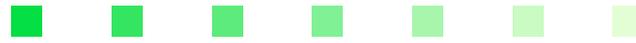


Sind Lüftungsanlagen bei Radonsanierungen sinnvoll?



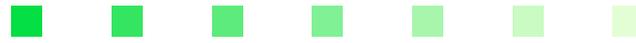
David Gärtner

Dipl.-Ing. Elektrotechnik Fachrichtung Energietechnik TU München (2000)

M.Sc. ClimaDesign TU München (2009)

Bürositz seit 2011 in Freising

- Energieberatung, Energiekonzepte, Sanierungsplanung
- hygrische/thermische Bauphysik
- energetische Bilanzierung nach EnEV DIN 4108/DIN 4701 - DIN 18599
- Lüftungskonzepte, Luftdichtigkeitsplanung
- Haustechnikplanung
- Thermografie
- Luftdichtigkeitsmessungen
- Feuchtemessungen
- Antragsberechtigung für staatliche Förderprogramme (KfW, BAFA)
- Fachperson für Radon in Gebäuden (Bayer. Landesamt für Umwelt)



- Vorgaben für den Luftwechsel in Gebäuden
- Dichtigkeit von Gebäuden - Grenzen der natürlichen Lüftung
- Luftströmungen in Gebäuden
- Verringerung der Radon-Konzentration durch Lüftungsanlagen
- Grenzen von Lüftungsanlagen

- **Vorgaben für den Luftwechsel in Gebäuden**
- Dichtigkeit von Gebäuden - Grenzen der natürlichen Lüftung
- Luftströmungen in Gebäuden
- Verringerung der Radon-Konzentration durch Lüftungsanlagen
- Grenzen von Lüftungsanlagen

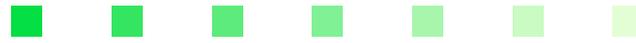
DIN 1946-6:2009-05 - Lüftung von Wohnungen

Luftwechsel abhängig von der Wohnungsgröße

Fläche NE	50 m		90 m		150 m	
	[m/h]	[h ⁻¹]	[m/h]	[h ⁻¹]	[m/h]	[h ⁻¹]
Lüftung zum Feuchteschutz Wärmeschutz hoch	25	0,2	35	0,16	50	0,13
Lüftung zum Feuchteschutz Wärmeschutz gering	30	0,24	45	0,2	70	0,19
Reduzierte Lüftung	55	0,44	80	0,36	120	0,32
Nennlüftung	75	0,6	115	0,51	170	0,45

Luftwechsel pro Person:

mind. 30 m³/h, bei hoher Personenbelegung nicht unter 20 m³/h



- Vorgaben für den Luftwechsel in Gebäuden
- **Dichtigkeit von Gebäuden - Grenzen der natürlichen Lüftung**
- Luftströmungen in Gebäuden
- Verringerung der Radon-Konzentration durch Lüftungsanlagen
- Grenzen von Lüftungsanlagen

Messwerte bei Luftdichtigkeitsmessungen nach DIN EN 13829 in der Praxis:

Nutzungseinheit	Luftwechselrate bei 50 Pa
Bestandsgebäude teilsaniert (Nutzungseinheit mehrgeschossig)	2,8 (gemessen)
Einfamilienhaus komplett saniert (Nutzungseinheit mehrgeschossig)	1,4 (gemessen)
Einfamilienhaus Neubau (Nutzungseinheit mehrgeschossig)	0,75 (gemessen)
Mehrfamilienhaus Bestand	1,5 (typisch)
Passivhaus (Mindestanforderung)	0,6 (Mindestanforderung)

Luftwechsel in Gebäuden durch Undichtigkeiten: (in der Realität ist mit einem Differenzdruck von 2 - 8 Pa zu rechnen)

Nutzungseinheit	Luftwechselrate durch Leckage im Betrieb
Bestandsgebäude teilsaniert (Nutzungseinheit mehrgeschossig)	ca. 0,3
Einfamilienhaus komplett saniert (Nutzungseinheit mehrgeschossig)	ca. 0,15
Einfamilienhaus Neubau (Nutzungseinheit mehrgeschossig)	ca. 0,08
Mehrfamilienhaus Bestand	ca. 0,15

Zur Sicherstellung des empfohlenen Luftwechsels in Wohngebäuden ohne Lüftungsanlage ist alle 2 - 3 Stunden das gesamte Raumluftvolumen durch Fensterlüftung (Stoßlüftung) auszutauschen - auch in der Nacht!

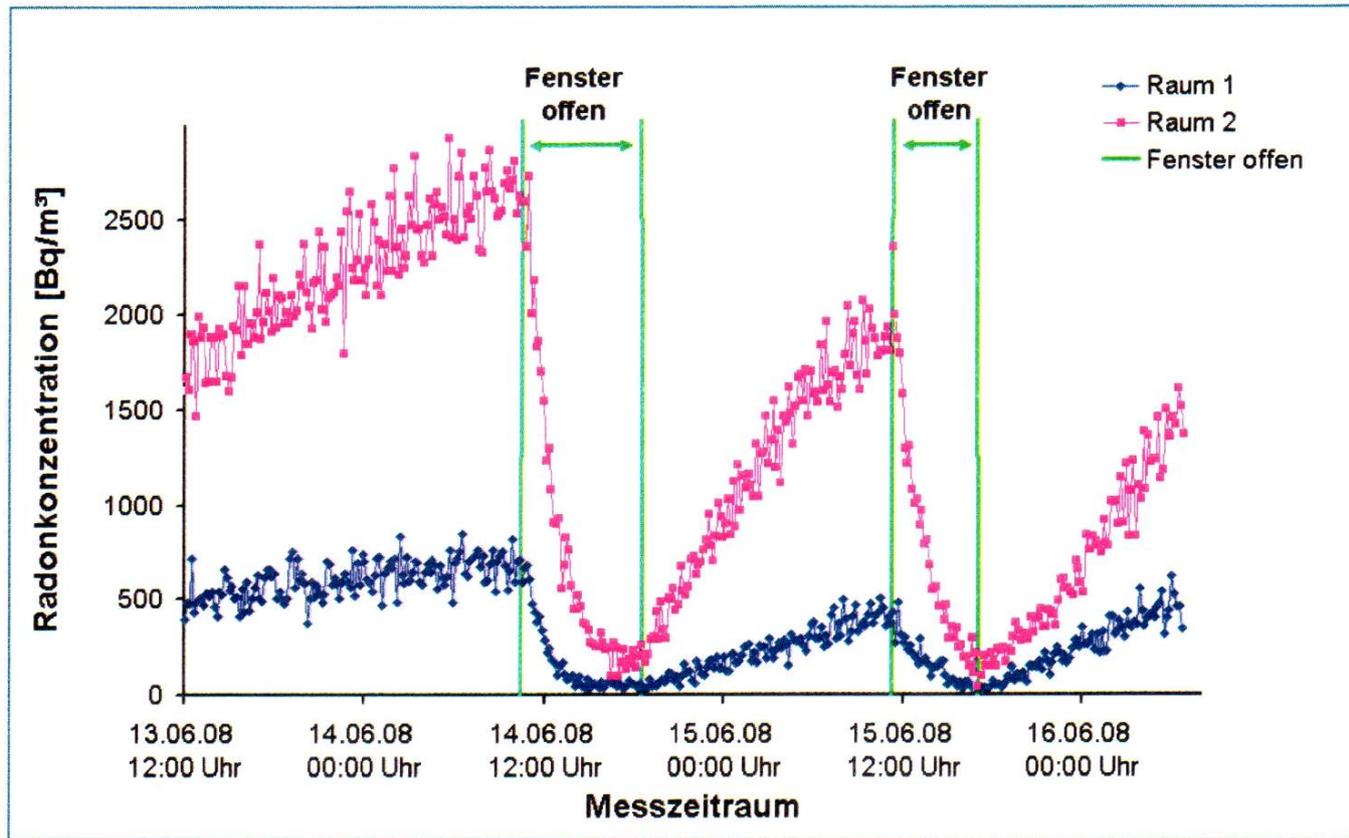
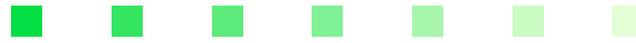
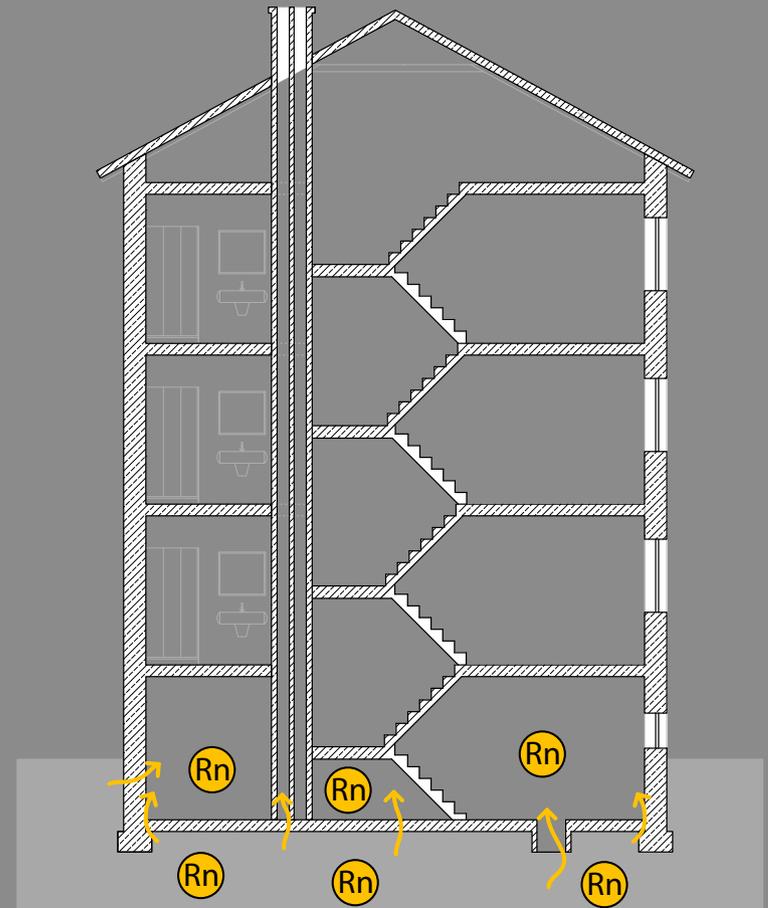


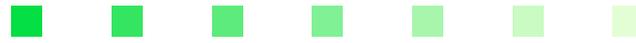
Abb. 4:
Messungen bestätigen,
dass einfaches Öffnen
der Fenster die
Radonkonzentration
schnell und wirksam
verringert.
(Quelle: LfU, 2008)

- Vorgaben für den Luftwechsel in Gebäuden
- Dichtigkeit von Gebäuden - Grenzen der natürlichen Lüftung
- **Luftströmungen in Gebäuden**
- Verringerung der Radon-Konzentration durch Lüftungsanlagen
- Grenzen von Lüftungsanlagen



