

LÜFTEN UND FÜR GUTE RAUMLUFT SORGEN – HINWEISE ZU RADON



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG



Die in diesem Dokument vorgestellten Merkblätter ersetzen unter keinen Umständen die Referenztexte – unabhängig davon, ob es sich dabei um Verordnungen, Normen oder fachliche Stellungnahmen handelt. Die Autorinnen und Autoren übernehmen keinerlei Verantwortung für direkte oder indirekte Folgen, die sich aus einer Fehlinterpretation des Inhalts ergeben könnten. Es wird in jedem Fall empfohlen, eine ausgebildete Radonfachperson mit einer vom Bundesamt für Gesundheit anerkannter Ausbildung beizuziehen, die in der Lage ist, die geeignetsten Massnahmen für ein radonfreies Gebäude vorzuschlagen.

LÜFTEN UND FÜR GUTE RAUMLUFT SORGEN – HINWEISE ZU RADON

Sanierung

Beschreibung von 6 verschiedenen Lüftungsarten, von der natürlichen Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster bis hin zur Doppelstromlüftung mit Wärmerückgewinnung. Jede Situation wird individuell mithilfe von Grafiken, Netzdiagrammen und Beschreibungen dargestellt.

Beschreibung

Für eine gute Raumluftqualität in einem Gebäude ist regelmässiges Lüften wichtig. So können Schadstoffe, die sich im Gebäude ansammeln (z. B. Radon, flüchtige organische Verbindungen, CO₂), wegtransportiert werden. Dazu gibt es eine Vielzahl von Lösungen: Die Lüftung erfolgt entweder auf natürliche Weise durch manuelles Öffnen der Fenster oder mithilfe eines mechanischen Lüftungssystems. Gemäss SIA-Norm 180 sollten Schutzmassnahmen gegen Radon nicht durch übermässige Lüftung der bewohnten Räume mit Verdünnung des Gases erfolgen, sondern durch die Beseitigung der Radonquellen im Gebäude oder die Umleitung des Radonflusses, die den Eintritt in das Gebäude verhindert (z. B. Erzeugen eines Unterdrucks im Boden unter dem Gebäude mittels einer Radondrainage, siehe Merkblatt R7 *Unterdruckerzeugung im Boden unter dem Gebäude – Radondrainage oder neuer Kriechkeller*).

Mit der Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster wird das Radon, das sich in den Räumen ansammelt, vorübergehend abgeleitet, dies reicht aber als langfristiges Sanierungskonzept nicht aus. Ausserdem müssen dabei die Bewohner/innen der Räumlichkeiten aktiv und regelmässig Massnahmen ergreifen.

Mechanische Lüftungssysteme mit Abluftabzug (z. B. Dampfabzug in der Küche oder Badezimmerventilator) erzeugen einen Unterdruck im Gebäude. Dadurch können sie das Eindringen des Gases verstärken, wenn das Gebäude gegenüber dem Boden nicht abgedichtet ist und/oder die Aussenluftzufuhr unzureichend ist oder nicht ausreichend gewartet wird, sodass die abgesaugte Luft nicht wirksam ersetzt wird.

Mechanische Systeme mit Doppelstromlüftung sind in der Regel eine Lösung, die eine gute Raumluftqualität im Gebäude sicherstellt. Ein leichter Überdruck kann dazu beitragen, das Eindringen von Radon zu begrenzen, kann aber in einigen Fällen Folgen haben, die zu langfristigen bauphysikalischen Problemen führen können.

Lüftungssysteme und Reduzierung der Radonkonzentration bei Sanierungen	Geeignet	Bedingt geeignet	Nicht oder wenig geeignet
Natürliche Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster			*
Natürliche Lüftung durch automatisches Öffnen der Fenster			
Lüftung mit einfachem Luftstrom oder feuchtegeregelterm einfachem Luftstrom			**
Zentrale Doppelstromlüftung mit Wärmerückgewinnung			
Dezentrale Doppelstromlüftung mit Wärmerückgewinnung			
Mechanische Lüftung durch Verdrängung		***	

* Bei hohen Radonkonzentrationen kann die natürliche Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster nur eine vorübergehende Notlösung vor einer dauerhaften Radonsanierung sein.

** Die Lüftung mit einfachem Luftstrom erzeugt einen leichten Unterdruck im Gebäude. Sie kann daher das Eindringen von Radon begünstigen. Diese Methode ist nur dann geeignet, wenn die Gebäudeflächen mit direktem Kontakt zum Erdreich luftdicht verschlossen sind und im Boden unter der Bodenplatte ein Unterdruck erzeugt wird.

*** Aufgrund des aufgebauten Überdrucks besteht die Gefahr der Exfiltration (Entweichen von Innenluft). Diese Lecks können zu Kondensation in der Gebäudehülle führen und empfindliche Elemente (Holz, Isolation usw.) beschädigen. Ein Holzrahmenbau oder der Dachboden eines gemauerten Hauses sind von vornherein undicht (keine lückenlosen Wände, Verputz usw.). Im Dokument «Ventilation mécanique par insufflation dans l'habitat individuel» (Schlussbericht, Martine Bianchina, März 2017, COSTIC) wird festgestellt, dass ein Überdruck von nur 1Pa eine dauerhafte und inakzeptable Ansammlung von Feuchtigkeit in den Wänden eines Gebäudes mit Holzstruktur schafft.

