Hohe Ansprüche an die Planung: strömungstechnische und akustische Auslegung (Teil 1)

Einfache Abluftanlagen

Die einfache Abluftanlage ist eines von vier Minergie-tauglichen Lüftungssystemen. Da dieses System keine Zuluftleitungen benötigt, scheint es einfach realisierbar zu sein. Der Schein trügt aber: Insbesondere die strömungstechnische und akustische Auslegung ist anspruchsvoll und erfordert Spezialwissen.

Heinrich Huber *

Im schweizerischen Regelwerk sind die Planung und Ausführung von einfachen Abluftanlagen vollständig beschrieben. In diesem Artikel (Teil 2 folgt in HK-Gebäudetechnik 8/12) werden die Anforderungen und Dimensionierungsregeln zusammengefasst und an Beispielen erläutert.

1 Anforderungen von Minergie und in Normen

Minergie fordert für alle Gebäudekategorien einen automatischen Luftaustausch mit oder ohne Wärmerückgewinnung [1]. Die Komfortlüftung ist die Hauptvariante und wird von Minergie favorisiert. In der Broschüre «Standard-Lüftungssysteme für Wohnbauten» [2] werden aber auch drei weitere Varianten aufgeführt, darunter die einfache Abluftanlage.

Die Minergie-Anforderungen beschränken sich auf die Systemwahl und konzeptionelle Aspekte. Für die Dimensionierung und Details wird vorausgesetzt, dass die Anforderungen des schweizerischen Regelwerks eingehalten werden. Im Kasten finden sich die Angaben, wo die Anforderungen an einfache Abluftanlagen in SIA-Dokumenten zu finden sind.

2 Strömungstechnische Dimensionierung

2.1 Funktion

Figur 1 zeigt das Prinzip der einfachen Abluftanlage. Nur die Abluft wird mechanisch gefördert. Die Aussenluft strömt infolge des Unterdrucks über Aussenluft-Durchlässe (ALD) nach. Die ALD werden in den Wohn- und Schlafzimmern platziert.

2.2 Druckverhältnisse und Dimensionierung ALD

In eingeschossigen Wohnungen soll der Unterdruck max. 4 bis 5 Pa betragen. Bei zweigeschossigen Lufträumen, etwa in Einfamilienhäusern, soll im Erdgeschoss ein Unterdruck von max. 6 Pa erreicht werden und im Obergeschoss 3 Pa.

Zuerst wird festgelegt, welcher Luftvolumenstrom durch die ALD strömt. Im Minergie-Nachweis wird dazu ein Richtwert von 30 m³/h pro Zimmer eingesetzt. Die Auslegung kann auch differenzierter nach SIA 2023, Ziffer 6.4.1 erfolgen.

Nun wird ein ALD gesucht, der beim gewünschten Luftvolumenstrom den max. Druckverlust nicht überschreitet. Es ist zu beachten, dass sich die Lieferantenangaben häufig nicht auf einen Unterdruck von 4 Pa beziehen. Der Volumenstrom wird aus einem Diagramm des Herstellers abgelesen oder gemäss [5] nach Gleichung (1) berechnet werden:

$$q_{v.OTD,N} = q_{v.OTD,m} \cdot \left(\frac{\Delta p_N}{\Delta p_m} \right)^n \qquad (1)$$

Dabei sind:

$q_{v.OTD,N}$ Aussenvolumenstrom beim Auslegepunkt nach SIA 2023, in m³/h

$q_{v.OTD,m}$ Aussenvolumenstrom beim Messpunkt nach Herstellerangaben, in m³/h

Δp_N Druckabfall über dem ALD nach SIA 2023, in Pa

Δp_m Druckabfall über dem ALD beim Messpunkt nach Herstellerangaben, in Pa

n Exponent, falls keine Herstellerangabe vorhanden ist, soll n = 0,55 eingesetzt werden.

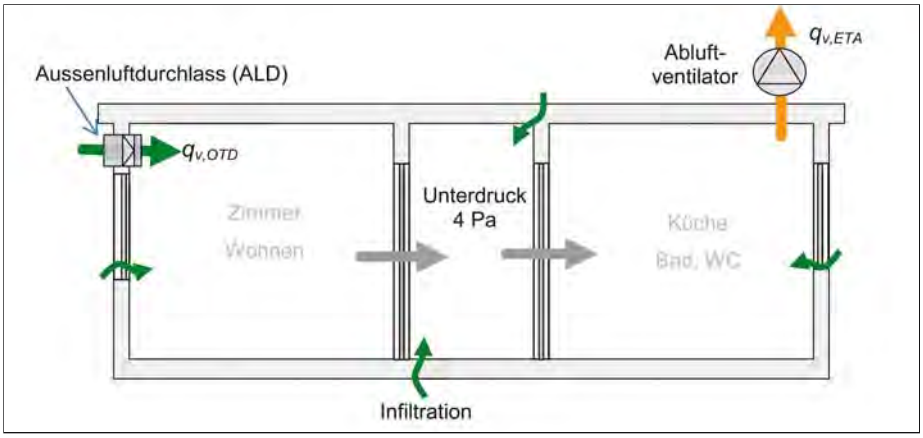
Beispiel:

Eine 4-Zimmer-Wohnung wird mit einer einfachen Abluftanlage ausgerüstet. Der erforderliche Luftvolumenstrom pro Zimmer beträgt 30 m³/h. Der gewählte ALD weisst gemäss Herstellerangaben bei einem Luftvolumenstrom von 25 m³/h einen Druckverlust von 10 Pa auf.

