

GUTE LUFT ZU HAUSE

Clever lüften

ENERGIESPARINFORMATION 7





INHALT

- Gute Luft – entscheidend für unsere Gesundheit!** 4
- Lüften – aber wie viel?** 5
- Lassen Sie Ihr Gebäude atmen: Geben Sie ihm eine Lunge** 7
- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung** 8
 - So funktioniert die Wärmerückgewinnung 9
 - Lüftungsanlagen: Darauf kommt es an 10
 - Leitungsnetz: so kurz wie möglich 12
 - Schallschutz 12
 - Ein- und Auslassventile 13
 - Gefilterte Luft 14
 - Heizen über die Zuluft 15
 - Frostschutz und Erdwärmeübertrager 15
- Was tun mit der Küchenabluft?** 16
- Service: Einregulierung, Reinigung, Wartung** 16
- Beispiele für Lüftungsanlagen in Bestands- und Neubau** 17
 - Bestehende Eigentumswohnung 17
 - Bestehendes Einfamilienhaus 19
 - Reihenhaus-Neubau (9 Sonnenhäuser) 20
- Checkliste für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung** 21
- Beratung und Förderung** 23

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen und Werbemittel.

Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist.

Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

ANMERKUNG

An verschiedenen Stellen in dieser Broschüre bieten wir mit Internet-Links und „QR-Codes“ Hinweise auf weitere Informationen an. Letztere können Sie mit einer kostenlosen App über Ihr Smartphone scannen und kommen so direkt zu den Informationen. Darüber hinaus können Sie weitere Broschüren in unserer Mediathek auf www.lea-hessen.de oder über den nebenstehenden QR-Code abrufen.



Alle nicht anderweitig gekennzeichneten Fotos: © Passivhaus Institut
Auf der Titelseite sowie den Seiten 4, 6, 7, 14 und 20 sind die „9 Sonnenhäuser“ des Architekten Touradj Elmi-Sarabi abgebildet.



GUTE LUFT – ENTSCHEIDEND FÜR UNSERE GESUNDHEIT!

Wir verbringen einen großen Teil unserer Lebenszeit in Innenräumen. Dass diese gesund und komfortabel sind, ist deshalb entscheidend für unser Wohlergehen. Die Raumluftqualität nimmt dabei eine Schlüsselrolle ein. Sie ist mit vielen anderen Qualitätsmerkmalen eines Gebäudes verwoben. Und richtiges Lüften spart viel Energie – so können Sie zum Klimaschutz beitragen. Wir zeigen Ihnen in dieser Broschüre, wie Sie in Ihrem Zuhause für gute Luft sorgen. Egal, ob Sie einen Neubau planen oder ein Gebäude oder eine Eigentumswohnung modernisieren möchten.

Warum lüften?

Durch unser Leben und Arbeiten in Innenräumen reichern wir die Raumluft mit Wasserdampf, aber auch mit CO₂ und Schadstoffen an. Sie alle werden mit der Lüftung aus dem Gebäude hinaus transportiert und können so keinen Schaden anrichten. Gleichzeitig brauchen wir die „frische Luft“ von draußen für die lebensnotwendige Versorgung mit Sauerstoff. Allerdings sollen unerwünschte Stoffe wie Feinstaub, Pollen oder schlechte Gerüche draußen bleiben.

Und schließlich hilft die Lüftung, in kühlen Sommernächten die Hitze des Tages aus dem Haus zu bringen. Im Winter allerdings ist kalte Luft von draußen unbehaglich und erhöht die Heizkosten.

Wie lüften?

Einfach die Fenster auf!? Das ist eine Möglichkeit, die gut funktioniert, wenn jemand da ist, um die Fenster regelmäßig zu öffnen und zu schließen. Oft kann mit der Fensterlüftung die gewünschte Luftqualität in Neubauten und modernisierten Gebäuden nicht erreicht werden. Schadstoffe und Luftfeuchtigkeit reichern sich im Raum an, es kann zu Schimmel und Kondensat kommen.

Wir empfehlen Ihnen, die Lüftung einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zu überlassen. Sie sorgt zuverlässig für gute Luft, ist komfortabel, spart obendrein Energie und schützt so das Klima.

Tipp: Sollten Sie nur die Möglichkeit zur Fensterlüftung haben, dann lüften Sie stoßweise: Öffnen Sie in einem luftdichten Gebäude ohne Lüftungsanlage jede Stunde für einige Minuten alle Fenster. Permanente Kippstellung führt zu hohen Energieverlusten, Unbehaglichkeit und auch zu trockener Luft.

LÜFTEN – ABER WIE VIEL?

Wasserdampf und relative Luftfeuchte

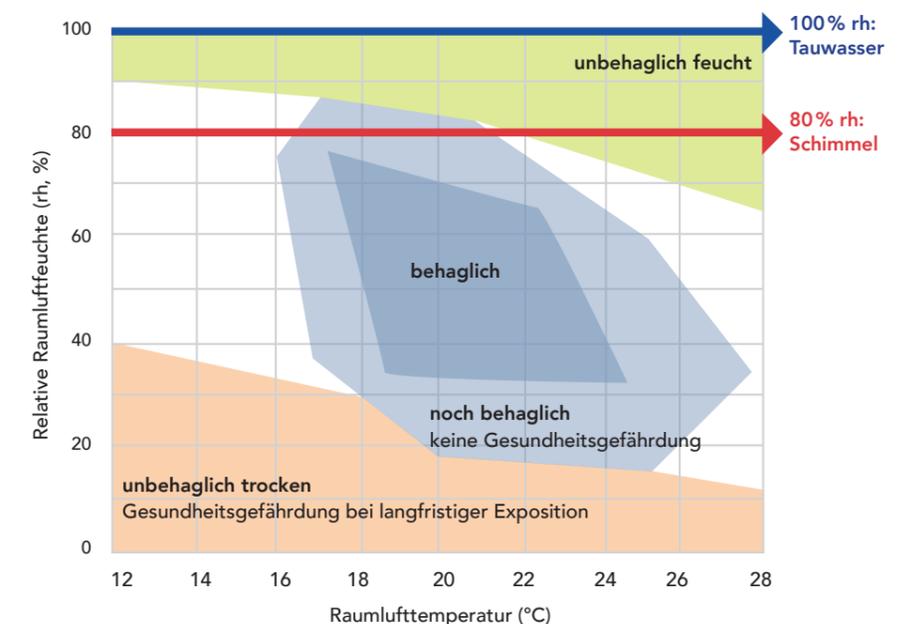
Ein wichtiger Grund, warum wir die Lüftung brauchen, ist die Regulierung der Luftfeuchte. Sie entsteht zum Beispiel beim Kochen, bei der Körperpflege und beim Wäschetrocknen. Aber auch Pflanzen geben Feuchtigkeit ab, wir selbst atmen sie aus und unsere Haut regelt auch durch die Verdunstung von Wasser unsere Körpertemperatur. Mit der Lüftung führen wir überschüssigen Wasserdampf in der Raumluft nach draußen ab.

Im Zusammenspiel von Wasserdampfproduktion und -abtransport, Raumtemperatur und Speichereffekten stellt sich im Raum die relative Luftfeuchte ein. Bei Temperaturen zwischen 20 und 22 °C fühlen wir uns wohl, wenn die relative Luftfeuchtigkeit zwischen etwa 35 und 65 % beträgt. Bei höheren Temperaturen wird es schnell schwül. Darum sollte die Luftfeuchte zum Beispiel bei 23 °C nicht über 50 % liegen.

Bei einer Luftfeuchtigkeit unter 20 % wird es ungemütlich. Dann trocknen die Schleimhäute aus, der Hals wird kratzig und Keime aller Art haben ein leichteres Spiel, in unseren Körper einzudringen. Ab 80 % relativer Luftfeuchte finden dagegen viele Schimmelarten gute Wachstumsbedingungen. Dann drohen Gesundheitsschäden durch die Schimmelsporen. Bei 100 % relativer Luftfeuchte setzt sich schließlich Tauwasser ab, vor allem an kühlen Bauteilen wie Fensterscheiben und Glasrändern.

