

Anmerkungen zum Beitrag in MGT 10/2017

Umluft als energetischer Lösungsansatz – auch für Wohnungslüftung?

Die Planung der Wohnungslüftung ist national nach DIN 1946 Teil 6 geregelt. Die Verwendung von Umluft in Wohnungen oder vergleichbaren Nutzungseinheiten ist in der noch aktuellen Ausgabe vom Mai 2009 nur als rauminterne „Sekundärluft“ vorgesehen. Der Verfasser dieses Beitrags /1/ regt mit Hinweis auf den unbedenklichen Einsatz von Umluft in Operationssälen deren Einsatz auch in Wohnungen an, um damit deren Energiebedarf reduzieren zu können. Ob und wenn ja in welchen Anwendungsfällen das sinnvoll und auch mit einem Energieeinspareffekt verbunden sein könnte, soll im Folgenden diskutiert werden.

Anforderungen an die Wohnungslüftung

Die Lüftung von Wohnungen ist vor allem notwendig für den Abtransport von Raumluft- und Bauwerksfeuchtigkeit sowie für die Reduktion des Gehalts der Raumluft an Schad- und Geruchsstoffen. Dafür muss möglichst gering belastete Außenluft in die Wohnungen ein- und nach Lastaufnahme als Ab-/Fortluft wieder ausströmen können. Die dafür benötigten Antriebskräfte können natürlicher Art sein (Windkraft und/oder thermischer Auftrieb) oder werden mittels Maschinenkraft (Ventilatoren) erzeugt. In beiden Lüftungs-Systemfällen (freie Lüftung oder ventilatorgestützte Lüftung, wobei nur Letztere hier von Belang ist) muss während der Heizperiode die Außenluft auf Raumlufttemperatur erwärmt werden, was einen Heizwärmebedarf $Q_{H,L}$ zur Folge hat. Diesen so gering wie möglich zu halten, ist nicht nur im Sinne der Nutzer, sondern auch eines der erklärten Ziele der Energieeinsparverordnung (EnEV). Welche Möglichkeiten es dafür gibt, lässt sich aus der folgenden Gleichung für den Heizwärmebedarf ableiten /2/:

$$Q_{H,L} = (\rho \cdot c_p)_L \cdot q_{v,au} (1 - \eta_{WRG}) \cdot (\Theta_i - \Theta_{au,mi}) \cdot z_d = (\rho \cdot c_p)_L \cdot q_{v,au} (1 - \eta_{WRG}) \cdot Gt \quad (1)$$

mit

$(\rho \cdot c_p)_L$ Produkt aus Dichte und spezifischer Wärmekapazität von Luft in Wh/(m³/h)

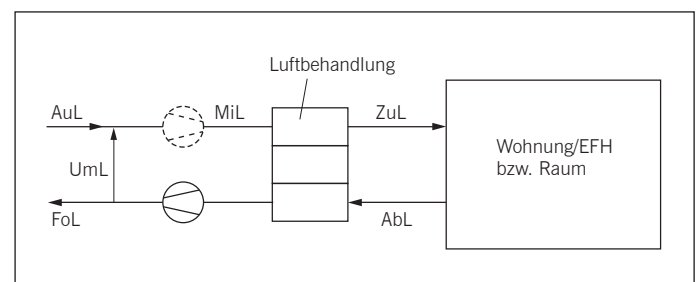
$q_{v,au}$ Außenluftvolumenstrom aus Luftförderung und Infiltration in m³/h

η_{WRG} Grad der real nutzbaren Wärmerückgewinnung
 $(\Theta_i - \Theta_{au,mi})$ mittlere Differenz zwischen Raum- und Außentemperatur in K

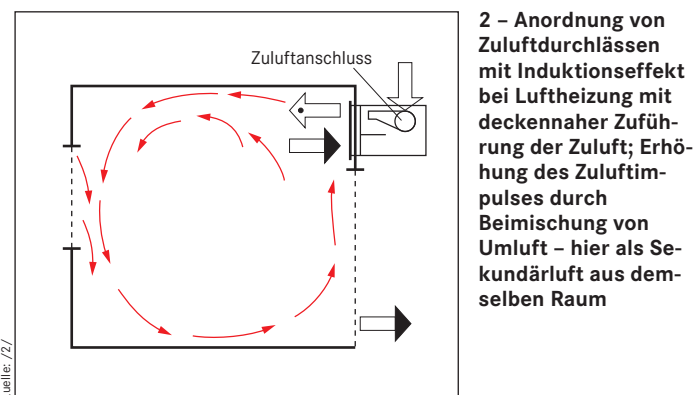
z_d Anzahl der Heizztage pro Heizperiode

Gt Gradtagszahl in K · d

Der Heizwärmebedarf wird nach Gl. (1) umso geringer sein, je weniger Außenluft in die Wohnung gelangt, je kleiner die Raumlufttemperatur ist und an je weniger Tagen im Jahr geheizt werden muss. Werden Systeme mit Wärmerückgewinnung verwandt, spielt auch noch die Größe des Wärmerückgewinnungsgrads eine Rolle.



