

Planung, Ausführung, Abnahme, Wartung

Checkliste kontrollierte Wohnungslüftung



Werner Eicke-Hennig
Wolfgang Feist*
Johannes Werner**

Die folgende Checkliste kontrollierte Wohnungslüftung basiert wesentlich auf Ergebnissen des Forschungsvorhabens „Meßtechnische Überprüfung und Dokumentation von Wohnungslüftungsanlagen in hessischen Niedrigenergiehäusern“, das vom hessischen Umweltministerium gefördert wurde. Der Endbericht liegt in gedruckter Form vor und kann vom IWU bezogen werden.

PLANUNG

Konzeption

Spezifische Nutzungsdaten ermitteln

- Standardnutzungsbedingungen während der Heizperiode
- besondere Anforderungen an die Frischluft-

qualität (Allergiker)

- außergewöhnliche externe Schadstoffquellen (Schornsteine)
- hohe Schallbelastung von außen
- überdurchschnittlicher interner Schadstoffeintrag (Raucher, Photolabor, Baustoffe, Radon, etc.)
- Sommerlüftung ist nur in Sonderfällen sinnvoll

Bauliche Gegebenheiten berücksichtigen

- Luftdichtigkeit der Gebäudehülle
- Luftverbund über mehrere Geschosse
- windexponierte Lage
- ausreichende Überströmöffnungen
- innenliegende Räume, die auch im Sommer mechanisch belüftet werden sollen
- Heizung (z. B. raumluftabhängige Therme in der belüfteten Zone)

Sicherheitsmaßnahmen

- Raumluftabhängiger Betrieb von Feuerstätten in Wohnungen mit Lüftungsanlagen unterliegt Sonderanforderungen (siehe auch DIN 1946 Teil 6)

- Schalter zur vollständigen Trennung vom Netz bei Revisionsarbeiten vorsehen

- eventuelle Brandschutzanforderungen beachten

Anlagentyp geeignet auswählen

- Abluftanlage:
 - + preiswert
 - + geringer Stromverbrauch
 - + sichere Entlüftung
 - + sichere Belüftung bei sehr dichter Gebäudehülle

- + keine Lüftungskanäle für die Zuluft notwendig

- Typ und Anordnung von Heizflächen und Außenluftdurchlässen muß abgestimmt werden

- begrenzte Schalldämmung nach außen
- unter Umständen mangelhafte Belüftung der oberen Räume bei Luftverbund über mehrere Geschosse

- unter Umständen mangelhafte Belüftung der leeseitigen Räume und Zugerscheinungen in den luvseitigen Räumen bei stark windexponierten Lagen

- Zu-/Abluftanlage:

- + sichere Entlüftung
- + sichere, weitgehend wetterunabhängige Belüftung

- + Außenluft kann durch hochwertige Filter aufbereitet werden

- + hoher Schallschutz nach außen möglich
- + Zuluftauslässe unabhängig von Heizflächen planbar

- + Wärmerückgewinnung

- nur bei sehr luftdichter Gebäudehülle energieeffizient

- höherer Kapitaleinsatz als bei Abluftanlagen

- höherer Wartungsaufwand zur Reinhaltung insbesondere der Zuluftkanäle

- höherer Platzbedarf für Lüftungskanäle im Wohnbereich

Pflichtenheft

Allgemein

- Angabe spezifischer Nutzungsanforderungen, die der Planung zugrunde gelegt werden (siehe Konzeption)

- Festlegung der Anforderungen an den Schallschutz. (DIN 4106, Teil 2, DIN 4109,

* Dipl.-Ing. Werner Eicke-Hennig und Dr. Wolfgang Feist, Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Annenstr. 15, 64285 Darmstadt, Fax (0 61 51) 29 04 97

** Dipl.-Phys. Johannes Werner, Mitinhaber des Ingenieurbüros ebök, 72072 Tübingen, Fax (0 70 71) 93 94 99

VDI 2081 nennen Grenzwerte und Berechnungsverfahren).

