

Komfortlüftungen

Technische Ergänzungen zum Planer-Kit.

Dieses Merkblatt ist eine Ergänzung zum Planer-Kit Komfortlüftung von EnergieSchweiz. Das Merkblatt ist Arbeitsgrundlage für den Lüftungsplaner und gilt für Wohnlüftungen mit Zu- und Abluft sowie Wärmerückgewinnung.

1. Aussenluftfassung und Luftregister

Der Standort des Luftansauges muss so gewählt werden, dass sich keine Schadstoffe (Autoabgase) oder störende Gerüche in der Nähe der Aussenluftfassung befinden. Zudem muss mittels Schutzgitter sichergestellt werden, dass keine Kleintiere (z.B. Mäuse oder Vögel) in das Erdregister eindringen können. Es sollte ca. 1 m über Terrain angesogen werden (max. Schneehöhe beachten). Verzichten Sie wegen der möglichen Radonbelastung auf eine zum Erdreich offene Luftfassung (kein offenes Kiesbett). Es sollten innen glattwandige Rohre (HDPE kein PVC), die wasserdicht verschweisst sind eingesetzt werden. Die Rohre sind mit Gefälle zur Hauseinführung zu verlegen. Im Gebäudeinnern ist ein Kondensatablauf

vorzusehen. Die Reinigung erfolgt bei Bedarf mittels Durchspülung von der Luftfassung her.

Lufterdregister: Beim Lufterdregister (= mehrere Rohre in Abstand von min. 5 x Rohrdurchmesser) ist das Ziel, die WRG und den Filter vor Vereisung bzw. Kondensat zu schützen, das heisst der Erdregister Austritt muss bei minimaler Aussenlufttemperatur immer $> 0\text{ °C}$ sein:

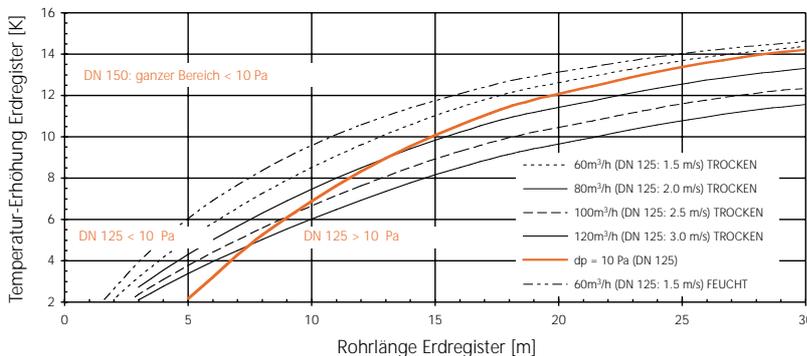
$$t_{AUL} + \Delta t_{ErdR} > 0\text{ °C (Lufterdregister)}$$

Verlängerter Ansaug: Beim verlängerten Ansaug (= nur ein relativ kurzes Rohr) ist das Ziel, die geforderte minimale Zulufttemperatur t_{ZUL} nur mit dem Luftansaug Δt_{ErdR} , dem sehr guten Temperatur-Änderungsgrad der WRG $\eta_t > 0.80$ und allenfalls der Erwärmung der Zuluft in der Luftverteilung (einbetonierte Rohre) Δt_{Vert} zu erreichen:

$$\Delta t_{ErdR} = [t_{ZUL} - \Delta t_{Vert} - t_{AUL} \times (1 - \eta_t) - \eta_t \times t_{ABL}] / (1 - \eta_t)$$

(verlängerter Ansaug erforderlich wenn $\Delta t_{ErdR} > 0\text{ K}$)

Aussenluft-Erwärmung durch Erdregister im Auslegungsfall (-10 °C)



Grundlage Diagramm: CH-Mittelland, Aussenlufttemperatur: -10 °C, Rohre in 1.5 m Tiefe freiliegend oder neben einem Gebäude mit $U_{Kellerwand} < 0.3\text{ W/m}^2\text{K}$, Erdreich trocken, Lüftungsanlage im Dauerbetrieb, gültig für Rohrdurchmesser DN 125 und DN 150, Druckverlustgrenzwert für Rohrreibung inkl. zwei 90° Bögen ohne Verteiler für DN 125, Rechenprogramm WKM.

