



Schadstoffreduktion durch Lüftungssysteme: Möglichkeiten und Grenzen



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)



Auszug aus dem aktuellen Stand der Gesetzgebung und Normung

Technische Notwendigkeit des luftdichten Bauens

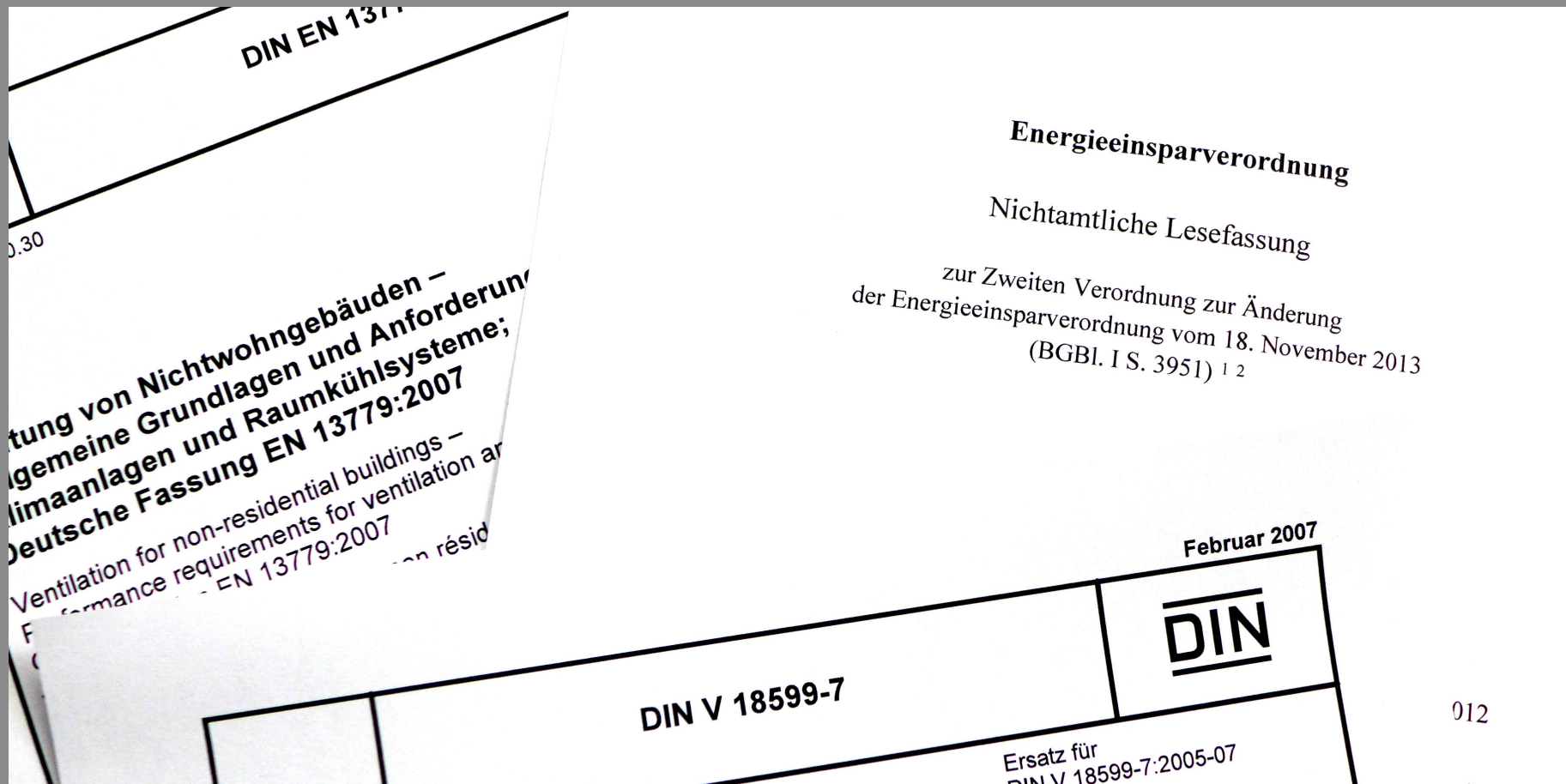
Vorgaben für den Luftwechsel in Gebäuden

Dichtigkeit von Gebäuden - Grenzen der natürlichen Lüftung

Lüftung durch Lüftungsanlagen

Grenzen des Luftwechsels bei Lüftungsanlagen

Auszug aus dem aktuellen Stand der Gesetzgebung und Normung



Energieeinsparverordnung (EnEV):

§ 6 - Dichtheit, Mindestluftwechsel:

„Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen dauerhaft luftundurchlässig entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet ist. [...]“

„Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt ist.“



DIN 4108-2:

„[...] Die Außenbauteile müssen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik luftdicht ausgeführt werden. [...]“