Pflichtblatt zur Festlegung der Volumenströme

- Nennvolumenstrom aus Zuluft- und Abluftkriterium sowie Mindestluftvolumenstrom (Luftwechsel 0,3 l/h im Gebäude) bestimmen.
- Auslegungsvolumenstrom festlegen unter Berücksichtigung von Zusatzanforderungen wie z. B. Kochbetrieb bei integrierter Dunstabzugshaube, Stoßlüftungsbetrieb oder Mindestluftwechselrate in einzelnen Räumen.
- Jeden Raum des Gebäudes mit seinem Raumvolumen und der Zuordnung zu einer Lüftungszone (Zuluft-, Abluft-, Überströmzone) aufführen.
- Luftmengenverteilung auf die einzelnen Räume festlegen. Prüfen ob Auslegungsvolumenstrom geändert werden muß.
- Bei Abluftanlagen:
 - Mindestanforderung an den Gesamt- außenluftstrom nach DIN 1946 Teil 6 ermitteln, der über Außenluftdurchlässe zu fördern ist.
 - raumweise Angabe des Außenluftstroms, der bei 8 Pa Unterdruck durch die Außenluftdurchlässe gefördert werden soll. Jeder Raum der Zuluftzone muß mindestens einen Außenluftdurchlaß haben



Lage, Material und Dimensionierung des Kanalnetzes sind entscheidend für die Effizienz der Anlage



Wickelfalzrohr ist das strömungsgünstigste Material für das Kanalnetz

- erforderlichen Regelbereich angeben (zwischen Auslegungsvolumenstrom und dem größeren Wert von „50 % des Nennvolumenstroms“ und „Mindestluftvolumenstrom“).
- maximal zulässige volumenstromspezifische elektrische Aufnahmeleistung des Ventilators/Zentralgeräts bei Nenn- und Auslegungsvolumenstrom festlegen.

Kanalnetz

In aller Regel ist eine rechnerische Bestimmung der Druckverluste der Teilstrecken und eine Optimierung des Netzes (u. a. ein Strangabgleich) notwendig.

Richtlinien

- **Kanäle** sollten **glattwandig** und gut reinigbar sein (z. B.: Wickelfalzrohr); Flexible Rohre oder Schläuche sind nur in Ausnahmefällen zulässig (z. B.: Anschluß von Luftdurchlässen und Ventilatoren; Checkliste Abschnitt „Ausführung“ beachten!).
- Die **Luftgeschwindigkeit** sollte in keinem Teilstrang 3 m/s überschreiten. (Gilt für Anlagen mit einer Luftfördermenge von unter 1000 m³/h.). An Engstellen mit hohen Widerstandsbeiwerten (z. B. Luftgittern oder Filtern) niedrigere Geschwindigkeiten einhalten.
- **Kurze Wege**, wenig Krümmungen. Verlegung des Lüftungsrohrnetzes hat Priorität vor dem Heizungs-/Wassernetz, um komplizierte Rohrführungen zu vermeiden.
- **Schutzstrecken** vor und hinter Einzelwiderständen – z. B. engen Krümmungen,

Drosselklappen, Fortluftgittern – und Ventilatoren einplanen.

- **Trassenführung:** Bei Anlagen mit Wärmerückgewinnung warme Kanäle (Zuluft und Abluft) innerhalb der beheizten Zone führen. Außen- bzw. Fortluftkanal möglichst kurz innerhalb der beheizten Zone.
- **Wärmedämmung**
 - Außen- und Fortluftkanal (Zu-/Abluftanlage) innerhalb der warmen Zone mit außenliegender Dampfsperre (Kondenswasserschutz) wärmedämmen.
 - Können Zu- und Abluftkanäle nicht innerhalb der beheizten Zone geführt werden, müssen sie ebenfalls wärmedämmt werden.
 - Kann die Zuluft durch eine Wärmepumpe oder durch ein Nachheizregister deutlich über Raumtemperatur erhitzt werden, müssen Zuluftkanäle eventuell auch innerhalb der beheizten Zone wärmedämmt werden.
- **Reinigungsöffnungen** vorsehen. Insbesondere Zuluftkanäle und Küchenstränge müssen leicht reinigbar sein.
- **Meß- und Abgleichvorrichtungen** zur Bestimmung und zum Abgleich der Luftvolumenströme einplanen (siehe auch unter Einzelkomponenten).
 - Staukörper erlauben Messung des Luftvolumenstroms bei geringem Druckabfall. Irismeßblenden sind Meß- und Abgleichvorrichtung in einem (Anwendung z. B.: Abgleich von Zuluft- und Abluftvolumenströmen für eine optimale Wärmerückgewinnung bei Zu-/Abluftanlagen).
 - Soweit der Abgleichbereich der Luftdurchlässe und Meßeinrichtungen nicht ausreicht, sind zusätzliche Drosselklappen zum Abgleich vorzusehen.
- Bei Bedarf **Stelleinrichtung** zur zeitweisen Variation der Zu- oder Abluftmengenverteilung einplanen (z. B. Tag-/Nachtbetrieb oder Normal-/Kochbetrieb).