Dabei ist t_{AUL} die Aussenlufttemperatur und t_{ABL} die Ablufttemperatur (Raumlufttemperatur) am Geräteeintritt. Der durch das Lufterdregister bedingte Druckverlust sollte < 10 Pa betragen. Um dieses Ziel zu erreichen, hängt die maximale Luftgeschwindigkeit von der Länge der Erdregisterrohre und den Einzelwiderständen ab. Die zu erwartende Temperaturdifferenz eines im *trockenen Erdreich* verlegten Rohrs Δt_{ErdR} kann im Dimensionierungsfall ($t_{AUL} = -10$ °C) in Abhängigkeit der Luftmenge (Luftgeschwindigkeit und Druckverlust für DN 125) und der Rohrlänge aus dem Diagramm auf Seite eins entnommen werden. Zur Abschätzung des Einflusses des feuchten Erdreichs, wird eine zusätzliche Kurve für die Luftmenge von 60 m³/h dargestellt.

2. Lüftungsgerät

Wärmerückgewinnung: Die Wärmerückgewinnung muss eine der beiden Anforderungen erfüllen:

- Temperatur-Änderungsgrad der Wärmerückgewinnung (gemäss EN 308): $\eta_t > 70\%$
- Wärmebereitstellungsgrad gemäss deutscher Geräteprüfung [1]: $\eta'_{WRG} > 85\%$

Kontrolle: Bei Gerätetypen, die in Deutschland geprüft wurden, wird der Wärmebereitstellungsgrad im Prüfbulletin [1] nachgesehen. Bei den übrigen Geräten werden die Temperaturen an allen vier Luftanschlüssen des Geräts gemessen. Der Temperatur-Änderungsgrad kann wie folgt abgeschätzt werden:

- $\eta_t = 0.5 \times [(t_{ABL} - t_{FOL}) + (t_{ZUL} - t_{AUL})] / (t_{ABL} - t_{AUL})$
Dabei ist t_{ABL} die Temperatur am Abluftstutzen, t_{FOL} am Fortluftstutzen, t_{ZUL} am Zuluftstutzen und t_{AUL} am Aussenluftstutzen. Die Lufttemperatur am Aussenluftanschluss des Geräts sollte zwischen 0 °C und $+8$ °C liegen. Vor der Messung müssen die Volumenströme einreguliert werden.

Ventilatorenleistung: Die unten genannten Werte lassen sich praktisch nur mit Ventilatorantrieben mit Gleichstrom- oder EC-Motoren erreichen. Zudem muss das Verteilsystem gemäss diesem Merkblatt dimensioniert sein.

Spezifische Leistung für die Luftförderung	P_{el}/V
Zu- und Abluft mit WRG, einfache Filter (G3 bis F4)	0.35 W/(m ³ /h)
Zu- und Abluft mit WRG, Pollenfilter (F5 bis F9)	0.40 W/(m ³ /h)

P_{el} : elektrische Aufnahmeleistung in W

V : Mittelwert von Zu- und Abluftvolumenstrom in m³/h.

Kontrolle: Die Kontrollmessung zur Bestimmung der Kennzahl P_{el}/V wird mit neuen Filtern durchgeführt.

3. Filter

Aussen- und abluftseitig ist das Gerät mindestens mit Filtern der Klasse G3 ausgerüstet. Bei Wohnungen für Pollen-Allergiker hat die Aussenluftseite einen Filter der Klasse F5 bis F9. Ein Pollenfilter soll in jedem Fall nachrüstbar sein. Die Platzierung als zweite Filterstufe nach dem Gerät (statt als erste Stufe im Gerät) ist hygienisch von Vorteil. Die Filter werden überwacht und ein erforderlicher Ersatz wird automatisch angezeigt. Die Filter der ersten Stufe sind spätestens nach einem Jahr zu ersetzen, auch wenn sie optisch sauber erscheinen. Pollenfilter, die als zweite Filterstufe eingesetzt werden, sind spätestens alle zwei Jahre zu ersetzen. Taschenfilter sind zu bevorzugen, da sie einen geringeren Druckverlust aufweisen als Filtermatten.