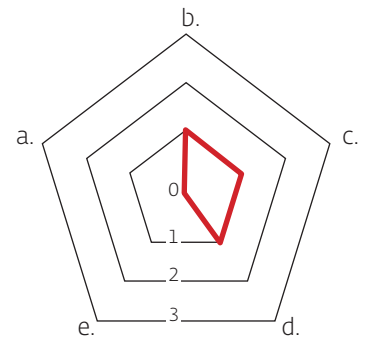
Natürliche Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster

Bei dieser Lüftung öffnen die Bewohner die Fenster von Hand. Für eine ausreichende Belüftung im Winter wird gemäss SIA-Norm 2023 empfohlen, 4- bis 6-mal täglich zu lüften (einseitiges Lüften 10 bis 15 Minuten, Querlüften 3 bis 5 Minuten). Für diese Art der Belüftung der Wohnung ist die Anwesenheit von Bewohner/innen erforderlich. Die Wirksamkeit des Lüftens hängt dabei auch von der Höhe der Fenster ab, denn bei Windstille gilt: Je höher die Öffnung bei gleichem Querschnitt, desto grösser ist der natürliche Luftaustausch. Bei der effektiveren Querlüftung ist die Windgeschwindigkeit bestimmend.

Wenn die Gebäudeflächen mit direktem Kontakt zum Erdreich gut abgedichtet sind, reicht eine regelmässige Lüftung durch Öffnen der Fenster aus, um geringe Radonansammlungen aus dem Raum abzuleiten.

Wenn die Fenster nicht dicht sind, ist ein kontinuierlicher Luftaustausch sehr wahrscheinlich. Wenn die Dämmwerte von Aussenwänden, Böden, Dach usw. nicht der SIA-Norm 180 entsprechen und die Lüftung durch die Bewohner mit den neuen Fenstern nicht mindestens gleichwertig mit der Lüftung vor dem Ersatz der Fenster ist, besteht das Risiko von Schimmelpilzbildung und höheren Radonkonzentrationen in der Wohnung.

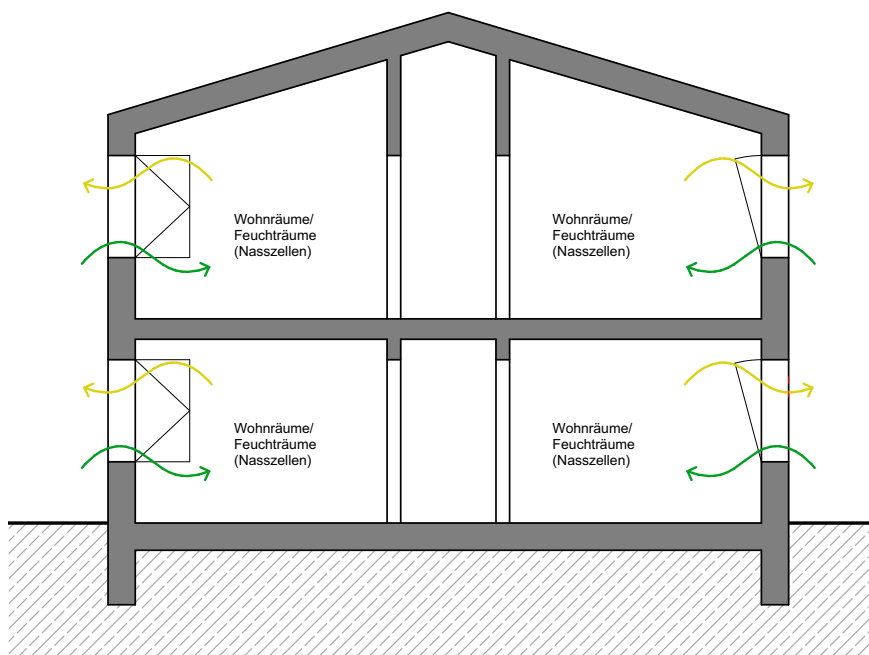
Es ist zu beachten, dass das Öffnen des Fensters durch Kippen im Winter zu erhebliche Energieverluste verursachen kann, ohne dass eine effiziente Belüftung erreicht wird.



- a. Invasivität
- b. Wirksamkeit
- c. Nachhaltigkeit
- d. Betriebs- und Unterhaltskosten
- e. Umsetzungskosten



Natürliche Lüftung durch manuelles Öffnen der Fenster



Feuchträume (Nasszellen) sind als Räume definiert, in denen Zugang zu Wasser besteht (Badezimmer, Küche, Waschküche) und in denen daher mehr Feuchtigkeit vorhanden ist.

Vorteile

- ♦ Kein Stromverbrauch
- ♦ Der Benutzer/in bestimmt die Lüftung
- ♦ Keine Installationskosten

Nachteile

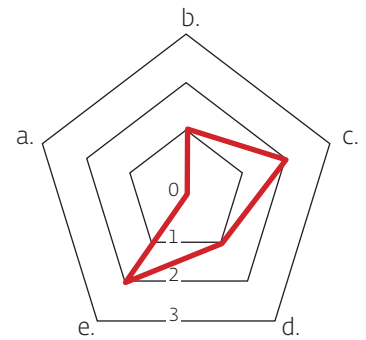
- ♦ Anwesenheit der Bewohner/in erforderlich: Keine Ableitung des Radons ohne aktives Eingreifen der Bewohner/in
- ♦ Unzureichende Lösung bei erheblicher Radonbelastung
- ♦ Vorübergehende und nicht dauerhafte Lösung
- ♦ Damit verbundene Energieverluste

Natürliche Lüftung durch automatisches Öffnen der Fenster

Bei dieser Lüftung werden die Fenster durch ein Regulierungssystem automatisch geöffnet. Die Anwesenheit der Bewohner/innen ist also für die Belüftung der Räume nicht erforderlich. Die Wirksamkeit der Lüftung hängt vor allem vom Querschnitt der Drehkipp-Fenster ab. Die Fenster werden in der Regel nur gekippt, insbesondere um Einbrüche zu verhindern. Bei der effektiveren Querlüftung ist die Windgeschwindigkeit der entscheidende Faktor.

Wenn die Gebäudeflächen mit direktem Kontakt zum Erdreich gut abgedichtet sind, reicht eine regelmässige Lüftung durch Öffnen der Fenster aus, um geringe Radonansammlungen aus dem Raum abzuleiten.