- **Schallschutz:** Je Ventilator einen Schalldämpfer im raumseitigen Rohrnetz einplanen (Dämpfung des Ventilatorgeräusches). Unter Umständen weitere Schalldämpfer (Dämpfung der Schallübertragung zwischen Räumen, z. B.: zwischen Wohn- und Schlafräumen). Körperschallentkoppelte Verlegung des Rohrnetzes und Ventilators vorsehen (siehe auch Einzelkomponenten).
- **Brandschutz:** Gesetzliche Anforderungen an den Brandschutz bei Durchdringung von Rohren durch Brandschutzabschnitte und Brandwände sowie bei Anschluß von Dunstabzugshauben in Gebäuden mit mehr als zwei Vollgeschossen beachten (z. B.: DIN 4102, Landesbauordnung).

Einzelkomponenten

Für alle Einzelkomponenten sollten Druck-Volumenstrom-Kennlinien vorliegen.

Ventilator bzw. Zentralgerät

- Dimensionierung anhand einer Druck-Volumenstrom-Kennlinienschar für unterschiedliche Antriebsspannungen, so daß die im Pflichtenheft vorgegebenen Volumenströme in Verbindung mit dem geplanten Kanalnetz gefördert werden können.
- **Stromeffizienz:**
 - Der Betriebspunkt der Anlage, d. h. der Schnittpunkt zwischen Kanalnetz- und Ventilator-Kennlinie, soll im Bereich des maximalen Wirkungsgrads des Ventilators bzw. Zentralgeräts liegen.
 - 0,25 bzw. 0,5 W pro m^3/h Luftvolumenstrom (Abluftanlage bzw. Zu-/Abluftanlage) sollten nicht überschritten werden. Gute Anlagen unterschreiten 0,2 bzw. 0,4 Wh/m^3 .
- **Regelbarkeit:** Der Luftvolumenstrom sollte zwischen dem Auslegungsvolumenstrom und dem größeren Wert von „50 % des Nennvolumenstroms“ und „Mindestluftvolumenstrom“ variiert werden können. Die Einstellmöglichkeiten müssen in jedem Fall die Betriebspunkte „klein“ (untere Grenze des Regelbereichs, s. o.) und „Nennvolumenstrom“ beinhalten.
- **Schall:** Für die Schallabstrahlung an Aufstellraum und Kanalsystem müssen Werte deklariert sein, um erforderliche Schalldämmmaßnahmen (z. B.: Rohrschalldämpfer) abschätzen zu können.

- **Einbausituation:** je nach Gerätebauart notwendige Schutzstrecken im Kanalnetz einplanen.
- **Kondensatabfluß** über Siphon in die Abwasserhausinstallation. In nicht beheizten Räumen Kondenswasserablauf wärmeisolieren.
- **Frostschutz:** Hinweise und Einbauanleitung des Herstellers beachten.
- **Regler**
 - Volumenstromregelung primär über die Variation der elektrischen Antriebsleistung (Energieeffizienz).



Bei WRG-Anlagen die Schalldämpfer hinter Ventilator und zwischen den Räumen nicht vergessen

- **Stelleinrichtungen** mit definierten Stufen vorsehen. Stufenlose Stelleinrichtungen müssen bauseits kalibriert werden.
- **Anbringung** an zentraler Stelle und gut sichtbar (Flur, Dunstabzugshaube). Zeitabhängig geschaltete Volumenstromerhöhung sinnvoll für dezentrale Bedarfslüftung (Bad, Toilette, Dunstabzugshaube).
- bei feuchtegesteuerten Abluftventilen in innenliegenden Bädern Stoßlüftungsmöglichkeit vorsehen.
- **Luftdurchlässe für Kanalnetz**
 - einstellbar.
 - leicht reinigbar.
 - Auf eine geringe Eigenschallerzeugung im Betriebspunkt achten.