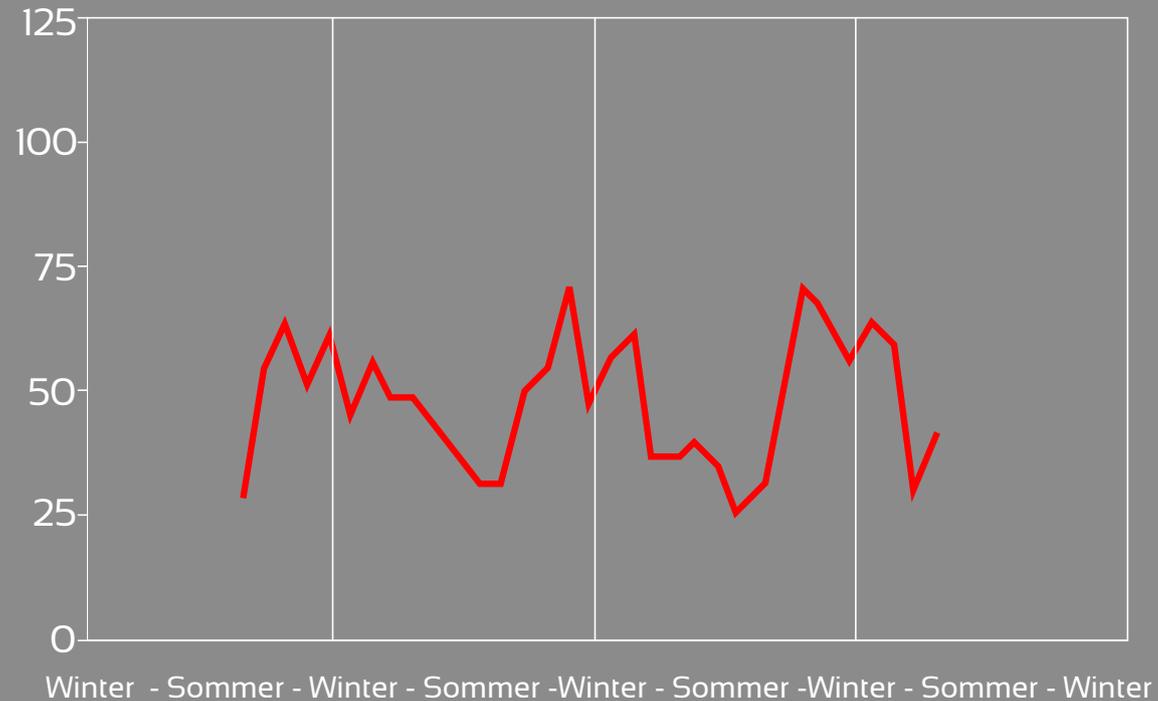
Radoneintrittspfade



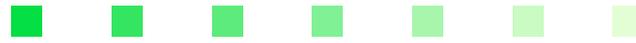


Radonkonzentration im Jahresverlauf

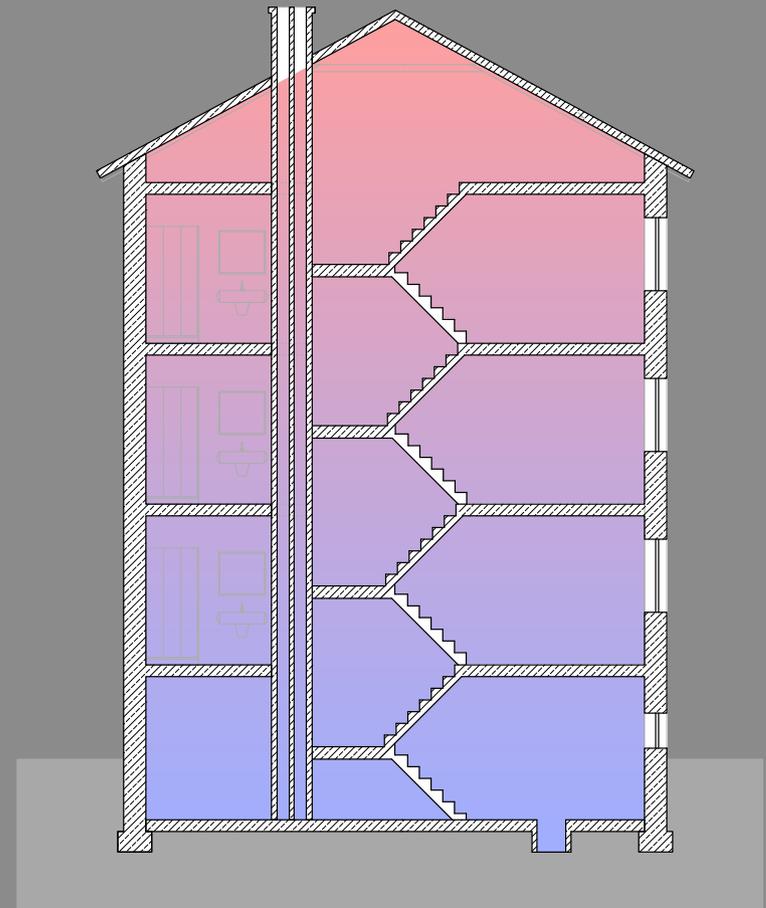
Bq / m³ Rn



Beispielhafte Rn-Konzentration im Jahresverlauf nach Gerken et al. (1997)

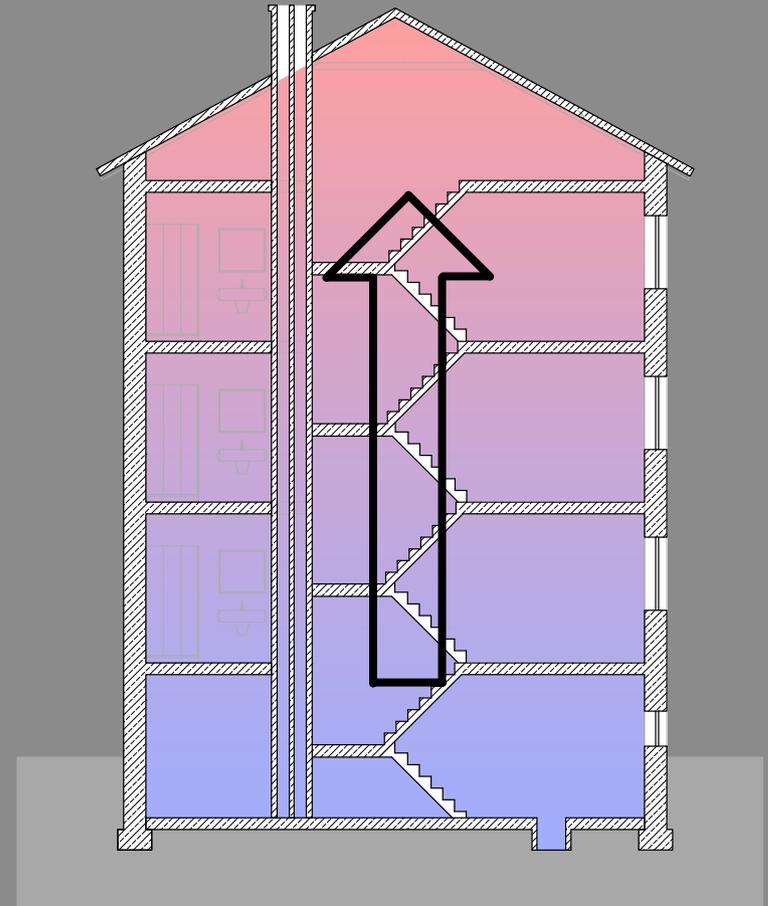


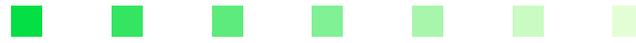
Druckverhältnisse in Gebäuden (Heizperiode)



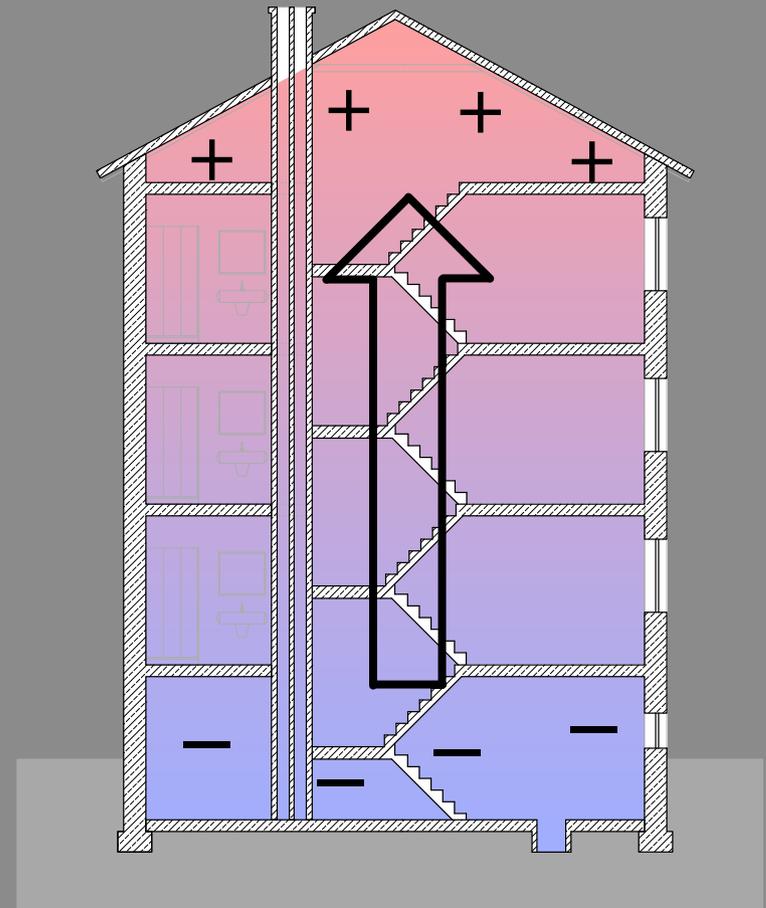


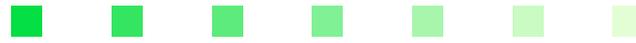
Druckverhältnisse in Gebäuden (Heizperiode)



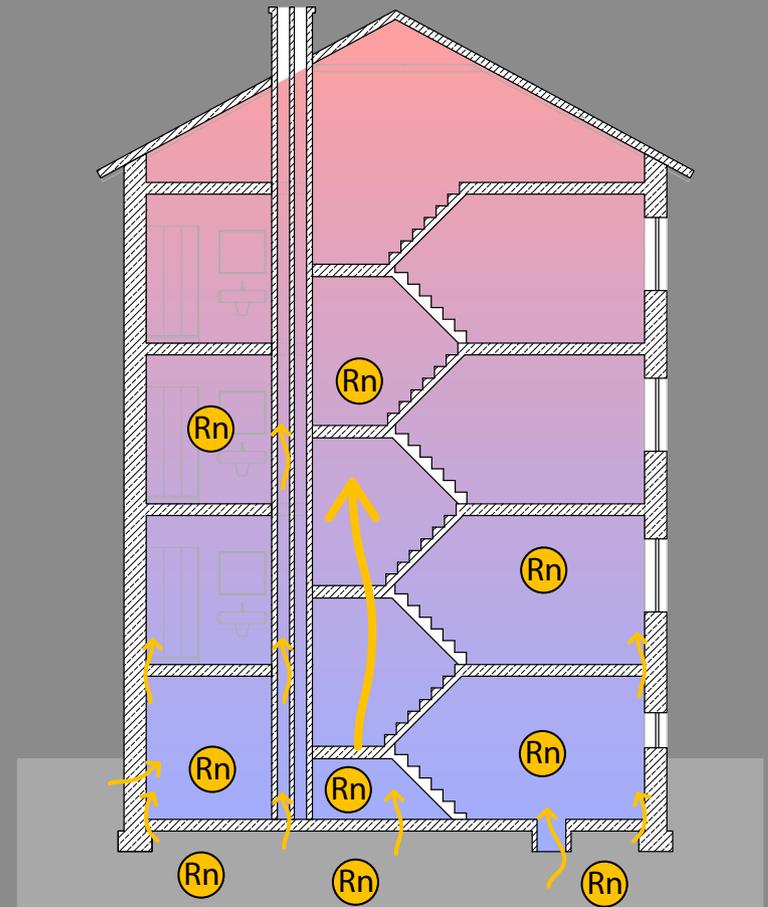


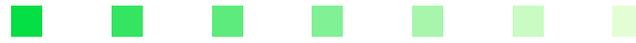
Druckverhältnisse in Gebäuden (Heizperiode)



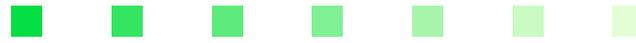


Radonausbreitung in Gebäuden

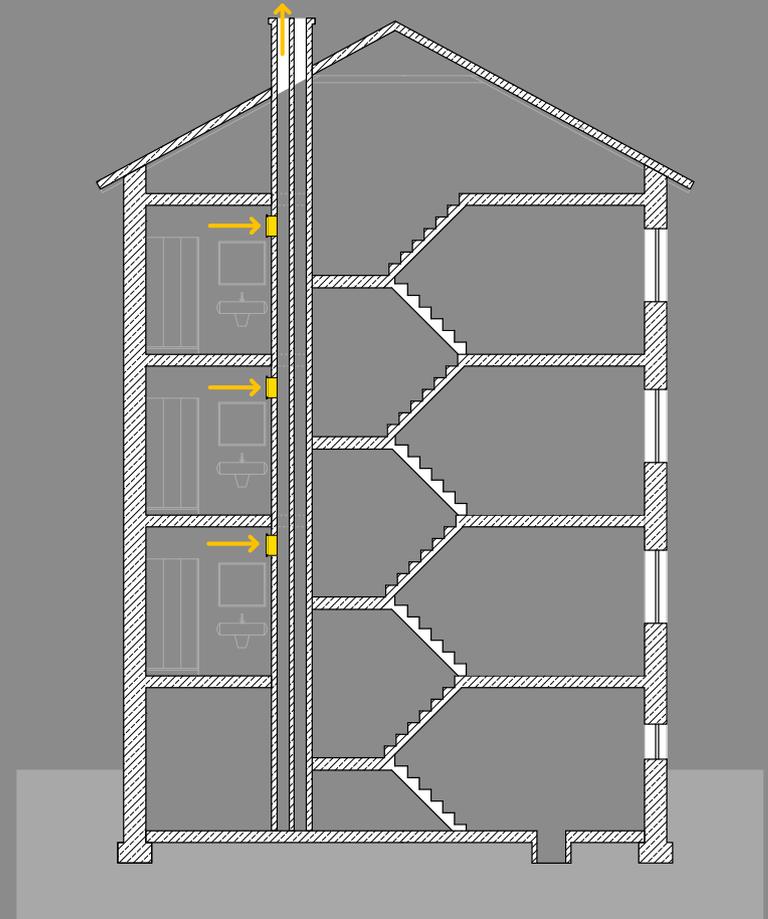


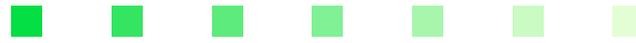


- Vorgaben für den Luftwechsel in Gebäuden
- Dichtigkeit von Gebäuden - Grenzen der natürlichen Lüftung
- Luftströmungen in Gebäuden
- **Verringerung der Radon-Konzentration durch Lüftungsanlagen**
- Grenzen von Lüftungsanlagen