Relative Luftfeuchte

Ist kein Wasserdampf in der Luft enthalten, die Luft also völlig trocken, beträgt die relative Luftfeuchtigkeit 0 %. Luft kann eine bestimmte Menge Wasserdampf aufnehmen. Ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt, beträgt die relative Luftfeuchte 100 %. Wie viel Wasserdampf die Luft maximal aufnehmen kann, ist sehr stark von ihrer Temperatur abhängig. Je wärmer es ist, umso mehr Wasserdampf kann in der Luft sein. Darum sinkt die relative Luftfeuchtigkeit, wenn die Temperatur steigt. Umgekehrt steigt die relative Luftfeuchtigkeit, wenn die Temperatur sinkt. Beträgt die relative Luftfeuchte 100 % und die Luft kühlt ab, setzt sich das überschüssige Wasser auf Flächen ab oder wird in der Luft als Nebel sichtbar. Sie haben diesen Effekt bestimmt schon beobachtet: Wenn Sie im Winter nach dem Duschen das Fenster öffnen, trifft die warme, feuchte Luft aus dem Bad auf die kalte Außenluft und es bildet sich Nebel.



LASSEN SIE IHR GEBÄUDE ATMEN: GEBEN SIE IHM EINE LUNGE

Aber was hat das alles mit der Lüftung zu tun?

Wenn zu wenig gelüftet wird, fehlt der Abtransport der im Raum entstehenden Feuchtigkeit nach draußen. Dann steigt die relative Luftfeuchte und es kann zur Bildung von Kondenswasser (Kondensat) und Schimmel kommen.

Leider kommt das auch in nicht fachkundig modernisierten Gebäuden nach dem Einbau neuer Fenster vor. Das liegt nicht etwa daran, dass die Fenster weniger Wärme verlieren, sondern dass sie luftdichter sind als die alten. Um den gleichen Luftwechsel sicherzustellen, muss jetzt mehr gelüftet werden. Denn der Luftwechsel setzt sich immer aus dem gewollten Luftaustausch, z. B. durch das Öffnen der Fenster, und dem ungewollten Luft-



wechsel durch Undichtheiten in der Gebäudehülle zusammen. So kommt es durch die bessere Luftdichtheit zu höherer Luftfeuchtigkeit und dadurch möglicherweise zu Schimmel. Die Fenster öfter aufzumachen, ist in diesem Fall die eine Option. Das ist aber in der Praxis gar nicht so einfach, wie die Erfahrung zeigt. Deshalb lohnt es sich, über eine Lüftungsanlage nachzudenken.

Wird zu viel gelüftet, kommt im Winter mehr kalte Luft ins Haus, die sehr wenig Feuchtigkeit enthält. Dadurch wird die Raumluft zu trocken.

Die ideale Luftmenge beim Luftaustausch liegt unter den Winterbedingungen in Mitteleuropa

zwischen 20 und 30 m³ pro Stunde und Person. Dann stellt sich eine akzeptable Luftfeuchtigkeit ein und Gerüche, Schad- und andere unerwünschte Stoffe werden zuverlässig abtransportiert.

Einer dieser Stoffe ist das Kohlendioxid, CO₂.

Es entsteht beim Stoffwechsel in unserem Körper und wir atmen es aus. Die CO₂-Konzentration der Außenluft liegt derzeit bei etwa 400 ppm („parts per million“: In einer Million Teile Luft sind 400 Teile CO₂ enthalten, das sind 0,04 %). Bei einer Konzentration von bis zu 1.000 ppm CO₂ gilt die Raumluft als gut. 1.500 ppm sollten nicht für längere Zeit überschritten werden. Denn ab diesem Wert leiden das Wohlbefinden und die Konzentrationsfähigkeit. Um diese Bedingung einzuhalten, braucht es eine kontinuierliche Lüftung, insbesondere in dicht belegten Räumen wie zum Beispiel Schulen oder zu Hause im Wohnzimmer mit Gästen. Als gesundheitlich bedenklich gelten aber erst Werte ab 5.000 ppm, akut gefährlich wird es ab 80.000 ppm, wenn Bewusstlosigkeit droht. Aber keine Angst: Solche Werte können höchstens in U-Booten, Flugzeugen oder Raumschiffen auftreten.

Energiekosten?

Mit der Luft wird im Winter auch Wärme nach draußen transportiert, die dann nachgeheizt werden muss. In einem 4-Personen-Haushalt kommen so bei 30 m³ Frischluft pro Person und Stunde etwa 3.100 Kilowattstunden oder 340 Euro Heizkosten pro Jahr zusammen. Oft sind die Verluste sogar noch deutlich höher, je nachdem, wie dicht das Gebäude ist.

Durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung lassen sich diese Kosten sehr stark reduzieren. Der Heizwärmebedarf eines auch sonst effizienten Gebäudes kann durch eine Lüftungsanlage nochmals halbiert werden.

Fenster auf, verbrauchte Luft raus, frische rein. Das kennt man. Und auch einige Probleme, die damit verbunden sind: Im Winter wird es der einen schnell zu kalt, dem anderen zu zugig. Die Fenster sind daher häufig nicht lange oder nicht oft genug auf. Dann kommt es zu Mief und Schimmel. Und umgekehrt: Bei zu häufigem Öffnen steigen die Heizkosten und die Luft wird zu trocken. Wer an einer lauten Straße, in der Nähe eines Flughafens oder eines Industriegebiets wohnt, weiß auch: Offene Fenster können störenden Lärm bedeuten. Und oft auch schädliche Abgase in der „frischen“ Luft von draußen.

Fazit: Lüften nur über die Fenster ist weder zuverlässig noch ausreichend. Es ist nicht in jedem Fall gesund. Und nachhaltig ist es auch nicht.

Wir brauchen also Unterstützung: Geben Sie Ihrem Gebäude eine Lunge, bauen Sie eine Lüftungsanlage ein. Aber welche?

Abluftanlagen saugen Luft aus Ablufträumen wie Bädern und Küchen mithilfe eines Ventilators ab. So entsteht im Gebäude ein geringer Unterdruck. In andere Bereiche strömt daher Luft von außen nach. Damit kann der Luftwechsel so eingestellt werden, dass Schimmel und schlechte Luft vermieden werden und die Raumluft auch nicht austrocknet. Es ist also besser, eine Abluftanlage zu haben, als gar keine Lüftungsanlage.

Allerdings bleiben andere Themen dabei ungelöst. Die einströmende Luft ist noch immer unbehaglich kalt. Eine Filterung der Luft ist schwer möglich, Schadstoffe gelangen in die Räume. Weiterhin geht viel Energie verloren. Durch den Unterdruck können auch gefährliche Gase aus einem Ofen oder zum Beispiel einer Etagenheizung in den Raum gelangen. Darum verbietet sich die Kombination von Abluftanlagen mit solchen Heizungsarten. Außerdem kann Radon (ein radioaktives, krebserregendes Gas) vermehrt aus dem Erdreich durch den Fußboden und die Kellerwände in die Wohnung gelangen – daher wird diese Lösung

auch aus Gründen des Radonschutzes nicht empfohlen.

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung überwinden diese Nachteile.

Sie können die Lüftung über die Fenster optimal ergänzen und werden im Folgenden näher beschrieben. Natürlich muss so eine Lüftungsanlage nicht ständig betrieben werden. Wenn die Qualität der Außenluft stimmt und Sie in einer ruhigen Umgebung wohnen, können Sie Ihre Lüftungsanlage getrost abschalten, wenn es draußen warm ist, und nur im Winter laufen lassen, wenn es draußen kalt ist.