- **Anordnung im Raum,** die eine Durchströmung des gesamten Raumes sichert. Abluft nahe der Zimmerdecke abführen. Bei Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung Zuluft so einblasen, daß sich warme Raumluft und kühlere Zuluft außerhalb der Aufenthaltszone vermischen können. (Auf ein Nachheizregister kann in aller Regel verzichtet werden).
- **Mindestabstände** zu Decke und Wand einhalten
- **keine Abluftdurchlässe** über Heizkörpern anordnen
- **Außenluftdurchlaß Zu-/Abluftanlage** gute Positionierung (deutlich über Erdbodenniveau, nicht in der Nähe von Autoabstellplätzen, Komposthaufen etc.). Vermeidung von Luftkurzschlüssen mit dem Fortluftdurchlaß.

Insektengitter

Außenluftdurchlässe Abluftanlage

- Im oberen Wand- bzw. Fensterbereich positionieren (Mindestabstände von Decke bzw. Fensterlaibung einhalten, siehe Herstellerangaben).
- Immer oberhalb oder in der Nähe eines Heizkörpers anbringen (Durchmischung von kalter Außenluft mit warmer Raumluft möglichst außerhalb der Aufenthaltszone).
- gegebenenfalls Sturmsicherungen und Luftrichter vorsehen
- Grobfilter oder Insektenschutzgitter vorsehen
- Bei starken Schallquellen im Außenbereich besonders schalldämmte Außenluftdurchlässe verwenden (Richtwert: Schalldämmmaß der Fenster)

Fortluftauslaß

- geringer Druckabfall (z. B. weniger als 10 Pa bei $200 \text{ m}^3/\text{h}$). Fallrohrentlüfter haben zu hohe Druckabfälle.
- Luftkurzschluß mit Außenlufteinlässen vermeiden

Überströmöffnungen

- Zwischen den Räumen der Zuluftzone und denen der Abluftzone müssen Überströmöffnungen vorhanden sein, damit auch bei geschlossenen Türen ein ausreichender Luftaustausch stattfindet. Druckabfälle sollten 1 Pa nicht überschreiten.
- Bei Volumenströmen bis $40 \text{ m}^3/\text{h}$ sollten die Öffnungen einen freien Querschnitt von

etwa 100 cm² haben (z. B.: 1 cm breiter Schlitz an der Türunterkante zugänglich Undichtigkeiten an den Türdichtungen oder Türzargen).

– Bei größeren Volumenströmen sollten die Öffnungen in Anlehnung an die DIN 18017 Teil 3 einen freien Querschnitt von 150 cm² haben.

Rückschlagklappen

Rückwirkungen auf die Regelbarkeit der Anlage beachten. (Rückschlagklappen können als variable Strömungswiderstände wirken, Mindestströmungsgeschwindigkeit beachten).

Volumenstrommeßblenden und Drosselklappen

● Meßblenden sind zur Feststellung der Volumenströme, sofern Platz vorhanden ist, in einem zentralen Strang des Kanalnetzes (bei Zu-/Abluftanlagen in Außen-/Zuluftkanalnetz und in Ab-/Fortluftkanalnetz) vorzusehen.

● Schutzstrecken vor und nach einer Meßblende entsprechend der Herstellerangaben sicherstellen.

Dunstabzugshauben

● Lüftungsanlage primär auf Wohnungslüftung auslegen. Dunstabzugshauben können separat als Umluftgerät (mit Fett- und zusätzlichem Aktivkohlefilter) oder mit eigenem Fortluftauslaß (dicht schließende Rückschlagklappe) betrieben werden. Soweit der effiziente Lüftungsbetrieb nicht beeinträchtigt wird, kann in Einfamilienhäusern die Dunstabzugshaube eventuell in die Lüftungsanlage integriert werden.

● Herstellerangaben beachten, bei welchen Volumenströmen welcher Auffanggrad erreicht wird. (Als grober Richtwert kann gelten, je flacher der Haubentyp ist, desto größer muß der Volumenstrom sein um einen bestimmten Auffanggrad zu erreichen. Gute Hauben mit tiefem Fangraum und auschwenkbarer Klappe erreichen einen Auffanggrad von 80–90 % bei Luftvolumenströmen von 150–200 m³/h.)