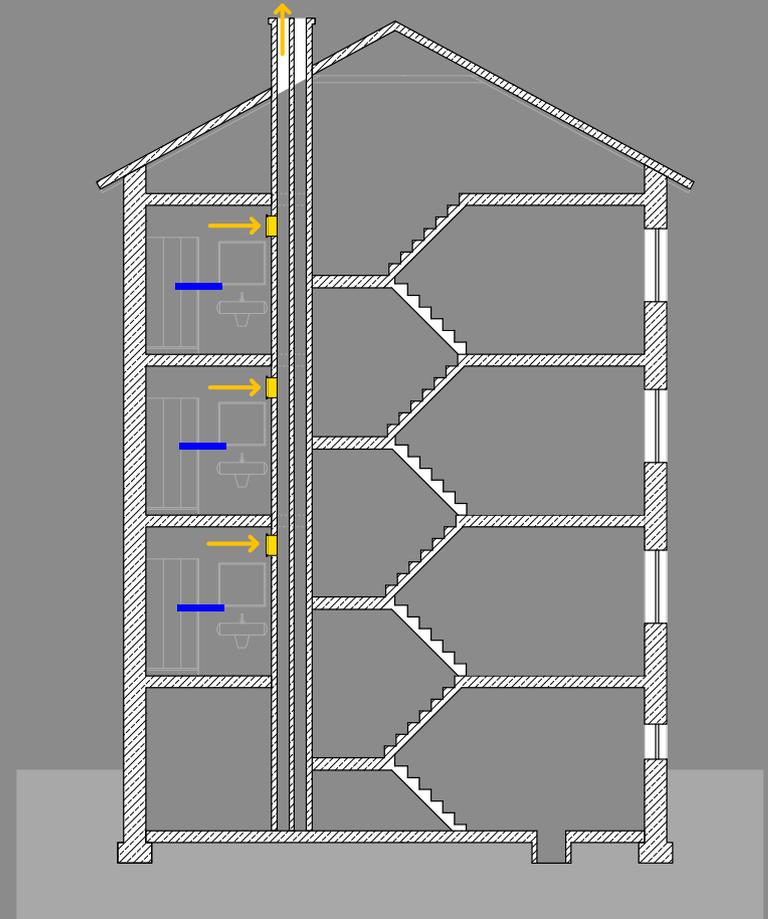


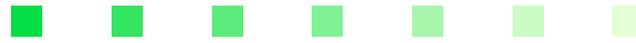
Szenario 1: Schachtlüftung ohne Ventilatorunterstützung



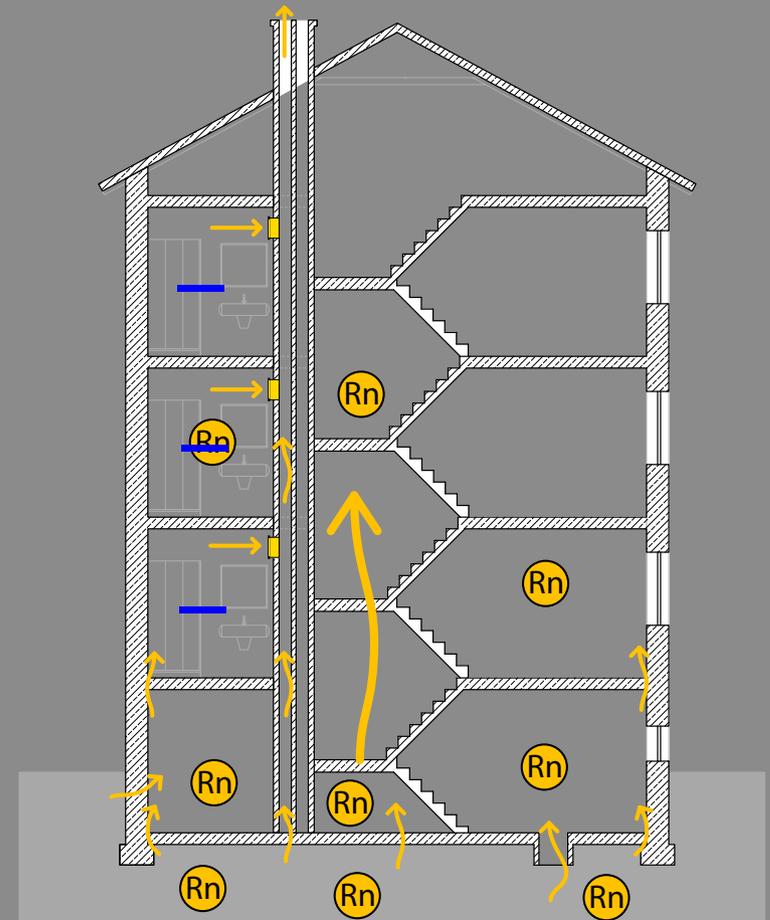


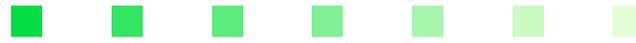
Szenario 1: Schachtlüftung ohne Ventilatorunterstützung



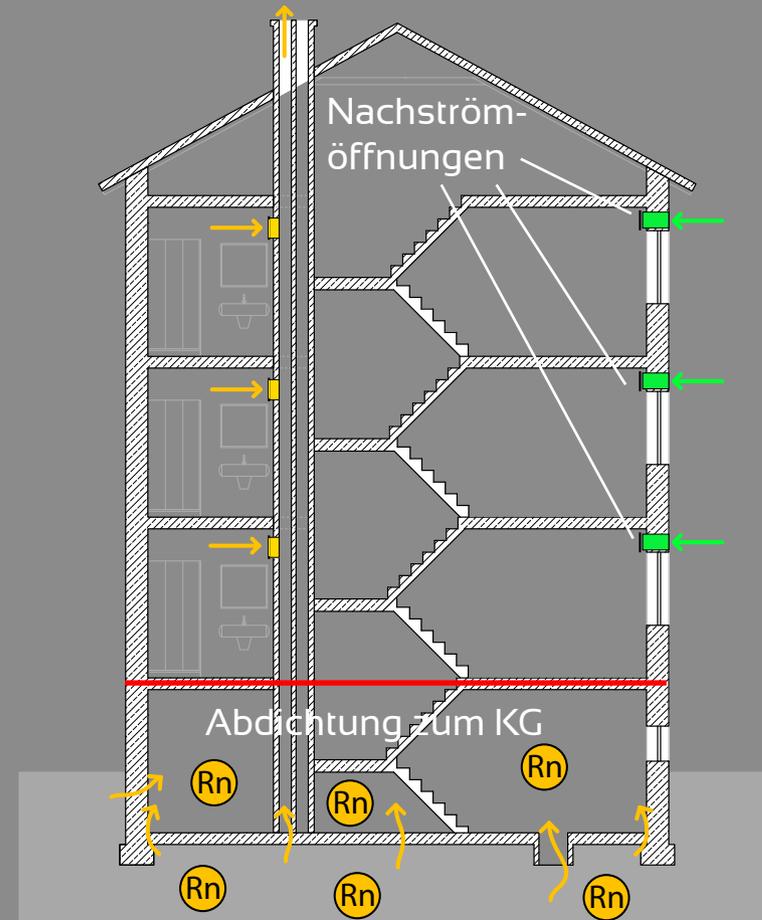


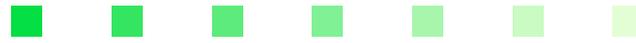
Szenario 1: Schachtlüftung ohne Ventilatorunterstützung





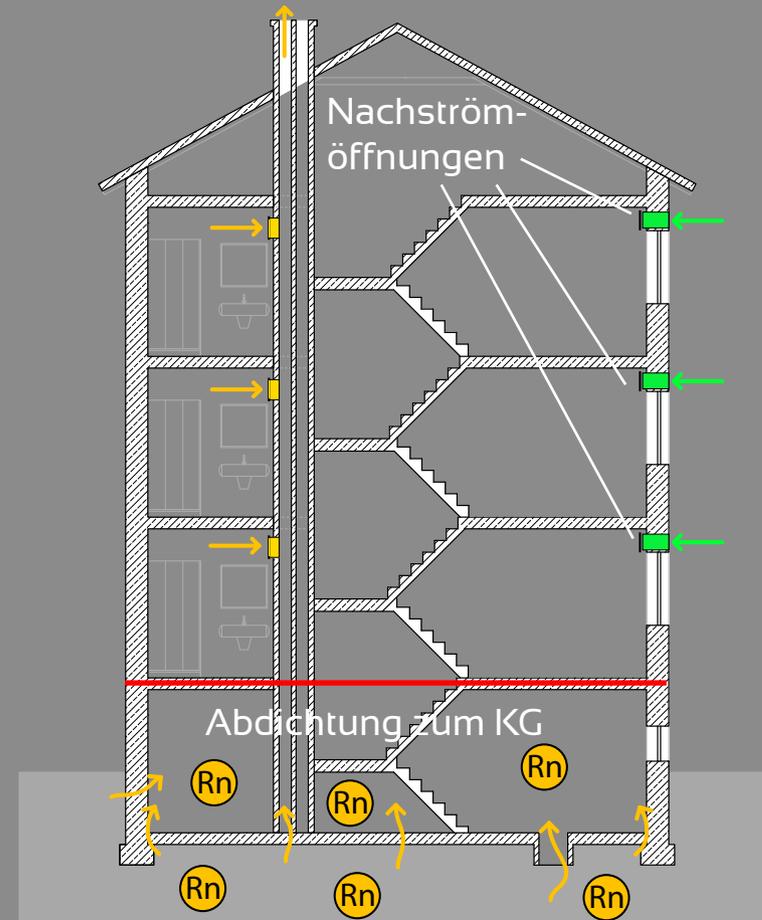
Szenario 1: Schachtlüftung ohne Ventilatorunterstützung

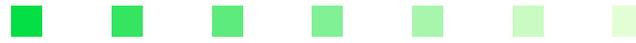




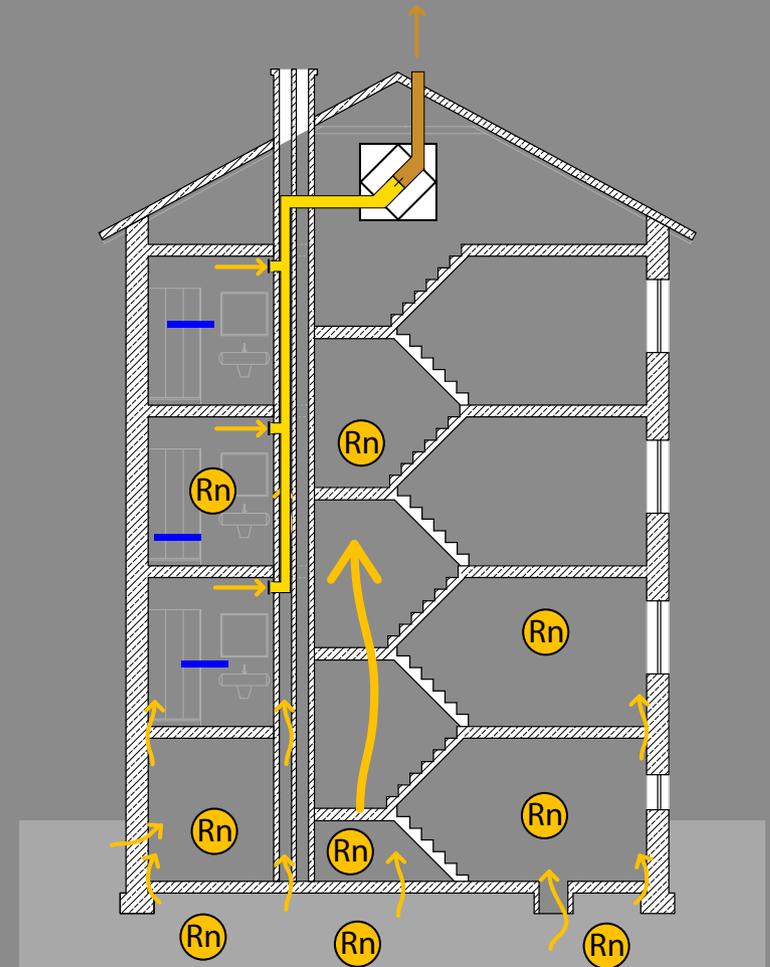
Szenario 1: Schachtlüftung ohne Ventilatorunterstützung

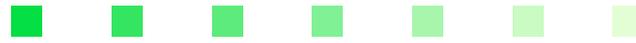
Ausgeglichene Luftbilanz nur eingeschränkt
möglich!