Wenn die Fenster nicht dicht sind, ist ein kontinuierlicher Luftaustausch sehr wahrscheinlich. Wenn die Dämmwerte von Aussenwänden, Böden, Dach usw. nicht der SIA-Norm 180 entsprechen und die manuelle Lüftung durch die Bewohner/innen mit den neuen Fenstern nicht mindestens gleichwertig mit der Lüftung vor dem Ersatz der Fenster ist, besteht das Risiko von Schimmelpilzbildung und höheren Radonkonzentrationen in der Wohnung.

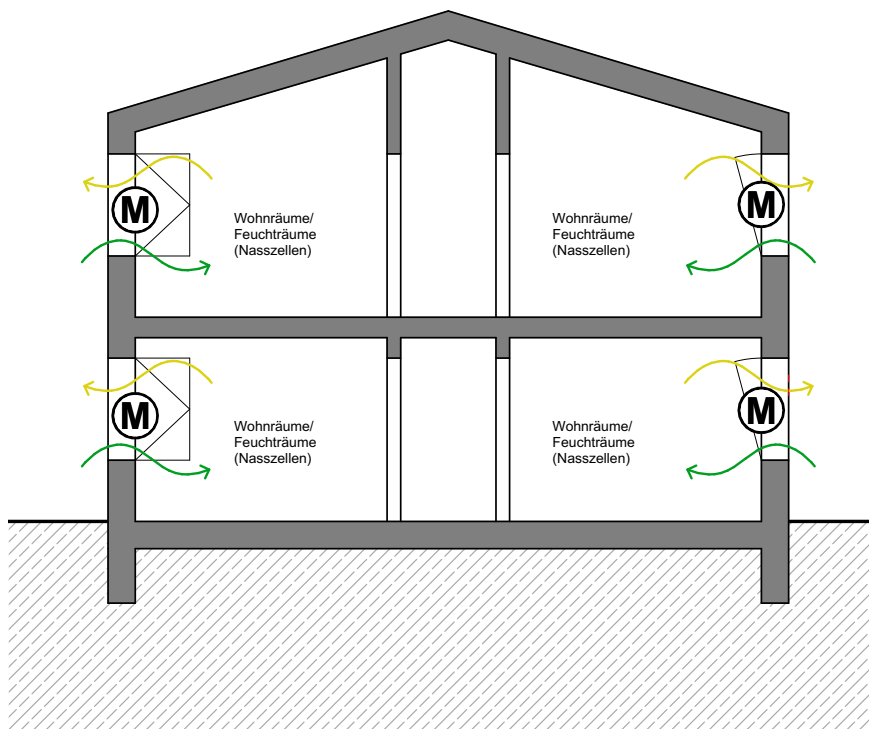


- a. Invasivität
- b. Wirksamkeit
- c. Nachhaltigkeit
- d. Betriebs- und Unterhaltskosten
- e. Umsetzungskosten



Automatisch öffnendes Fenster

(M) = motor



Vorteile

- ♦ Automatische Lüftung von Räumen
- ♦ Leicht anpassbare Lösung bei Sanierungen (kein Einrichten eines neuen Leitungsnetzes erforderlich)
- ♦ Betrieb unabhängig von der Anwesenheit von Bewohner/innen

Nachteile

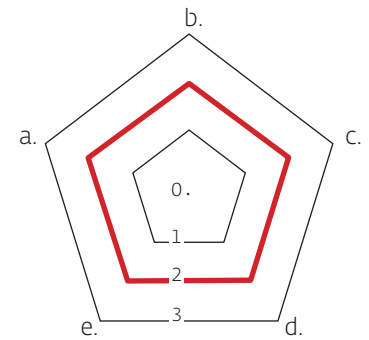
- ♦ Kalte Zugluft beim Lüften im Winter
- ♦ Damit verbundene Energieverluste

Lüftung mit einfachem Luftstrom oder feuchtegeregeltem einfachem Luftstrom

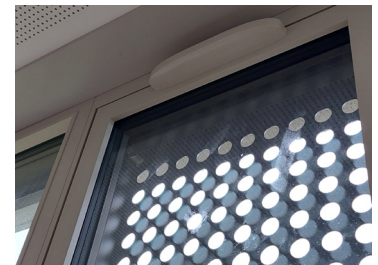
Die Lüftung mit einfachem Luftstrom soll die Bewohner/innen mit Aussenluft versorgen und Schadstoffe und Feuchtigkeit unspezifisch und kontinuierlich ableiten. Die verbrauchte Luft wird in Räumen mit Entstehung von Feuchtigkeit oder Gerüchen (z. B. Küche, Bad, WC) über eine (feuchtegeregelte) Abluftöffnung und einen ständig laufenden Ventilator abgesaugt. Damit der durch dieses System erzeugte Unterdruck begrenzt wird, ist unbedingt die Zufuhr von Frischluft über (ggf. feuchtegeregelte) Lufteinlässe in die Wohnräume (z. B. Schlafzimmer, Wohnzimmer, Arbeitszimmer usw.) sicherzustellen. Innentüren müssen einen Luftdurchlass von 0,5 cm bis 2 cm zwischen Tür und Boden aufweisen, damit die Luft innerhalb des Gebäudes gut zirkulieren kann. Die verbrauchte Luft wird durch den Ventilator nach aussen transportiert. Wenn statt eines zentralen Ventilators in jedem Feuchtraum ein Ventilator installiert ist, spricht man von «verteilter mechanischer Lüftung».

Eine Lüftung mit einfachem Luftstrom erzeugt einen leichten Unterdruck im Gebäude, der das Eindringen von Radon begünstigen kann. Aus diesem Grund sollten die Gebäudeflächen mit direktem Kontakt zum Erdreich luftdicht sein.