● Bei in die Lüftungsanlage integrierten Dunstabzugshauben:

– Wartungskonzept ist wichtig (Auch bei regelmäßiger Reinigung der Fettfilter verschmutzen durch häufiges Kochen das Kanalnetz und der Ventilator. Ein verschmutzter Ventilator fördert signifikant weniger Luft als ein sauberer)

– unter Umständen zusätzliche Regelorgane vorsehen, die ausreichende Luftvolumenströme an der Dunstabzugshaube im Kochbetrieb sichern.

– erhöhte Anforderungen an den Brandschutz bei Gebäuden ab zwei Geschossen beachten

Filter

● Zur Verbesserung der Luftqualität (Außenluftfilter) und um die Verschmutzung von Kanalnetz, Wärmetauscher und Ventilator herabzusetzen (Außenluftfilter u. Abluftfilter).



Abluftventil optimal oben über der Dusche angeordnet

● Für Außenluftfilter EU-Klasse 3–5, höhere Filterqualität nur unter besonderen Umständen.

● In Ausnahmefällen: Differenzdruckregelung zur Stromeinsparung und für dauerhafte Ausbalancierung von Massenströmen.

● Bypass für Wärmetauscher einplanen, wenn Zu-/Abluftanlage im Sommer betrieben werden soll (Vermeidung von zusätzlicher Erwärmung der Zuluft)

Planungsunterlagen

- Pflichtenheft
- graphisches Kanalnetzschema
- Kanalnetzberechnung (nicht immer erforderlich)
- Vorlage für das zu erstellende Abnahmeprotokoll



Flexrohr erhöht den Stromverbrauch und verschmutzt sehr schnell. Wenn Flexrohr sein muß, dann möglichst kurz und einfach verlegen

AUSFÜHRUNG

Kanalnetz

● **Strömungsmäßig optimierte Formteile** für Bögen, Abzweige etc. verwenden (Probleme an Engstellen dürfen nicht durch gequetschte Flexrohre „gelöst“ werden).

● **Verbindungen zwischen Kanalteilen** mechanisch sichern und luftdicht ausführen. Dichtmittel dürfen keine ausgasenden Bestandteile haben. Rohrnetz muß Dichtigkeitsklasse II nach DIN V 24 194, Teil 2, einhalten. Keine Befestigungsschellen auf Stößen oder Reinigungsöffnungen platzieren.

● Kanäle müssen **körperschallgedämmt** verlegt werden, zum Beispiel durch die Verwendung von Strangschellen mit Gummieinlage und Ummanteln der Kanäle bei Bauteildurchführungen.

● Die in der Planung vorgesehenen strömungstechnischen Schutzstrecken sollten unbedingt eingehalten werden.

● **Sorgfältige Ausführung der Wärmedämmung** auch am Übergang von beheizter zu nicht beheizter Zone. Notwendige diffusionsdichte Deckschichten sorgfältig ausführen, Fehlstellen können zu Schimmelpilzwachstum führen.

● **Kanäle** sollten zumindest so zugänglich sein, daß sie problemlos reinigbar sind oder, falls sie nur bedingt reinigbar sein sollten (z. B. Aluflexrohr), ohne großen Aufwand ausgetauscht werden können.

Einzelkomponenten

Ventilator bzw. Zentralgerät

- In der Planung festgelegte strömungstechnische Schutzstrecken beachten.
- Installation körperschallentkoppelt zum Kanal (z. B. Segeltuchstutzen) und zum Raum (z. B. Gummifüße oder freie Aufhängung).
- Das Gerät muß gut zur Wartung zugänglich sein. Bei Zentralgeräten muß insbesondere darauf geachtet werden, daß die Filter und der Wärmetauscher zur Reinigung ausgebaut werden können.
- Kondensatabfluß sicherstellen

Luftdurchlässe

- Luftdurchlässe sollten so eingebaut werden, daß sie zu Reinigungszwecken leicht entnommen werden können, ohne den Kanal zu beschädigen. (Einbaurahmen bei Aluflexkanälen, Tellerventile nicht hinter Holzverschalungen einbauen oder in gekachelte Wände fest verfugen).
- Positionierung der Luftdurchlässe, so daß sie mindestens 10 cm von einer angrenzenden Wand oder Decke entfernt sind (siehe Planung).