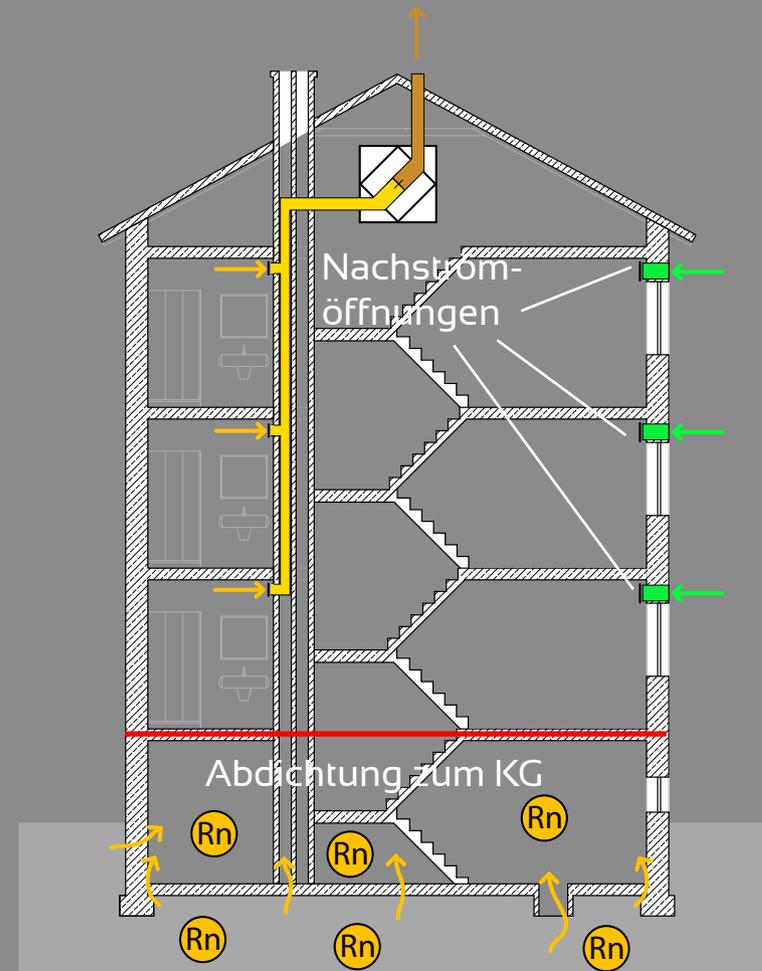


Szenario 2: Schachtlüftung mit Ventilatorunterstützung



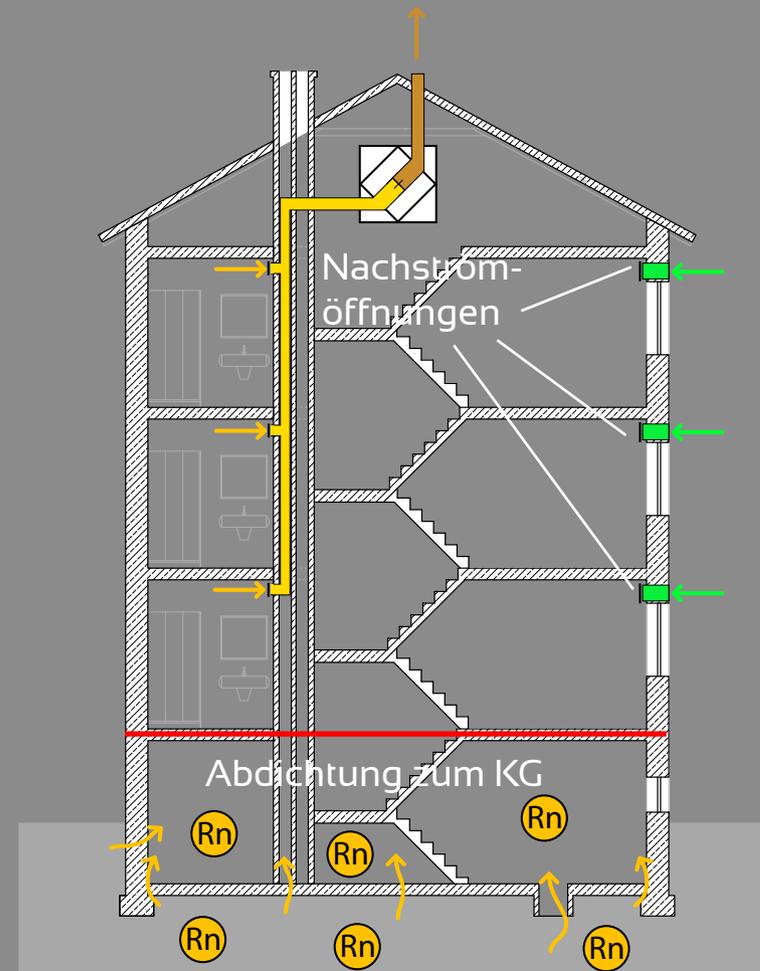


Szenario 2: Schachtlüftung mit Ventilatorunterstützung

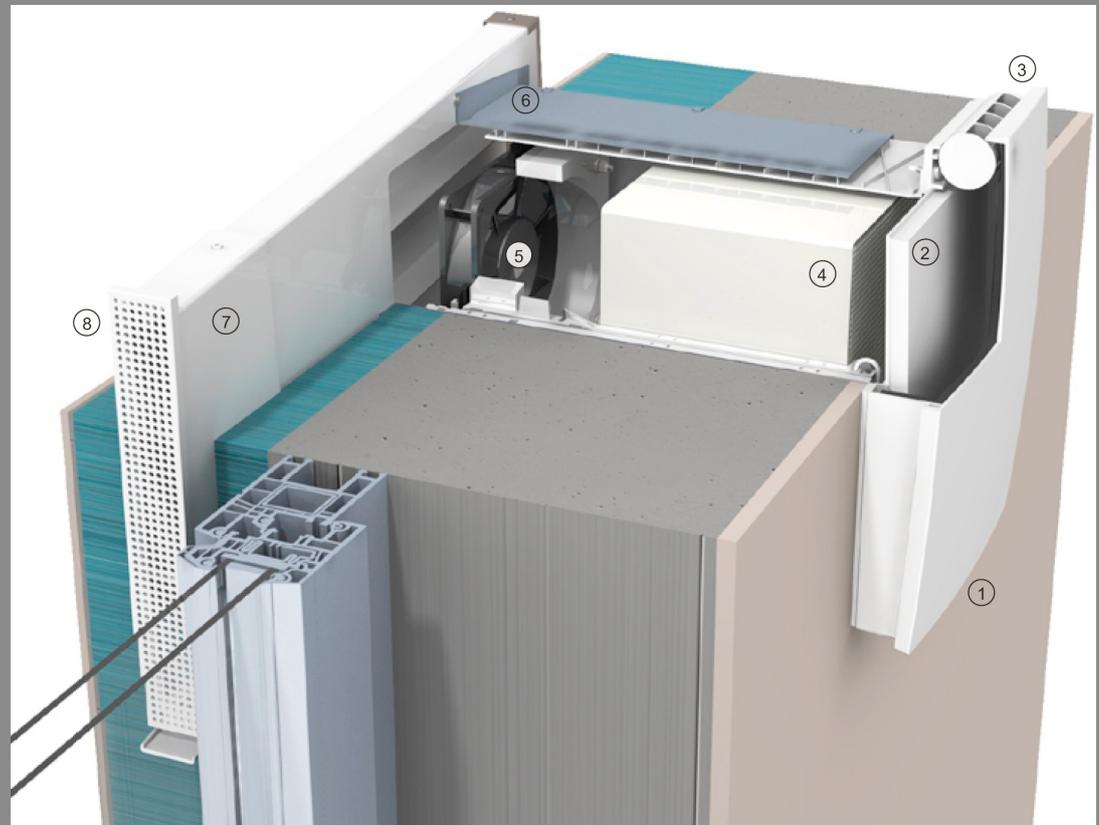


Szenario 2: Schachtlüftung mit Ventilatorunterstützung

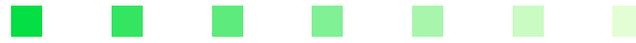
Ausgeglichene Luftbilanz nur eingeschränkt
möglich!



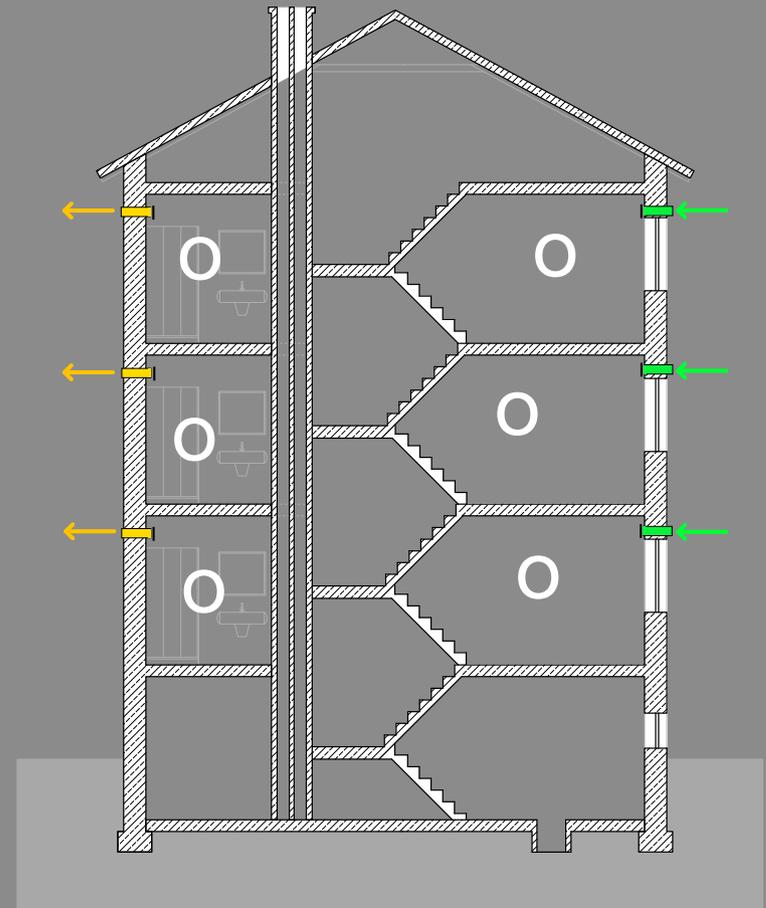
Szenario 3: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung dezentral - Pendellüfter