4. Luftvolumenströme

Zu- und Abluftvolumenstrom werden gemäss den folgenden Tabellen zuerst getrennt berechnet. Das grössere Total ist für die Dimensionierung massgebend. Auf der Seite mit dem kleineren Total (z.B. Abluft) werden die Werte pro Raum so erhöht, dass das gleiche Total wie auf der anderen Seite (z.B. Zuluft) entsteht. Wenn das berechnete Total auf der Abluftseite kleiner ist, soll zuerst der Abluftvolumenstrom der Küche erhöht werden (je nach Wohnungsgrösse bis auf 60 bis 80 m³/h) und erst in zweiter Priorität die Abluftvolumenströme der übrigen Räume.

Minimaler Abluftvolumenstrom:

Minimaler Abluftvolumenstrom	mehr als 2 1/2-Zimmer	bis und mit 2 1/2-Zimmer
Küche/Kochnische Grundlüftung	40 m ³ /h	30 m ³ /h
Bad/Dusche	40 m ³ /h	30 m ³ /h
WC	20 m ³ /h	20 m ³ /h
Abstellraum, Ankleide	ca. 10 m ³ /h	ca. 5 m ³ /h

Die Tabellenwerte gelten für ganzjährigen Dauerbetrieb. Wenn die Steuerung während mehr als 12 Stunden pro Tag tiefere Werte zulässt, müssen auf mindestens einer Betriebsstufe 50% höhere Abluftvolumenströme eingestellt werden können. Die Tabellenwerte für Wohnungen mit mehr als 2 1/2-Zimmern lehnen sich an die DIN 1946-6 [2] an. Je nach objektspezifischen Verhältnissen, sind abweichende Abluftvolumenströme sinnvoll.

Rechenbeispiel für eine 4-Zimmer-Wohnung:

Minimaler Abluftvolumenstrom gem. Tabelle: 100 m³/h
(Küche 40 m³/h + Bad 40 m³/h + WC 20 m³/h = 100 m³/h)

Minimaler Zuluftvolumenstrom gem. Tabelle: 120 m³/h
(4 Zimmer à je 30 m³/h = 120 m³/h)

Der effektiv gewählte Abluftvolumenstrom wird auf 120 m³/h erhöht (Küche Erhöhung auf 60 m³/h + Bad 40 m³/h + WC 20 m³/h = 120 m³/h).

Der Zuluftvolumenstrom bleibt beim Wert, der nach Tabelle ermittelt wurde.

Minimaler Zuluftvolumenstrom:

Schlaf- und Arbeitszimmer	30 m ³ /h*
Wohnzimmer im Überströmbereich	keine separate Zuluft
Wohnzimmer, nicht im Überströmbereich	30 m ³ /h

* bei Schlafzimmern für eine Person in Einfamilienhäusern: in Absprache mit der Bauherrschaft kann bis auf 20 m³/h reduziert werden.

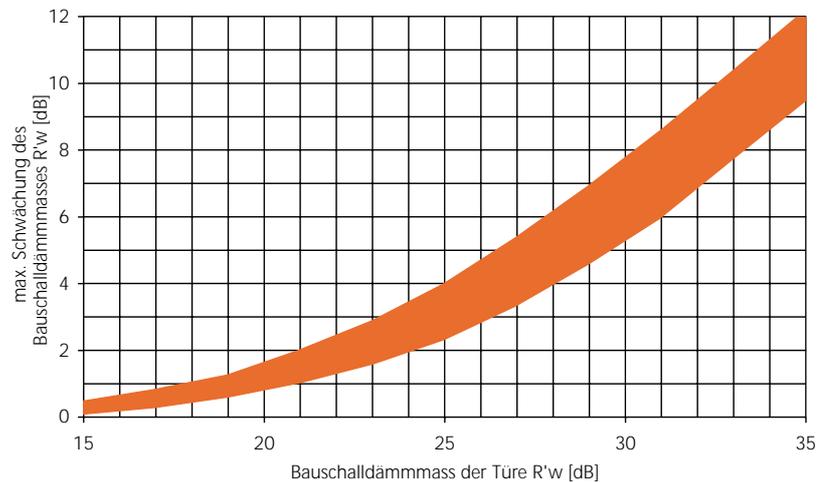
5. Anforderungen an den Schall

Die Lüftung soll in den Wohn- und Schlafzimmern einen Schalldruckpegel von max. 25 dB(A) verursachen. In den übrigen Räumen sind höhere Werte gemäss SIA 181 [3] zulässig, wobei der Schall aus diesen Räumen den Schalldruckpegel in den Wohn- und Schlafzimmern nicht erhöhen darf. Bei der akustischen Dimensionierung ist zu berücksichtigen, dass heutige Wohnungen häufig akustisch hart sind (grosse Nachhallzeiten).