Gemäss Gleichung (1) wird der Aussenluftvolumenstrom durch den ALD beim Auslegepunkt nach SIA 2023 berechnet: $q_{v.OTD,N} = q_{v.OTD,m} \cdot (\Delta p_N/\Delta p_m)^n = 25\,m^3/h \cdot (4\,Pa/10\,Pa)^{0.55} = 15\,m^3/h$. *Von diesem Typ sind also pro Zimmer zwei ALD einzusetzen.*

2.3 Luftvolumenströme der Wohnung

Neben den ALD strömt Luft auch durch unvermeidliche Ritzen und Fugen in der Gebäudehülle nach. Diese Infiltration kommt nicht nur direkt von aussen, sondern geht auch über hygienisch fragwürdige Wege wie Installationszonen, Keller und Nachbarwohnungen. Bei der Dimensionierung kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass die Infiltration Aussenluftqualität aufweist. Der Abluftventilator muss neben dem Luftvolumenstrom der ALD auch die



Figur 1: Prinzip der einfachen Abluftanlage.

Anforderungen für einfache Abluftanlagen

SIA-Merkblatt 2023 Lüftung in Wohnbauten [3]
4.2.3 Einsatzgrenzen
5.5.2 Maximale Leckströme
5.7 Feuerungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle*
6.3 Dimensionierung
6.7.3 Filterung
* analog SIA 384/1, Zif. 4.6.3

SIA-Norm 181 Schallschutz im Hochbau [4]
3.1.1 Anforderung an den Schutz gegen Luftschall von aussen
4.2 Nachweis

Infiltration abführen. Gemäss SIA 2023 gilt:

$$q_{v.ETA} = f \cdot \Sigma q_{v,OTD} \qquad (2)$$

Dabei sind:

$q_{v.ETA}$	Abluftvolumenstrom in m^3/h
f	Faktor für Infiltration, Standardwert 1,3
$\Sigma q_{v,OTD}$	Summe des Aussenluft-Volumenstroms durch alle ALD, in m^3/h

Der Faktor f hängt von der Luftdichtigkeit der Gebäudehülle und dem Unterdruck ab. Tabellenwerte finden sich in der SIA 2023 und Berechnungsformeln in [5]. Die einfache Abluftanlage soll nur in Gebäuden mit guter Luftdichtigkeit eingesetzt werden, was als max. zulässiger n_{50}-Wert von $1\,h^{-1}$ verstanden wird. Gemäss SIA 2023 kann dabei standardmässig von einem Faktor von $f = 1{,}3$ ausgegangen werden.
Es ist sinnvoll, dass die Betriebsstufen von einfachen Abluftanlagen wohnungsweise gesteuert werden können. So wird vorgebeugt, dass im Winter zu tiefe Raumluftfeuchten resultieren. Zudem sinkt der Energieverbrauch.

Beispiel
Der gesamte Aussenluftvolumenstrom ($\Sigma q_{v,OTD}$) einer 4-Zimmer-Wohnung beträgt 120 m^3/h. Der Abluftvolumenstrom wird gemäss Gleichung (2) mit dem Standardwert von $f = 1{,}3$ berechnet: $q_{v.ETA} = f \cdot \Sigma q_{v,OTD} = 1{,}3 \cdot 120\,m^3/h = 156\,m^3/h$
Bemerkung: Die Werte von 30 m^3/h pro Zimmer und $f = 1{,}3$ sind im Minergie-Nachweistool hinterlegt.

2.4 Grosszügige Überström-Durchlässe
Die Überström-Durchlässe zwischen Zimmer und Korridor, resp. Korridor und Bad dürfen höchstens 1 Pa Druckabfall aufweisen. Im Vergleich dazu sind bei Komfortlüftungen (mechanisch geförderte Zu- und Abluft) 3 Pa zulässig. Das bedeutet, dass die Überström-Durchlässe bei Abluftanlagen wesentlich grösser sind.
Bei einer Türbreite von 0,85 m ergeben sich gemäss [5] folgende minimale Höhen:
- Zimmer – Korridor 30 m^3/h: minimale Höhe 9 mm
- Korridor – Bad 40 m^3/h: minimale Höhe 12 mm.