LÜFTUNGSANLAGEN MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG

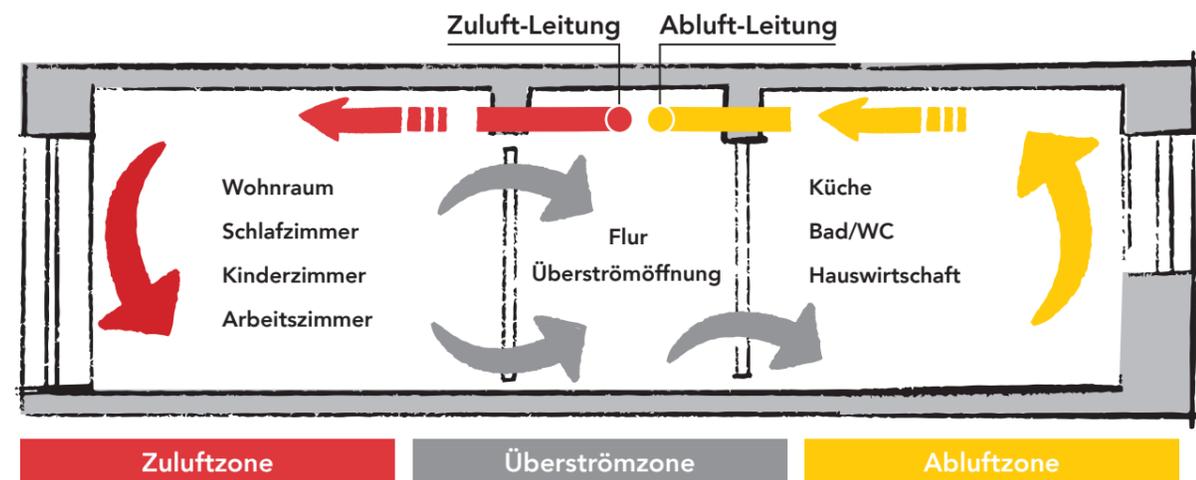
Mehr zum Thema:
Nachhaltige
Gebäudetechnik
www.lea-hessen.de



Bevor wir uns näher mit den einzelnen Komponenten von Lüftungsanlagen beschäftigen, betrachten wir die prinzipielle Funktionsweise dieser Systeme. Das Herzstück der Lüftungsanlage ist das Lüftungsgerät. In ihm sind zwei Ventilatoren und der Wärmeübertrager untergebracht. Er ist das Modul, in dem die Wärme von der warmen Abluft aus dem Raum auf die kalte Luft von außen übertragen wird.

Die Außenluft wird durch einen Ventilator angesaugt, durch den Wärmeübertrager geführt, dabei vorgewärmt und über Lüftungsleitungen als Zuluft in Wohnräume wie Wohn-, Schlaf- und Kinderzim-

oder Unterdruck im Haus. Zusammen mit der luftdichten Gebäudehülle kann die Wärmerückgewinnung optimal arbeiten; das Eindringen von Schadstoffen wird minimiert und Schadstoffe werden aus dem Haus abgeführt. Zudem können über 90 % der Lüftungsverluste eingespart werden. Bei besonders sparsamen Gebäuden kann sogar die komplette Heizwärme mit der hygienisch notwendigen Zuluft transportiert werden. Dann kann auf ein weiteres Wärmeverteilsystem, wie Heizkörper oder eine Fußbodenheizung, verzichtet werden. Die zusätzlichen Kosten für den Luft-Wärmetauscher betragen nur wenige hundert Euro.



mer eingebracht. Von dort gelangt sie durch Überströmzonen („Überströmzonen“) wie den Flur oder auch direkt in die Ablufträume wie Küche, Toiletten und Badezimmer. Dort wird sie durch Abluftleitungen vom zweiten Ventilator zurück zum Wärmeübertrager transportiert, wo sie die meiste Wärme an die zunächst kalte, von außen kommende frische Luft abgibt und dann abgekühlt ins Freie geleitet wird.

Da die beiden Ventilatoren aufeinander abgestimmt sind, gibt es keinen nennenswerten Über-

Dieses System mit einem zentralen Lüftungsgerät eignet sich für den Neubau und für viele bestehende Gebäude.

In Altbauten ist eine solche Lösung manchmal schwieriger umzusetzen, da beispielsweise der Platz für Lüftungsleitungen fehlt. Dann kann es sinnvoll sein, pro Wohneinheit mehrere Lüftungsgeräte einzubauen, die jeweils einen Raum oder eine Gruppe von Räumen versorgen.

Ein Beispiel dafür finden Sie ab Seite 17.



Lüftungsgerät mit Wärmeübertrager für ein Einfamilienhaus oder eine Wohnung

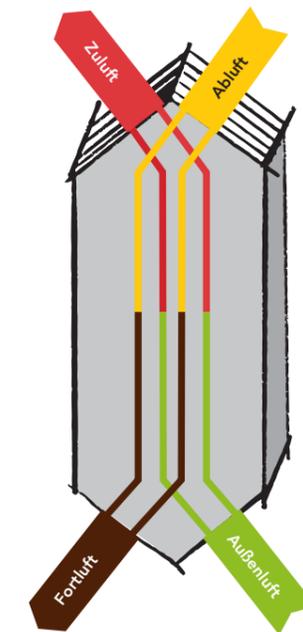
Tip: Die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung funktioniert besonders gut, wenn das Gebäude gut luftdicht ist. Achten Sie darauf im Neubau und bei der Modernisierung darauf, dass Ihr Handwerksbetrieb an allen Stellen sauber arbeitet. Fordern Sie einen Luftdichtheitstest, den sogenannten Blower-Door-Test. Im Neubau sollte der Luftdichtheitskennwert (n_{50}) maximal $0,6 \text{ h}^{-1}$ betragen, im vollständig modernisierten Altbau nicht mehr als $1,0 \text{ h}^{-1}$. Der Luftdichtheitskennwert n_{50} beschreibt, wievielmals das Gebäudevolumen bei einem Druckunterschied von 50 Pascal innerhalb einer Stunde ausgetauscht wird.

Für weitere Informationen zum Thema Luftdichtheit schauen Sie bitte in die Energiesparinformation 1: „Die Gebäudehülle – Darauf kommt es an!“.

Wenn Sie eine Architektin oder einen Bauleiter beschäftigen, verpflichten Sie ihn oder sie darauf, Zielvorgaben zu machen und auf deren Einhaltung zu achten.

So funktioniert die Wärmerückgewinnung

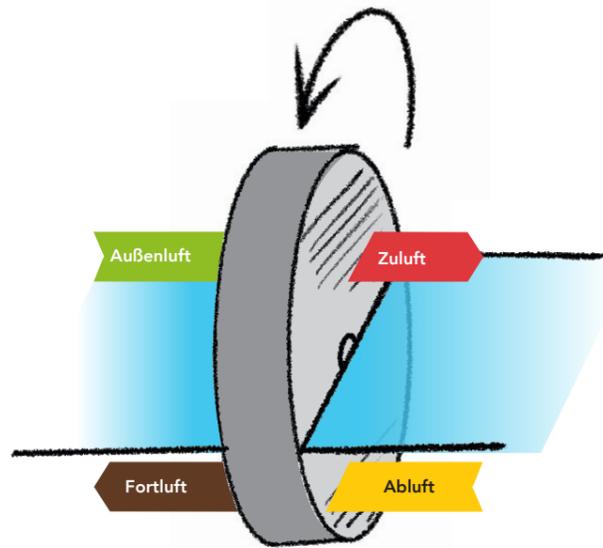
Es gibt unterschiedliche Systeme zur Wärmerückgewinnung. Das häufigste System ist der **Plattenwärmeübertrager**. In diesem Gerät liegen viele Platten übereinander. Sie bilden Kanäle, durch die Luft geführt wird. Durch den ersten Kanal strömt die belastete, aber noch warme Abluft. Durch den nächsten die zunächst kalte Außenluft. Dann kommt wieder ein Abluftkanal und so weiter. So entsteht insgesamt eine große Fläche, an der die beiden Luftströme vermischungsfrei aneinander vorbeiströmen. Dabei überträgt die Abluft ihre Wärme an die kältere Außenluft. Je größer die Fläche ist, umso vollständiger kann die Wärme übertragen werden. Am besten funktioniert das mit sogenannten Gegenströmern, in denen die Luftmassen, aus unterschiedlichen Richtungen kommend, besonders wirksam aneinander vorbeiströmen. Ein Maß für die Höhe der Wärmerückgewinnung ist der Wärmebereitstellungsgrad. Bei besonders guten Systemen kann er über 90% liegen. Wird ein spezielles Material als Trennung zwischen den Luftmassen verwendet, kann auch Feuchtigkeit teilweise zurückgeführt werden. Sinnvoll ist das zum Beispiel in besonders kalten Regionen oder wenn ein stärkerer Luftwechsel gewünscht wird.



Gegenstrom-Plattenwärmeübertrager

Mehr zum Thema:
Die Gebäudehülle
– Darauf kommt
es an!
www.lea-hessen.de





Rotationswärmeübertrager sind seltener. Hier dreht sich ein Rad im Luftstrom. Das Rad wirkt als Wärmespeicher. Es enthält Kanäle, die von Luft durchströmt werden. Zunächst von der warmen Abluft. Dabei erwärmt sich dieser Teil des Rades. Es dreht sich weiter in den kalten Frischluftstrom. Hier kühlt das Rad ab, der Wärmespeicher wird entladen und erwärmt dabei die Außenluft. Nun kommt der kalte Teil wieder in den Abluftstrom und kann erneut Wärme aufnehmen, der Wärmespeicher wird wieder geladen. Durch eine Spülzone zwischen den Bereichen wird vermieden, dass relevante Luftmengen von der Abluft auf die Zuluft übertragen werden. Der Vorteil: Auf diese Weise ist auch eine einfache Feuchterückgewinnung möglich.

