergkamm oder geduckt und windgeschützt zwischen Hochhäusern)
- Dichtheit des Gebäudes (eher löchrig wie ein Schweizer Käse oder dicht wie ein Neoprenanzug)
- Höhenlage des Raumes (im Erdgeschoss oder oben im Penthaus auf einem Wolkenkratzer)

Aus den aufgezeigten Einflüssen ergibt sich ebenso ein Volumenstrom, aus dem eine Lüftungsheizlast resultiert. Und jetzt kommt es: Diese Lüftungsheizlast aus Infiltration wird nicht etwa aufaddiert auf die Heizlast aus dem Mindestluftwechsel, sondern alternativ dazu verwendet.



Zu viel Feuchte in dichten Räumen kann zu erheblichen Problemen mit Schimmelbefall führen

AUSATMEN VON KOHLENDIOXID

Aktivität	Ausgeatmetes Kohlendioxid (Liter/Stunde)	Notwendige Menge an Frischluft (m ³ /Stunde)
Schlafen / Ruhe	10 – 13	17 – 21
Lesen / Fernsehen	12 – 16	20 – 26
Schreibtischarbeit	19 – 26	32 – 42
Hausarbeit	32 – 43	55 – 72
Schwere handwerkliche Tätigkeit	55 – 75	90 – 130

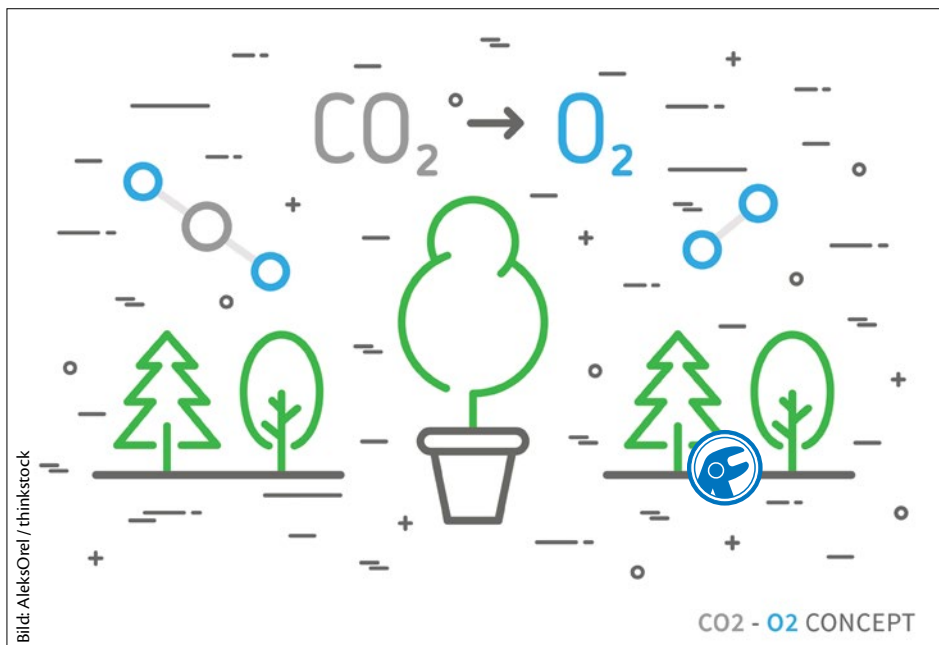
Zwei Beispiele verdeutlichen diese Zusammenhänge:

– Der Mindestluftwechsel ist größer als der Luftwechsel aus Infiltration.

Die Folge ist, dass der Heizkörper nur die Heizlast für den Mindestluftwechsel abdecken muss. Wenn niemand lüftet, weil sich vielleicht niemand im Raum aufhält, kann der Luftwechsel durch Undichtigkeiten ja allemal kompensiert werden.

– Der Mindestluftwechsel ist kleiner als der Luftwechsel aus Infiltration.

Die Folge ist, dass nur der Luftwechsel für Infiltration angesetzt wird. Denn theoretisch braucht ja niemand mehr zu lüften, da es ohnehin zieht wie Hechtsuppe und die Luft ausgetauscht wird, selbst wenn niemand lüftet.



Unter anderem sorgen Pflanzen für eine Regeneration der Umgebungsluft. Dabei wird Kohlendioxid wieder zu Sauerstoff reduziert

Also, es wird entweder der Mindestluftwechsel angesetzt oder Luftwechsel aus Infiltration. Moderne Gebäude sind notwendigerweise so dicht gebaut, dass mittlerweile meistens nur noch der Mindestluftwechsel zum Tragen kommt. Die Infiltration bildet regelmäßig den kleineren der beiden miteinander zu vergleichenden Werte.