Regler

Der Regler und bzw. oder der Ein/Ausschalter der Lüftungsanlage sollte an zentraler Stelle in der Wohnung angebracht werden.

Abnahmeprotokoll

Bei Abnahme der Anlage sollen folgende Unterlagen vorliegen:

- Datum der Abnahme
- graphisches Kanalnetzschema mit eingezeichneten Anlagenkomponenten (Luftdurchlässe, Drosselklappen, Lüfter, Reinigungsöffnungen etc.).
- Meßprotokoll der Druck-Volumenstrom-Kennlinie und der elektrischen Aufnahmeleistungs-Volumenstrom-Kennlinie für mindestens 2 Betriebsstufen der Anlage an den vorgesehenen Meßpunkten.
- Meßprotokoll der Luftmengenverteilung auf die verschiedenen Luftdurchlässe bei Nennlast.
- Liste mit den wichtigen Einstellmaßen der Anlage (z. B. Luftdurchlässe, Minimumpotentiometers, Drosselklappen).



Lüfter-Räder sind regelmäßig zu reinigen

BETRIEB UND WARTUNG

Grundlagen

- Für die Anlage ist eine schriftliche Betriebs- und Wartungsanleitung in zweifacher Ausfertigung zu erstellen. Ein Exemplar ist dem Hauseigentümer oder seinem Beauftragten auszuhändigen, ein zweites Exemplar ist für die Nutzer zugänglich bei der Anlage zu verwahren.
- Ziel der Betriebs- und Wartungsanleitung:
 - sicherer und wirtschaftlicher Betrieb
 - hohe Lebensdauer der Anlage
 - dauerhafte Erfüllung der hygienischen Anforderungen an eine Lüftungsanlage.

Anlagenbeschreibung

- prinzipielle Funktionsweise
- Anlagendaten:
 - Anlagentyp, Hersteller, Installationsdatum
 - Vertragsgrundlagen, Gewährleistungsdaten (Hersteller, Planer, Handwerker)
 - graphisches Kanalnetzschema
 - Meß- und Regeltechnik
 - brandschutztechnische Einrichtungen (z. B. Brandschutzklappen).

- Datenblätter wichtiger Komponenten (Lüfter, Luftdurchlässe, Stelleinrichtungen, Regler, Meßblenden etc.)
- Ersatzteilliste (z. B. Filter)
- Herstellerunterlagen

Bedienung und Betrieb der Anlage

- Sicherheitsvorschriften
 - Inbetriebsetzen
 - Außerbetriebsetzen
 - Wahl der Volumenströme:
 - Volumenstromkennlinie des Drehzahlstellers
 - hygienische Erfordernisse
 - wirtschaftlicher Betrieb (elektrische Aufnahmeleistungs-Kennlinie des Drehzahlstellers)
- Verhalten bei Frostgefahr

Wartungs- und Kontrollarbeiten

- Liste der Wartungs- und Kontrollarbeiten:
 - Ausführungsintervalle
 - Wer hat die Wartungsarbeiten auszuführen (Nutzer, Fachbetrieb)?
- Für alle vom Nutzer auszuführenden Wartungs- und Kontrollarbeiten eine schriftliche Anleitung.
- Die Wartungsanleitung sollte insbesondere folgende Punkte enthalten:
 - Filterkontrolle bzw. -ersatz (Fettfilter der Dunstabzugshaube, Zu- und Abluftfilter bei WRG-Anlagen, Abluftfilter (falls vorhanden) bei Abluftanlagen, Filter von Außenluftdurchlässen)
 - Reinigung der Luftdurchlässe
 - Ventilatorkontrolle und -reinigung
 - Wärmetauscher bei WRG-Anlagen kontrollieren bzw. reinigen
 - Kanalnetzkontrolle und -reinigung
 - Kondenswasserablauf überprüfen (z. B. Wasser in Siphon nachfüllen)
- Liste mit Ansprechpartnern bei Problemen (Planer, Installateur) sowie Bezugsquellen für Verbrauchsmaterialien und Ersatzteile
- Vorlage für einen Wartungsvertrag