Ebenfalls mit einem Wärmespeicher arbeiten sogenannte **Pendellüfter**. Davon gibt es mehrere Geräte im Haus. Durch sie wird abwechselnd Luft aus dem Gebäude heraus- oder in das Gebäude hineingebracht. So ist mal der eine Raum Abluftzone, der andere Zuluftzone und umgekehrt.

Nachteil: Weil niemand Toilettengeruch im Wohnzimmer haben möchte, wird fast zwangsläufig mehr Luft für die Feuchträume benötigt, durch die die ohnehin schon geringere Systemeffizienz weiter leidet. Auch die Filterung der Luft ist so weniger gut möglich. Diese Systeme sollten deshalb nur im Ausnahmefall zum Einsatz kommen.

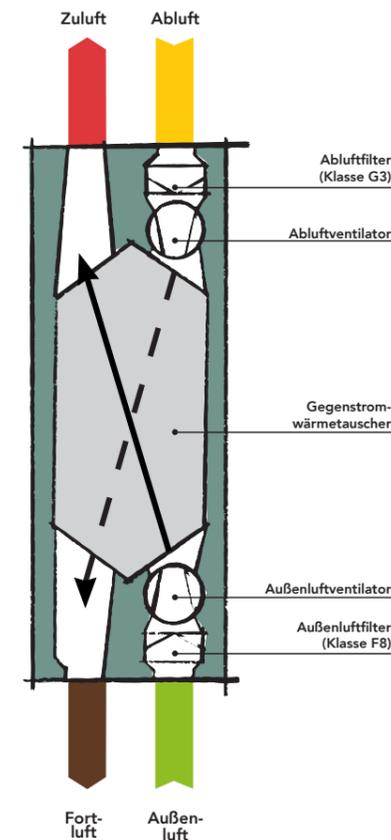
Lüftungsanlagen: Darauf kommt es an

Passend zu Ihrem Luftbedarf

Etwa 30m³ Zuluft pro Person sollte Ihre Lüftungsanlage im Standardbetrieb liefern können. Der Luftbedarf richtet sich auch nach der Abluftmenge, also der Menge, die aus Bädern, Küchen und Toiletten abzutransportieren ist. Die Lüftungsanlage sollte auf das Maximum aus Zu- und Abluftbedarf im Normalbetrieb ausgelegt werden. Sinnvoll ist es, dass ein sogenannter „Partymodus“ eine höhere Luftmenge bereitstellen kann. Reicht das mal nicht aus, kann immer noch zusätzlich über die Fenster gelüftet werden. Das gilt auch für die Nachtlüftung im Sommer, um die Temperatur im Haus zu reduzieren. Auch der Betrieb mit geringeren Luftmengen sollte möglich sein, denn wenn die Kinder in der Schule oder die Eltern bei der Arbeit sind, kann die Luftmenge reduziert werden. Das ist natürlich auch für später wichtig: Sind die Kinder einmal ausgezogen, muss die Luftmenge angepasst werden können, damit die Luft nicht wegen der geringeren Feuchteproduktion zu trocken wird.

Hoher Wärmebereitstellungsgrad

Natürlich sollte Ihre Lüftungsanlage möglichst viel Wärme zurückgewinnen. Der Wärmebereitstellungsgrad ist hier die entscheidende Größe. Er sollte bei mindestens 80 %, besser über 85 % liegen. Wie bei vielen Elektrogeräten gilt auch hier: Höhere Effizienz muss nicht teurer sein.



Schema eines Lüftungsgeräts mit Wärmerückgewinnung. Auf Seite 14 erfahren Sie mehr zu den Filterklassen.

Geringer Strombedarf

Die beiden Ventilatoren Ihres Lüftungsgeräts brauchen Strom, um die Luft zu transportieren. Und auch die Steuerung der Lüftungsanlage benötigt etwas Energie. Achten Sie darauf, dass elektronisch geregelte Gleichstromventilatoren eingesetzt

werden und dass die Anlage nur geringe Stand-by-Verluste hat. Der Strombedarf der Lüftungsanlage wird in Wh/m³ (Wattstunden pro Kubikmeter) angegeben. Diese Zahl zeigt, wie hoch der Energiebedarf pro Kubikmeter geförderter Luft ist. Er sollte 0,45 Wh/m³, besser 0,3 Wh/m³ nicht übersteigen. Für einen 4-Personen-Haushalt, in dem die Lüftungsanlage das ganze Jahr über läuft, kommen auf diese Weise etwas über 200 kWh pro Jahr zusammen, also knapp 70 Euro.

Automatischer Balanceabgleich

Nur wenn das gleiche Luftvolumen zu- wie abgeführt wird, stellt sich im Gebäude weder ein Über- noch ein Unterdruck ein. Das ist eine Grundvoraussetzung für eine gut funktionierende Lüftungsanlage. Weil im Lauf der Zeit die Filter verschmutzen und dabei ihr Druckverlust steigt, ist es wichtig, dass die Ventilatoren diesen Druckverlust durch eine höhere Drehzahl ausgleichen. Dafür sorgt der automatische Balanceabgleich, der in keinem Lüftungsgerät fehlen sollte. Außerdem hilft der automatische Balanceabgleich bei der Einregulierung der Lüftungsanlage.

Geringe Folgekosten

Neben dem Strombedarf ist der Filterwechsel entscheidend für die Betriebskosten der Anlage. Natürlich darf bei der Qualität der Filter und auch der Häufigkeit des Filterwechsels nicht gespart werden – denn der Gewinn an Luftqualität ist der wichtigste Grund für den Betrieb einer Lüftungsanlage. Erkundigen Sie sich vorher, was die Filter für unterschiedliche Anlagen kosten. Hier gibt es bei gleicher Qualität hohe Preisunterschiede.

Tipp: Eine Auswahl guter Geräte finden Sie z. B. in der kostenfreien Komponentendatenbank des Passivhaus Instituts: <https://database.passivhouse.com/components/>



Leitungsnetz: so kurz wie möglich

Das Lüftungsgerät ist über das Leitungsnetz mit der Außenluft und den Räumen verbunden. In den Leitungen zwischen der Außenluft und dem Lüftungsgerät wird kalte Luft von draußen zum Gerät gebracht, während im Wärmeübertrager abgekühlte Luft vom Gerät nach draußen gebracht wird. Diese Leitungen sind kalt und müssen gut mit dampfdichter Wärmedämmung eingepackt werden. Sonst entstehen hohe Wärmeverluste und sogar Kondensat an den Kanälen. Auch mit guter Dämmung ist es sinnvoll, diese Kanäle möglichst kurz zu halten. Die richtige Position des Lüftungsgeräts ist darum nah an der Außenwand oder nah am Dach.

Auch die Zu- und Abluftleitungen sollten kurz sein. Denn je kürzer das Leitungsnetz ist, umso preiswerter kann es hergestellt werden. Der Druckverlust ist dann ebenfalls geringer und es wird weniger Strom für die Ventilatoren benötigt. Es gibt unterschiedliche Leitungsarten. Die wohl preiswerteste sind Wickelfalzrohre aus verzinktem Stahlblech. Sie sind in runder und, etwas teurer, in ovaler Ausführung erhältlich, die verwendet werden kann, wenn nur wenig Platz zur Verfügung steht. Solche Rohre können sichtbar oder beispielsweise hinter einer abgehängten Decke geführt werden. Flexrohre aus Kunststoff werden gern im Neubau eingesetzt und in die Decken eingebaut. So bleiben sie unsichtbar. Für alle Systeme werden Formteile wie Bögen, T-Stücke und Verteilerkästen angeboten, die einen wesentlichen Teil der Kosten des Leitungsnetzes ausmachen.

Welches System in Ihrem Fall das beste und preiswerteste ist, hängt auch von den Vorlieben und Erfahrungen Ihres Installateurbetriebs ab. Es lohnt sich in jedem Fall, mehrere Angebote einzuholen.