DICTIONARY

Sauerstoff	=	oxygen
Stickstoff	=	nitrogen
Kohlendioxid	=	carbon dioxide
Luftwechsel	=	air renewal

WAS IST BEI ZWANGSLÜFTUNG?

Es ist absehbar, dass bei sehr dichten Gebäudehüllen ohne entsprechendes Lüften nichts mehr geht. Realistisch ist auch, dass Häuslebauer, die uns als Anlagenmechaniker beauftragen eine funktionsfähige und sparsame Heizung zu installieren, nicht immer den ganzen Tag zuhause sind und folglich auch nicht die Fenster entsprechend lange aufstehen lassen werden. Die Folgen sind zumindest in deutschen Schlafzimmern, Bädern und Küchen, also Räumen

mit hohem Feuchteanfall der Kampf mit schlechter und eben zu feuchter Luft. Würde man jetzt einfach einen Ventilator in die Außenwand einsetzen und schnurren lassen, wäre das etwas absurd. Denn warum sollte man denn dann wohl vorher die Fenster und andere Bauteile schön dicht gemacht haben, wenn man dann an anderer Stelle wieder alles zunichtet. Dann hätte man ja gleich die Gummidichtung aus den Fenstern herausknibbeln können oder uralte, undichte Fenster einbauen können.

Also kommt für moderne Häuser eine **☞ Lüftung mit Wärmerückgewinnung** zum Einsatz. Je nach System können durch entsprechende Wärmetauscher um die

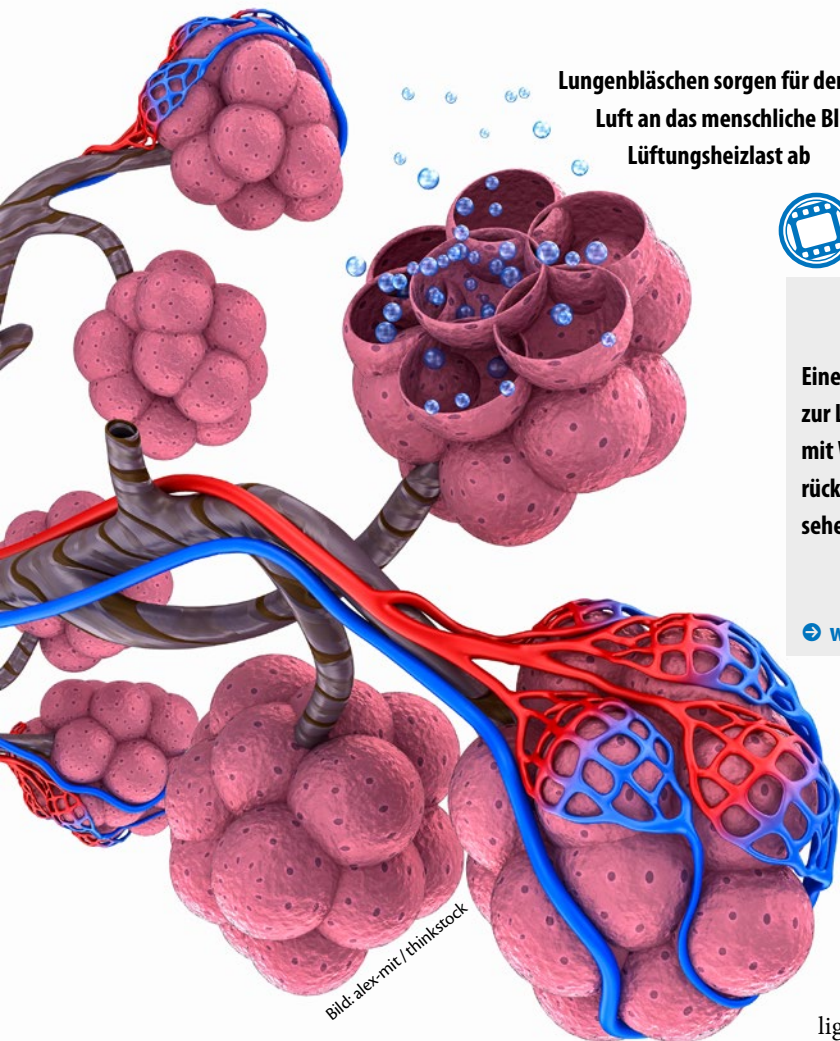
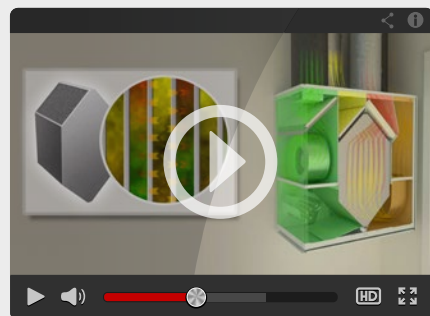