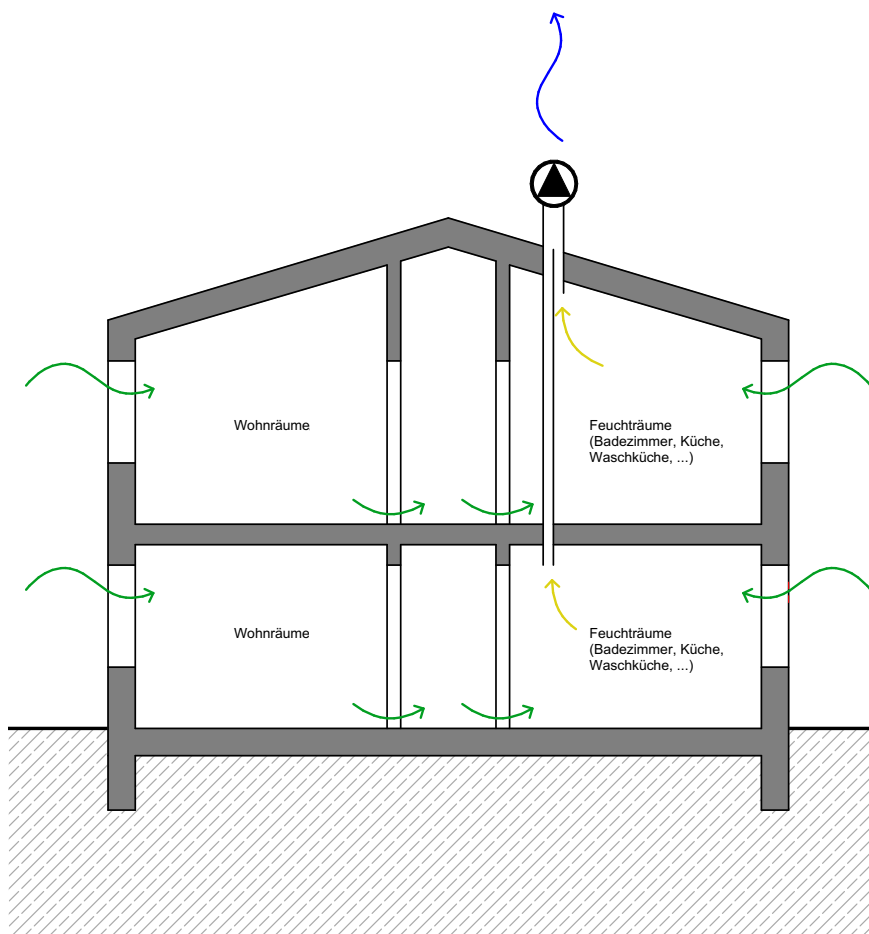
Wenn die Gebäudehülle nicht dicht ist, wird die Luft hauptsächlich über undichte Stellen und nicht über die vorgesehenen Lufteinlässe einströmen. Dies kann den vorgesehenen Betrieb der Anlage beeinträchtigen. Ein Holzrahmenbau oder der Dachboden eines gemauerten Hauses sind von vornherein undicht (keine lückenlosen Wände, Verputz usw.). Wenn bei der Umsetzung sorgfältig darauf geachtet wird, kann aber eine gute Dichtigkeit erreicht werden.



- a. Invasivität
- b. Wirksamkeit
- c. Nachhaltigkeit
- d. Betriebs- und Unterhaltskosten
- e. Umsetzungskosten



Lüftungsgitter auf Fensterrahmen



Vorteile

- ♦ Ständige Erneuerung der Raumluft in der gesamten Wohnung
- ♦ Geeignete Lösung bei Sanierungen (kein Einrichten eines neuen Leitungsnetzes erforderlich)

Nachteile

- ♦ Keine Wärmerückgewinnung
- ♦ Kann aufgrund des erzeugten leichten Unterdrucks (für den Betrieb des Systems unerlässlich) das Eindringen von Radon in das Gebäude begünstigen

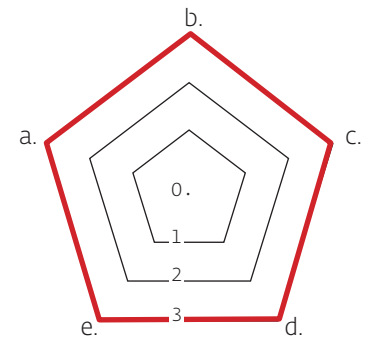
Zentrale Doppelstromlüftung mit Wärmerückgewinnung

Diese Lüftung führt über ein in den Wohnräumen installiertes Netz Frischluft zu. Dabei wird die verbrauchte Luft in den Räumen mit Feuchtigkeits- oder Geruchsproduktion (z. B. Küche, Bad, WC) über Lüftungsventile abgesaugt. Es wird ein Monoblock mit einem Zuluft- und einem Abluftventilator installiert. Die Wärmerückgewinnung aus der Abluft erfolgt mithilfe eines Platten- oder Rotationswärmetauschers. Der Luftstrom muss auf der Grundlage eines Zeitprogramms, eines CO₂-Sensors oder eines Feuchtigkeitssensors entsprechend den festgelegten minimalen Luftvolumenströmen reguliert werden. Wenn die Radonkonzentrationen hoch sind, reicht eine Doppelstromlüftung allein nicht aus. In diesem Fall sind weitere Sanierungsmassnahmen gegen Radon zu erwägen.

Auch die Erzeugung von Überdruck in Räumen durch die Lüftung ist keine ideale Lösung, da dies im Winter zur Exfiltration von warmer und feuchter Luft durch die Aussenwände führen kann, was mit dem Risiko der Kondensation in den Aussenwänden verbunden ist.