Wickelfalzrohr aus verzinktem Stahlblech



Flexrohr aus Kunststoff

Tipp: In bestehenden Gebäuden ist es manchmal schwierig, alle Räume an das Leitungsnetz anzubinden. Dann können aktive „Überströmer“ helfen. Das sind Ventilatoren, die beispielsweise in einer Tür oder der Wand zu einem Raum ohne Anschluss an die Lüftungsanlage eingebaut werden. Der Ventilator fördert dann Luft aus einem Zulufräum in den Raum ohne Anschluss an das Leitungsnetz. Die Luft strömt später über Öffnungen zurück in den Zulufräum. Weil dieser Raum dann nicht nur frische Luft enthält, ist er kein reiner Zulufräum mehr, es entsteht eine Mischluftzone. Auf Seite 18 geben wir ein Beispiel.

Schallschutz

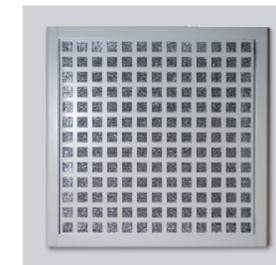
Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung schützt vor Außenlärm, denn die Fenster können geschlossen bleiben. So kommen störender Straßenlärm, Fluglärm und andere Geräusche nicht ins Haus. Natürlich soll die Lüftungsanlage nicht selbst Quelle störender Geräusche sein. Dazu gibt es Geräteschalldämpfer, die zwischen dem Lüftungsgerät und dem Kanalnetz eingebaut werden und die Ventilatoren im Normalbetrieb unhörbar machen. Die Geräuschübertragung von Raum zu Raum über das Kanalnetz verhindern Telefonie-Schalldämpfer. Sie stellen sicher, dass die Kinder im Kinderzimmer ruhig schlafen können, während die Eltern im Wohnzimmer feiern.

Tipp:

Biegsame Schalldämpfer können auch anstelle von Formteilen wie Bögen eingesetzt werden. So lassen sich bei kluger Planung Geld und Arbeitszeit einsparen. Nicht nur die Ventilatoren, auch die strömende Luft kann Geräusche verursachen. Vermeiden Sie daher Engstellen und scharfe Kurven, da diese besonders starke Strömungsgeräusche erzeugen. Achten Sie darauf, dass die Leitungen genügend groß dimensioniert werden. Beide Maßnahmen senken auch den Druckverlust. Dann brauchen die Ventilatoren weniger Strom. Wenn zwischen dem Luftauslass und der nächsten Abzweigung ein Rohr mit einem Durchmesser von 80–100 mm verbaut ist, sind Sie in der Regel gut bedient. Nach jedem Abzweig zum Lüftungsgerät hin sollte sich der Durchmesser um eine Stufe vergrößern.



Schalldämpfer, der auch als Formteil dienen kann



Beispiel eines Abluftventils



Weitwurfdüse

Ein- und Auslassventile

Durch das Ansaugventil gelangt die Außenluft in das Kanalnetz und weiter zum Wärmeübertrager. Wenn das Ventil mindestens 2 m über dem Boden liegt, kann nur wenig Staub angesaugt werden. Das ist wichtig zur Entlastung der Filter. Wenn die Anordnung strömungstechnisch gut gemacht ist, kann die Abluft auch in der Nähe der Frischluftansaugung ausgeblasen werden, ohne dass verbrauchte Luft über die Ansaugung zurück in den Raum gelangt. Aus dem Kanalnetz strömt die vorgewärmte Luft über Ventile in die Zuluft-Räume. Am Ventil wird die Luftmenge eingestellt, über die reguliert wird, welcher Anteil der Luft in die einzelnen Räume kommt. Auch die Balance der Anlage kann so verändert werden. Vorteilhaft sind hier sogenannte Weitwurf-Ventile. Sie werden im Raum ca. 15 cm unter der Decke, z. B. an der Wand zum Flur,

angeordnet und bringen den Luftstrom, der sich an die Decke anlegt, ohne zusätzliche Leitungen weit in den Raum hinein (in der Fachliteratur ist dies als „Coandă-Effekt“ bekannt). Dann entstehen keine störenden Zug-Erscheinungen. Aus den Ablufträumen gelangt die Luft über weitere Ventile in das Kanalnetz und dann zurück zum Wärmeübertrager. Auch an den Abluftventilen kann die Luftmenge eingestellt werden. Außerdem ist hier ein Grobfilter empfehlenswert, der das Kanalnetz vor Hausstaub schützt.

Die Ventile gibt es in vielen Formen, Farben und Materialien wie Kunststoff, Aluminium, Stahl oder Edelstahl. Da die Ventile anders als die anderen Komponenten sichtbar sind, ist diese Vielfalt besonders wichtig.

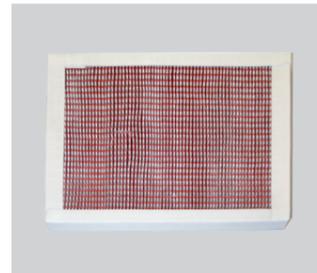


Gefilterte Luft

Die Außenluft kann unerwünschte Bestandteile wie Staub, Feinstaub, Pollen, andere Luftschwebeteilchen und Keime enthalten, die in den meisten Fällen an Aerosole gebunden sind. Gute Filter an der Lüftungsanlage bieten die Chance, die Anlage selbst und – zusammen mit der luftdichten Gebäudehülle – die Bewohner vor diesen Bestandteilen zu schützen.

Dabei ist es sinnvoll, die Filter in 3 Klassen anzuordnen: Ein Gitter schützt das Kanalnetz vor Blättern, Kleintieren und Insekten. Ein Grobfilter der Klasse G3 oder G4 hält gröberen Staub zurück und schützt den eigentlichen Feinfilter der Klasse F8 oder F9 vor starker Verschmutzung, die ansonsten schnell zu einem hohen Druckverlust und damit zu höherem Stromverbrauch durch die Ventilatoren führen würde.

Tipp: Wir empfehlen Filter der Klasse F9; das entspricht in etwa einer „FFP2-Maske“ (NK95) und schützt damit gut vor relevanten Bestandteilen, die sich in der Außenluft befinden können. Wer mehr tun möchte, kann auch Filter der Klassen E10 oder E12 (HEPA-Filter) wählen. Je höher die Filterklasse, desto größer sollte die Filteroberfläche sein, um den Druckverlust und damit den Energiebedarf für die Ventilatoren akzeptabel zu halten.



Feinfilter der Klasse F9



Grobfilter der Klasse G4



Filterwechsel – so einfach wie bei einem Staubsauger!

Heizen über die Zuluft

In besonders effizienten Gebäuden wird so wenig Heizwärme benötigt, dass die ohnehin gebrauchte Luftmenge ausreicht, um auch die Wärme zu transportieren. Dazu wird hinter dem Lüftungsgerät ein Heizelement installiert, das die Wärme aus einer Wärmepumpe oder einem anderen Wärmeerzeuger an die Luft abgibt. Diese Lösung kostet nur wenige hundert Euro und ist von den Investitionskosten her die wohl preiswerteste Lösung. Und dazu noch sehr wartungsarm. Da Luft eine geringe Wärmekapazität hat, muss sie allerdings recht stark erwärmt werden. Wärmepumpen können darum in einem solchen System nicht ihre höchste Effizienz entfalten. Für weitere Informationen schauen Sie bitte in die Energiesparinformation 4: „Nachhaltige Gebäudetechnik für Komfort liebende Sparfüchse“.

Damit die Wärme in den Zuluft-Räumen ankommt, ist es wichtig, die Zuluftleitungen etwas zu dämmen. Für das Badezimmer ist ein kleiner zusätzlicher Heizkörper empfehlenswert, denn dort ist eine etwas höhere Temperatur als im Rest des Gebäudes gewünscht.

Frostschutz und Erdwärmeübertrager

Im Lüftungswärmeübertrager zur Wärmerückgewinnung wird die Abluft durch die kältere Außenluft abgekühlt. Dabei erhöht sich ihre relative Luftfeuchte und es kann Kondensat entstehen. Darum benötigt die Lüftungsanlage einen Abwasser-Anschluss. Wenn die Außenluft sehr kalt ist, kann sich im Wärmeübertrager sogar Eis bilden. Das Eis kann die Lüftungsanlage verstopfen, sodass weniger oder gar keine Luft mehr gefördert wird. In so einem Fall kann zwar über die Fenster gelüftet werden, dann aber ohne Wärmerückgewinnung.