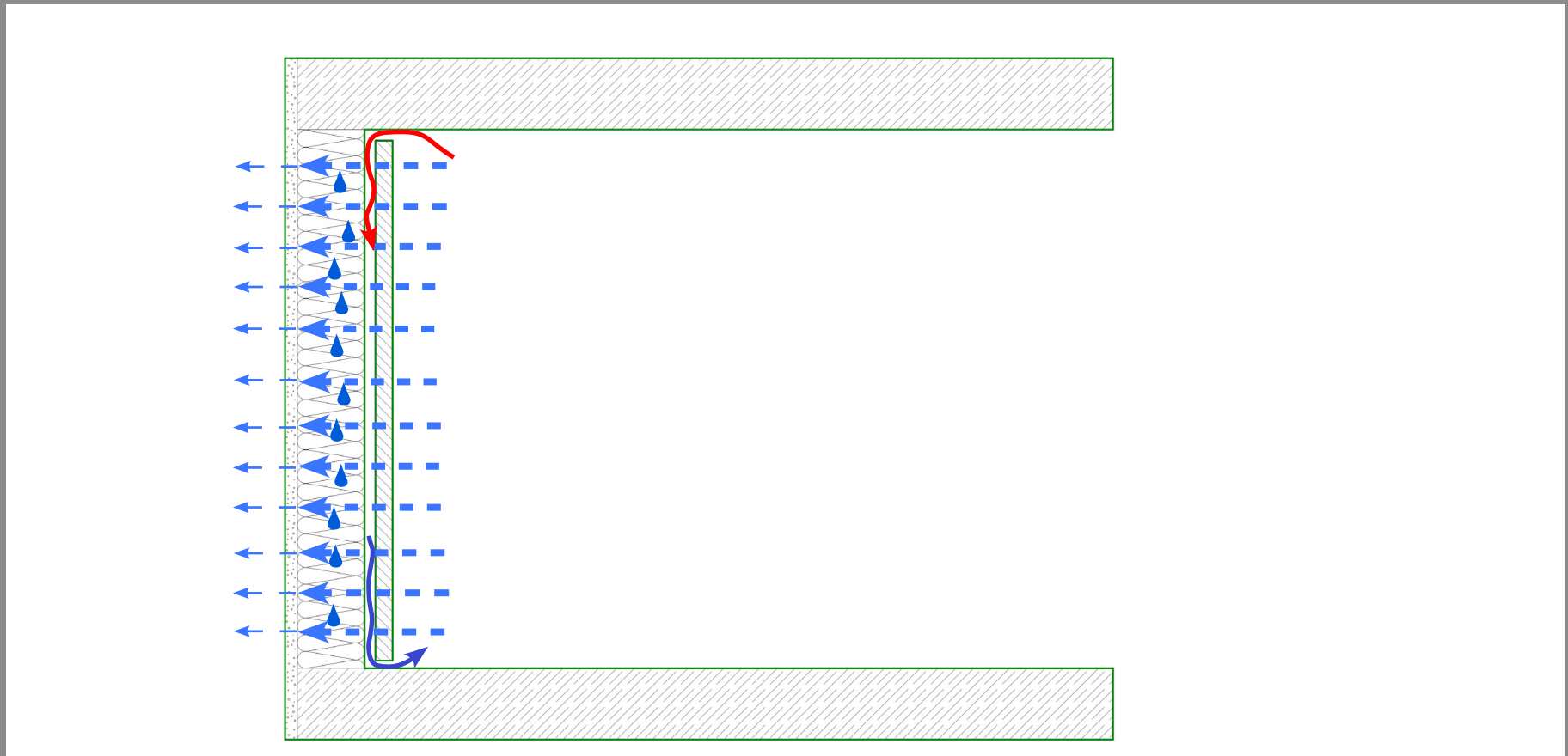


Notwendigkeit luftdichten Bauens:





Schadensquelle: Feuchtigkeit im Bauteilquerschnitt





DIN 4108-2:2013-02

„[...] Auf ausreichenden Luftwechsel ist aus Gründen der Hygiene, der Begrenzung der Raumluchtfeuchte sowie ggf. der Zuführung von Verbrennungsluft [...] zu achten. [...]“

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

Luftwechsel abhängig von der Wohnungsgröße

Fläche NE	50 m		90 m		150 m	
	[m ³ /h]	[h ⁻¹]	[m ³ /h]	[h ⁻¹]	[m ³ /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

DIN EN 13779:2007-09 - Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme

Allgemeine Klassifizierung der Raumluftqualität (IDA)

Kategorie	Beschreibung
IDA 1	Hohe Raumluftqualität
IDA 2	Mittlere Raumluftqualität
IDA 3	Mäßige Raumluftqualität
IDA 4	Niedrige Raumluftqualität

DIN EN 13779:2007-09 - Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme

Außenluftvolumenströme pro Person

Kategorie	Einheit	Außenluftvolumenstrom pro Person ^{*)}	
		üblicher Bereich	Standardwert
IDA 1	m ³ /(Pers.*h)	> 54	72
IDA 2	m ³ /(Pers.*h)	36 - 54	45
IDA 3	m ³ /(Pers.*h)	22 - 36	29
IDA 4	m ³ /(Pers.*h)	< 22	18

^{*)} gerundet für Nichtraucher, aber mit Berücksichtigung von Emissionen aus Quellen wie Baustoffen und Möbeln



Dichtigkeit von Gebäuden - Grenzen der natürlichen Lüftung

Messung der Luftdichtigkeit von Gebäuden nach DIN EN 13829: bei 50 Pa Differenzdruck

Vorgabe gemäß EnEV:

- ohne raumluftechnische Anlage: $3,0 \text{ h}^{-1}$
- mit raumluftechnischer Anlage: $1,5 \text{ h}^{-1}$