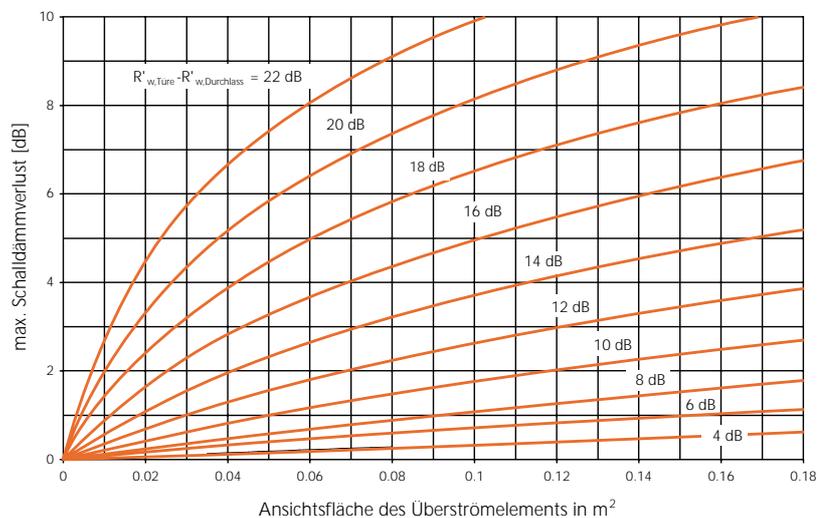
Überströmung durch Türspalt: Die allfällige Reduktion des Schalldämmmasses der Türen (z. B. durch Weglassen einer Planendichtung) muss akzeptiert werden. Die Luftgeschwindigkeit im Türspalt soll bei max. 1.5 m/s liegen.

Schallgedämmte Überströmdurchlässe: Überströmdurchlässe in Wänden mit einer Türe sollen schalldämpfend ausgebildet sein und ein Schalldämmmass von $R'w > 10$ dB aufweisen (bezogen auf den Durchlass alleine). Mit diesem Schalldämmmass bewegen sich die Schwächungen der Türen in einer ähnlichen Grössenordnung wie mit einem Türspalt. In Zimmertrennwänden ohne Türe und mit moderaten Schallschutzanforderungen sollen die Überströmdurchlässe ebenfalls ein $R'w > 10$ dB aufweisen. Bei speziellen Schallschutzanforderungen ist ein Akustiker beizuziehen. Überströmdurchlässe sollen einen Druckabfall von maximal 3 Pa haben.

Schalldämmverluste durch einen Luftspalt von 5 bis 10 mm Höhe



Schalldämmverluste durch Überströmdurchlässe in Wänden mit Türen



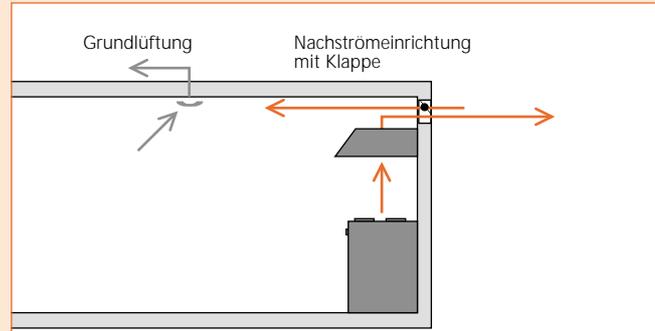
Ablesebeispiel: Ein Überströmelement der Fläche 0.07 m² (700 cm²) soll die Schalldämmung der Türe von 30 dB um maximal 2 dB schwächen. Die Wahl fällt auf ein Überströmelement das maximal 12 dB schlechter ist als die Türe, d.h. eine Schalldämmung ($R'w$) von min. 18 dB aufweist.