Quelle: Ventomaxx

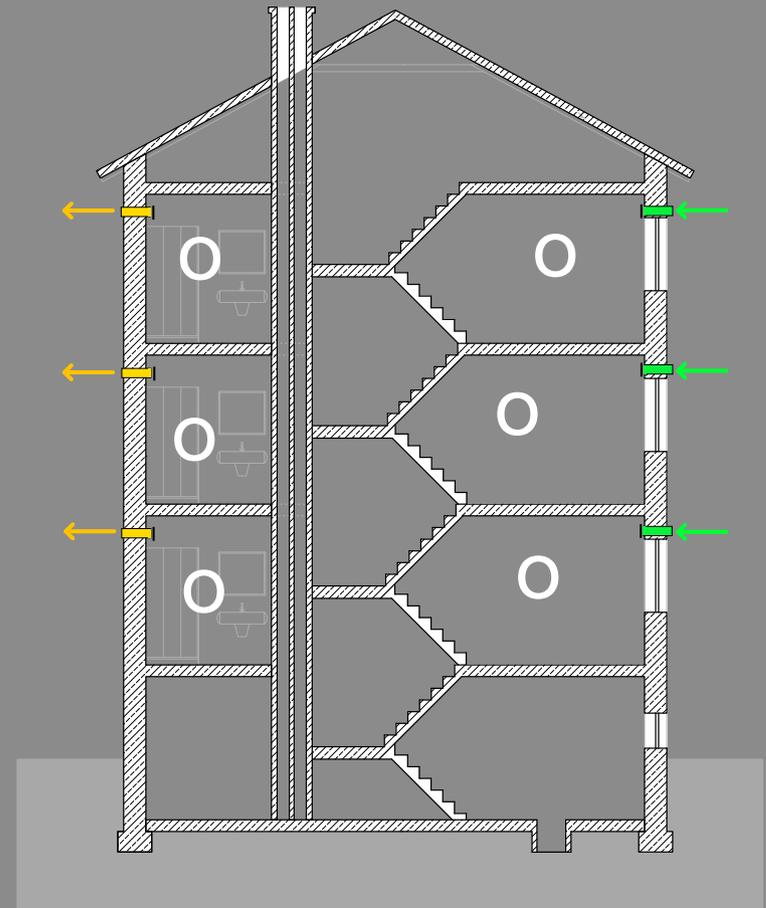


Szenario 3: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung dezentral - Pendellüfter



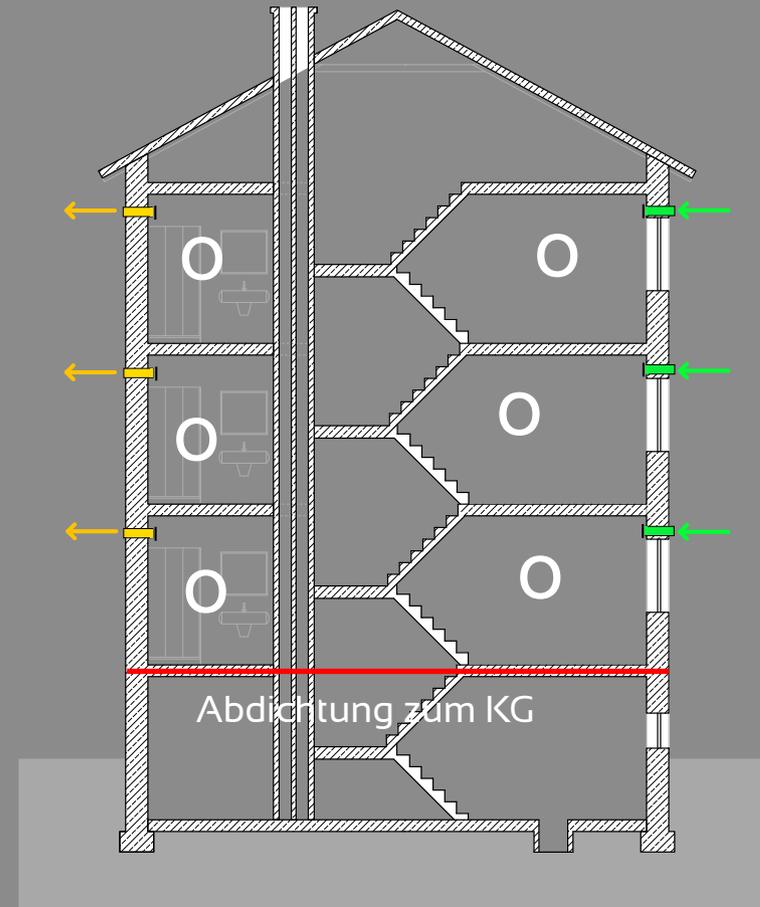
Szenario 3: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung dezentral - Pendellüfter

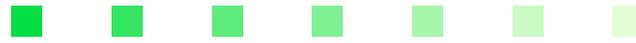
Luftbilanz im wesentlichen ausgeglichen bei
gerader Anzahl von Lüftern und abhängig von
der Windanströmung!



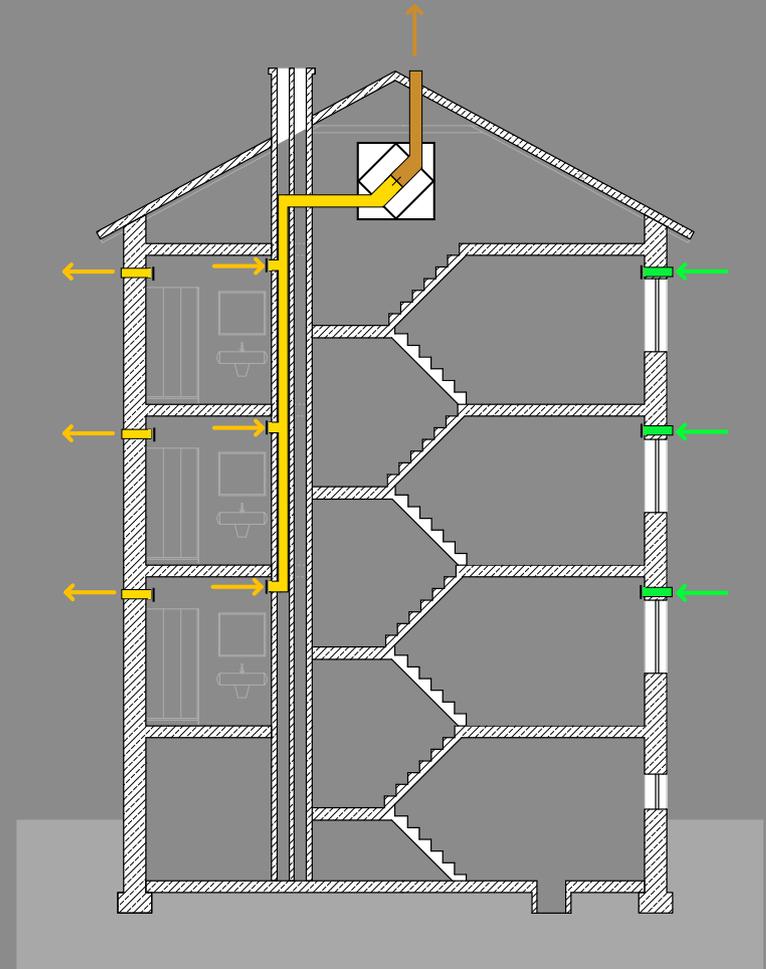
Szenario 3: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung dezentral - Pendellüfter

Luftbilanz im wesentlichen ausgeglichen bei
gerader Anzahl von Lüftern und abhängig von
der Windanströmung!

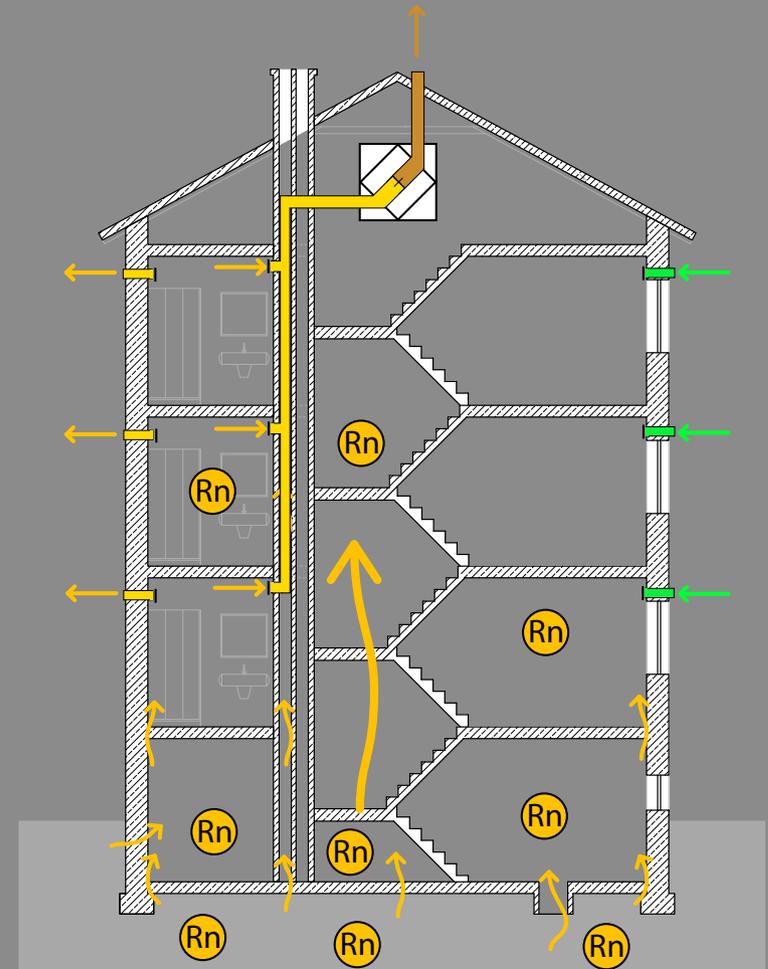




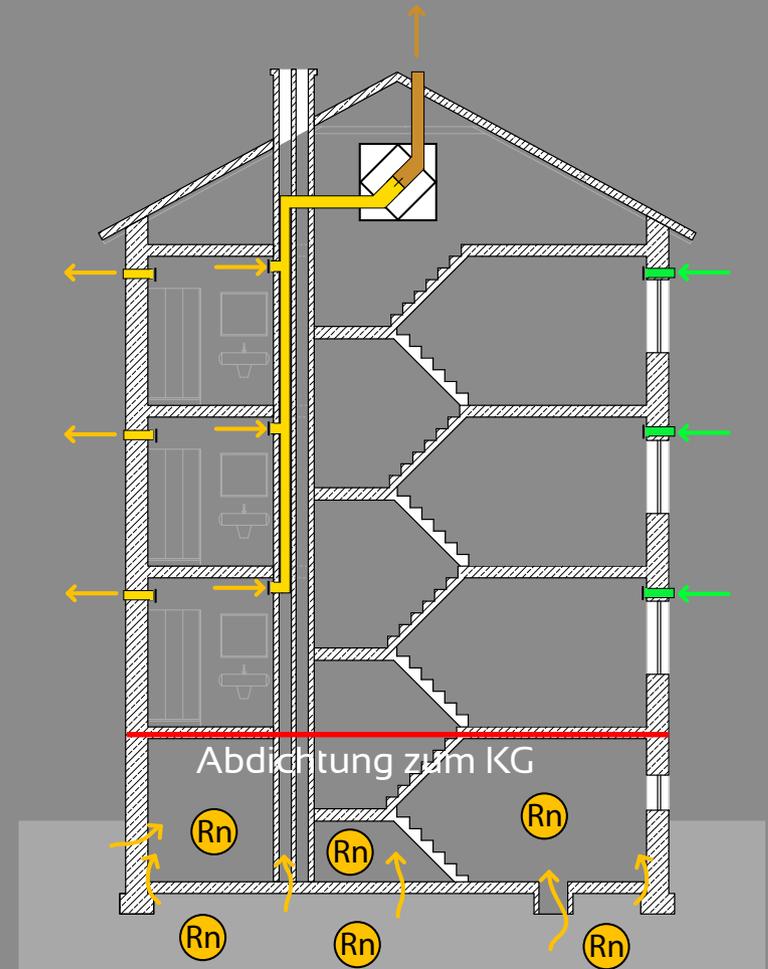
Szenario 3: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung dezentral - Pendellüfter



Szenario 3: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung dezentral - Pendellüfter

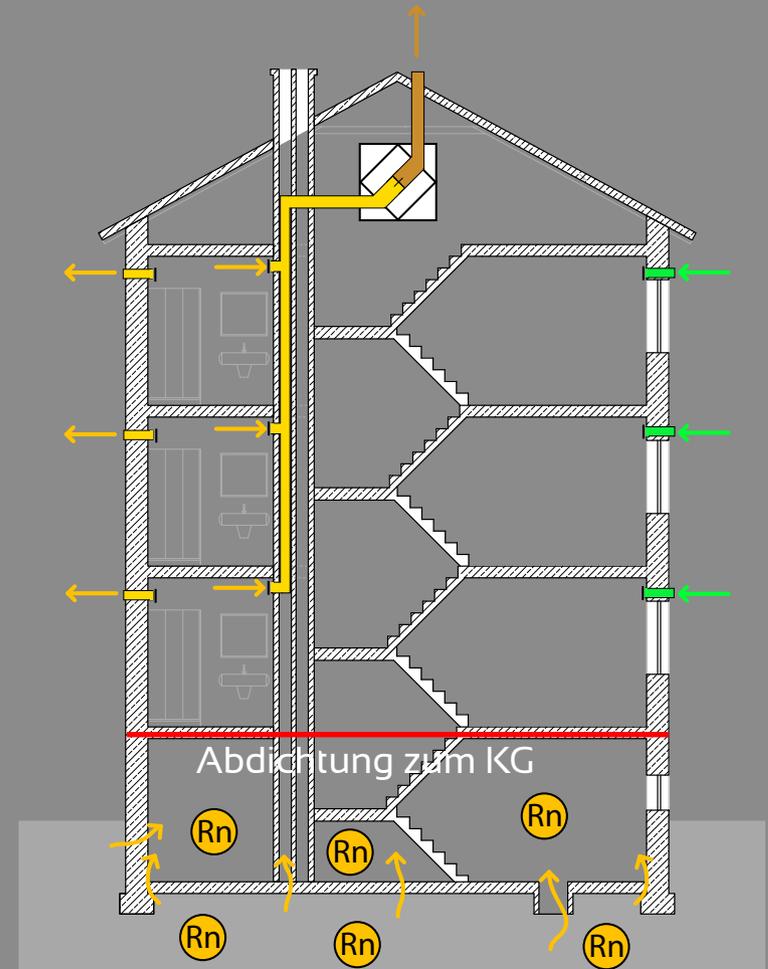


Szenario 3: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung dezentral - Pendellüfter