Differenzdruck in der Realität: 2 - 8 Pa

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



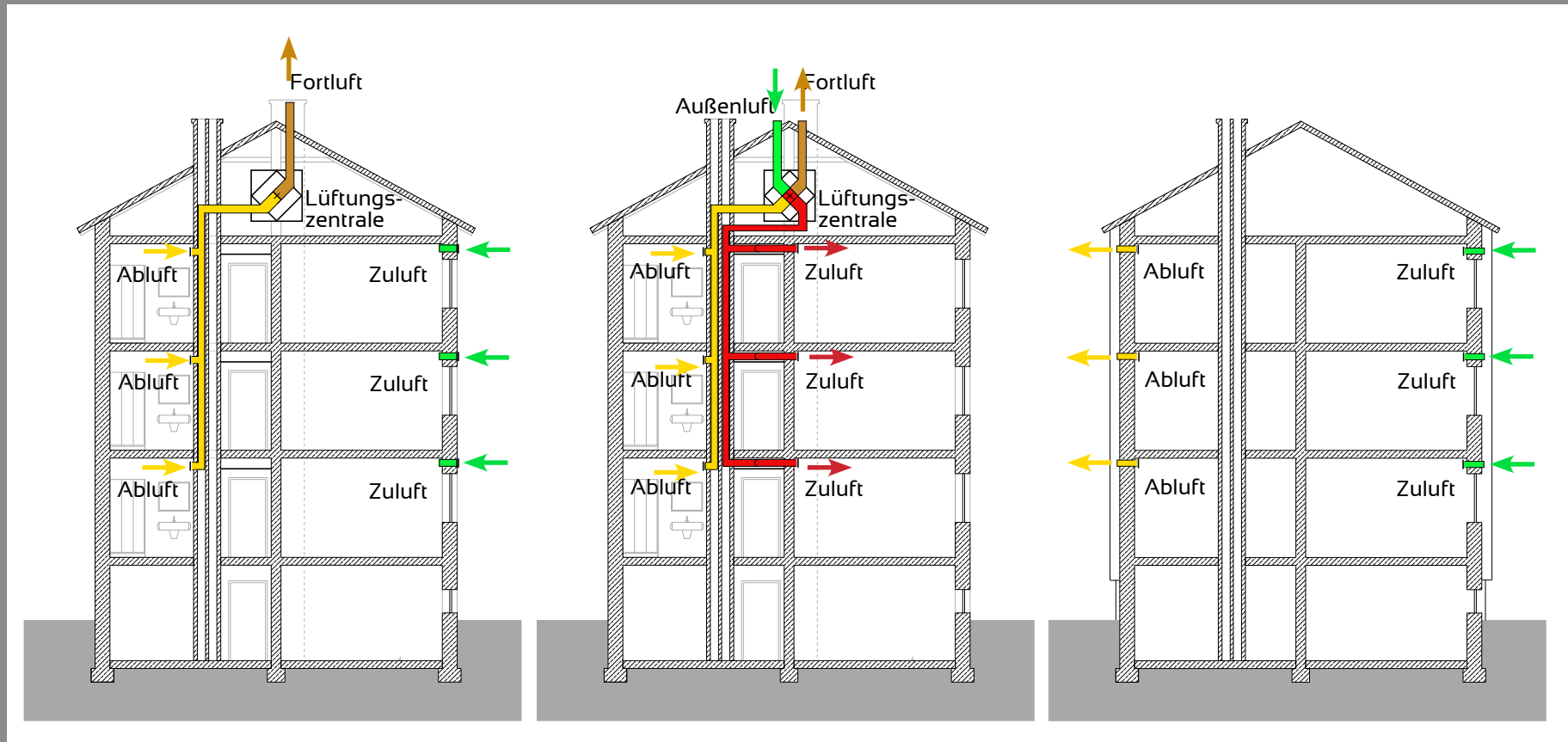
Zur Sicherstellung des empfohlenen Luftwechsels in Wohngebäuden ohne Lüftungsanlage ist alle 2 - 3 Stunden das gesamte Raumluftvolumen durch Fensterlüftung (Stoßlüftung) auszutauschen - auch in der Nacht!



Und da niemand gerne nachts alle 2 - 3 Stunden zum Lüften aufsteht...



...Lüftung mittels Lüftungsanlagen!