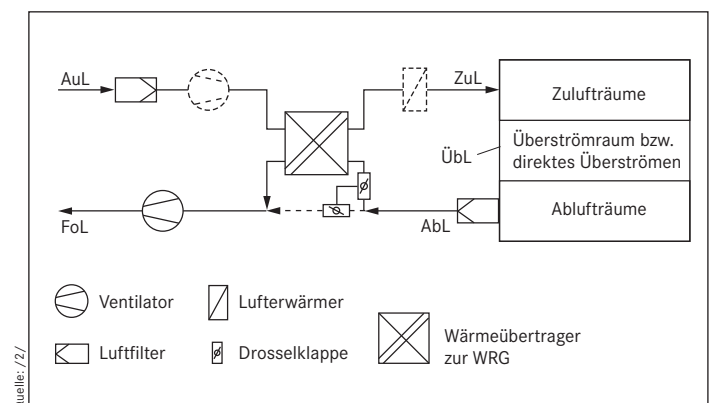
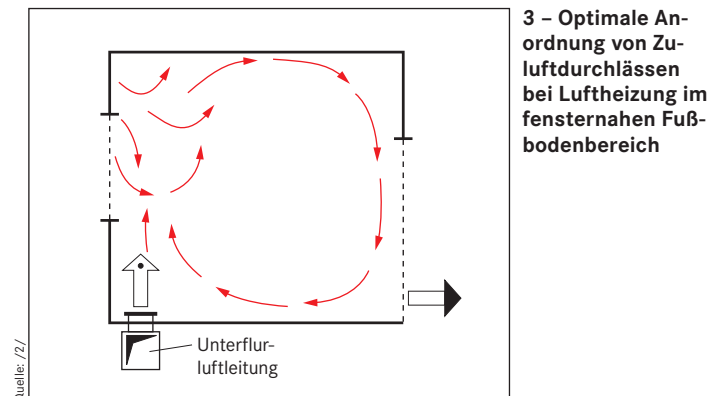
1 – Umluftbetrieb im Wohnungsbau



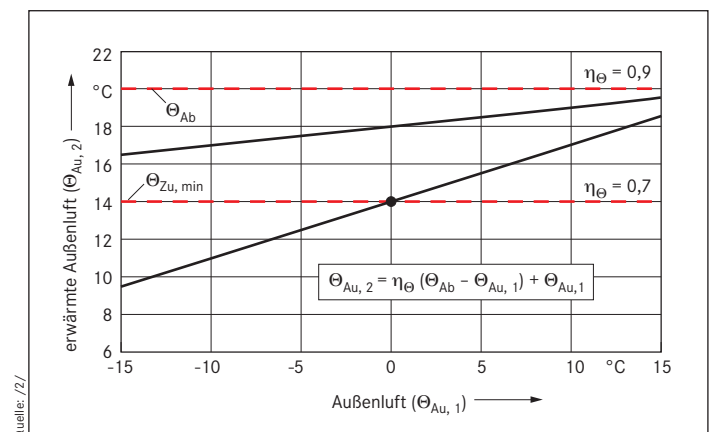
Geht man davon aus, dass die (Mindest-)Raumtemperaturen aus Behaglichkeits- und bauphysikalischen Gründen sowie die Gradtagszahl Gt (abhängig von der Güte der Wärmedämmung und Speicherfähigkeit des Bauwerks) und die Luftdichtheit des Gebäudes (maßgeblicher Faktor für die Größe der Außenluft-Infiltration) aus bautechnischen Gründen weitestgehend vorgegeben und damit nicht mehr veränderlich sind, blieben als potenzielle Einsparfaktoren für den lüftungstechnisch bedingten Heizwärmebedarf nur noch die Verringerung der zuzuführenden Außenluftmenge und der Einsatz von Systemen mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft.

Außenluftbedarf von Wohnungen

Nach DIN 1946-6 wird der Außenluftbedarf für Wohnungen bekanntlich in die folgenden vier lastabhängigen Lüftungsstufen untergliedert:



4 – Schaltschema einer Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung nach DIN 1946-6



5 – Erwärmung der Außenluft durch Wärmerückgewinnung mit $0,7 \leq \eta_0 \leq 0,9$

Lüftung zum Feuchteschutz (FL)

„Notwendige Lüftung zur Sicherstellung des Bautenschutzes (Feuchte) unter üblichen Nutzungsbedingungen bei teilweise reduzierten Feuchtelasten – z. B. zeitweilige Abwesenheit der Nutzer und kein Wäschetrocknen in der Nutzungseinheit“

Reduzierte Lüftung (RL)

„Notwendige Lüftung zur Sicherstellung der hygienischen Mindestanforderungen sowie des Bautenschutzes (Feuchte) unter üblichen Nutzungsbedingungen bei teilweise reduzierten Feuchte- und Stofflasten – z. B. infolge zeitweiliger Abwesenheit von Nutzern“

Nennlüftung (NL)

„Notwendige Lüftung zur Sicherstellung der hygienischen Anforderungen sowie des Bautenschutzes bei Anwesenheit der Nutzer (Normalbetrieb)“

Intensivlüftung (IL)

„Zeitweilig notwendige Lüftung mit erhöhtem Luftvolumenstrom zum Abbau von Lastspitzen (Lastbetrieb)“

Dabei „entspricht die zeitliche Mittelung der definierten Lüftungsstufen über den Bilanzzeitraum dem nach EnEV § 6 definierten, zum Zweck der Gesundheit und Beheizung erforderlichen Mindest-Luftwechsel“ in Wohnungen.

Basis für den Mindestluftwechsel in Wohnungen sind dabei personenbezogene Werte des Außenluftvolumenstroms von mindestens (20 bis 30) m³/(h · P), abhängig von der jeweiligen Raumnutzung (Ruhe/Schlaf oder Aktivität).

Bei der Planung der Wohnungslüftung nach DIN 1946-6 wäre demnach, abhängig von der jeweiligen Lüftungsstufe, eine Verringerung der zuzuführenden Außenluftvolumenströme nicht zu empfehlen bzw. gar nicht zulässig. Daraus folgt, dass ein Ersatz von Teilen der Außenluft durch Umluftanteile nicht infrage käme. Einspareffekte durch die Reduktion des Außenluftvolumenstroms ließen sich allenfalls über die Betriebsweise erzielen. Dafür müsste z. B. der Nennlüftungsbetrieb durch einen Betrieb bei den niedrigeren Lüftungsstufen Reduzierte oder in bestimmten Fällen auch Feuchteschutz-Lüftung ersetzt werden (siehe DIN 1946-6). Das setzte jedoch voraus, dass jeweils entsprechend begründete geringere Anforderungen an den Außenluftbedarf vorlägen, z. B. längere Abwesenheit der Nutzer von der Wohnung. Ein zusätzlicher Umluftbetrieb hätte keinen weiteren Einspareffekt zur Folge.

Sollte er trotzdem zulasten der jeweils benötigten Außenluftmenge in Erwägung gezogen werden, stellte sich die Frage, aus welchen Räumen die Umluft zu entnehmen wäre. Die Luftströmung in Wohnungen erfolgt bei ventilatorgestützter Lüftung üblicherweise von den nach DIN 1946-6 ebenfalls definierten Zuluft- (Wohn- und Schlafräume) zu den Ablufträumen (u. a. Küche und Bad/WC). Soll Luft konventionell aus den Ablufträumen als Umluft verwendet werden, würden die in ihr enthaltene Feuchtigkeit ebenso wie eventuelle Schad- und Geruchsstoffe dem sehr engen Grenzen setzen, sofern keine zusätzliche, energieaufwendige Behandlung in Form von Entfeuchtung und Reinigung vorgesehen wird (Bild 1).

Nach der im Beitrag zitierten DIN 1946-4:2008-12 „Raumlufttechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens“ (der neueste Entwurf ist seit September 2017 in der Diskussion) darf die Umluft in Operationssälen deshalb auch nur aus demselben Raum bzw. der gleichen Raumgruppe entnommen und zusammen mit dem Außenluftanteil nach intensiver zwei- bzw. dreistufiger Filterung (je nach Raumklasse) dem jeweiligen Raum wieder zugeführt werden. Dabei darf der Außenluftanteil in Form einer Außenluftfrate von 40 m³/(h · P) aber nicht unterschritten werden.