Außerdem ist es möglich, dass das Eis den Wärmeübertrager zerstört. Deshalb ist es wichtig, Eis im Wärmeübertrager zu vermeiden. Das wird erreicht, indem die kalte Außenluft auf etwa -3 °C vorgewärmt wird. Oberhalb dieser Temperatur bleibt der Wärmeübertrager eisfrei.

Am einfachsten geht das mit einem elektrischen Heizelement. Manche Lüftungsgeräte werden direkt mit dieser Option geliefert. Ein solches Heizelement kann auch an die Heizanlage des Gebäudes angeschlossen werden. Das kostet zwar anfänglich etwas mehr, dafür sind die Betriebskosten geringer. Auch ein Wärmetauscher in der Erde kann als Frostschutz genutzt werden: Bevor die Außenluft in den Wärmeübertrager kommt, wird sie durch in der Erde verlegte Rohre geleitet. Da die Erde im Winter wärmer ist als die Außenluft, findet eine Vorerwärmung statt. Die Wärme aus der Erde kann auch von wasserführenden Leitungen aufgenommen und über einen weiteren Wärmeübertrager an die Luft abgegeben werden. Es ist klar, dass diese Optionen teurer sind als ein einfaches Heizelement. Dafür wird aber weniger Energie benötigt. Sinnvoll kann diese Lösung insbesondere sein, weil die Erde im Sommer auch etwas Kühlung und damit einen Zusatznutzen bereitstellen kann.



Straßenansicht der „9 Sonnenhäuser“, vgl. Seite 20



Detail Frischluftansaugung



Frostschutzregister aus wasserführenden Leitungen

WAS TUN MIT DER KÜCHENABLUFTHAUBE?

Die Küche ist ein Abluftraum. Die Luft wird aus der Küche zum Wärmeübertrager transportiert. Um das Rohrnetz und den Wärmeübertrager vor Verschmutzung durch die Küchenabluft, den sogenannten „Wrasen“, zu schützen, ist hier eine Filterung besonders wichtig. Wir empfehlen ein zweistufiges System: Der erste Filter ist ein Metallgewebe, wie Sie es vielleicht aus Ihrer Küchenablufthaube kennen. Alle paar Monate sollten sie es in der Spülmaschine mit dem Geschirr reinigen. Dazu kommt noch ein

Grobfilter der Klasse G3 oder G4, der einmal jährlich ausgetauscht wird. Beim Kochen kann die Lüftungsleistung erhöht werden. Das führt aber im Winter zu einem höheren Wärmeverlust. Für diese Fälle haben sich Umlufthauben mit Aktivkohlefiltern bewährt. Standard-Ablufthauben, die große Mengen Luft ins Freie befördern, sind nicht sehr empfehlenswert. Natürlich können Sie – im Sommer immer und im Winter bei besonders hoher Geruchsbelastung – auch die Fenster öffnen.

SERVICE: EINREGULIERUNG, REINIGUNG, WARTUNG

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind seit mehr als einem Vierteljahrhundert am Markt verfügbar. Sie sind technisch ausgereift und es liegen genügend Erfahrungen vor, um Hinweise auf Wartung und Pflege geben zu können, damit die Anlagen lange und einwandfrei funktionieren. Für die einwandfreie Funktion ist es zunächst wichtig, dass die Anlage gut einreguliert wird. Die Luftmenge soll die Räume wie geplant erreichen und die Zuluftmenge soll der Abluftmenge entsprechen. Dann ist die Anlage in Balance und arbeitet optimal. Moderne Anlagen mit automatischem Balanceabgleich helfen dabei und stellen die Balance auch im späteren Betrieb sicher.

Tipp: Achten Sie darauf, dass der Handwerksbetrieb die Einregulierung mit anbietet.

Alle Filter sollten mindestens einmal im Jahr ausgetauscht werden. Bei der Lüftungsanlage Ihres

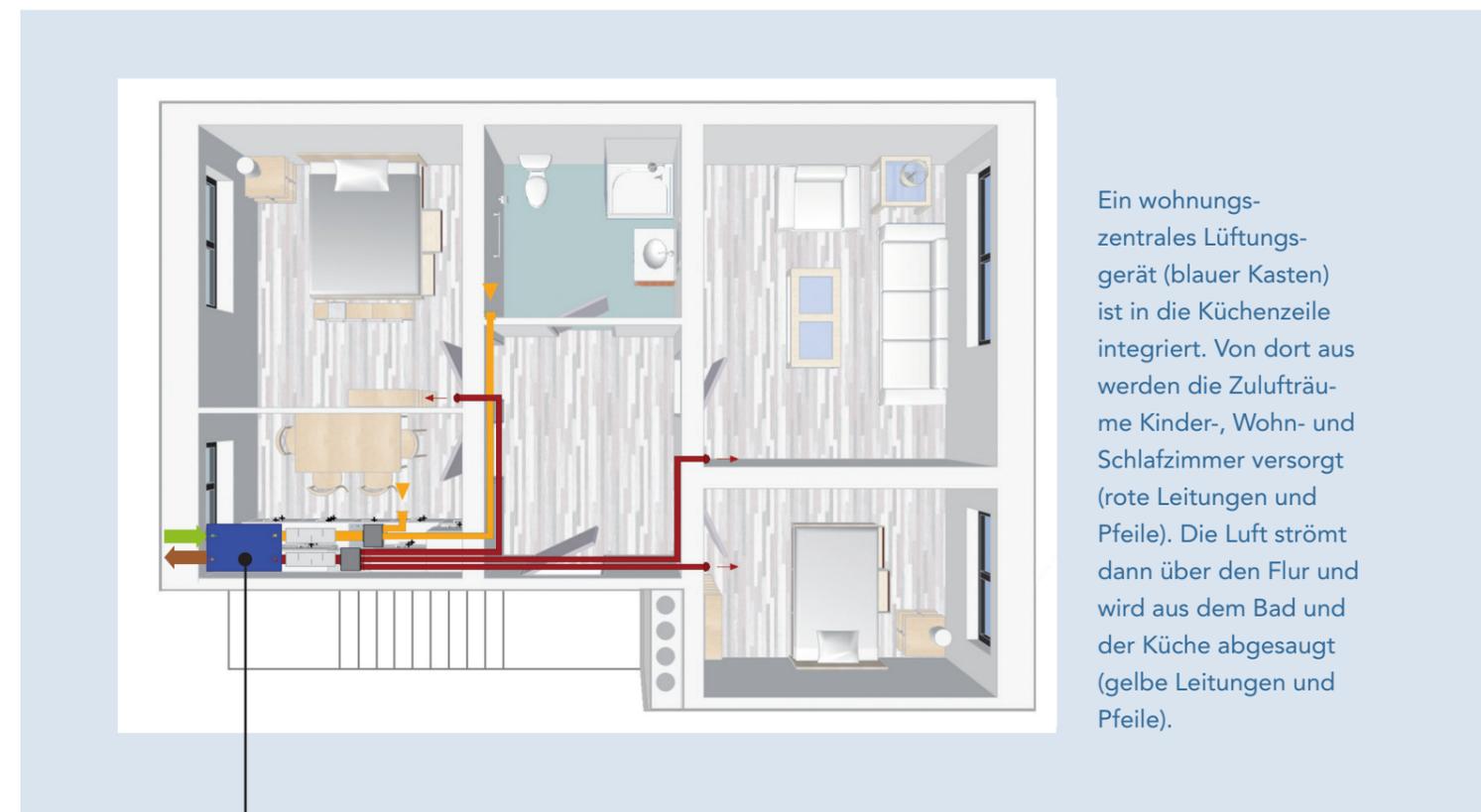
Autos geschieht das ganz automatisch bei der jährlichen Inspektion. In Ihrer Wohnung sollte es nicht anders sein. Der meiste Schmutz kann während der Bauphase in die Anlage gelangen. Darum ist es wichtig, darauf zu achten, dass beim Bau alle Öffnungen stets abgedeckt sind.

Wenn die Filter optimal arbeiten und das Kanalnetz in der Bauphase geschützt wurde, sind Reinigungen der Lüftungsanlage in aller Regel nicht erforderlich. Untersuchungen an über 25 Jahre alten Anlagen beweisen das. Da die Luft nach dem Wärmeübertrager im Winter stets wärmer ist als die Außenluft, ist sie auch immer trockener. So hat Schimmel keine Chance, das Zuluftnetz zu befallen. Das kurzlebigste Bauteil der Anlage sind die Ventilatoren. Aber auch hier kann mit Nutzungsdauern über 15 Jahre gerechnet werden.