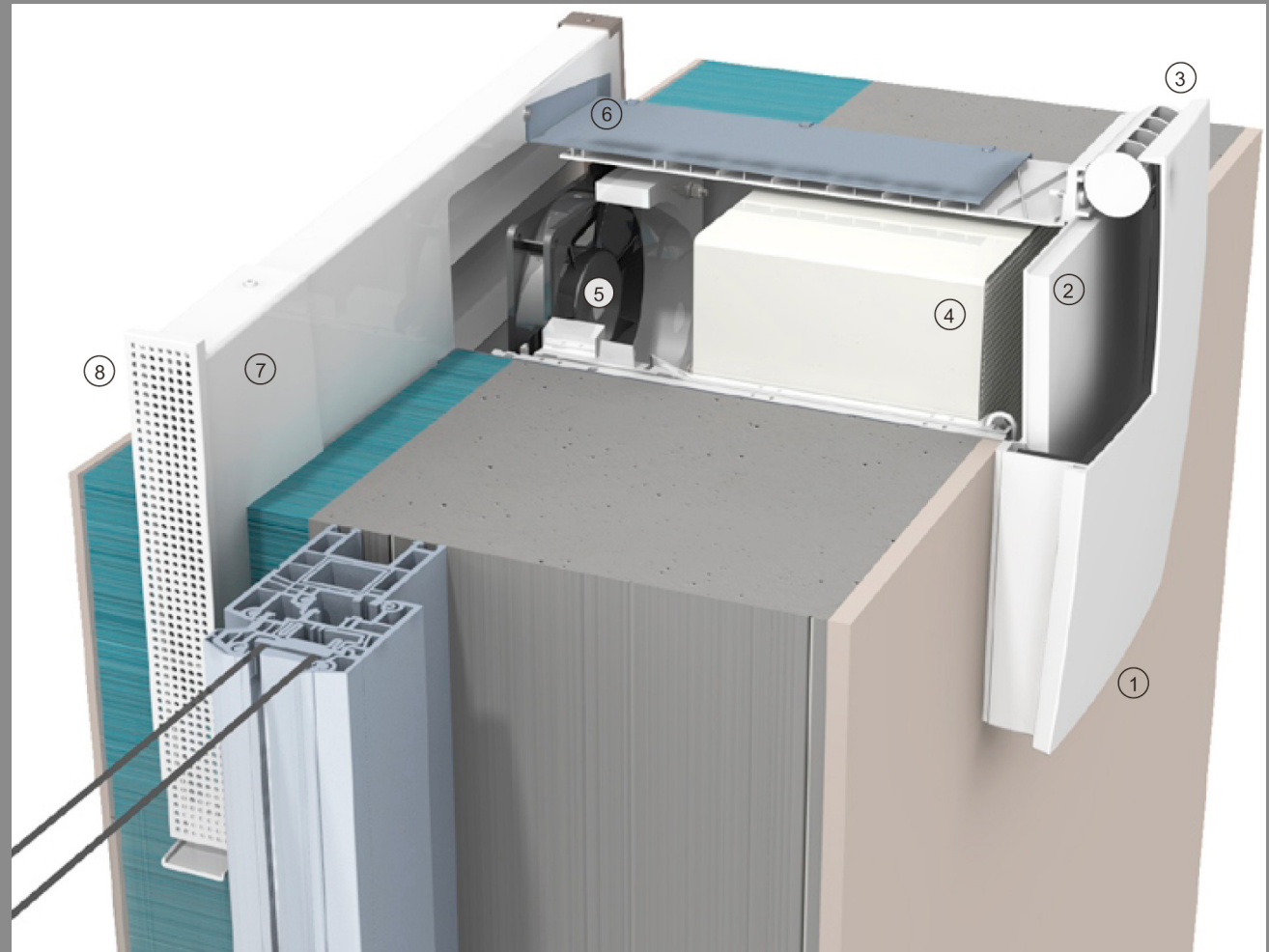
Abluftanlage
ohne WRG

zentrale Lüftungs-
anlage mit WRG

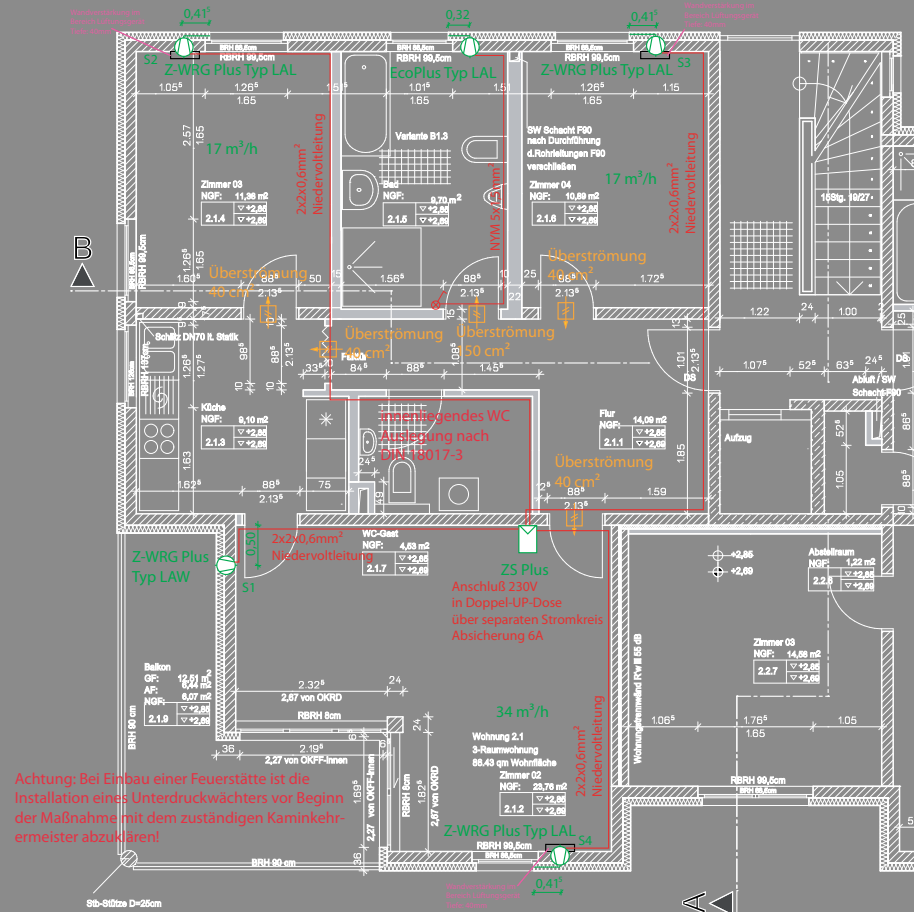
dezentrale Lüftungs-
anlage mit WRG



dezentrales Wohnungs- lüftungsgerät



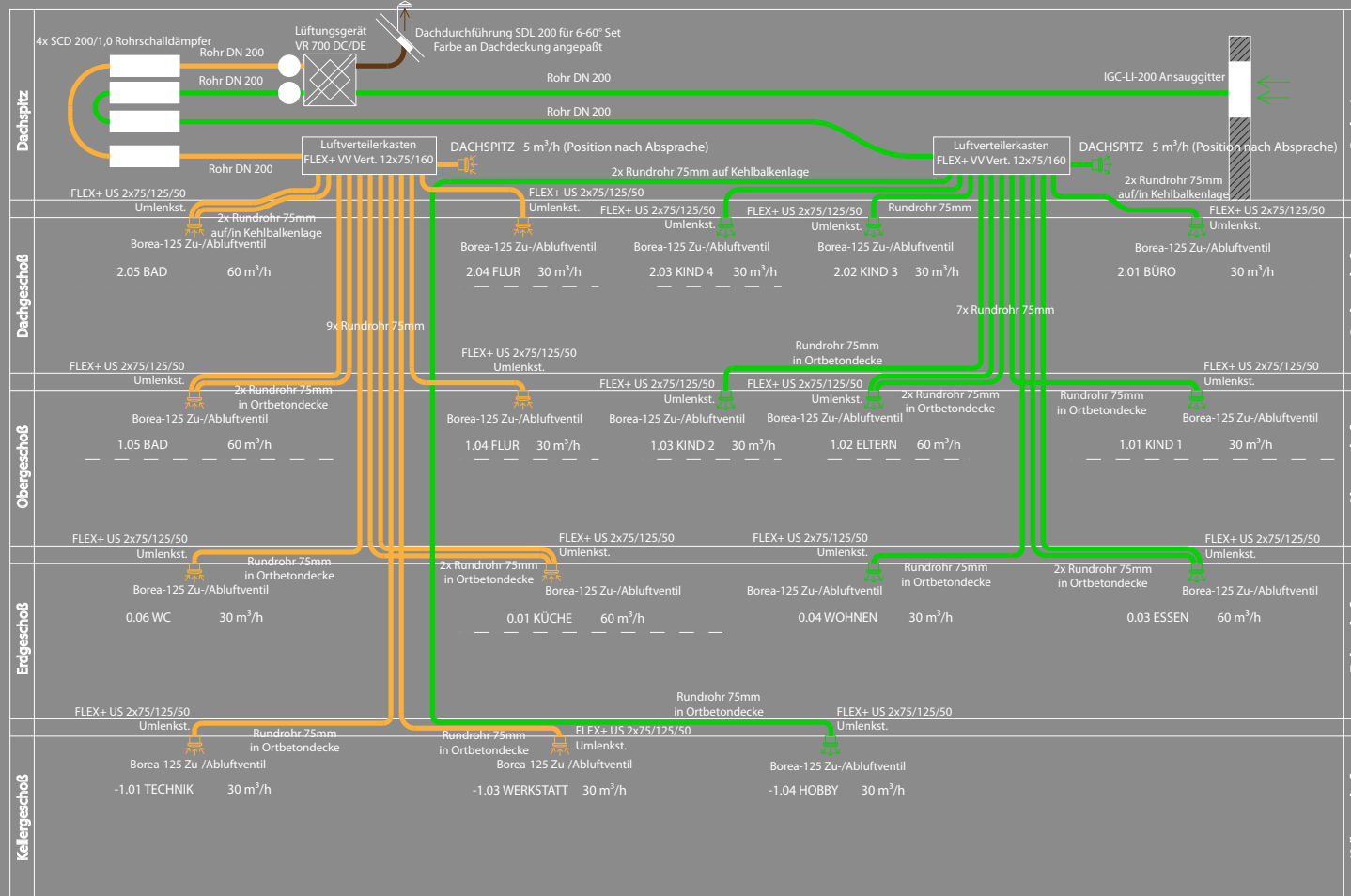