Um die üblichen Bautoleranzen aufzufangen, sollte beim Zimmer eine Spalthöhe von 10 mm und beim Bad eine von 15 mm geplant werden. Bei diesen Höhen kann die Schalldämmung von Zimmertüren bereits deutlich geschwächt werden. Zudem kann auch der Lichtdurchlass stören. Es wird daher empfohlen, bei einfachen Abluftanlagen spezielle Überström-Durchlässe einzusetzen. ➔

Satellitentableau
- Plus- Kühl- und Tiefkühltableau
- Tiefkühltableau mit Personenalarm
- Ausführung nach Ihren Wünschen

sm HANDELS AG ELEKTRO-TECHNIK
SM Handels AG
Industriestrasse 2 • 8108 Dällikon
Tel: 044 844 06 08 • Fax 044 844 57 44
info@smhandelsag.ch • www.smhandelsag.ch

«Das VRF-Klimasystem von Mitsubishi Electric ist wartungsarm und leise im Betrieb, kann sowohl individuell wie auch zentral gesteuert werden, und der Einbau erfolgte rasch und ohne Unterbruch des Tagesgeschäftes. Das sorgt für ein gutes Klima bei uns und unseren Gästen.»

Marine Gadiolet-Girard
Rezeptionistin,
BEST WESTERN Hôtel
Chavannes de Bogis

CoolLine 0848 842 844
www.waltermeier.com/cool

VRF-Klimagerät
von Mitsubishi Electric

WALTER MEIER MACHT DEN UNTERSCHIED – SEIT 1937
75 JAHRE

WIR MACHEN DEN UNTERSCHIED
WÄRME / KLIMA / SERVICE

walter meier

Literatur- und Quellenverzeichnis

[1] Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke MINERGIE. Verein MINERGIE, Bern 2012; www.minergie.ch

[2] Standard-Lüftungssysteme für Wohnbauten. Verein MINERGIE, Bern 2009; www.minergie.ch

[3] Merkblatt SIA 2023: Lüftung in Wohnbauten (2008). SIA, Zürich

[4] Norm SIA 181: Schallschutz im Hochbau (2006). SIA, Zürich

[5] Huber, H., Mosbacher, R.: Wohnungslüftung. Faktor Verlag, Zürich 2006. www.faktor.ch

[6] Dorer, V., Pfeiffer, A.: ENABL, Energieeffiziente Abluftsysteme. Schlussbericht des gleichnamigen Forschungsprojekts. Empa, Dübendorf 2002

[7] Nachweistool MINERGIE, Version 2012. Verein MINERGIE, Bern; www.minergie.ch

[8] Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich 2008, Vollzugshilfe EN-4: Lüftungstechnische Anlagen. EnDK Jan. 2009; www.endk.ch

2.5 Filter und Hygiene

Bei allen mechanischen Lüftungen, d. h. auch bei der einfachen Abluftanlage, wird gemäss Schweizer Normen in der Aussenluft ein Feinstaubfilter der Klasse F7 gefordert. Diese Anforderung können nur einige wenige ALD-Typen einhalten. Der Druckabfall von 4 Pa muss bei dieser Filterstufe eingehalten sein. Gemäss SIA 2023 sind Ausnahmen nur an Lagen mit sauberer Aussenluftqualität möglich, wenn die Bewohner die ALD selber (ohne Werkzeug und ohne Leiter) mit Wasser und Lappen reinigen können. Zudem muss eine Verschmutzung gut erkennbar sein und das Eindringen von Insekten sowie von grobem Staub muss verhindert werden. Diese Anforderungen dürften am ehesten bei ALD in Fensterrahmen oder Lüftungsflügeln erfüllbar sein.

Massgebend für die Beurteilung der Luftqualität sind Feinstaub PM10 und Stickstoffdioxid. Wenn einer der Emissionsgrenzwerte gemäss Luftreinhalteverordnung überschritten ist, kann nicht mehr von einer guten Aussenluftqualität gesprochen werden. An verkehrsreichen Strassen ist die Aussenluftqualität nach dieser Definition in der Regel nicht sauber.
Bei Wohnungen für Pollenallergiker sollen auch in Gebieten mit sauberer Aussenluft F7-Filter eingesetzt werden.
ALD müssen den Grundsätzen von Hygienerichtlinien entsprechen. Das heisst insbesondere, dass sie zugänglich und gut reinigbar sein müssen. So sollen z. B. ausschliesslich glatte Oberflächen vorhanden sein.

2.6 Thermische Behaglichkeit

Im Projekt ENABL [6] wurden die Raumluftströmung und thermische Behaglichkeit bei ALD ausgiebig untersucht. Figur 2 zeigt ein Beispiel einer dieser Messungen, bei der ein Aussenluftstrom von 19 m^3/h mit +2 °C in den Raum strömt. Die einströmende Luft ist mit Rauch weiss eingefärbt. Der tangentiale Strahl fällt zuerst parallel zur Wand nach unten und mischt sich dabei mit der Raumluft. Bei Eintritt in die Aufenthaltszone ist die Temperatur dieser Mischluft so hoch, dass die normativen Anforderungen an die thermische Behaglichkeit erfüllt sind.