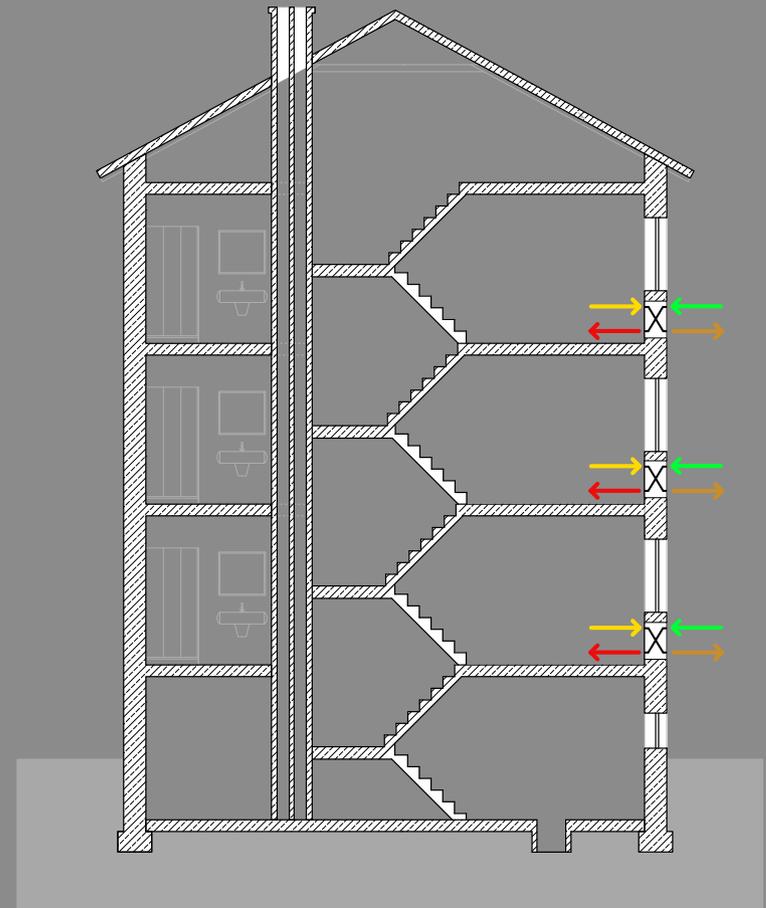
Szenario 3: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung dezentral - Pendellüfter

Ausgeglichene Luftbilanz nur eingeschränkt
möglich!





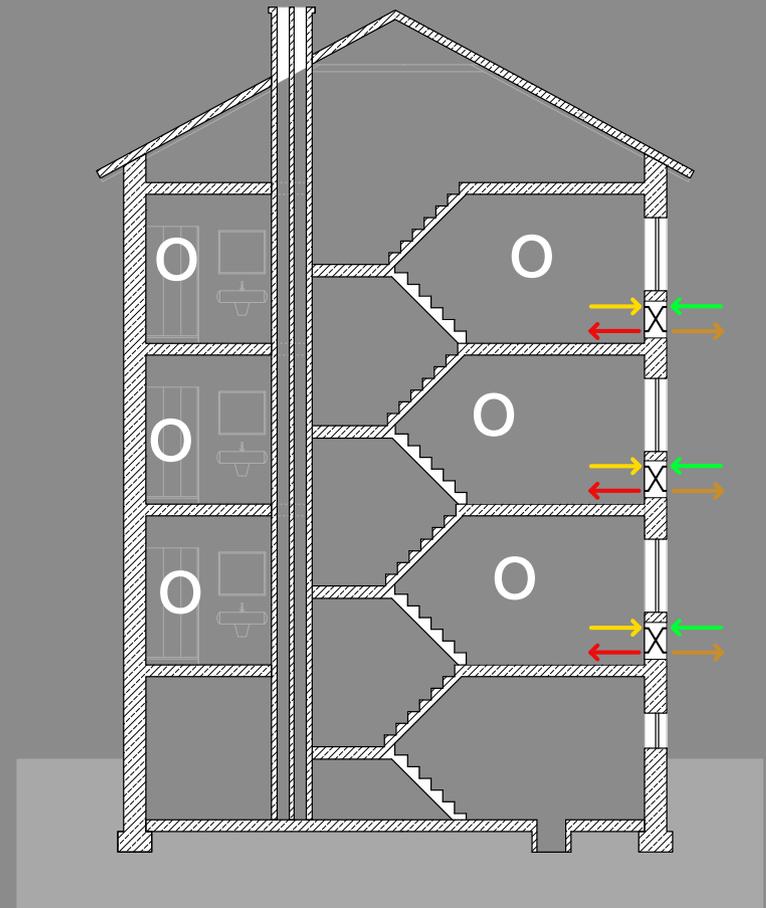
Szenario 4:
Lüftungsanlage mit Wärmerück-
gewinnung dezentral -
Lüfter mit Kreuzwärmetauscher





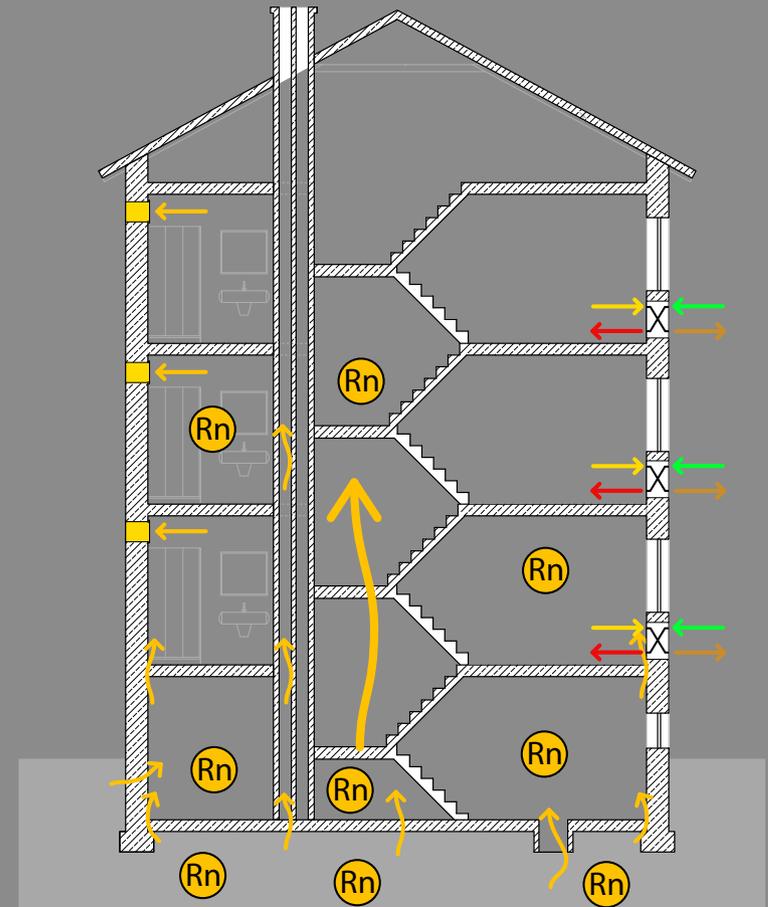
Szenario 4: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung dezentral - Lüfter mit Kreuzwärmetauscher

Luftbilanz ausgeglichen



Szenario 4: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung dezentral - Lüfter mit Kreuzwärmetauscher

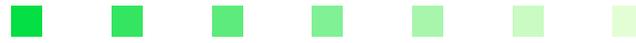
Luftbilanz nicht mehr ausgeglichen bei
gleichzeitigem Einsatz von Abluftlüftern und
ungünstigen Strömungsverhältnissen im
Gebäude!



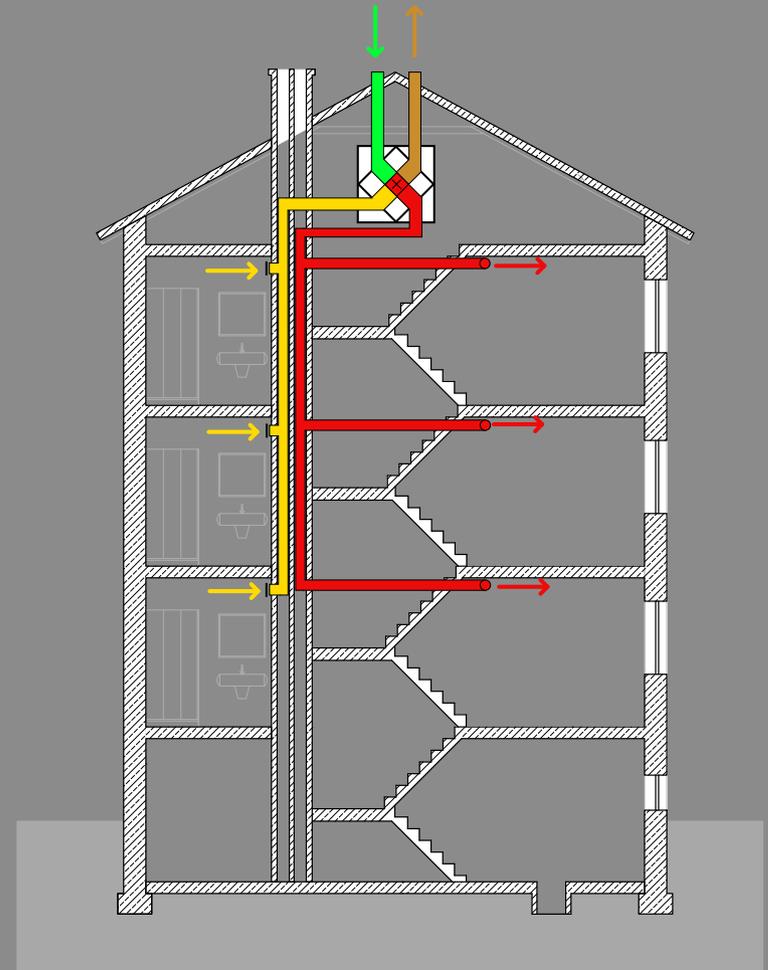
Szenario 5: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung zentral

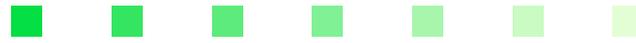


Quelle: Aerex



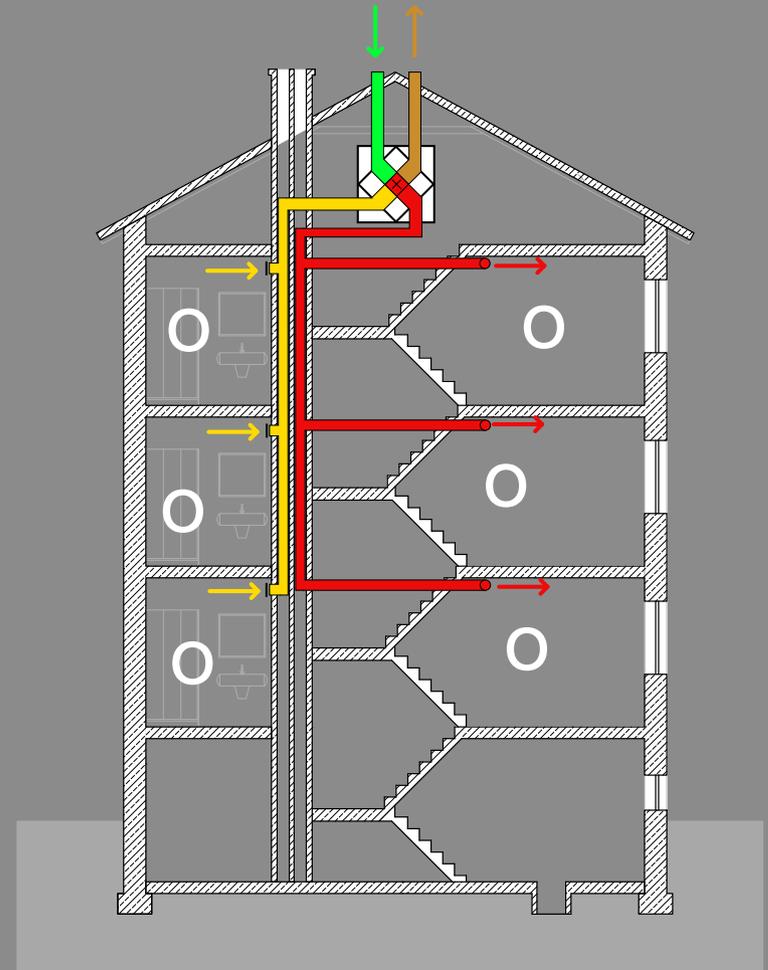
Szenario 5: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung zentral