Quelle: Ventomaxx



zentrale Wohnungs- lüftung



Quelle: Aerex





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

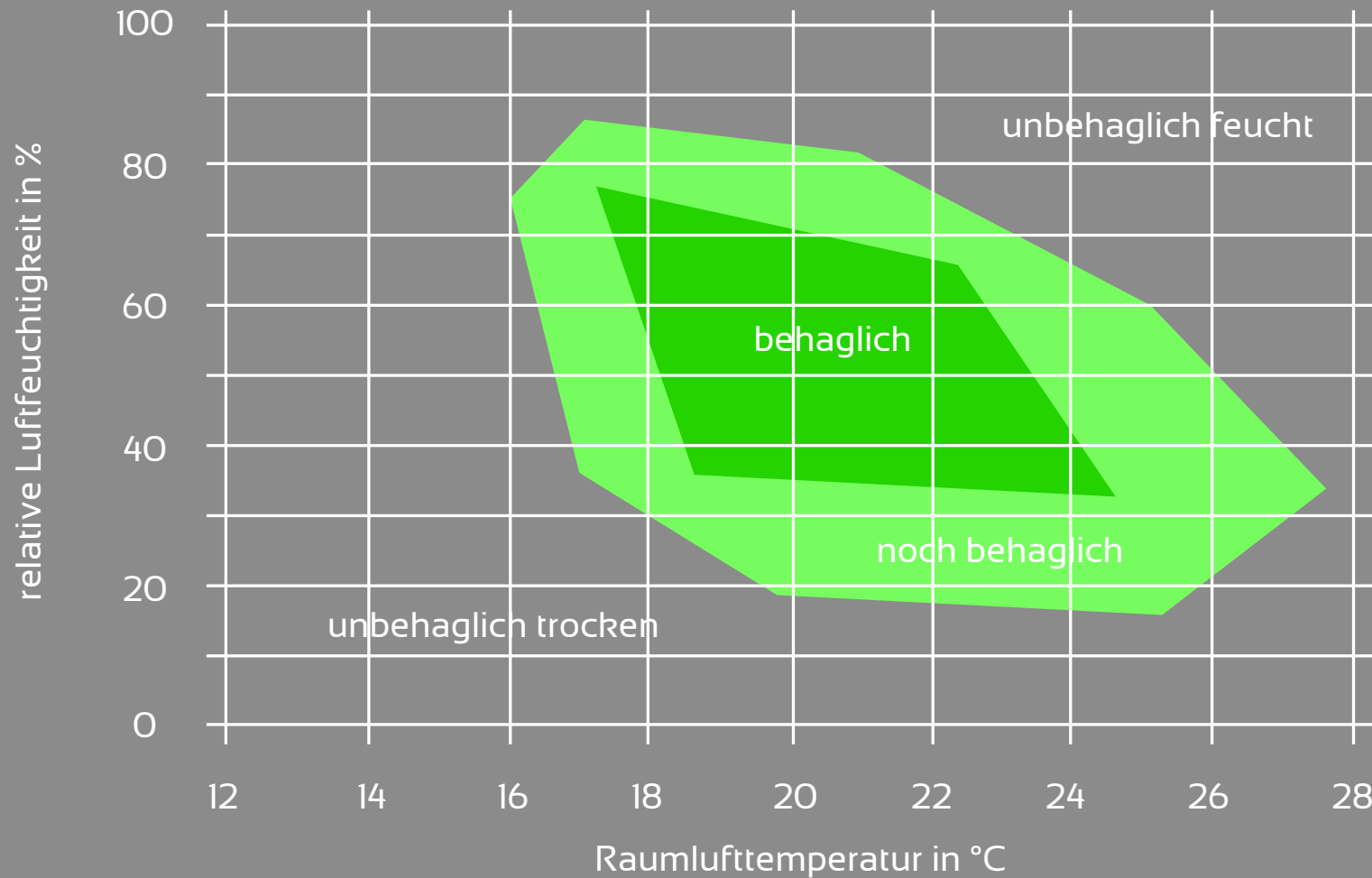
zentrale Anlagen (Nichtwohngebäude): > 100.000 m³/h
pro Luftauslaß: bis > 2.000 m³/h