Bild: alex-mir / thinkstock



FILM ZUM THEMA

Einen Film zur Lüftung mit Wärmerückgewinnung sehen Sie hier:



www.sbz-monteur.de → Das Heft → Filme zum Heft

FAZIT UND ZUSAMMENFASSUNG

Die Berechnung der Lüftungsheizlast ist sehr einfach, wenn man den Volumenstrom kennt. Meistens handelt es sich in modernen, dichten Gebäuden um den Mindestluftwechsel, also eine Wechselrate von 0,5 pro Stunde. Will man diese Luft nicht komplett durch den Wärmeerzeuger und letztlich die Heizfläche in dem jeweiligen Raum erwärmen, geht das nur mittels Wärmerückgewinnung innerhalb einer raumlufttechnischen Anlage. Ob sich eine solche Anlage in Anschaffung und Betrieb rechnet, hängt von vielen Faktoren ab. ■

80 % der Wärme aus der Abluft zurückgewonnen werden. Im Auslegungsfall wären also im eben genannten und berechneten Raum eine Rückgewinnung in einer Größenordnung von $0,8 \times 255 \text{ W} = 204 \text{ W}$ möglich. Der Heizkörper in diesem Raum müsste bei einer Außentemperatur von -10°C folglich nur noch 51 W für die Lüftungsheizlast erbringen.

Bei wärmeren Außentemperaturen wäre der Einspar-effekt entsprechend geringer. Es ist also eine Frage des Anspruchs, den man an sein Haus und das Wohnklima stellt, ob sich eine Raumlufttechnische Anlage mit Wärmerückgewinnung lohnt. In neu zu errichtenden Mehrfamilienhäusern wird man daran wohl nicht vorbeikommen. Der sparsame Mieter in seiner zeitgemäßen Mietwohnung wird nicht bereit sein, die Energiekosten zu tragen und gleichzeitig ausreichend von Hand zu lüften.

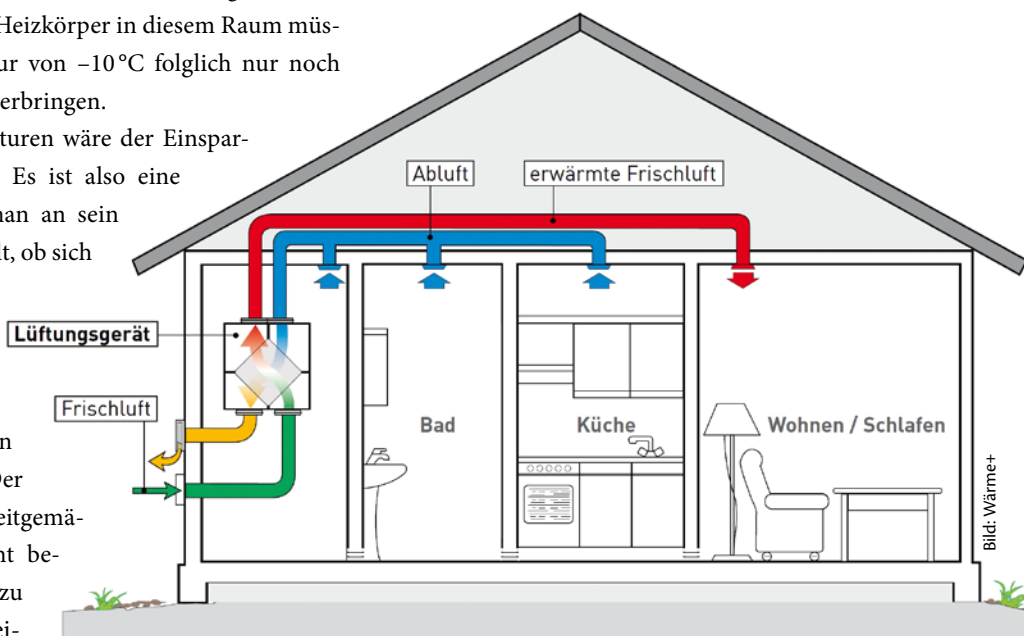


Bild: Wärmer+

Das Prinzip der kontrollierten Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung