

Die Kulturrevolution in der Gebäudelüftung

Umluft als energetischer Lösungsansatz

Hersteller von Lüftungsanlagen und -systemen, Filterproduzenten, Planungsbüros, Energieberater und viele mehr beschäftigen sich mit dem Thema energetisch optimierte Lüftung in Gebäuden und feilen an jedem Watt energetischem Aufwand. Das Ziel: auch die dritte Stelle hinter dem Komma an Einsparmöglichkeiten zu finden.



Operationssaal mit dezentralen Deckenumluftgeräten



Lüftungszentrale in einem Krankenhaus

Wärmetauscher mit besseren Leistungskennzahlen, Ventilatoren mit noch geringerem Energieverbrauch, druckverlustoptimierte Filter usw. werden angegangen, um die Effektivität der Gebäudelüftung zu verbessern. Alles mit einem zunehmenden technischen wie auch investiven Aufwand. Allerdings gibt es keine Ausweichmöglichkeiten, betrachtet man die weitere Entwicklung der EnEV mit immer höheren Anforderungen und dem Ziel: Null-Energiehaus oder auch Passivhaus. Gibt es Alternativen? Warum Energie vernichten, die schon vorhanden ist? Die Schlüssellösung: Umluft. Wir sprechen hier über keine einfache Lösung, sondern über eine Kulturrevolution im technischen Sinne und bezogen auf die Wohnungslüftung.

Bewährte und vielfache Praxis: Einsatz von Umluftlösungen in hygiesensiblen Bereichen

Deutlich mehr als 60 % aller Lüftungen für Operationssäle werden heute mit einem Umluftanteil ausgeführt. Dieser beträgt größtenteils zwischen 60 und 85 % des Gesamtvolumenstroms. Über ein Kanalsystem wird ein Außenluftanteil ($\geq 1.200 \text{ m}^3/\text{h}$) zusammen mit dem Umluftanteil dem OP zugeführt und in den TAV-Auslass (Lüftungsdecke mit HEPA-Filterebene) eingeblasen. Der Außenluftanteil, der nicht in Nachbarräume überströmt, wird über ein zweites Kanalsystem über einen Wärmetauscher nach außen geführt und die dabei entzogene Wärmeenthalpie wieder nutzbar gemacht.



Der Autor
Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Ralph Langholz

Zwei Varianten stehen zur Wahl:

1. Ein Teil der Abluft wird aus dem OP zurück zum Zentral-lüftungsgerät geführt, gefiltert und dort als Umluft wieder dem Außenluftanteil beigemischt.
2. Ein Teil der Abluft aus dem OP wird über Wand- oder Deckenumluftgeräte direkt im OP abgesaugt und auf kürzestem Wege in den Auslass wieder eingeblasen. Hier erfolgen die direkte Vermischung mit dem verringerten Außenluftanteil und die Einbringung in den Raum.

Vorteile der Umluft-Lösung

Kostenvorteile Investition:

- erheblich kleinere Auslegung des Lüftungszentralgeräts
- keine oder nur gering dimensionierte Wärmetauscher erforderlich
- deutlich reduziertes Luftkanalnetz zum Transport des Außenluftanteils in den OP
- geringere Energieverluste durch kurze Leitungswege und geringere Druckverluste.

Energetische Aspekte/Kostenvorteile im Betrieb:

- im Winterfall nur Aufheizung des Außenluftanteils notwendig. Umluftanteil hat bereits Raumlufttemperatur.
- im Sommerfall nur Kühlbedarf des Außenluftanteils. Der Umluftanteil wird nur in geringem Umfang nachgekühlt.
- Über das maßgeblich verringerte Luftkanalnetz fallen nur minimale energetische Verluste an.

Aus der Verwendung von Umluftanteilen für die OP-Lüftung ergibt sich demnach über einen Zeitraum von einem Jahr gerechnet eine Betriebskosteneinsparung von 25,61 %.

Dazu gibt es Veröffentlichungen z. B. aus einer Studie (Ausgangsbasis OP's der Raumklasse 1b nach DIN 1946-4:2008):

Gesamtvolumenstrom	2.400 m³/h	
Außenluftanteil	Variante 1	Variante 2
	2.400 m³/h	1.200 m³/h
Abluft-/Fortluftanteil	Variante 1	Variante 2
	2.400 m³/h	1.200 m³/h
Einblastemperatur	konstant 19,5 °C	
	Variante 1	Variante 2
Betriebskosten in €/a	13.650,22	10.154,46
Differenz Betriebskosten in €/a	3.495,76	

Welche Belastungen in einem OP sprechen gegen Umluft?

Bei hohen Luftwechselraten mit durchschnittlich 75-fachem Luftwechsel (25-fach bei 30 % Außenluftanteil), der Filterung über eine H13-Filterebene im TAV-Auslass sowie einer damit einhergehenden starken Verdünnung von Narkosegasen/Gasen aus Behandlungen, spielen überwiegend olfaktorische Aspekte (Geruchsbelästigung) eine Rolle bei einer Entscheidung PRO/CONTRA dieser technischen Lösungen. Diese Belästigungen entstehen u. a. bei der HF-Chirurgie (z. B. Elektrokauterisieren), im Bereich Gefäßchirurgie oder Dermatologie.

Kopf frei: Wissenswertes über VOC's, CO₂, Wassergehalt u. v. m.

Zu den zum Teil speziell nur im Krankenhaus/Operationsbetrieb vorkommenden Belastungen der Raumluft werden zur Beurteilung der Raumluftqualität herangezogen:

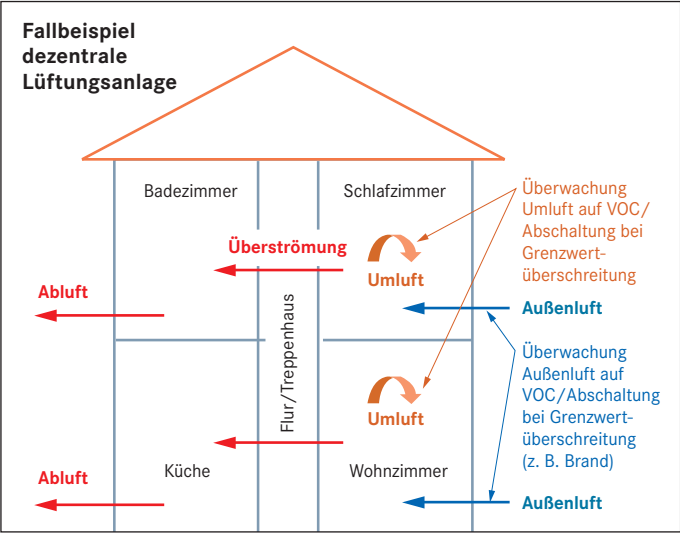
- Kohlendioxid
- Feuchtigkeit
- VOC (volatile organic compounds = flüchtige organische Komponenten)/Schadstoffbelastung
- Gerüche.

Kohlendioxid-Belastung (CO₂)

... in Wohnräumen kann bei Nutzern Ermüdungserscheinungen, Konzentrationsschwierigkeiten und Empfindungen wie „miefige, stickige, verbrauchte Luft“ verursachen. Der CO₂-Belastung der Raumluft wird daher in erster Linie raumluft-hygienische Relevanz beigemessen. Insoweit wird die Einhaltung eines empfohlenen CO₂-Richtwerts von $\leq 1.000 \text{ ppm}$ empfohlen.

Luftfeuchtigkeit

Ein Mensch gibt bei leichter Tätigkeit 30 bis 40 g Wasser pro Stunde ab. Für einen Vier-Personen-Haushalt wird eine tägliche Feuchteproduktion von bis zu max. 12 kg angenommen. Daraus ergibt sich in einer Wohnung von 100 m²/250 m³ eine Feuchtebelastung von 2 g/m³. Zur Vermeidung von Feuchtigkeitsschäden wird deshalb ein Luftwechsel von 0,5 bis 0,8 h⁻¹ als erforderlich angesehen.



VOC

... bezeichnet flüchtige organische Verbindungen, die als Lösungsmittel in einer Vielzahl gewerblicher Anwendungen und industrieller Prozesse verwendet werden. Aufgrund ihrer Flüchtigkeit werden sie dabei direkt oder indirekt in die Luft abgegeben.

Schadstoffbelastung

Die Raumluftqualität wird durch flüchtige bzw. schwer flüchtige organische Verbindungen beeinträchtigt. Deren Freisetzung erfolgt durch menschliche Aktivitäten, Bauprodukte oder Einrichtungsgegenstände. Nach Empfehlung des Umweltbundesamts sollte der Gesamtgehalt an VOC's in der Raumluft von 2.000 bis 3.000 µg/m³ nicht überschritten werden.

Lösungsansätze

Was in Räumen mit allerhöchsten Anforderungen an die Lufthygiene möglich ist, sollte auch für Arbeits- und Wohnräume realisierbar sein.