Durch eine undichte Gebäudehülle wird der Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung beeinträchtigt. Ein Holzrahmenbau oder der Dachboden eines gemauerten Hauses sind von vornherein undicht (keine lückenlosen Wände, Verputz usw.). Wenn beim Bau des Gebäudes sorgfältig darauf geachtet wird, kann aber eine gute Dichtigkeit erreicht werden.

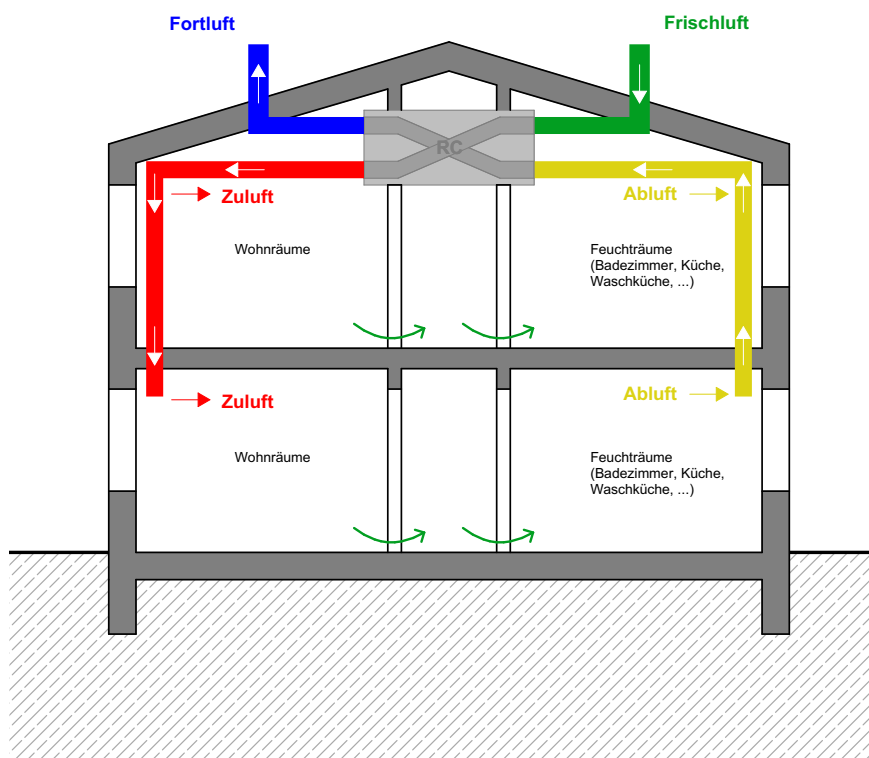
Der Filter des Systems muss regelmässig ausgetauscht werden, da er nach einiger Zeit seine Funktion nicht mehr erfüllt. Wenn er verstopft ist, kommt es zu einem Ungleichgewicht im Lüftungssystem und es entsteht ein Unterdruck im Gebäude. Die notwendige Wartung des Lüftungssystems beschränkt sich auf die regelmässige Reinigung der Leitungen und Gitter.



- a. Invasivität
- b. Wirksamkeit
- c. Nachhaltigkeit
- d. Betriebs- und Unterhaltskosten
- e. Umsetzungskosten



Monoblock-Lüftungsanlage



Vorteile

- ♦ Kontinuierlicher und automatischer Luftaustausch in der gesamten Wohnung gemäss dem gewählten Programm
- ♦ Keine kalte Zugluft

Nachteile

- ♦ Einrichtung bei einer Renovierung schwierig, ausser bei grösseren Eingriffen in das Gebäude
- ♦ Regelmässige Wartung erforderlich
- ♦ Regelmässiges Auswechseln der Filter
- ♦ Hohe Investitionskosten

Dezentrale Doppelstromlüftung mit Wärmerückgewinnung

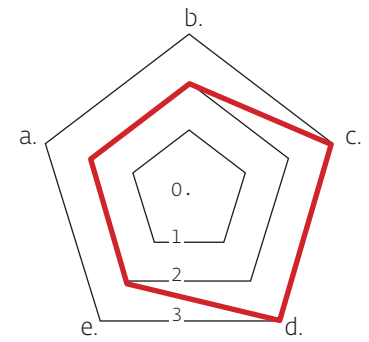
Es wird in jedem bewohnbaren Raum ein Monoblock bzw. Kompaktlüftungsgerät über oder unter dem Fenster installiert. Die Wärme wird mit einem Platten- oder Rotationswärmetauscher aus der Abluft zurückgewonnen. Der Luftstrom wird mit einem Zeitprogramm, einem CO₂-Sensor oder einem Feuchtigkeitssensors geregelt.

Wenn die Radonkonzentrationen hoch sind, reicht eine Doppelstromlüftung allein nicht aus. In diesem Fall sind weitere Sanierungsmassnahmen gegen Radon zu erwägen.

Auch die Erzeugung von Überdruck in Räumen durch die Lüftung ist keine ideale Lösung, da dies im Winter zur Exfiltration von warmer und feuchter Luft durch die Aussenwände führen kann, was mit dem Risiko der Kondensation in den Mauern verbunden ist.

Durch eine undichte Gebäudehülle wird der Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung beeinträchtigt. Ein Holzrahmenbau oder der Dachboden eines gemauerten Hauses sind von vornherein undicht (keine lückenlosen Wände, Verputz usw.). Wenn beim Bau des Gebäudes sorgfältig darauf geachtet wird, kann aber eine gute Dichtigkeit erreicht werden.

Die Wartung der Anlage ist kompliziert und teuer, da jedes einzelne Gerät im Gebäude gewartet werden muss.