Verwendung von Umluft?

In Wikipedia (Oktober 2017) kann man dazu nachlesen:

„In der Gebäudeklimatisierung wurde bei der Frischluftversorgung die Außenluft mit Umluft gemischt, um Heiz- oder Kühllasten zu beherrschen. Mit dem Aufkommen effizienter Wärmerückgewinnungssysteme, den Anforderungen aus der Energieeinsparverordnung (EnEV) und zur Erreichung der nötigen Raumluftqualität wird es heutzutage vermieden, verbrauchte (Um)Luft im Kreis zu fah-



Der Autor
Dipl.-Ing. Ehrenfried Heinz,
Lüftung+Feuchteschutz – Beratung, Schulung,
Gutachten; Hoppegarten

ren. Umluft begünstigt in vielen Fällen das Sick-Building-Syndrom und ist immer hinsichtlich Gerüchen, Schadstoffen, Luftqualität und Hygiene (Bakterien, Viren, Pilzsporen) kritisch zu bewerten.“ Warum wird bei ventilatorgestützter Lüftung Umluft trotzdem noch verwendet?

Weil das zur „Beherrschung“ von „Heiz- oder Kühllasten“ mit größerem Lastanfall notwendig werden kann. Bei relativ geringen Außenluftmengen würden aus deren ausschließlicher Verwendung große Temperaturdifferenzen zwischen Zu- und Raumluft resultieren, um aus den Räumen die erforderlichen Kühllasten ab- oder den Räumen Heizlasten zuzuführen. Je kleiner dabei die benötigte Außenluftmenge ist, desto schwieriger wird es wegen des zunehmenden Temperaturgefälles zwischen Zu- und Raumluft, den Luftvolumenstrom so in den zu lüftenden Raum einzubringen, dass alle thermohygienischen Belange berücksichtigt und erfüllt werden können. Bei der Raumkühlung kann das zur Ausbildung von kritischen (Diskomfort-)Zonen führen. Um die Spanne zwischen Zuluft- und Raumlufttemperatur zu verringern, könnte deshalb anstelle weiterer Außenluft Umluft verwendet werden.

Im Wohnungsbau ist derzeit (noch?) keine flächendeckende Kühlung der sommerlichen Außenluft üblich bzw. geregelt. Umluftverwendung käme dort aber bei Luftheizungs- und unter Umständen auch bei reinen Zuluftanlagen/-geräten nach DIN 1946-6 infrage.

Bei **Luftheizung** muss die Zuluft dabei nicht nur auf Raumlufttemperatur erwärmt werden, sondern auch noch den Transmissionswärmeverlust kompensieren. Wenn die dafür notwendige Zulufttemperatur so hohe Werte erreicht, dass sie nicht mehr so verteilt werden kann, dass sie sich hinreichend gut mit der vorhandenen Raumluft mischen kann, wird eine Zumischung von Raumluft vor dem Eintreten in den Raum erforderlich. Nach DIN 1946-6 heißt es dazu: „Bei Luftheizung darf ein Sekundärluftanteil nur demselben Raum entnommen werden, dem auch die Zuluft zugeführt wird“.

Das ist vor allem im Mehrfamilienhausbau aus baulichen Einschränkungen bezüglich Platzwahl der Zuluftleitungen mit Zuführung der Zuluft vom Flur- in den Wohnbereich nötig. Dabei wird überwiegend eine Zuluftzuführung gewählt, bei der die warme Luft unterhalb der Decke mit Hilfe von Wurflüftung in Richtung Außenwand in den zu heizenden Raum eintritt. Bei den benötigten Außenluftvolumenströmen für die einzelnen (Wohn-)Räume reichen die sich einstellenden Impulse des Zuluftstrahls I_{zul} in bestimmten Fällen nicht aus, eine hinreichend gute Durchmischung des Zuluftstrahls mit der Raumluft zu erzielen. Der Impuls mit

$$I = m \cdot v \quad (2)$$

und damit auch der Impulsstrom q_i mit

$$q_i = q_m \cdot v \quad (3)$$

eines Fluids verhalten sich direkt proportional zur Masse m bzw. zum Massestrom q_m und zur Fluidgeschwindigkeit v .