begrenzender Faktor i.d.R. nur die Leitungsführung

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

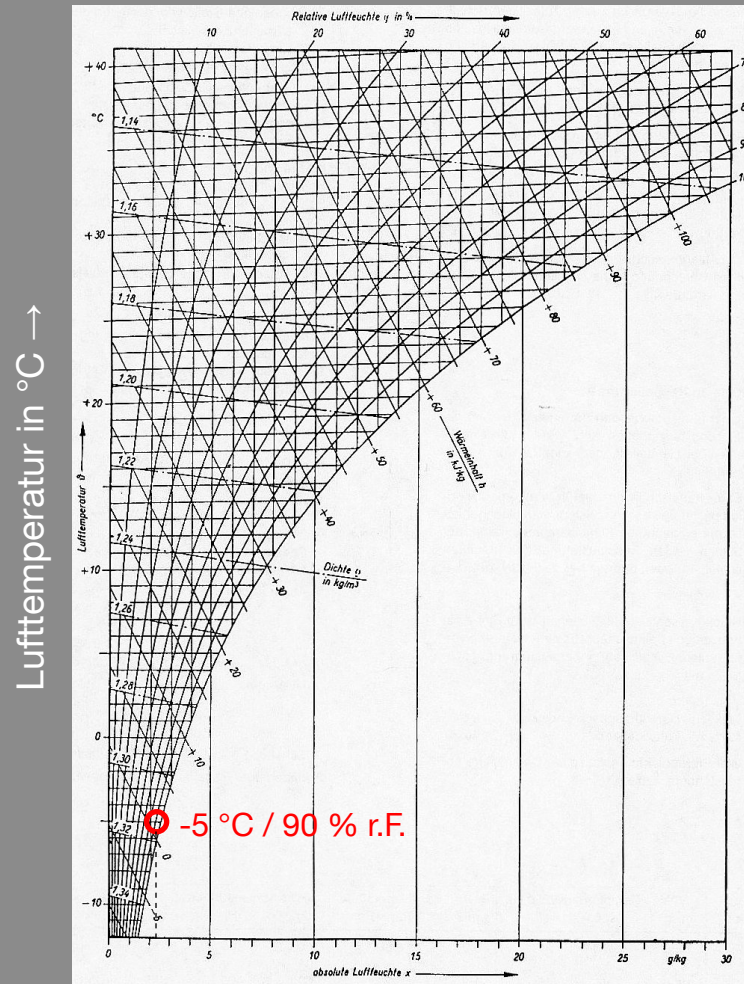


biologisch/medizinische Grenzen des Luftwechsels:

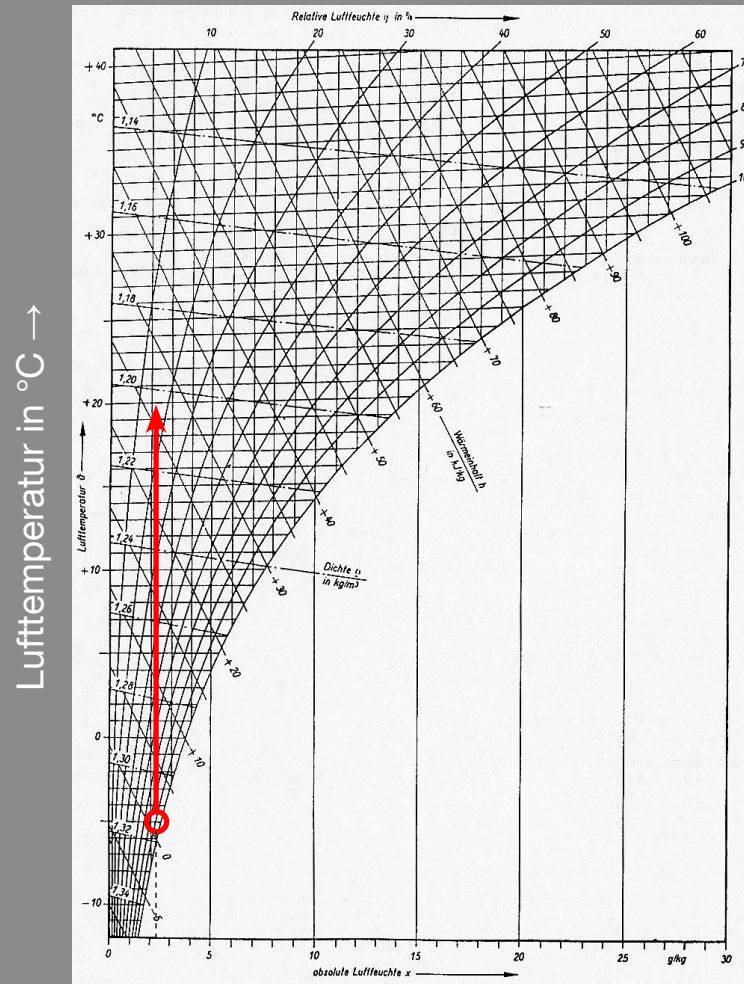




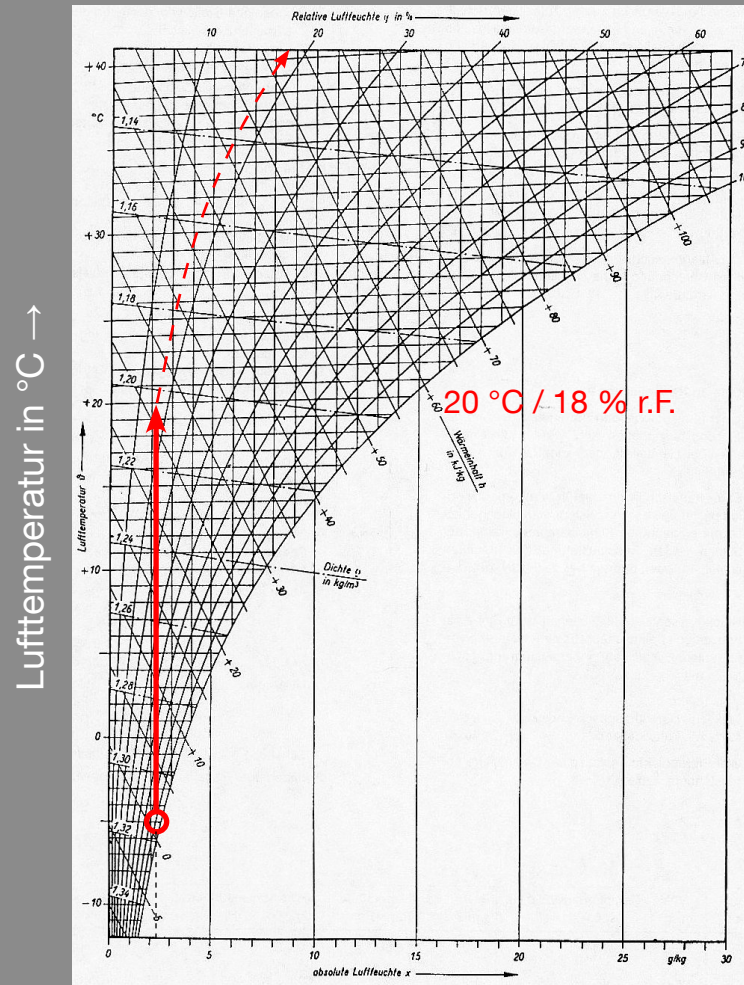
Zu trockene Luft wirkt sich ungünstig
auf unsere Gesundheit aus.



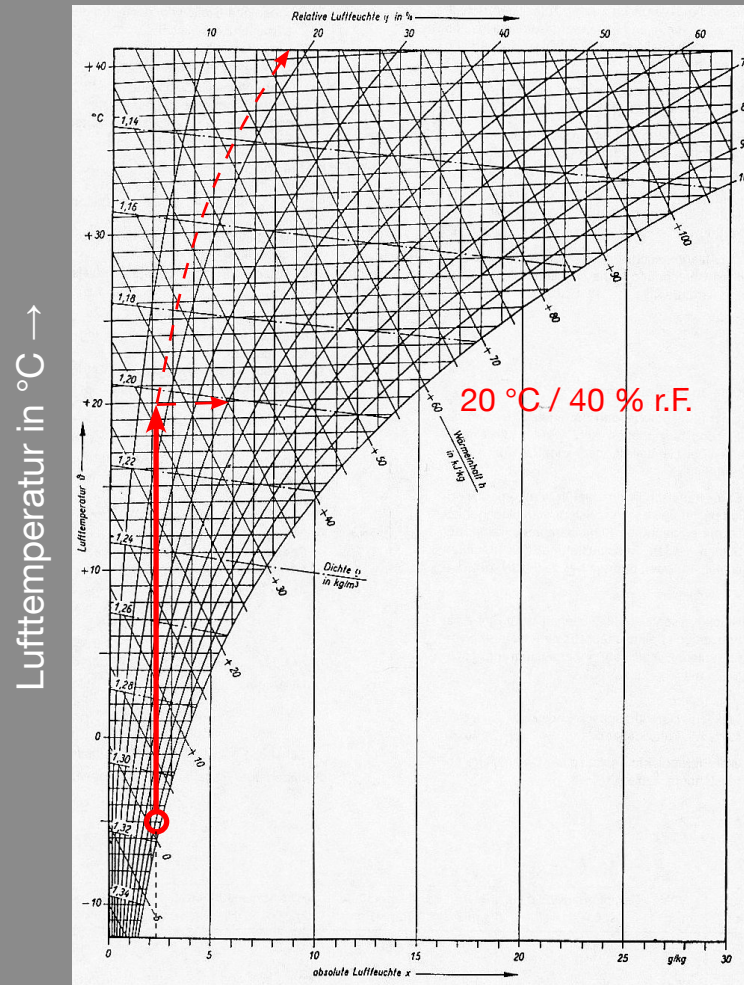
absolute Luftfeuchte in g/kg →



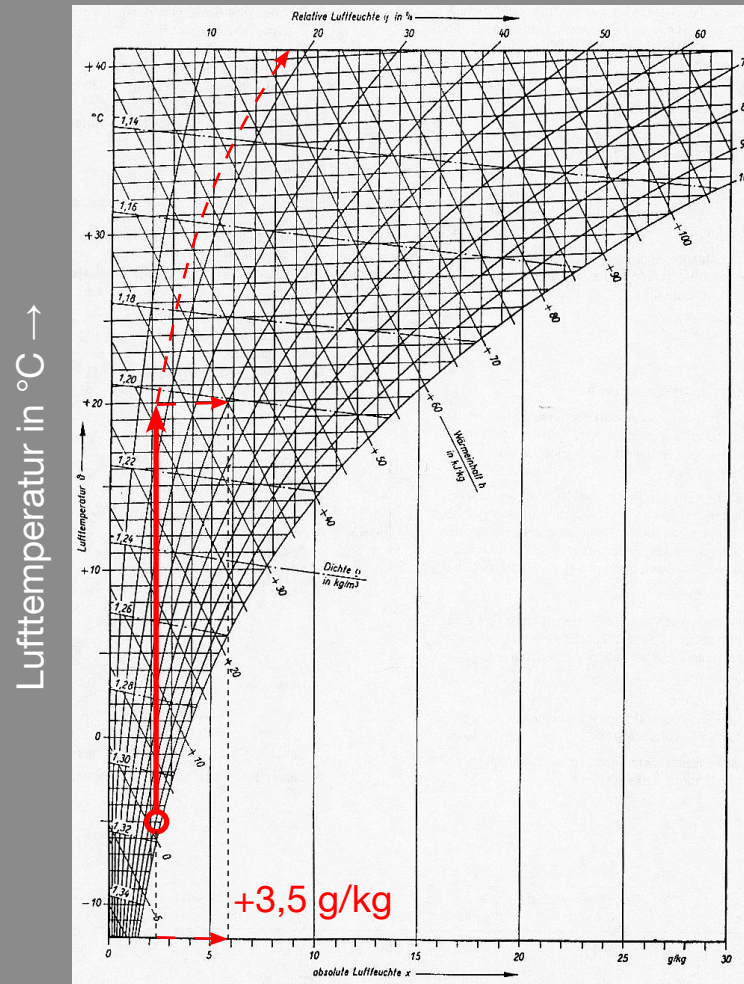
absolute Luftfeuchte in g/kg →



absolute Luftfeuchte in g/kg →



absolute Luftfeuchte in g/kg →



absolute Luftfeuchte in g/kg →



Feuchtigkeit in der Raumluft

Feuchtequellen:

Mensch:	30 - 300 g/h
Duschen:	200 g/(Pers.*d)
Kochen:	2.000 - 3.000 g/d
Wäschetrocknen:	1.500 g/(Pers.*d)
Pflanzen:	240 - 360 g/(Pflanze*d)

Feuchtelasten In Wohngebäuden (nach CEN/TR 14788):

Personen im Haushalt	Feuchterzeugung in kg/d		
	niedrig	mittel	hoch
1	3,5	6	9
2	4	8	11
3	4	9	12
4	5	10	14
5	6	11	15
6	7	12	16

Wasserdampfproduktion zum Erreichen von 40 % rel. Feuchte bei -5 °C Außentemperatur:

Wohngebäude mit 150 m² und 4 Personen Belegung:

Nennlüftung nach DIN 1946-6: 170 m³/h

Benötigte Wasserdampfmenge: 3,5 g/kg entspricht ca. 4,5 g/m³
(Dichte von Luft: ca. 1,3 kg/m³)

Luftwechsel pro Tag: 170 m³/h * 24 h = 4080 m³/d

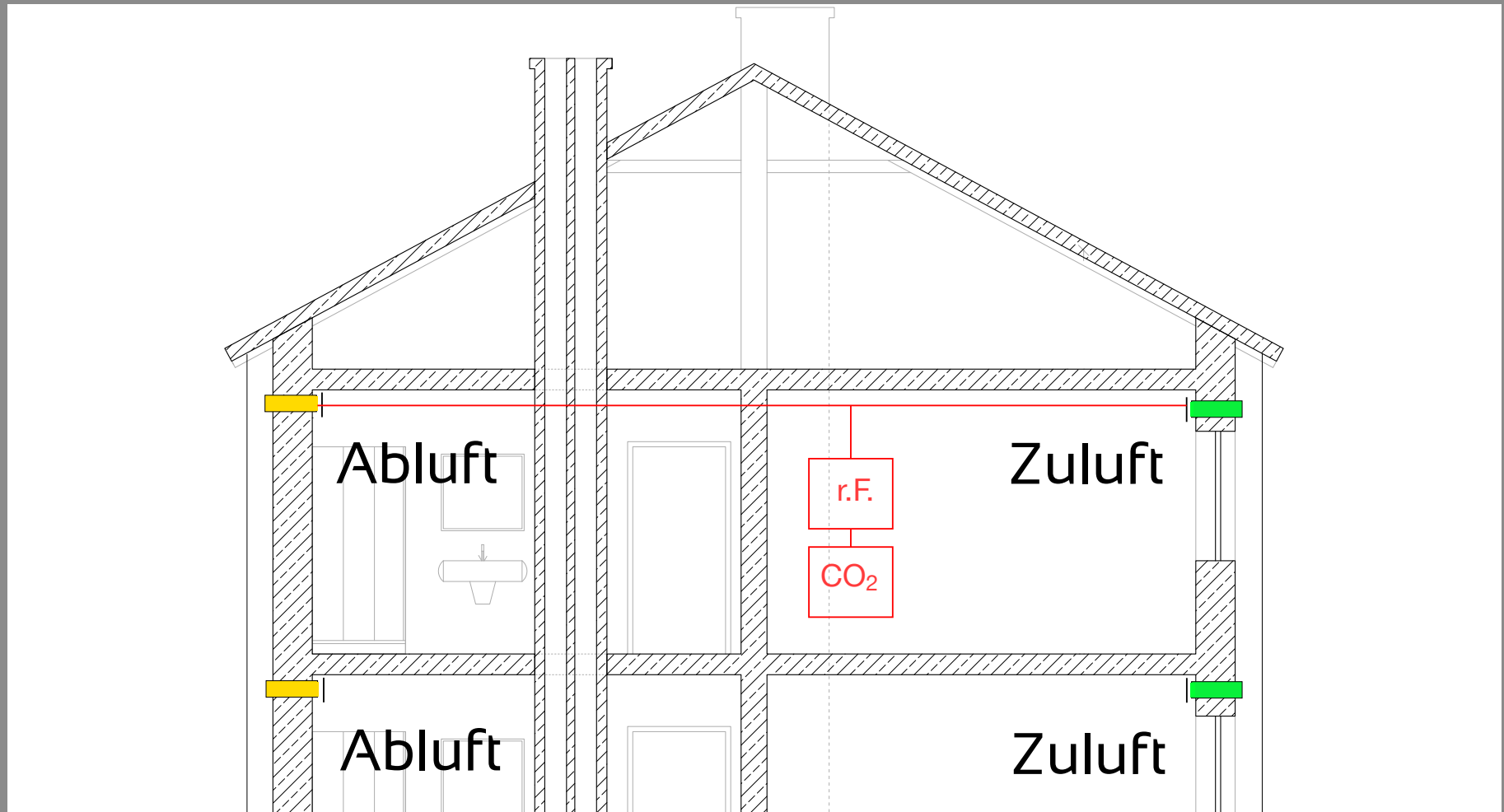
Wasserdampfmenge pro Tag: 4,5 * 4080 g/d = 18.360 g = 18,36 kg

durchschnittliche Feuchteerzeugung in einem 4-Personen-Haushalt :
11 kg/d



Fazit:

- 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 individuell zu planen. Die Luftmengen sind abhängig von der Nutzung einzustellen.
- Viel hilft viel ist nicht unbedingt die beste Wahl.





Hygiene in Lüftungsanlagen:

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



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!