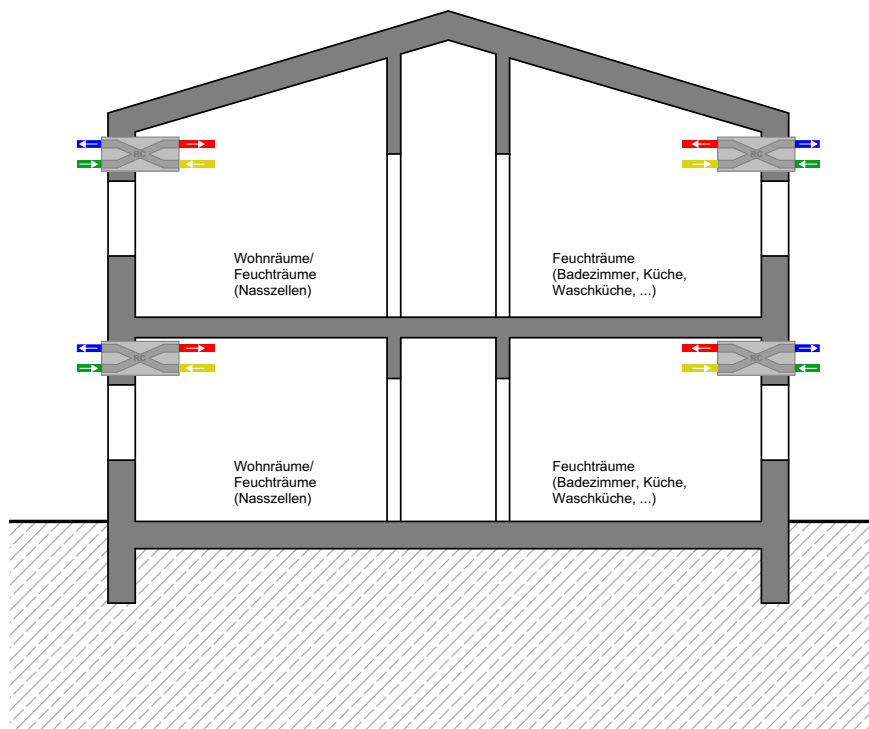


- a. Invasivität
- b. Wirksamkeit
- c. Nachhaltigkeit
- d. Betriebs- und Unterhaltskosten
- e. Umsetzungskosten



Dezentrale Doppelstromlüftung
Quelle: Brink climate systems

- Fortluft
- Frischluft
- Zuluft
- Abluft



Vorteile

- ◆ Kontinuierliche Erneuerung der Raumluft in der gesamten Wohnung
- ◆ System lässt sich bei einer Renovierung leichter einrichten als eine zentrale mechanische Belüftung

Nachteile

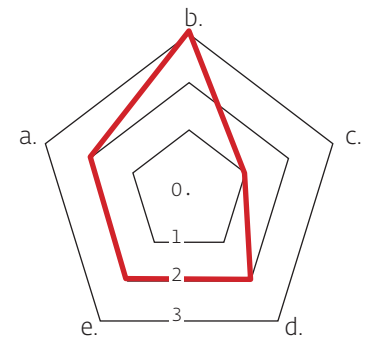
- ◆ Regelmässige Wartung erforderlich
- ◆ Regelmässiges Auswechseln der Filter
- ◆ Hohe Investitionskosten

Mechanische Lüftung durch Verdrängung

Die Luft wird mechanisch in das Gebäude geleitet und verdrängt die bestehende Raumluft, die passiv über Gitter ausgestossen wird. Der Aussenluftereinlass befindet sich in der Regel im Dach oder an der Fassade. Die Aussenluft wird in einer Luftaufbereitungseinheit durch Filterung und/oder Erhitzen behandelt, bevor sie über ein Netz von Leitungen transportiert wird, die entweder an einem zentralen Punkt (zentrale Verdrängungslüftung) oder an mehreren Punkten in die Haupträume des Hauses (dezentrale Verdrängungslüftung) münden. Die verbrauchte Raumluft wird passiv über die Luftauslässe in allen Haupträumen oder Technikräumen abgeführt. Die Luft strömt durch Durchlässe unter den Türen in jeden Raum.

Bei der Verdrängungslüftung wird im Gebäude ein Überdruck erzeugt. Dadurch kann das Aufsteigen von Radon im Gebäude beschränkt werden. Wenn jedoch in einem Raum ein Fenster geöffnet ist, verschwindet der Überdruck. Die Räume werden dann einfach belüftet und die Luft entweicht durch das offene Fenster.

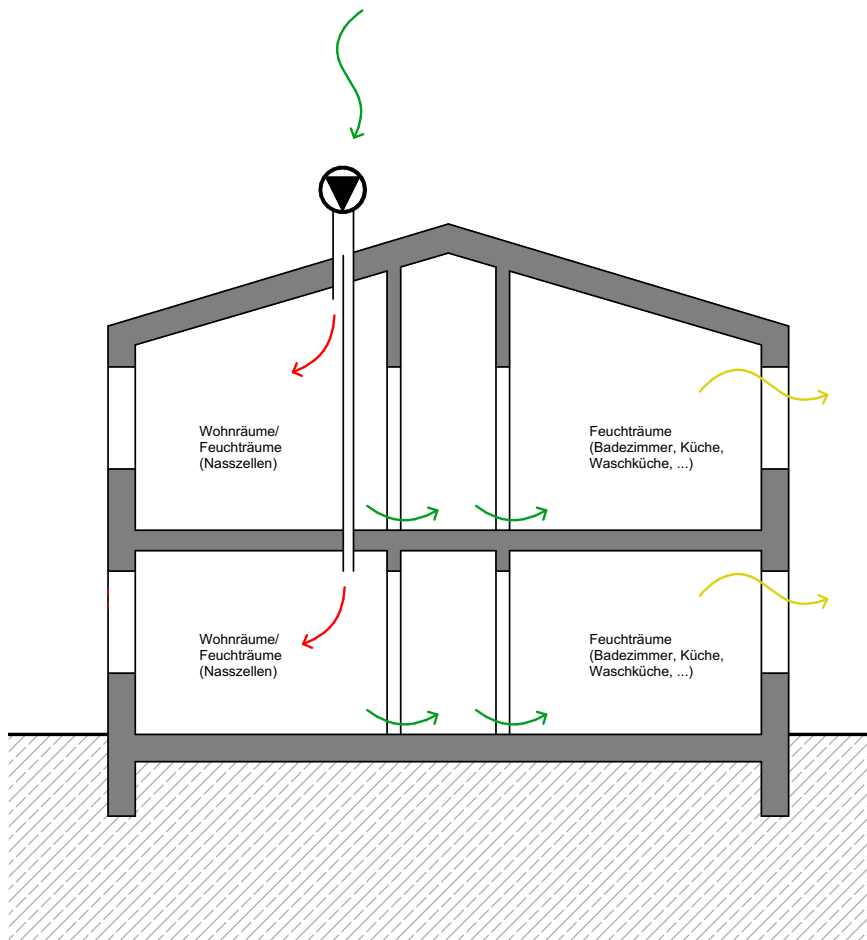
Aufgrund des aufgebauten Überdrucks besteht die Gefahr der Exfiltration (Entweichen von Innenluft). Diese Lecks können zu Kondensation in der Gebäudehülle führen und empfindliche Elemente (Holz, Isolation usw.) beschädigen. Ein Holzrahmenbau oder der Dachboden eines gemauerten Hauses sind von vornherein undicht (keine lückenlosen Wände, Verputz usw.). Ein zu hoher Überdruck hat eine unerwünschte und dauerhafte Ansammlung von Feuchtigkeit in den Wänden eines Gebäudes zur Folge.