Zu seiner Vergrößerung bieten sich also eine Massestrom-Vergrößerung durch Luftbeimischung vor Eintritt des Zuluftstrahls in den Raum bzw. die Erhöhung der Zuluftgeschwindigkeit an. Da Letzterer aus Geräuschgründen jedoch enge Grenzen gesetzt sind, kann auf spezielle Induktions-Zuluftdurchlässe entsprechend Bild 2 zurückgegriffen werden, um damit einen höheren Massestrom zu erzielen. Dabei wird dem erwärmten (Primär-)Außenluftvolumenstrom $q_{v,prim}$ schon im Zuluftdurchlass induktiv so viel (Sekundär-)Raumluft $q_{v,sek}$ beigemischt, wie für die gewünschte Durchmischung erforderlich ist. Ziel dabei ist es, die

Zuluft noch vor Erreichen des Aufenthaltsbereichs auf die gewünschte Raumlufttemperatur abzukühlen. Mit Hilfe des gewählten Induktionsverhältnisses

$$i = q_{v,sek} / q_{v,prim} \quad (4)$$

kann der Gesamt-Zuluftvolumenstrom

$$q_{v,zu,ges} = q_{v,prim} + q_{v,sek} \quad (5)$$

den Raumbedingungen so angepasst werden, dass über die Wurfweite des entstehenden Mischluftstrahls sich auch die mittlere Luftstrahlgeschwindigkeit beim Eintritt in den Aufenthaltsbereich auf einen thermohygienisch verträglichen Wert reduziert hat /3, 4/.

Bei dieserart Beimischung von Raumluft zur (Primär-)Außenluft spricht man allerdings weniger von Umluft als von Sekundärluft. Insofern wird auch nur ein eingeschränkter Umluftbetrieb realisiert. Vorteilhaft ist dabei aber, dass eine Entfeuchtung und/oder Reinigung der zugemischten Raumluft entfällt und somit auch kein zusätzlicher Ventilator mit entsprechender Antriebsenergie benötigt wird. Der Zielsetzung einer Verwendung von „Umluft als energetischem Lösungsansatz“ dient diese Verfahrensweise nach Auffassung des Autors aber nicht.

Um auch diese Form der Umluftverwendung mit zusätzlichem Geräteaufwand für die Zuluftzuführung und geringem Mehrbedarf an elektrischer Antriebsenergie für die induktive Luftbeimischung vermeiden zu können, kann man sich bei baulicher Eignung (vor allem im Einfamilienhausbau) einer Zuluftverteilung gemäß Bild 3 bedienen. Bei dieser Variante der Luftführung kann sich die warme Zuluft ohne zusätzliche technische Hilfsmittel und ohne vorherige Beimischung von Umluft bzw. Sekundärluft hinreichend gut mit der Raumluft vermischen, ehe sie mit den gewünschten Parametern Temperatur und Luftgeschwindigkeit in den eigentlichen Aufenthaltsbereich gelangt. Und das gelingt umso besser, je kleiner die Zulufttemperatur sein muss bzw. kann.

Kriterium dafür ist bei Luftheizung vor allem die Wärmedämmung des Gebäudes. Mit zunehmender Güte Letzterer reduzieren sich der Transmissionswärmeverlust und damit auch die notwendige Höhe der Zulufttemperatur. Diese sollte nach DIN 1946-6 50 °C auf Dauer nicht überschreiten. Ein sicherer und deshalb auch anzustrebender Grenzwert liegt bei ca. 35 °C.

Bei reinen **Zuluftanlagen/-geräten** strömt ähnlich wie bei Gebäudehüllen-Luftdurchlässen (nach neuer E DIN 1946-6 „Außenbauteil-Luftdurchlässe – ALD“) die Außenluft überwiegend unbehandelt in den zu lüftenden Raum ein. Zur Vermeidung unbehaglicher Zugluftbildung wäre es auch hierbei sinnvoll, die Außenluft vor dem Eintritt in den Raum zu erwärmen. Um die dafür erforderliche Heizwärmezuführung vermeiden zu können, würde sich ebenfalls eine vorherige Um-/Raumluftbeimischung anbieten. Auch das würde aber nur dann einem „energetischen Lösungsansatz“ genügen, wenn das anstelle einer Nachwärmung der Außenluft geschieht. Wenn nicht, dient es eher nur dem Vermeiden von Diskomfortzonen. Zu-/Abluftanlagen oder -geräte benötigen eine solche Erwärmung der Außenluft nur dann, wenn sie ohne Wärmerückgewinnung konzipiert werden, was aber nicht mehr oder kaum noch erfolgen dürfte.