Insgesamt lassen sich die Erkenntnisse des Projekts ENABL folgendermassen zusammenfassen:

- Bei wandparalleler Einführung und im oberen Raumbereich angeordneten ALD sind innerhalb der Aufenthaltszone die Kriterien der thermischen Behaglichkeit erfüllt.
- Vorstehende Flächen oberhalb des ALD, wie etwa ein Vorhangbrett, können das Zugluftrisiko erhöhen, wenn sie den Kaltluftstrahl in den Raum umlenken.
- Das horizontale Einführen der Luft ist bezüglich Behaglichkeit ungünstig. Die kalte Zuluft gelangt so in die Aufenthaltszone.
- Bei wandparalleler Einführung reduziert ein Heizkörper unter dem ALD in der Regel das Zugluftrisiko. Bei horizontaler Einführung kann aber die Warmluftwalze eines Heizkörpers die kalte Aussenluft weit in den Raum hineintragen und so Zugluftercheinungen sogar verstärken.
- Hinter Gardinen angeordnete ALD verursachen ein wesentlich kleineres Zugluftrisiko.

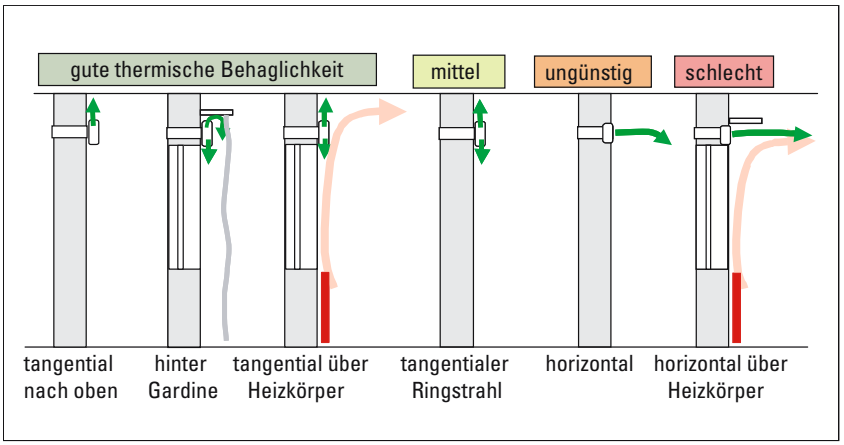
Figur 3 zeigt bewährte und kritische Anordnungen.
Das Zugluftrisiko hängt also von der Konstruktion und Platzierung der ALD ab. Seriöse Hersteller haben das Zugluftrisiko ihrer Produkte untersucht und können daher präzise Planungs- und Montagevorgaben liefern. ■

Teil 2 dieses Fachartikels folgt in HK-Gebäudetechnik 8/12 mit den Kapiteln: 3) Akustische Dimensionierung, 4) Inbetriebsetzung und Instandhaltung, 5) Einsatzgrenzen, 6) Minergie-Standard und Energiegesetze, 7) Resümee.

*Autor: Heinrich Huber, Dozent für Gebäudetechnik, Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut Energie am Bau, Muttenz; Stv. Leiter MINERGIE Agentur Bau.

Fachlektorat:
Gregor Notter, Hochschule Luzern, Technik & Architektur, Luzern/Zertifizierungsstelle MINERGIE-P.
Antje Heinrich, AWEL, Zürich/MINERGIE-Zertifizierungsstelle Zürich
Thomas Huber, BSR Architekten AG, Bern/MINERGIE-Zertifizierungsstelle Bern.

Figur 2: Luftströmung bei einem Aussenluft-Durchlass (ALD) mit wandparallelem Zuluftstrahl (Quelle [6]).



Figur 3: Bewährte und kritische Ausblasrichtungen von Aussenluft-Durchlässen (Quelle [5]).

Hohe Ansprüche an die Planung, Teil 2: akustische Auslegung (Teil 1: vgl. HK-GT 6/12, S. 54–56)

Einfache Abluftanlagen

Die einfache Abluftanlage ist eines von vier Minergie-tauglichen Lüftungssystemen. Da dieses System keine Zuluftleitungen benötigt, scheint es einfach realisierbar zu sein. Der Schein trügt aber: Insbesondere die strömungstechnische und akustische Auslegung ist anspruchsvoll und erfordert Spezialwissen.

Heinrich Huber *

Teil 1 dieses Fachartikels (HK-Gebäudetechnik 6/12, S. 54–56) enthielt die Kapitel «1 Anforderungen von Minergie und in Normen» und «2 Strömungstechnische Dimensionierung». Hier folgen nun die restlichen Kapitel des 2-teiligen Beitrags.

3 Akustische Dimensionierung

Aussenluft-Durchlässe (ALD) schwächen die Schalldämmung von Fassaden. Die Beurteilung und Berechnung erfolgt gemäss SIA 181.