- a. Invasivität
- b. Wirksamkeit
- c. Nachhaltigkeit
- d. Betriebs- und Unterhaltskosten
- e. Umsetzungskosten



Zentrifugalventilator



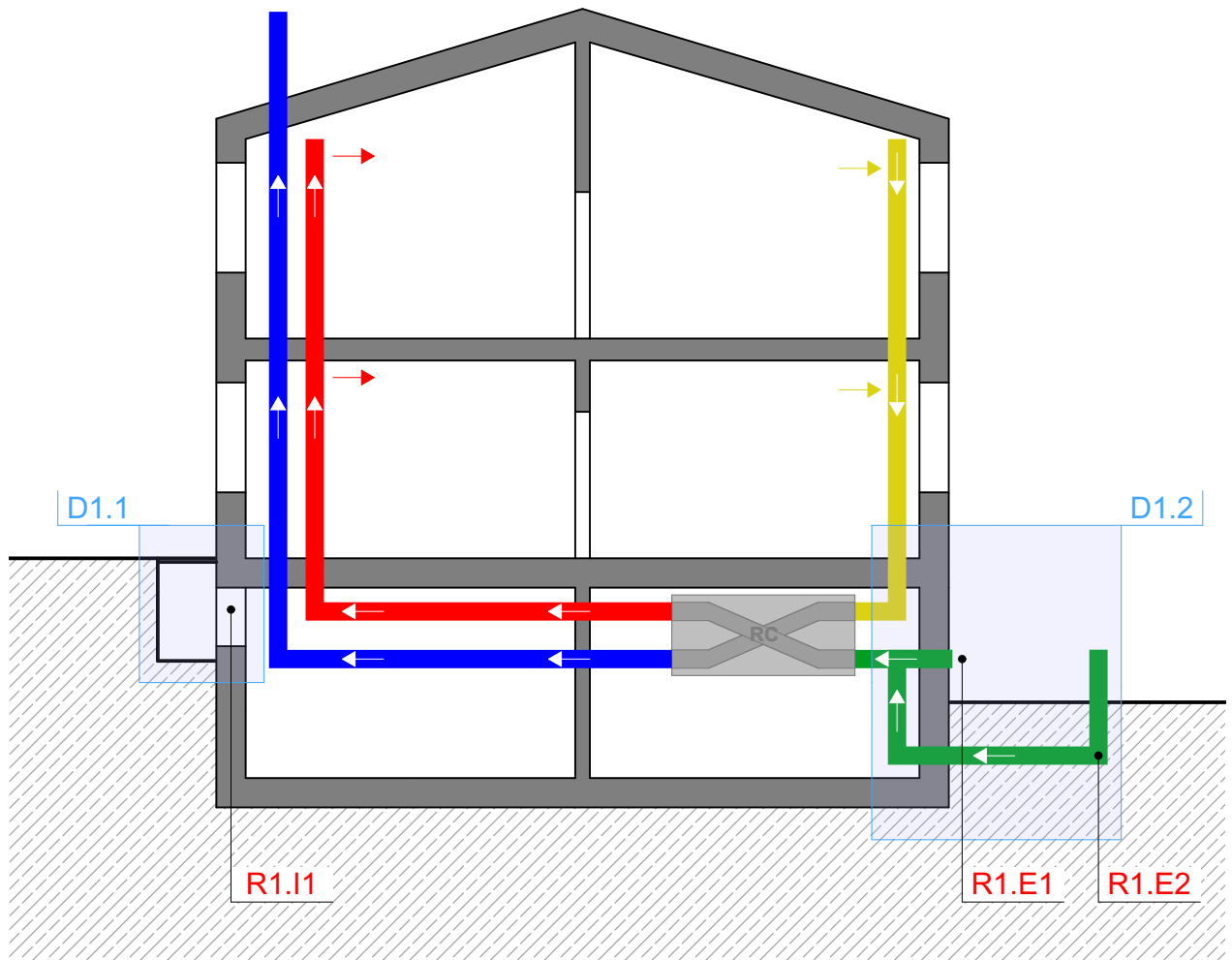
Vorteile

- ♦ Ständige Erneuerung der Raumluft in der gesamten Wohnung
- ♦ Erzeugt einen leichten Überdruck im Gebäude, der das Eindringen von Radon beschränkt

Nachteile

- ♦ Hohe Investitionskosten
- ♦ Fehlfunktion des Systems, falls ein Fenster offen ist

Schematische Darstellung



R1.E1 Lufteinlass für das Lüftungssystem

Der Aussenlufteinlass für das Lüftungssystem muss in öffentlich zugänglichen Bereichen mindestens 3 m über dem Boden liegen. Diese Höhe kann in privaten Arealen ohne Zugang auf 1,5 m reduziert werden. Wenn die Leitung durch den Boden verläuft, muss sie wasserdicht ausgeführt werden (siehe Detail D1.2-Kanadischer Brunnen).