6. Kochstellenabluft

Die Dunstabzughaube darf nicht an der Abluft der Komfortlüftung angeschlossen werden. Für die Kochstellenabluft stehen folgende beiden Lösungen zur Wahl:

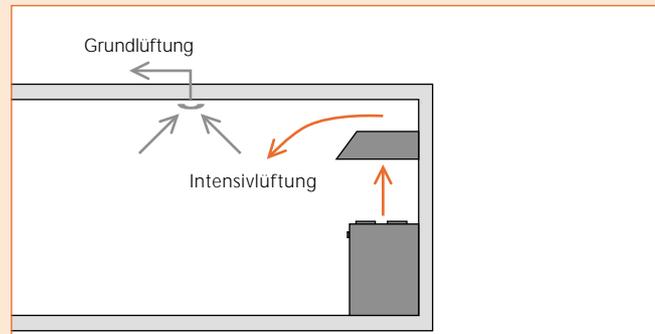
Fortlufthaube mit Nachströmung über Fenster oder Nachströmeinrichtung mit Klappe: Die Zuluft strömt durch den von der Abzughaube erzeugten Unterdruck nach. Der Unterdruck soll max.10 Pa betragen, bei Wohnungen mit raumluftabhängigen Feuerungen sogar nur 4 Pa.

- Vorteile: Einfache und günstige Wartung. Die Luftmengenbilanz stimmt auch bei Intensivlüftung.
- Nachteile: Bei Intensivlüftung ist der thermische Komfort reduziert.



Umlufthaube mit Aktivkohlenfilter. Die Kochstelle ist mit einer Umlufthaube mit Aktivkohlenfilter ausgerüstet.

- Vorteile: Einfaches Konzept ohne Schnittstellen. Die Luftmengenbilanz stimmt bei Intensivlüftung. Nutzung der Kochstellen-Abwärme über die WRG.
- Nachteile: Kurze Standzeit der Filter und teure Ersatzfilter. Geringe Wirkung bei hoher Feuchte und hoher Temperatur.



7. Anforderungen an das Verteilsystem

Dimensionierung: Bei Einfamilienhäusern soll die Summe der Druckverluste bei höchstens etwa 100 Pa liegen. Die Summe beinhaltet alle Luftleitungen, das Lufterdregister, sowie die Ein- und Auslässe. Die Druckverluste im Lüftungsgerät sowie eines allfälligen Pollenfilters sind dabei nicht berücksichtigt. Ein höherer Druckverlust als 100 Pa ist zulässig, wenn die spezifische Leistung für die Luftförderung (P_{el}/V) den Grenzwert trotzdem einhält. Der Richtwert von 100 Pa wird in der Regel eingehalten, wenn Luftgeschwindigkeiten in den Leitungen nicht über 2.5 m/s liegen und keine speziellen Armaturen (Rückschlagklappen, Volumenstromregler) eingesetzt werden.

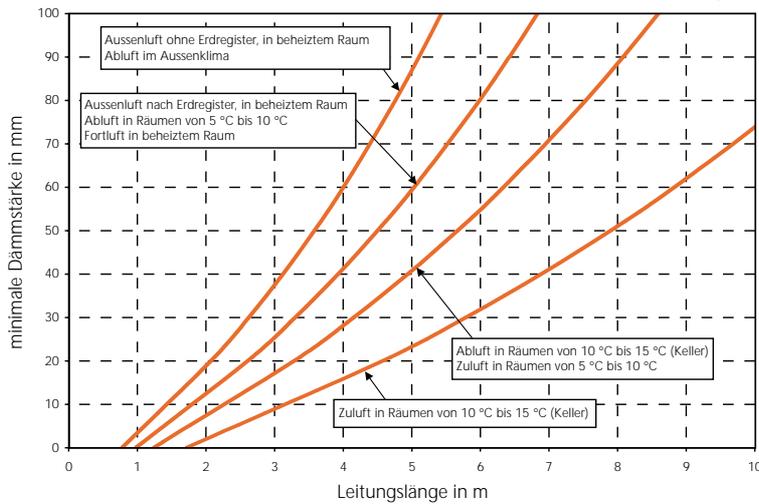
Luftdichtheit: Es soll mindestens Dichtheitsklasse C [4] angestrebt werden. Rohre sind dichter als rechteckige Blechkanaäle. Es sollen dichte Verbindungen eingesetzt werden: Lippendichtung, dauerelastisches Klebband oder Kaltschrumpfband.