Der Anforderungswert wird gemäss SIA 181, Ziff. 3.1.1.2, bestimmt. Sofern die Differenz der Beurteilungspegel zwischen Tag und Nacht ≤ 8 dB beträgt, ist der Nacht-Wert massgebend, ansonsten ist es der Tag-Wert. Bei geringer bis mässiger Lärmbelastung (Nacht-Wert $L_r \leq 52$ dB(A)) beträgt die Mindestanforderung $D_e = 27$ dB. Bei erheblicher oder starker Lärmbelastung gilt eine Mindestanforderung von $D_e = L_r - 25$ dB. Die genannten D_e-Werte gelten bei mittlerer Lärmempfindlichkeit (z. B. Wohn- und Schlafräume). Bei erhöhten Anforderungen gelten um 3 dB erhöhte Werte. Für Prognosen ist nachzuweisen:

$$D_{e,d} = D_{e,tot} - K_P = D_{nT,w} + C_{tr} - C_v - K_P \geq D_e \qquad (3)$$

Dabei sind:

- $D_{e,tot}$ Gesamtwert für die Luftschalldämmung externer Quellen, in dB
- K_P Projektierungszuschlag, in dB
- $D_{nT,w}$ Bewertete Standard-Schallpegeldifferenz, in dB
- C_{tr} Spektrum-Anpassungswert zur Bewertung vorrangig tieffrequenter Verkehrslärm- bzw. Musikanteile (für den Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz), in dB
- C_v Volumenkorrektur (wenn $V < 200\,m^3$ ist $C_v = 0$ dB. Grössere Räume s. SIA 181)
- D_e Anforderungswert, in dB

Figur 4 zeigt die Grössen, die bei der Berechnung der bewerteten Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ berücksichtigt werden.

Die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz plus Spektrum-Anpassungswert wir berechnet mit:

$$D_{nT,w} + C_{tr} = \left(R'_{w,res} + C_{tr,res}\right) - 10 \cdot \lg\left\{\frac{T_0}{V \cdot 0.163} \cdot \left[S_{tot} + A_0 \cdot \left(10^{0.1\left[\left(R'_{w,W} + C_{tr,res}\right) - \left(D_{n,e,w} + C_{tr,ALD}\right)\right]}\right)\right]\right\} \qquad (4)$$

Dabei sind:

- $D_{nT,w}$ Bewertete Standard-Schallpegeldifferenz, in dB
- C_{tr} Spektrum-Anpassungswert der Gebäudehülle inkl. ALD, in dB
- $R'_{w,res}$ Bewertetes Bau-Schalldämm-Mass der Gebäudehülle (Wand, Fenster, Dach) ohne ALD, in dB
- $C_{tr,res}$ Spektrum-Anpassungswert der Gebäudehülle ohne ALD, in dB
- T_0 Bezugsnachhallzeit, $T_0 = 0{,}5$ s
- V Netto-Raumvolumen, in m^3
- S_{tot} Fläche der Gebäudehülle inkl. ALD, in m^2
- A_0 Bezugs-Schallabsorptionsfläche, $A_0 = 10\,m^2$
- $D_{n,e,w}$ Bewertete absorptionsflächenbezogene Schallpegeldifferenz des ALD, in dB
- $C_{tr,ALD}$ Spektrum-Anpassungswert des ALD in dB

Beispiel

In einem Schlafzimmer mit einer Fläche von 12 m^2 und einer Höhe von 2,5 m (Volumen 30 m^3) werden zwei ALD eingebaut. Die Fläche der gesamten Aussenwand beträgt 8 m^2, davon beansprucht das Fenster 1,9 m^2. Die Backsteinwand hat einen ($R'_{w,W}$ + C_{tr})-Wert von 55 dB.

Der ALD weisst folgende akustische Daten auf:

Bewertete absorptionsflächenbezogene Schallpegeldifferenz $D_{n,e,w} = 38$ dB

Spektrum-Anpassungswert $C_{tr} = -1$ dB

Damit der geforderte Volumenstrom von 30 m^3/h nachströmt, müssen zwei ALD eingebaut werden. Dadurch reduziert sich der Dn,e,w-Wert um 3 dB.

Tabelle 1 zeigt den Nachweis gemäss Gleichung (3): $D_{e,d} = D_{nT,w} + C_{tr} - C_v - K_P \geq D_e$

Es werden zwei Fälle unterschieden:

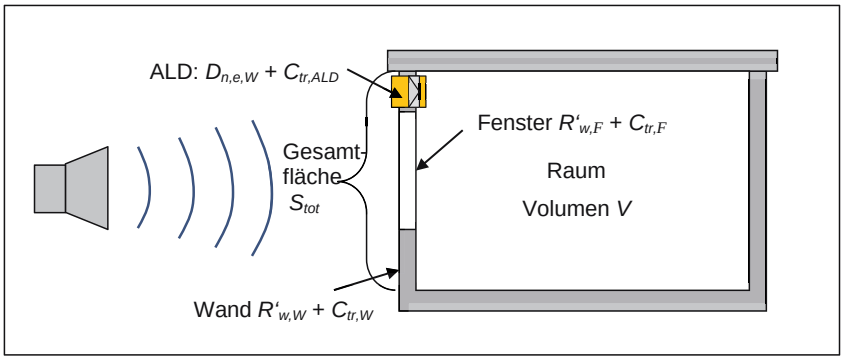
a) Ruhige Lage, altes Fenster

b) Laute Lage, neues Schallschutzfenster

An der ruhigen Lage kann sogar die erhöhte Anforderung erreicht werden. An der lauten Lage wird aber selbst die Mindestanforderung nicht erfüllt.