R1.E2 Kanadischer Brunnen

Mit einem Kanadischen Brunnen wird die Aussenluft klimatisiert, bevor sie in das Gebäude geleitet wird. Der Lufteinlass muss sich je nach Situation in einer Mindesthöhe von 1,5 m oder 3 m über dem Boden befinden. Die Leitung muss mit PE- oder PP-Rohren wasser- und gasdicht konstruiert sein. Alle Verbindungen zwischen den Rohren müssen dicht sein. Die Leitung muss ein Gefälle von mindestens 2 % aufweisen, damit das Kondenswasser über einen Siphon abfließen kann. Der Durchgang in das

Gebäude muss wasser- und gasdicht und mit einer entsprechenden Dichtmanschette ausgestattet sein.

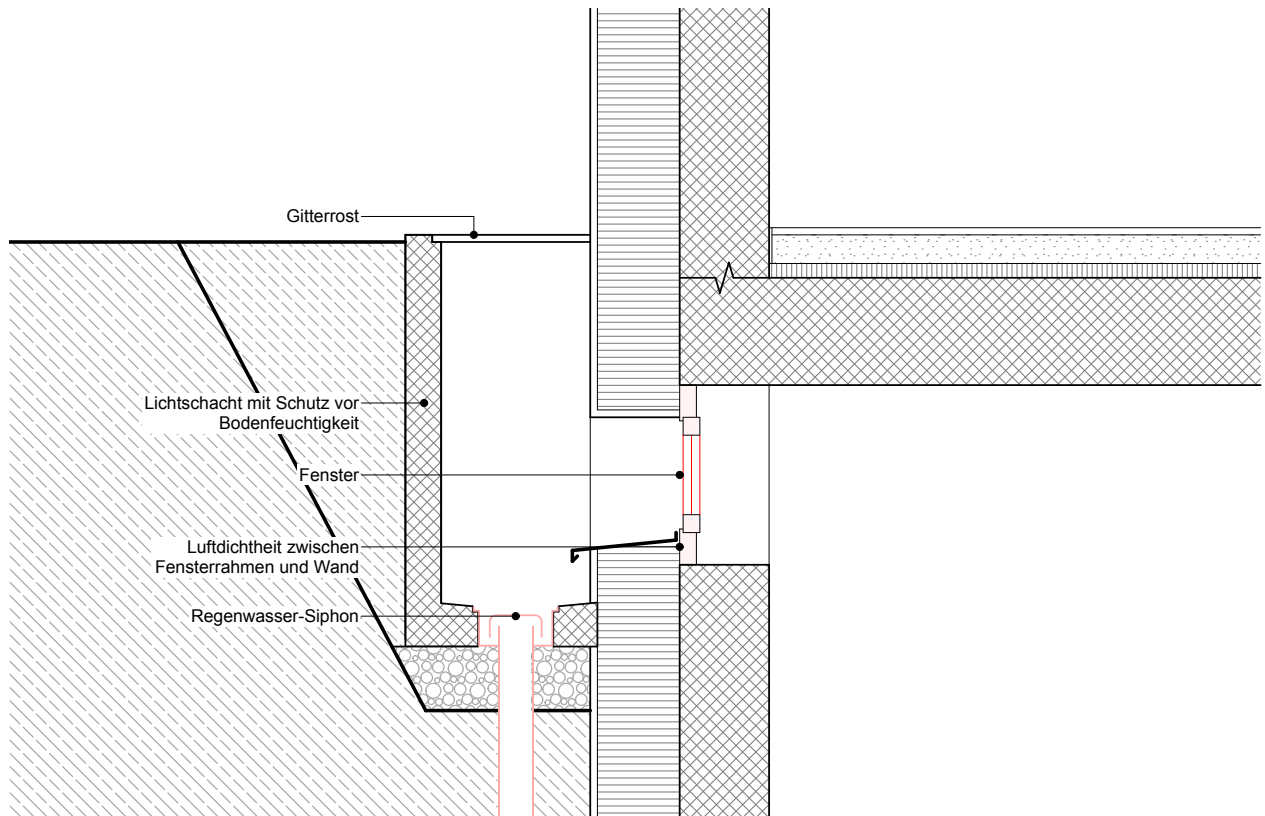
Als Alternative zum Kanadischen Brunnen kann zur Klimatisierung der zugeführten Aussenluft ein Glykol-Wasser-Wärmetauscher eingesetzt werden, bei dem das Risiko einer Kontamination der Aussenluft mit Radon bei Undichtigkeiten geringer ist.

R1.I1 Fenster mit Lichtschacht

Fenster mit Lichtschacht können in Bezug auf Radon und die Lüftung problematisch sein. Wenn der Lichtschacht wasserdicht ist (z. B. Beton, Mauerwerk, PP), ist das Risiko des Eindringens von Radon stark reduziert. Es ist wichtig, dass die Dichtungsbarriere der Hülle durchgehend ist und nicht durch den Lichtschacht unterbrochen wird.

Bauliche Einzelheiten

D1.1 Fenster mit Lichtschacht



Bauliche Einzelheiten

D1.2 Aussenlufteinlass für Lüftungssystem mit Kanadischem Brunnen