Kontrolle: Rauchprobe vor dem Isolieren oder Volumenstrombilanz mit genauem Messgerät, z. B. «Flow-Finder», erstellen.

Wärmedämmung: Die Dämmdicke von Luftleitungen ist so zu wählen, dass unerwünschte Wärmeflüsse den Nutzen der Wärmerückgewinnung um maximal 10% reduzieren. Bei mittleren Winterbedingungen im Mittelland sollen Aussen- und Fortluft in warmen Räumen um nicht mehr als je 0.7 K erwärmt werden. Zu- und Abluft sollen in kühlen Räumen um nicht mehr als um je 0.7 K abgekühlt werden. Für Einfamilienhäuser oder einzelne Wohnungen im schweizerischen Mittelland werden die minimalen Dämmstärken im Diagramm «Wärmedämmung von Luftleitungen von Komfortlüftungen mit Wärmerückgewinnung» abgelesen. Der abgelesene Wert ist auf die nächste übliche Dämmdicke aufzurunden. Allfällige Kondensationsprobleme sind nicht berücksichtigt und müssen separat abgeklärt werden. Für grössere Volumenströme (über 200 m³/h) können kleinere Dämmdicken gewählt werden, wenn rechnerisch nachgewiesen wird, dass die unerwünschten Wärmeflüsse den Nutzen der WRG um weniger als 10% reduzieren.

Zu- und Abluftleitungen für einzelne Räume, die durch kalte Räume geführt werden, sind mindestens doppelt so stark zu

Wärmedämmung von Luftleitungen von Komfortlüftungen mit Wärmerückgewinnung
 Durchmesser 150 mm, Volumenstrom 120 m³/h, Mittelland, Temperaturverlust pro Leitung 0.7 K



Ablesebeispiel: 4 m lange Fortluftleitung in einer Steigzone (= beheizter Raum). Abgelesene minimale Dämmdicke: 38 mm. Gewählte Dämmdicke: 40 mm.

dämmen, wie im Diagramm vermerkt. Für Höhenlagen über 1000 m über Meer sind für Aussen- und Fortluftleitungen in beheizten Räumen rund 30% grössere Dämmdicken zu wählen. Aus hygienischen Gründen soll die Wärmedämmung nur auf der Aussenseite von Luftleitungen angebracht werden.

Hygiene und Reinigung: Glattwandige Leitungen sind besser zu reinigen als gewellte oder poröse Oberflächen. Wenn eine Reinigungsabschnitt nur von einer Seite her (z.B. Auslass) zugänglich ist, soll er max. 12 m lang sein. Bei Zugang von beiden Enden ist die doppelte Länge zulässig. Nicht direkt zugängliche Reinigungsabschnitte sind mit Kontrollöffnungen

auszurüsten. 90°-Bögen (1.5 d) können nur bis zu einem Durchmesser von 80 mm gereinigt werden. Bei kleinen Durchmessern sind grosse Radien oder 2 x 45° Bögen zu wählen. Bauteile, die nicht mit einer Rute gereinigt werden können, sollen nicht einbetoniert werden. Dies betrifft z.B. Schalldämpfer, Reduktionen, Verteilerkästen und Armaturen. Unmittelbar nach der Installation sind die Luftdurchlässe staubdicht zu verschliessen. Die Anlage darf erst nach erfolgter Baureinigung in Betrieb gesetzt werden. Ein Leitungsnetz soll alle 5 Jahren kontrolliert werden. Die Reinigung erfolgt nach Bedarf, spätestens nach 10 Jahren.

8. Literatur

- [1] 5. Bulletin, Liste für Wohnungslüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung. Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte, Dortmund 2000 (www.TZWL.de)
- [2] DIN 1946, Teil 6: Raumluftechnik, Lüftung von Wohnungen, Anforderungen, Ausführung, Abnahme, Herausgeber DIN, Ausgabe Oktober 1998
- [3] SIA 181: Schallschutz im Hochbau
- [4] prEN 12237 Luftleitungen – Runde Luftleitungen aus Blech, Festigkeit und Dichtheit, Anforderungen an die Prüfung. CEN, 1995