Die Schwächung der Schalldämmung der Gebäudehülle durch die ALD ist beachtlich: An der ruhigen Lage sinkt die Schallpegeldifferenz durch dem Einbau der ALD um 5 dB, an der lauten Lage gar um 12 dB. Wenn die ALD nach einem Fensterersatz eingebaut werden, dürfte dies zu Reklamationen führen.

Das Resultat könnte verbessert werden, wenn ein einziger grösserer ALD eingesetzt würde, der einen Dn,e,w-Wert von 40 dB aufweist. Damit verschlechtert sich die Schallpegeldifferenz an der ruhigen Lage noch um 3 dB, was akzeptabel ist. An der lauten Lage beträgt die Verschlechterung aber immer noch beachtliche 8 dB. Obwohl die Mindestanforderung eingehalten ist, dürfte dieses Resultat immer noch unbefriedigend sein. ➔



Figur 4: Schwächung der Schalldämmung der Gebäudehülle durch ALD (Illustrationsskizze).

Lage		Ruhige Lage	Laute Lage
Schalldämm-Mass Fenster	$R'_{w,F} + C_{tr,F}$	31,0 dB	40,0 dB
Schalldämm-Mass der Gebäudehülle	$R'_{w,res} + C_{tr,res}$	37,2 dB	45,8 dB
Bewertete Standard-Schallpegeldifferenz mit zwei ALD, gemäss Gleichung (4)	$D_{nT,w} + C_{tr}$	32,5 dB	33,7 dB
Volumenkorrektur	C_v	0,0 dB	0,0 dB
Projektierungszuschlag	K_p	2,0 dB	2,0 dB
Projektierungswert	$D_{e,d}$	30,5 dB	31,7 dB
Lärmbelastung Nacht	L_r	< 52 dB(A)	60 dB(A)
Anforderungswert Mindestanforderung / erhöhte Anforderung	D_e	27 dB / 30 dB	35 dB / 38 dB
Nachweis erbracht? De,d ≥ De Mindestanforderung / erhöhte Anforderung		Ja / Ja	Nein / Nein

Tabelle 1: Nachweis Schallschutz gegen Aussenlärm.

Die Folgerung dieses Beispiels ist, dass reine Abluftanlagen an lauten Lagen problematisch sind. Die im Beispiel gewählten $D_{n,e,w}$-Werte entsprechen akustisch hochwertigen Produkten.

4 Inbetriebsetzung und Instandhaltung

Wie alle lüftungstechnischen Einrichtungen sind auch einfache Abluftanlagen fachgerecht in Betrieb zu nehmen und zu warten.

Die Luftvolumenströme müssen einreguliert, gemessen und protokoliert werden. Die Benutzer sind zu instruieren. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass eine einfache Abluftanlage bei offenen Fenstern nicht ordentlich funktioniert.

Die Filter der ALD sind bei den meisten Produkten so ausgelegt, dass je nach Aussenluftqualität zwei- bis viermal jährlich ein Ersatz erforderlich ist. Filter sind aus hygienischer Sicht immer Einwegprodukte, die nach Gebrauch zu entsorgen sind. Neben dem Filterersatz müssen auch die ALD mindestens einmal jährlich überprüft und bei Bedarf gereinigt werden. Bei der jährlichen Wartung sind die Abluftventilatoren und Abluftfilter einzubeziehen.

Etwa alle fünf bis acht Jahre müssen die Abluftleitungen kontrolliert und bei Bedarf gereinigt werden.

Insbesondere bei Mietwohnungen in Mehrfamilienhäusern ist ein Betriebskonzept zu erstellen, um den Filterwechsel und die ALD-Kontrolle zu gewährleisten. Diese Arbeit darf nicht den Mietern übertragen werden, da sonst ein zuverlässiger und hygienisch einwandfreier Betrieb nicht gewährleistet werden kann. Das heisst der Wartungsaufwand (Arbeit und Filterkosten) ist typischerweise höher als bei Komfortlüftungen.