Wärmerückgewinnung

Wenn eine Verringerung der nach geltendem Regelwerk für die Wohnungslüftung zu planenden (Mindest-)Außenluftvolumenströme unter Beachtung der o. a. Gründe also nicht oder nur im Rahmen der sinnvollen Wahl des Betriebs mit den definierten Lüftungsstufen zu vertreten ist, bleibt zur Minimierung des Ener-

giebedarfs gemäß Gl. (1) letztlich doch nur der Einsatz der Wärmerückgewinnung (Bild 4). Diese kann Bestandteil von Lüftungsgeräten für einzelne Wohnungen oder auch nur Räume sowie für zentrale Anlagen sein, die eine oder mehr als eine Wohnung versorgen.

Neben der erzielbaren Energieeinsparung kann mit Wärmerückgewinnung bei hinreichend großem Rückgewinnungsgrad (hier als Temperaturübertragungsgrad η_Θ) zusätzlich eine weitestgehend zugluftfreie Zuführung von Außenluft ohne zusätzlichen Heiz- und Elektroenergiebedarf für Umluftbetrieb realisiert werden. Bei annähernd 90 % könnte sogar reine Außenluft bis zu $\Theta_{au} \geq -15$ °C ohne zusätzliche Heizwärmezufuhr auf ≥ 16 °C erwärmt werden (Bild 5). Die sich ergebende Untertemperaturdifferenz $\Delta\Theta_{zu}$ ließe sich bei Raumlufttemperaturen im Bereich von $20 \leq \Theta_R \leq 22$ °C auf zulässige $4 \leq \Delta\Theta_{zu} \leq 6$ K verringern.

Gültiges Regelwerk

Zum Fazit des Verfassers des Beitrags in MGT 10/2017 hinsichtlich einer Änderung von DIN 1946-6 und/oder auch DIN EN 13779 im Rahmen der „zyklischen Überarbeitung den Weg frei zu machen für neue technische Lösungen“ mit „Definition und Zulassung der Verwendung von Umluft“ sei abschließend angemerkt, dass die neuerliche Überarbeitung von DIN 1946-6:2009-05 soeben erst abgeschlossen worden ist und die nationale Norm am 1. Dezember 2017 in Form eines neuen Entwurfs erschienen ist. Auf Letzteren kann (bzw. konnte) wie immer jeder interessierte Fachmann mit Hinweisen und/oder Einsprüchen reagieren.

Mit DIN EN 16798-3:2017-11 „Energetische Bewertung von Gebäuden – Lüftung von Gebäuden – Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden – Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme“ sind europäisch und damit auch national (deutsche Fassung EN 16798-3:2017) alle bisherigen Ausgaben von DIN EN 13779 abgelöst worden, so dass eine Überarbeitung ausgeschlossen ist. In DIN EN 16798-3:2017-11 ist dabei Umluft lediglich im (Unter-)Abschnitt „**Klassifizierung von Luft – Zuluft**“ wie folgt erwähnt worden: „Wenn die Zuluft auch Umluft enthält, ist dies ebenfalls in der Auslegungsdokumentation anzugeben. Nur Abluft der Kategorie ETA1 (Luft mit geringem Verunreinigungsgrad) kann in die anderen Räume zurückgeführt werden. Abluft der Kategorie ETA2 (Luft mit mäßigem Verunreinigungsgrad) kann in den gleichen Raum zurückgeführt werden.“ Im Unterabschnitt „**Energieeffizienz von Lüftungsanlagen**“ findet die Anwendung von Umluft allerdings keine Erwähnung. Es werden nur „Ventilatorleistung“ und „Wärmerückgewinnung“ auf ihre Effizienz hin behandelt.



Literatur

- /1/ Langholz, R.: Die Kulturrevolution in der Gebäudelüftung: Umluft als energetischer Lösungsansatz. In: Moderne Gebäudetechnik 10 (2017), S. 10–12
- /2/ Heinz, E.: Wohnungslüftung – frei und ventilatorgestützt – Anforderungen, Grundlagen, Maßnahmen, Normenanwendung. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich 2016
- /3/ Heinz, E.; Sawert, S.: Zwangslüftung/Luftheizung mit Wärmerückgewinnung im Wohnungsbau. In: Ki Klima-Kälte-Heizung 17 (1989) 5, S. 250–254
- /4/ Heinz, E.; Sawert, S.: Zwangslüftung/Luftheizung mit Wärmerückgewinnung im Wohnungsbau. In: Ki Klima-Kälte-Heizung 14 (1986) 10, S. 419–422