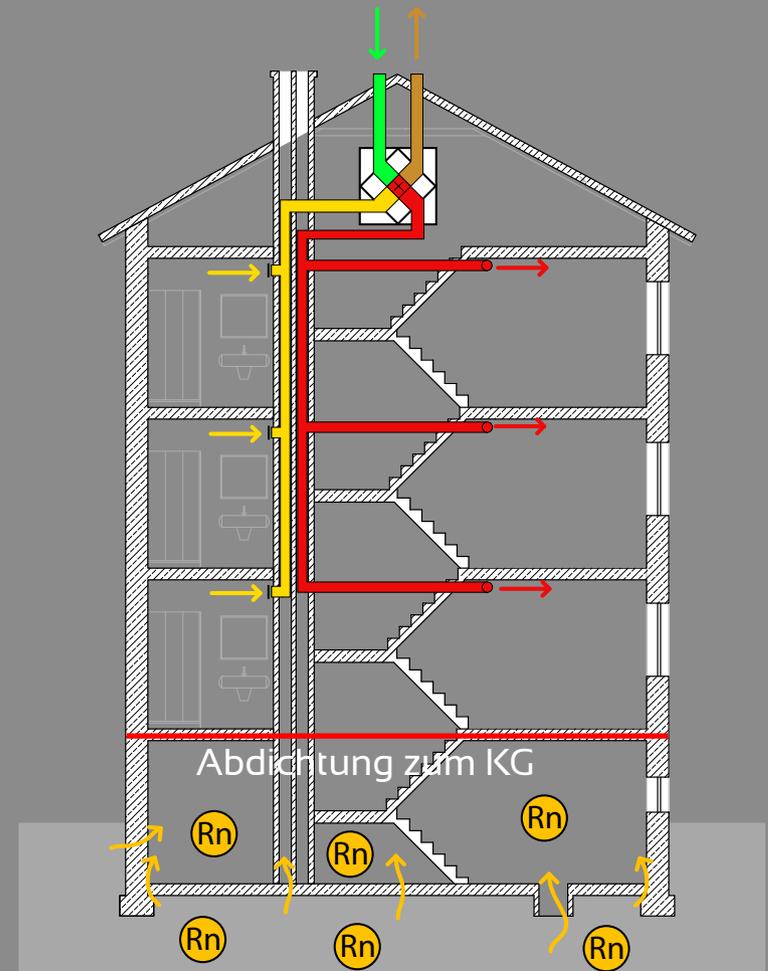
Szenario 5: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung zentral

Luftbilanz ausgeglichen



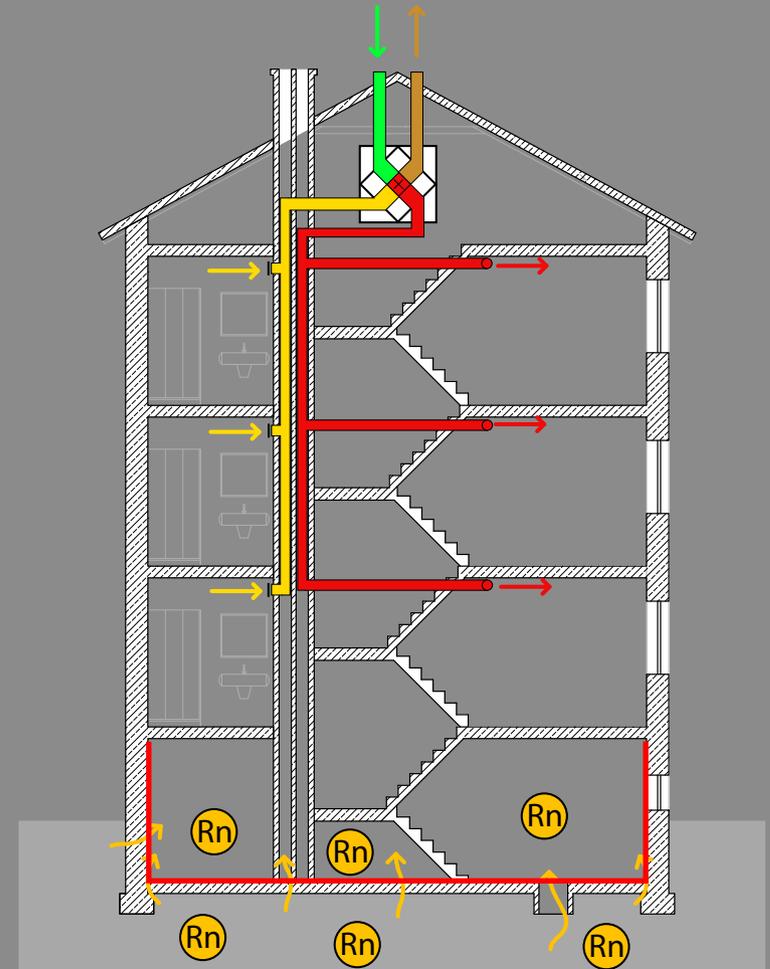
Szenario 5: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung zentral

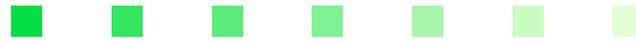
Abdichtung zum Kellergeschoß immer
sinnvoll!



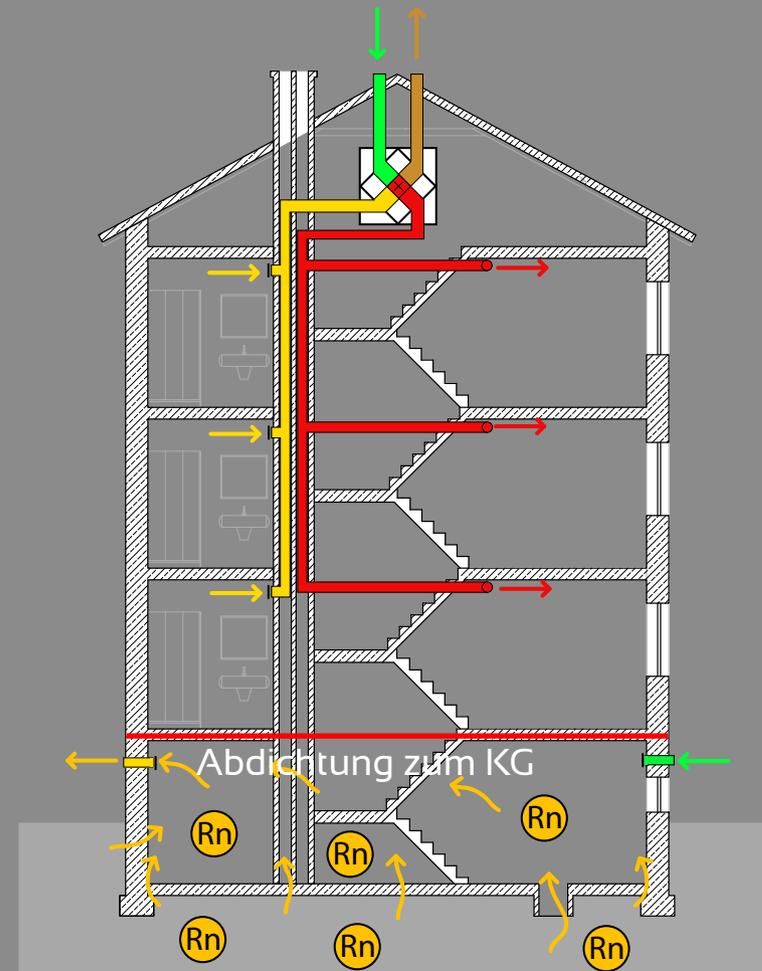
Szenario 5: Lüftungsanlage mit Wärmerück- gewinnung zentral

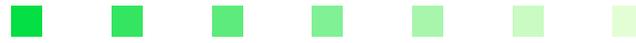
Alternativ: Abdichtung der Bodenplatte



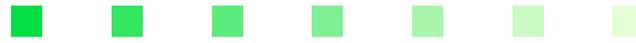


Radonaustrag mittels Kellerlüftung

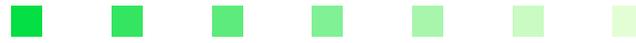




- Vorgaben für den Luftwechsel in Gebäuden
- Dichtigkeit von Gebäuden - Grenzen der natürlichen Lüftung
- Luftströmungen in Gebäuden
- Verringerung der Radon-Konzentration durch Lüftungsanlagen
- Grenzen von Lüftungsanlagen

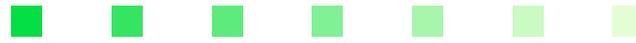


Grenzen des Luftwechsels bei Lüftungsanlagen:



Grenzen des Luftwechsels bei Lüftungsanlagen:

- technisch



Grenzen des Luftwechsels bei Lüftungsanlagen:

- technisch
- biologisch/medizinisch

technische Grenzen des Luftwechsels: förderbarer Volumenstrom:

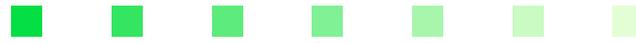
zentralen Anlagen (Wohngebäude): ca. 180 - 800 m³/h
pro Luftauslaß: max. 60 m³/h

Luftwechselrate von 0,5 h⁻¹ i.d.R. ohne Probleme realisierbar

zentrale Anlagen (Nichtwohngebäude): > 100.000 m³/h
pro Luftauslaß: bis > 2.000 m³/h

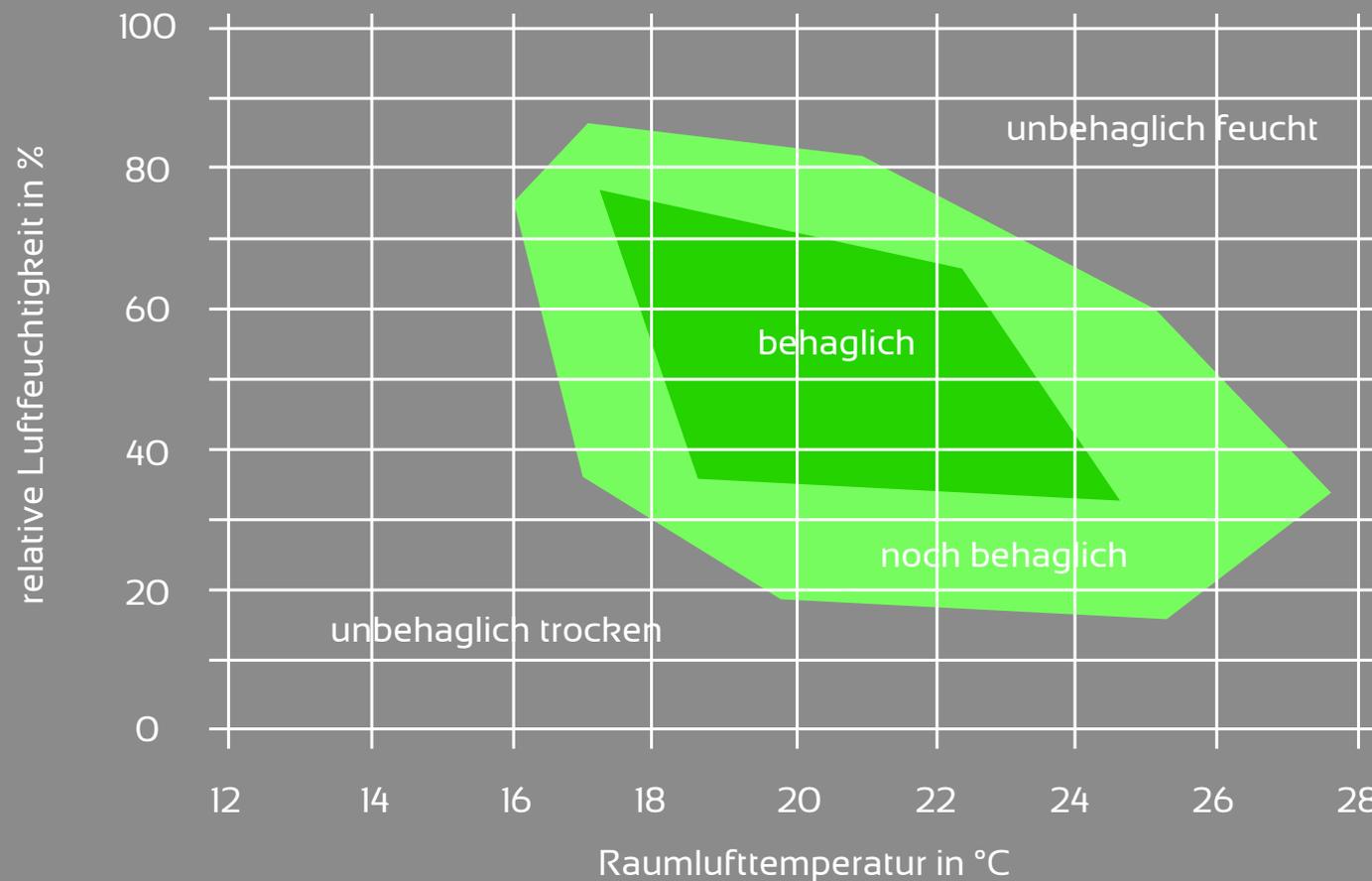
begrenzender Faktor i.d.R. nur die Leitungsführung