5 Einsatzgrenzen

Beim Einsatz von einfachen Abluftanlagen sind folgende Grenzen zu berücksichtigen:

- Es darf kein Risiko für eine erhöhte Radonkonzentration bestehen, wenn im Gebäude ein Unterdruck herrscht. Hierzu ist eine gute Abschottung des Kellergeschosses vom Erdgeschoss nötig. In Gebieten mit erhöhtem Radonrisiko sollen in Einfamilienhäusern keine Abluftanlagen eingesetzt werden.
- Das Gebäude muss eine gute Luftdichtheit aufweisen. Bei einem n_{50}-Wert von über 1,0 h^{-1} wird eine einfache Abluftanlage sowohl von der Funktion wie auch vom Energieverbrauch her fragwürdig.
- Es dürfen nicht mehr als zwei Geschosse luftseitig miteinander verbunden sein. Bei mehr Geschossen sind luftdichte Trenntüren zwischen den Geschossen erforderlich.
- In der Wohnung darf keine raumluftabhängige Feuerung installiert sein. Auch raumluftunabhängige Feuerungen werden nicht empfohlen.
- Starker Wind kann die Funktion der Anlage stören. Daher sollen einfache Abluftanlagen nicht an stark windexponierten Orten eingesetzt werden.
- Die Lage der ALD ist kaum wählbar. Das bedeutet, dass die Aussenluft evtl. auf einer Strassenseite angesaugt werden muss. An besonnten Fassaden kann über einen ALD stark erwärmte Luft in die Wohnung gelangen. Dies gilt es beim sommerlichen Wärmeschutz zu berücksichtigen.
- Eine direkte Wärmeübertragung von der Abluft auf die Zuluft ist nicht möglich. Allenfalls kann eine Abluft-Wärmepumpe zur Wassererwärmung oder Heizungsunterstützung eingesetzt werden. Der elektrothermische Verstärkungsfaktor (ETV) ist aber deutlich geringer als bei einer Komfortlüftung. Im Energiekonzept sind eventuell Kompensationsmassnahmen erforderlich.

6 Minergie-Standard und Energiegesetze

Ergänzend zu den Anforderungen des schweizerischen Regelwerks stellt der Minergie-Standard nur eine Anforderung: Es wird vorausgesetzt, dass die Anlage für Dauerbetrieb ausgelegt ist. Dies stellt Anforderungen an die mechanische Qualität der Ventilatoren und an die akustische Auslegung. Die Anforderungen an Dauergeräusche finden sich in der SIA 181. Für die Beurteilung ist am Tag und in der Nacht der Normalbetrieb gemäss SIA 2023 massgebend.

Wegen dem fehlenden Wärmetauscher zwischen Zu- und Abluft und dem höheren Abluftvolumenstrom ist die einfache Abluftanlage gegenüber der Komfortlüftung klar im Hintertreffen. Durch geeignete Anlagekonzepte kann dieser Nachteil aber in Grenzen gehalten werden: Im Minergie-Nachweis wird unterschieden, ob eine Anlage einstufig betrieben wird oder ob sie wohnungsweise mehrstufig gesteuert werden kann. Weiter wird unterschieden, ob die Ventilatoren mit Wechselstrommotoren (sog. AC-Motoren) oder energetisch besseren Gleichstrom- oder EC-Motoren betrieben werden.

Bei Neubauten lässt sich der Minergie-Standard mit einfachen Abluftanlagen nur schwer und der Minergie-P-Standard kaum erreichen.

Lüftungssystem	Komfortlüftung		Einfache Abluftanlage	
Energetischer Standard	nicht optimiert	optimiert	nicht optimiert	optimiert
Ventilator-Motor	Wechselstrom	EC	Wechselstrom	EC
Betrieb der Lüftung	einstufig	bedarfsgesteuert mehrstufig	einstufig	bedarfsgesteuert mehrstufig
Thermisch wirksamer Aussenluftvolumenstrom	0,34 $m^3/h.m^2$	0,32 $m^3/h.m^2$	1,27 $m^3/h.m^2$	1,11 $m^3/h.m^2$
Heizwärmebedarf mit effektivem Luftwechsel	31,7 kWh/m^2	32,2 kWh/m^2	57,2 kWh/m^2	52,8 kWh/m^2
Strombedarf Lüftung	6,8 kWh/m^2	2,8 kWh/m^2	4,4 kWh/m^2	1,8 kWh/m^2
Minergie Kennzahl Wärme	50,2 kWh/m^2	42,5 kWh/m^2	62,5 kWh/m^2	54,3 kWh/m^2

Tabelle 2: Vergleich von Komfortlüftung und einfacher Abluftanlage in einem Minergie-MFH

Literatur- und Quellenverzeichnis

[1] Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke MINERGIE. Verein MINERGIE, Bern 2012; www.minergie.ch

[2] Standard-Lüftungssysteme für Wohnbauten. Verein MINERGIE, Bern 2009; www.minergie.ch

[3] Merkblatt SIA 2023: Lüftung in Wohnbauten (2008). SIA, Zürich

[4] Norm SIA 181: Schallschutz im Hochbau (2006). SIA, Zürich

[5] Huber, H., Mosbacher, R.: Wohnungslüftung. Faktor Verlag, Zürich 2006. www.faktor.ch

[6] Dorer, V., Pfeiffer, .A.: ENABL, Energieeffiziente Abluftsysteme. Schlussbericht des gleichnamigen Forschungsprojekts. Empa, Dübendorf 2002

[7] Nachweistool MINERGIE, Version 2012. Verein MINERGIE, Bern; www.minergie.ch

[8] Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich 2008, Vollzugshilfe EN-4: Lüftungstechnische Anlagen. EnDK Jan. 2009; www.endk.ch

Beispiel

Ein bestehendes 6-Familien-Haus wird nach Minergie modernisiert. Es sind je drei 3-Zimmer- und drei 4-Zimmer-Wohnungen vorhanden.