Fallbeispiel: dezentrale Lüftungsanlage

Als technische Voraussetzungen für die Verwendung von Umluft wären zu erfüllen:

- Mischkammer für die Mischung Außenluft-/Umluftanteil
- Wärmetauscher mit minimaler Auslegung Volumenstrom = höhere Effektivität
- Ansaugung Außenluft/Umluft: Filter G3/F7, evtl. F9
- Sensorik: Temperatur- und Feuchtemessfühler (relative Feuchte) und CO₂-Messfühler in der Mischkammer/VOC-Messfühler in der Außenluft-/Umluftansaugung.

Des Weiteren kann z. B. eine Erhöhung des Umluftanteils bei höheren Außentemperaturen (≥ 28 °C) erfolgen, um die Räume nicht zu überhitzen – oder eine Erhöhung des Außenluftanteils bei höheren Luftfeuchten in den Innenräumen durch Kochen, Waschen usw. (≥ 55 %).

Umsetzung/Volumenströme

(Beispiel mit 140 m² Wohnfläche):

- **Lüftung zum Feuchteschutz:** nutzerunabhängige Lüftung (Minimalbetrieb) in Abhängigkeit vom Wärmeschutzniveau zur Vermeidung von Schimmelpilz- und Feuchteschäden /4/
- 140 m² × 2,50 m (Raumhöhe) = 350 m³ zu belüftendes Raumvolumen

	Ohne Umluft/ mit WRG	Mit 50 % Umluft/ mit WRG
Q (erforderlicher Energieaufwand zur Erwärmung) in kW	3,2	1,6
Φ _{el,v} Energieaufwand eines Lüfters in W/(m³/h)/ → kW/h	0,128	0,102
Summe Energieaufwand Lüftung in kW/h	3,328	1,702
* Verbraucht z. B. bei einem Volumenstrom von 160 m³/h ein zentrales Lüftungssystem ohne WRG durchschnittlich Φ _{el,v} = 0,24 W/(m³/h) und somit 38,4 W Energie je Stunde, benötigen zentrale Lüftungssysteme mit WRG mit Φ _{el,v} = 0,4 W/(m³/h), bedingt durch den Widerstand des Wärmetauschers, immerhin 64 W/h.		

- 350 m³ × 0,5 h⁻¹ = 175 m³/h Gesamtvolumenstrom
- 175 m³/h Außenluftanteil (hygienischer Mindestluftwechsel), keine Umluftanteile
- **Nennlüftung:** notwendige Lüftung zur Gewährleistung des Bautenschutzes sowie der hygienischen und gesundheitlichen Erfordernisse bei planmäßiger Nutzung einer Nutzungseinheit (Anwesenheit der Nutzer) /4/
- 350 m³ × 1,0 h⁻¹ = 350 m³/h Gesamtvolumenstrom
- 175 m³/h Außenluftanteil (hygienischer Mindestluftwechsel) + 175 m³/h Umluftanteil.

Energiebilanz im Vergleich:

Annahme „Winterfall“ mit -3 °C Außentemperatur/21 °C Raumtemperatur. Wohnfläche 140 m² × 2,50 m (Raumhöhe) = 350 m³ zu belüftendes Raumvolumen. Lüftungsart gem. DIN 1946-6 „Nennlüftung“.

Bedenken wegen „rollierender“ Schadstoffe können dabei ausgeräumt werden. Am Markt werden seit langem Filter vom Typ AFP angeboten. Diese Luftfilter der Filterklasse F7 bieten neben der Partikelfiltration eine Einbettung feinkörniger Aktivkohle zur Schadstofffiltration/-bindung.

Fazit

Technisch stellt eine Lösung unter Einbeziehung von Umluft kein Problem dar. Diese zeigt sich eher seitens überlieferter Denkweisen und etablierter technischer Systeme, die nur gegen große Widerstände eine Veränderung zulassen. Auch stellen derzeit noch gültige Normen- und Regelwerke wie die DIN 1946-6/ DIN EN 13779 u. a., die das Thema Verwendung von Umluft nicht oder nicht im erforderlichen Maße definieren und zulassen, eine Hürde dar. Es ist Zeit, im Rahmen der zyklischen Überarbeitung den Weg frei zu machen für neue technische Lösungen.

Literatur

- /1/ DIN 1946-4:2008-12 Raumlufttechnik – Teil 4
- /2/ Planung eines OP-1b unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten, Prof. Arnold Brunner, Pfäffikon
- /3/ Immer der Nase nach. In: GIT Labor-Fachzeitschrift 1/2013 Seite 19ff. (Gerd Scharfenberger, Helmut Römer, Volker Lorbach)
- /4/ DIN 1946-6:2009-05 Raumlufttechnik – Teil 6