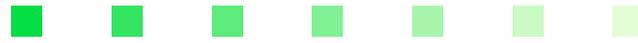
dezentrale Anlagen (Wohngebäude): 20 - 45 m³/(h*Gerät)
hier: begrenzender Faktor die Luftleistung des Gerätes!



biologisch/medizinische Grenzen des Luftwechsels:

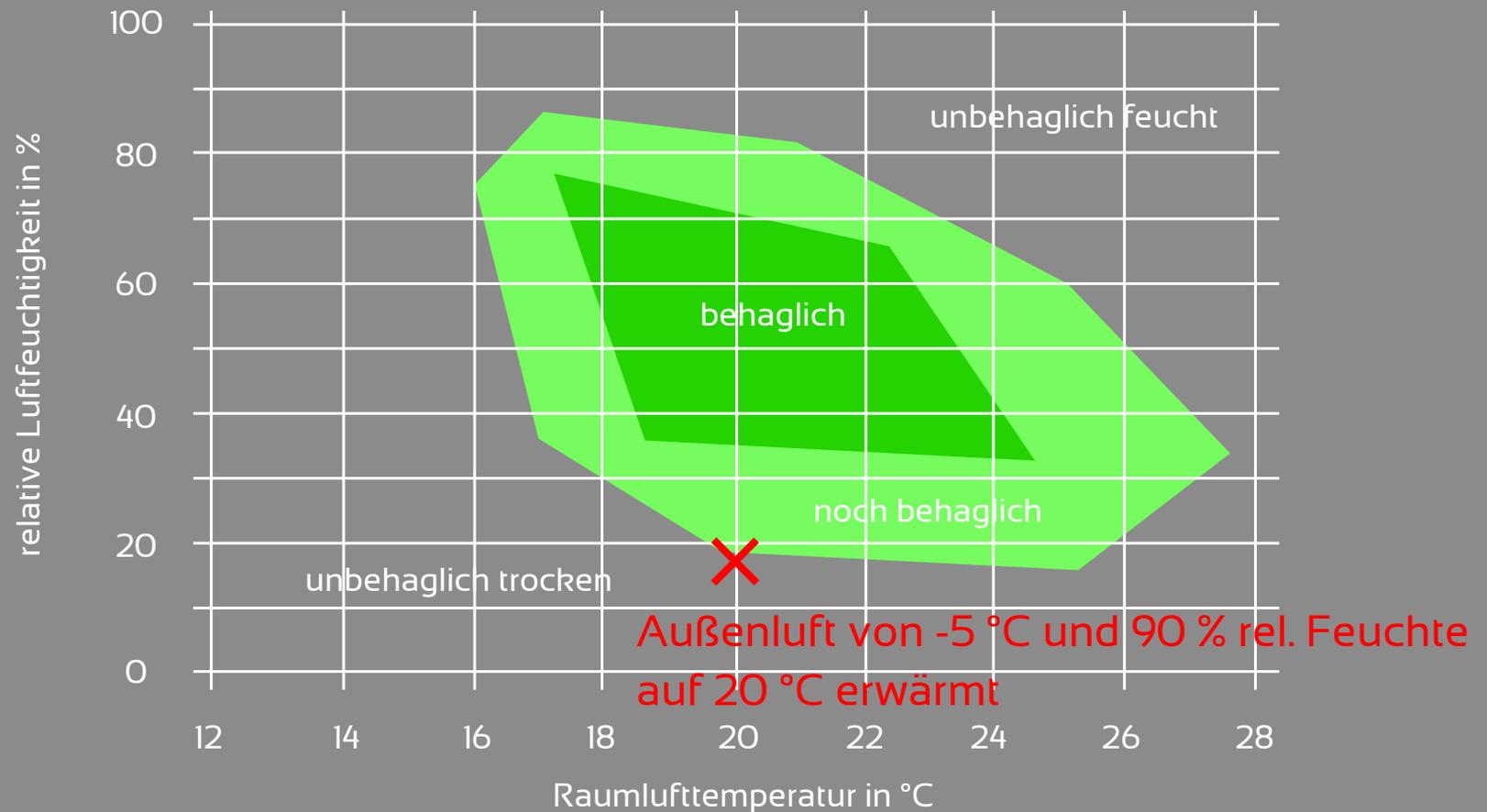
biologisch/medizinische Grenzen des Luftwechsels:

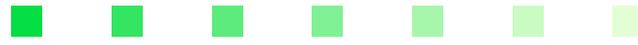




Zu trockene Luft wirkt sich ungünstig
auf unsere Gesundheit aus.

biologisch/medizinische Grenzen des Luftwechsels:



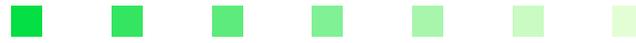


Fazit:



Fazit:

- Grundsätzlich hilft ein kontrollierter kontinuierlicher Luftwechsel, die Radon-Konzentration in der Raumluft zu reduzieren.



Fazit:

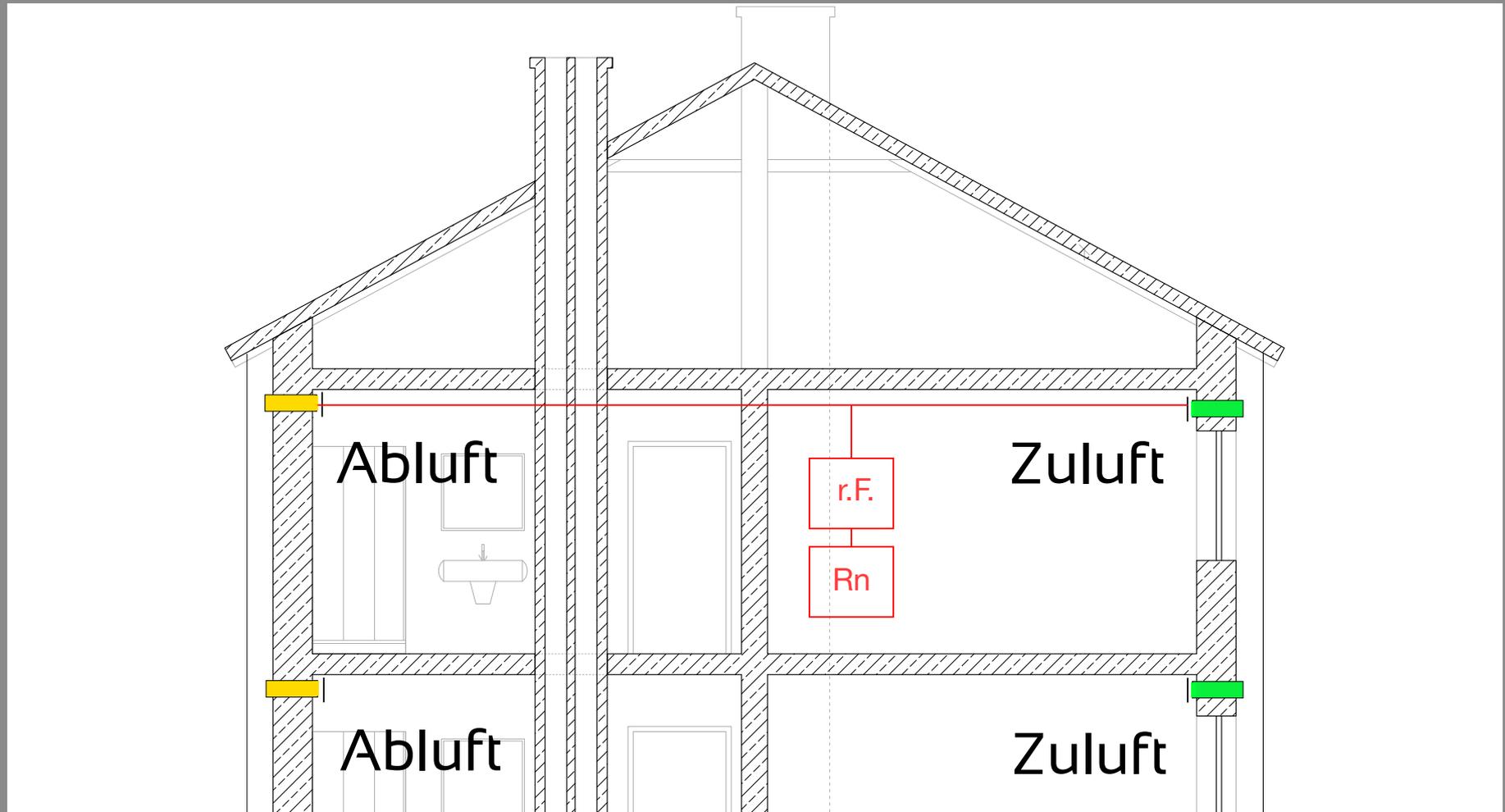
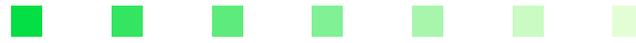
- Grundsätzlich hilft ein kontrollierter kontinuierlicher Luftwechsel, die Radon-Konzentration in der Raumluft zu reduzieren.
- Durch die Eintrittspfade von Radon in Gebäude kann je nach Art der Lüftungsanlage die Radon-Konzentration aber auch ungünstig beeinflusst werden.

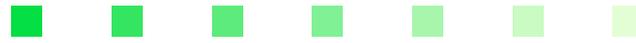
Fazit:

- Grundsätzlich hilft ein kontrollierter kontinuierlicher Luftwechsel, die Radon-Konzentration in der Raumluft zu reduzieren.
- Durch die Eintrittspfade von Radon in Gebäude kann je nach Art der Lüftungsanlage die Radon-Konzentration aber auch ungünstig beeinflusst werden.
- Vor allem während der Heizperiode ist ein übermäßig hoher Luftwechsel (durch Lüftungsanlagen) sowohl aus technischer als auch aus biologisch-medizinischer Sicht als problematisch einzustufen.

Fazit:

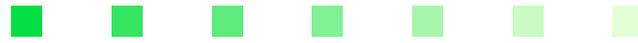
- Grundsätzlich hilft ein kontrollierter kontinuierlicher Luftwechsel, die Radon-Konzentration in der Raumluft zu reduzieren.
- Durch die Eintrittspfade von Radon in Gebäude kann je nach Art der Lüftungsanlage die Radon-Konzentration aber auch ungünstig beeinflusst werden.
- Vor allem während der Heizperiode ist ein übermäßig hoher Luftwechsel (durch Lüftungsanlagen) sowohl aus technischer als auch aus biologisch-medizinischer Sicht als problematisch einzustufen.
- Ein Lüftungskonzept ist immer - auch im Hinblick auf Radon - individuell zu planen. Die Luftmengen sind abhängig von der Nutzung einzustellen.





Hygiene in Lüftungsanlagen:

- regelmäßige Wartung mit Filterwechsel
- Mindestanforderungen für zentrale Lüftungsanlagen:
 - Zuluft: F7-Feinfilter
 - Abluft: G3-Grobfilter



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!