Die Energiebezugsfläche misst 660 m^2. Der Heizwärmebedarf mit Standardluftwechsel beträgt 150 MJ/m^2. Heizung und Wassererwärmung erfolgen mit einer Erdsonden-Wärmepumpe. Die Jahresarbeitszahl ist im Heizbetrieb 3,0 und bei der Wassererwärmung 2,7.

In Tabelle 2 wird eine Komfortlüftung mit einer einfachen Abluftanlage verglichen. Dabei sind der thermisch wirksame Aussenluftvolumenstrom und der spezifische Energiebedarf dargestellt. Die Werte sind mit dem Minergie-Nachweistool Version 13 [7] berechnet und beziehen sich auf die Energiebezugsfläche.

Wegen der fehlenden Wärmerückgewinnung und dem grösseren Abluftvolumenstrom ist der thermisch wirksame Aussenluftvolumenstrom der einfachen Abluftanlage markant höher als bei der Komfortlüftung. Dafür hat die einfache Abluftanlage einen wesentlich tieferen Stromverbrauch. Der Stromverbrauch hängt aber stark davon ab, welche Ventilatortechnologie und Steuerung eingesetzt wird. Anlagen mit alten Ventilatormotoren und einstufigem Betrieb haben einen 2,5-mal höheren Verbrauch als Anlagen mit modernen Motoren und wohnungsweiser Steuerung.

In der gesamten Energiebilanz des Gebäudes hat der Heizwärmebedarf einen grösseren Einfluss als die Ventilatorenergie. Mit der Komfortlüftung ist die Minergie-Kennzahl Wärme gut 10 kWh/m^2 tiefer als mit der einfachen Abluftanlage. Bei einer optimierten Abluftanlage wird in diesem Beispiel die Minergie-Anforderung für Modernisierung (60 kWh/m^2) immer noch erreicht, mit der nicht optimierten Abluftanlage aber nicht mehr.

Unabhängig von Komfortlüftung oder einfacher Abluftanlage lohnt es sich aber sicher, die Lüftung zu optimieren, das heisst neueste Technik einzusetzen.

Die MuKEn 2008 [8], die in den meisten Kantonen identisch mit den Energiegesetzen ist, verlangt bei Lüftungsanlagen mit einem Luftvolumenstrom von über 1000 m^3/h und mehr als 500 Betriebsstunden eine Wärmerückgewinnung, resp. bei Abluftanlagen eine Abwärmenutzung. Mehrere getrennte einfache Abluftanlagen im gleichen Gebäude gelten als eine Anlage, das heisst, deren Abluftvolumenströme sind zu addieren. Energievorschriften haben gegenüber dem Minergie-Standard Vorrang. Das bedeutet, dass im Einzelfall abzuklären ist, ob eine Abwärmenutzung realisiert werden muss.

7 Resümee

Harte Einsatzgrenzen, hohe Ansprüche an die Planung, eine aufwändige Wartung und der fehlende Wärmeaustausch von der Abluft auf die Zuluft sind einschränkende Nachteile von einfachen Abluftanlagen. Trotzdem hat dieser Anlagetyp seine Berechtigung. Speziell bei etappenweisen Modernisierungen besteht ein sinnvolles Einsatzgebiet, insbesondere dann, wenn bereits Installationszonen für Abluftleitungen vorhanden sind.

Einfache Abluftanlagen erfordern mindestens so viel Planungsaufwand und Fachkompetenz wie Komfortlüftungen. Das bedeutet, dass die entsprechenden Projektierungsaufträge budgetiert und erteilt werden müssen. Beim Schallschutz ist in der Regel ein Akustiker beizuziehen. ■

*Autor: Heinrich Huber, Dozent für Gebäudetechnik, Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut Energie am Bau, Muttenz; Stv. Leiter MINERGIE Agentur Bau.

Fachlektorat:
Gregor Notter, Hochschule Luzern, Technik & Architektur, Luzern / Zertifizierungsstelle MINERGIE-P.
Antje Heinrich, AWEL, Zürich / MINERGIE-Zertifizierungsstelle Zürich
Thomas Huber, BSR Architekten AG, Bern / MINERGIE-Zertifizierungsstelle Bern.

coolenergy
TEMPERATURE RENTAL

mobile kälte mieten

Mietkälte bei Ausfall, Umbau oder in der Bauphase | bei geplanter Wartung | als Alternative bei R22-Ausstieg

EDV Serverräume | USV
Industrielle Prozesskühlung
Hallen | Messen | Flughäfen
Krankenhäuser

Kaltwassersätze
Lüftungsgeräte
Mobile Klimaanlagen
Kühltürme | Freikühler

15 Standorte europaweit
24h – 0800 002 678 gratis
www.coolenergy.ch