BEISPIELE FÜR LÜFTUNGSANLAGEN IN BESTANDS- UND NEUBAU

Bestehende Eigentumswohnung

Wir stellen Ihnen hier drei unterschiedliche Konzepte vor, die an einem Wettbewerb des Passivhaus Instituts im Jahr 2016 teilnahmen. Dabei bestand die Aufgabe darin, eine Wohnung mit einer Lüftungsanlage auszustatten. Welche Lösung für Sie die richtige ist, hängt von Ihrer Wohnung, aber auch von den Vorlieben Ihres installierenden Betriebs ab. Auch hier lohnt es sich, mehrere Firmen anzusprechen.

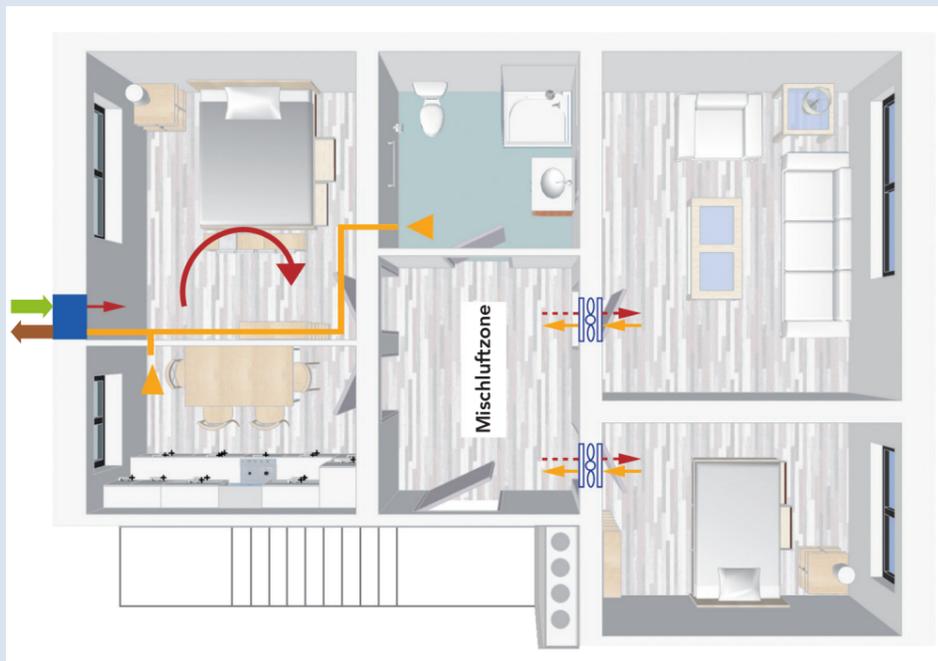


Ein wohnungszentrales Lüftungsgerät (blauer Kasten) ist in die Küchenzeile integriert. Von dort aus werden die Zuluft Räume Kinder-, Wohn- und Schlafzimmer versorgt (rote Leitungen und Pfeile). Die Luft strömt dann über den Flur und wird aus dem Bad und der Küche abgesaugt (gelbe Leitungen und Pfeile).





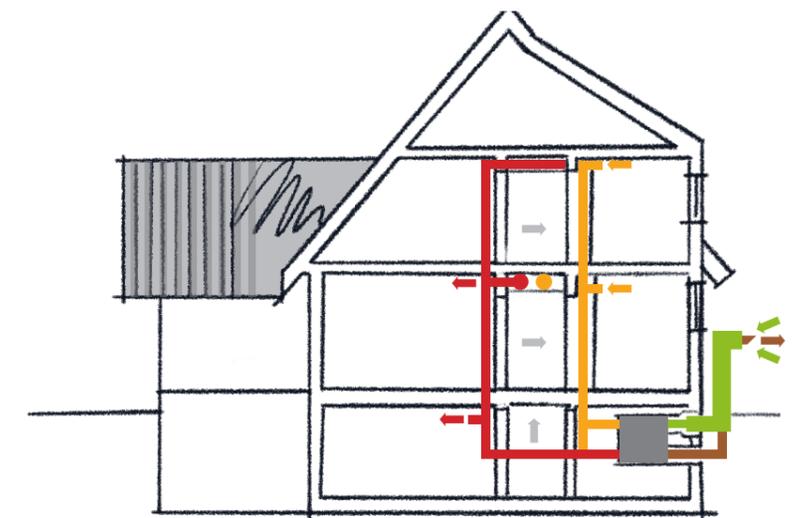
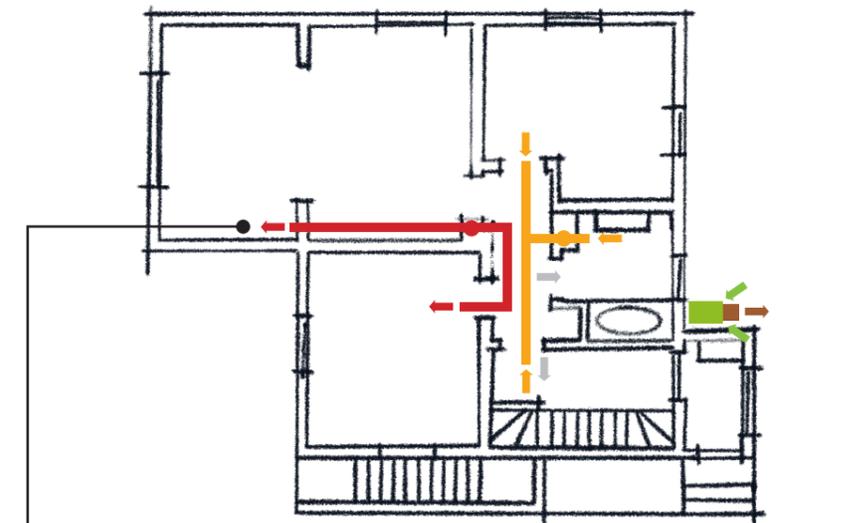
Hier werden zwei Lüftungsgeräte eingesetzt. Das erste versorgt das Schlafzimmer mit Zu-luft. Sie strömt dann in den Flur und wird aus der Küche abgesaugt. Das zweite Gerät ist im Wohnzimmer montiert. Das Kinderzimmer ist mit einem aktiven Überströmer (Ventilator, der die Luft transportiert) angeschlossen. Auch hier strömt die Luft in den Flur und wird dann aus dem Bad abgesaugt.



Ein zentrales Gerät bringt die frische Luft in das Schlafzimmer. Sie strömt in den Flur und wird aus der Küche und dem Bad abgesaugt. Mit jeweils einem aktiven Überströmer bedienen sich das Wohn- und Kinderzimmer aus dem Mischluftreservoir, das sich im Flur bildet.

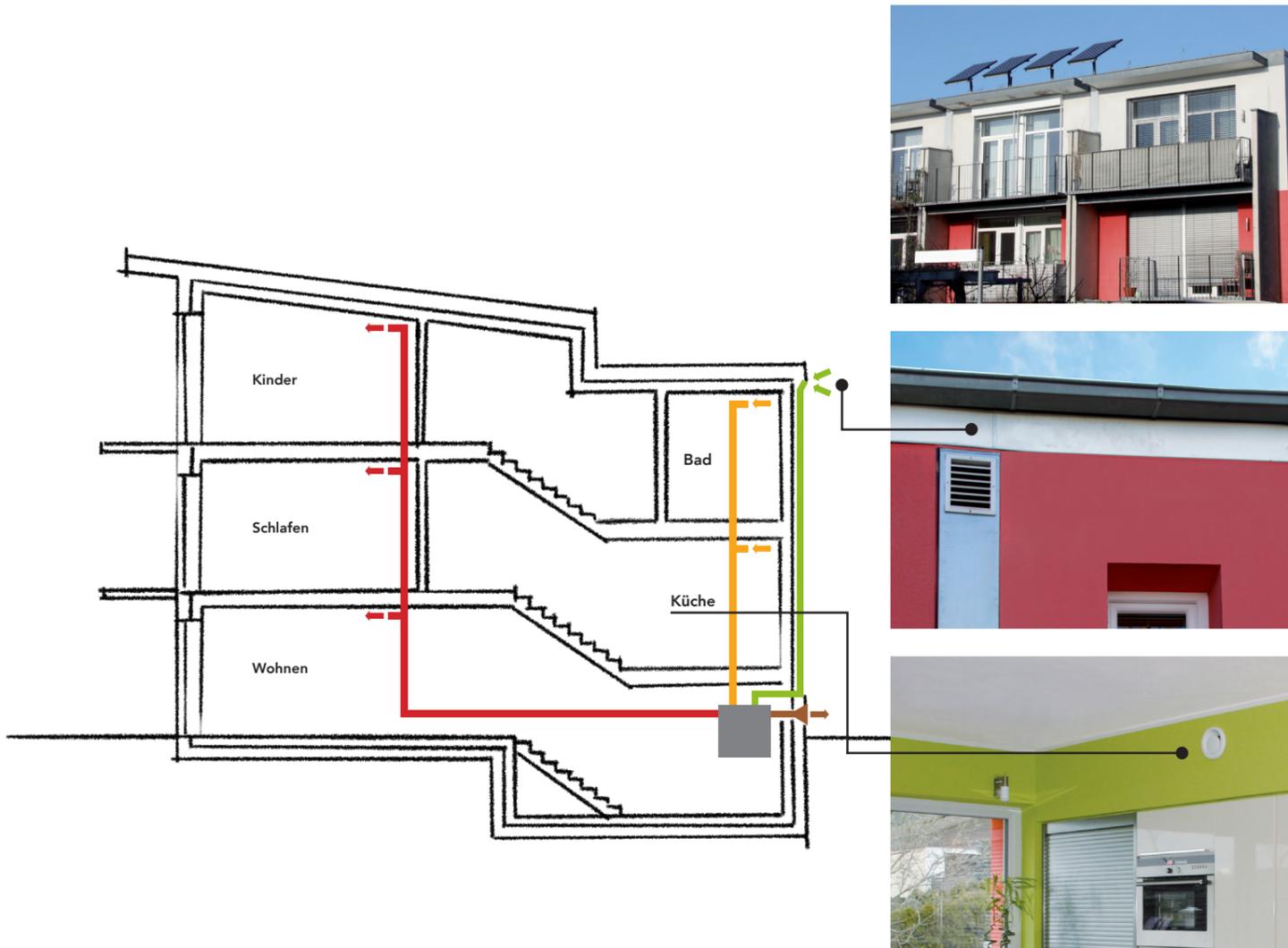
Bestehendes Einfamilienhaus

Das Gebäude von 1939 wurde 2014 modernisiert und bekam dabei auch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, die im Keller aufgestellt wurde. Die Luft wird über zwei Installationsschächte in das Erdgeschoss und das Dachgeschoss geführt. Von dort erfolgt die Verteilung im Flur über abgehängte Decken in die Wohn- und Schlafräume. Aus den Bädern, der Küche und dem Treppenhaus gelangt die Luft dann zurück zum Lüftungsgerät.



Reihenhaus-Neubau „9 Sonnenhäuser“

Die 9 Reihenhäuser wurden 2006 fertig gestellt und entsprechen dem Passivhaus-Standard. Jedes Gebäude hat eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung im Keller. Von dort aus werden die Kinderzimmer, der Wohnraum und das Schlafzimmer mit Frischluft versorgt. Die verbrauchte Luft wird aus der Küche und dem Bad abgezogen. Eine Besonderheit ist die Versorgung mit der Außenluft. Sie gelangt über ein Lüftungsgitter in einen als Gestaltungselement in der Fassade sichtbaren Edelstahlkanal zur Lüftungsanlage.



CHECKLISTE FÜR LÜFTUNGSANLAGEN MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG

Hier geben wir Ihnen eine Checkliste als Gedankenstütze an die Hand, die für alle Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung gilt, egal, ob im Altbau oder im Neubau.

GEBÄUDE

Gebäude

- Ihr Gebäude hat eine hohe Luftdichtheit (Kennwert höchstens $0,6 \text{ h}^{-1}$ im Neubau. Besser kleiner als $1,0 \text{ h}^{-1}$ in bestehenden Gebäuden).
- Die Zu- und Ablufträume Ihres Hauses oder Ihrer Wohnung wurden definiert.
- Es ist möglich, ein wohnungszentrales Lüftungsgerät einzubauen: Binden Sie gegebenenfalls einzelne Räume mit aktiven Überströmern ein.
- Es ist nicht möglich, ein wohnungszentrales Lüftungsgerät einzubauen: Bilden Sie Raumgruppen, die mit möglichst wenigen Geräten bedient werden können. Binden Sie gegebenenfalls einzelne Räume mit aktiven Überströmern ein.
- Das Lüftungsgerät ist möglichst nah an der Außenwand platziert.

LEITUNGSNETZ

Leitungsnetz

- Das Kanalnetz ist möglichst kompakt.
- Alle Leitungen, in denen kalte Luft befördert wird, sind sehr gut gedämmt.
- Wenn die Heizwärme über die Lüftungsanlage verteilt wird, sind auch die Zuluftleitungen wärmegeklämt.
- Hinter dem Lüftungsgerät und zwischen den Räumen sind Schalldämpfer eingeplant.
- Engstellen und scharfe Knicke wurden vermieden und die Rohre sind ausreichend groß dimensioniert, um störende Strömungsgeräusche und hohen Druckabfall zu vermeiden.

LÜFTUNGSGERÄT

Lüftungsgerät

- Sie entscheiden sich für ein Lüftungsgerät, das zu Ihrem Bedarf passt, denn ein zu geringer Luftwechsel führt leicht zu schlechter Luft und Schimmel, ein zu hoher Luftwechsel zu unbehaglich trockener Luft.
- Ihr Lüftungsgerät hat einen Wärmebereitstellungsgrad von über 80 %.
- Der benötigte Strom liegt bei unter 0,45 Wh/m³ geförderter Luft.
- Ihre Lüftungsanlage verfügt über einen Frostschutz.
- Sie bauen Außenluftfilter der Klasse F8 oder F9 und Abluftfilter der Klasse G4 ein. In der Küchenabluft schützt zusätzlich ein Metallgewebe das Lüftungsnetz vor „Wrasen“.
- Beziehen Sie in Ihre Kaufentscheidung auch die Kosten für den jährlichen Filterwechsel mit ein.
- Sollten Sie einen Holzofen haben, benötigt die Lüftungsanlage eine spezielle Sicherheitseinrichtung.

BERATUNG UND FÖRDERUNG

Kompetente Beratung finden Sie bei der LEA Hessen

Die LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH ist die zentrale Ansprechpartnerin rund um die Themen Energiewende und Klimaschutz in Hessen. Sie berät private Haushalte, öffentliche Institutionen und Unternehmen aus Hessen zum gesamten Spektrum der Fördermöglichkeiten – zum Beispiel zu Energieeffizienzmaßnahmen und zur Nutzung von erneuerbaren Energien. Auch Ihnen steht die LEA Hessen gern zur Seite.

Lernen Sie uns kennen unter:

www.lea-hessen.de

Haben Sie Fragen zu konkreten Förderangeboten oder möchten Sie sich einen Überblick zu den am Markt verfügbaren Fördermöglichkeiten verschaffen? Gern können Sie sich telefonisch von den Mitarbeitenden der LEA Hessen beraten lassen.



Unsere Hotline ist wie folgt erreichbar:

Rufnummer: 0611 95017 – 8440

Die LEA-Fördermitteldatenbank können Sie unter folgendem Link abrufen:

<https://lea.foerdermittelauskunft.de>

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sowie die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WIBank) sind die zentralen Stellen auf Bundes- und Landesebene bei der Beantragung und Bewilligung von Fördermitteln. Informieren Sie sich hier:

www.bafa.de

www.kfw.de

www.wibank.de/wibank





Herausgeberin

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH
im Auftrag des Hessischen Ministeriums
für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH
Wettinerstraße 3
65189 Wiesbaden
+49 611 95017 – 8400
www.lea-hessen.de

Konzeption und Umsetzung

Passivhaus Institut
Rheinstr. 44/46
64283 Darmstadt
+49 6151 826 99 – 0
www.passiv.de

Gestaltung und Illustration

Sabine Becker
Graphik & Design, Wiesbaden
sabine_becker_design@t-online.de

Druck

A&M Service GmbH, 65604 Elz
www.a-m-service.de

ClimatePartner
klimaneutral

Gedruckt auf RecyStar Natur, hergestellt aus 100%
Altpapier, ausgezeichnet mit den Umweltzertifikaten
Blauer Engel, **FSC-Recycling** und der **EU-Blume**.

Stand: Juli 2021