

Lüftung

1	Überblick	114
1.1	Luft, Behaglichkeit, Störgrößen	114
1.1.1	Thermische Behaglichkeit von Räumen	115
1.1.2	Störgrößen für die Behaglichkeit	115
1.2	Arten von Lüftungen	118
1.2.1	Natürliche Lüftung	118
1.2.2	Mechanische Entlüftung	119
1.2.3	Mechanische Be- und Entlüftung	121
1.2.4	Kleinklimaanlagen	123
1.2.5	Großklimaanlagen	123
1.2.6	Unkonventionelle UMES-Methoden	126

2	Vorentwurfsplanung	132	3	Beispiele	166
2.1	Schritt 1: Grundlagen und Systematisierung	133	3.1	Bank Austria in Hirschstetten	166
2.1.1	Lüftungsart/Zonenplan	133	3.2	Autohaus Benda	170
2.2	Schritt 2: Luftmengen	134	3.3	Interunfall in Bregenz	173
2.2.1	Luftmenge zufolge Raumnutzungsprofil	134	3.4	Bürohaus Mörtl	176
2.2.2	Luftmenge für Lüftung und Klimatisierung	136	3.5	Wohnhaus Katharinengasse	180
2.3	Schritt 3: Kanalquerschnitte, Luftführung	139	3.6	AHS Purkersdorf	183
2.3.1	Kanaldimensionierung	139	3.7	Garage Lorenz Mandl-Gasse	186
2.3.2	Rohrtypen	139	3.8	Garage Wienerberg	191
2.3.3	Luftkanalnetz	140	4	Symbole und Plandarstellung	196
2.4	Schritt 4: Lüftungszentrale	141	5	Normenverzeichnis	198
2.4.1	Platzbedarf, Fläche und Raumhöhe	141	6	Quellenverzeichnis	200
2.4.2	Anlagendimension	142			
2.4.3	Lage im Haus	142			
2.4.3.1	Außenluftansaugung und Fortluftausblasung	145			
2.5	Schritt 5: Zusatzüberlegungen	146			
2.5.1	Raumströmung	146			
2.5.1.1	Mischungslüftung	146			
2.5.1.2	Verdrängungslüftung	146			
2.5.1.3	Quelllüftung	147			
2.5.2	Luftauslässe	147			
2.5.2.1	Wandluftauslässe	147			
2.5.2.2	Deckenluftauslässe	147			
2.5.3	Konstruktive Richtlinien und Montage für Kanäle	148			
2.5.4	Wärmerückgewinnung	149			
2.5.5	Erde/Luft-Wärmetauscher, Luftbrunnen	151			
2.5.6	Brand- und Rauchschutz	153			
2.5.7	Schallschutz	153			
2.5.7.1	Schallquellen	154			
2.5.7.2	Geräuschfortpflanzung	154			
2.5.7.3	Geräuschniveau	154			
2.6	Schritt 6: Sonderfälle	155			
2.6.1	Garagenlüftung	155			
2.6.1.1	Arten der Garagenlüftung	155			
2.6.1.2	Erste Grobabschätzung (mechanische Lüftung)	155			
2.6.1.3	Berechnung ON H6003	156			
2.6.1.4	Berechnung Wien, MA36	157			
2.6.1.5	Fortluftleitungen/Ventilator/Schalldämpfer	157			
2.6.1.6	Regelung der Garagenlüftungsanlage	158			
2.6.1.7	Besondere Ausbildungsformen	159			
2.6.1.8	Schleusen	159			
2.6.2	EDV-Anlagenlüftung	160			
2.6.3	Schutzraumlüftung	160			
2.7	Planungsbeispiel Bürohaus	162			
2.7.1	Konventionelle Lüftungsanlage	162			
2.7.2	UMES-Lüftungssystem	163			
2.7.3	UMES/Passivhaus-Frischluftheizung	164			

1.1 Luft, Behaglichkeit, Störgrößen

Lüftungssysteme haben als Hauptaufgabe die Zufuhr von Atemluft und den Abtransport von verbrauchter Luft und Schadstoffen aus dem Raum. Dabei ist es notwendig, dass das System eine gute und gleichmäßige thermische Umgebung mit hoher Luftqualität im Aufenthaltsbereich des Raumes schafft, das heißt, niedrige Luftgeschwindigkeiten, geringe Temperaturgradienten und wenig Luftverunreinigungen.

Abb. 1:
Zusammensetzung
der trockenen Luft

Zusammensetzung der trockenen Luft [Vol%]		
Bestandteil	Formel	Anteil
Stickstoff	N ₂	78,10
Sauerstoff	O ₂	20,93
Kohlendioxid	CO ₂	0,03
Argon und andere Edelgase	Ar	ca. 1%

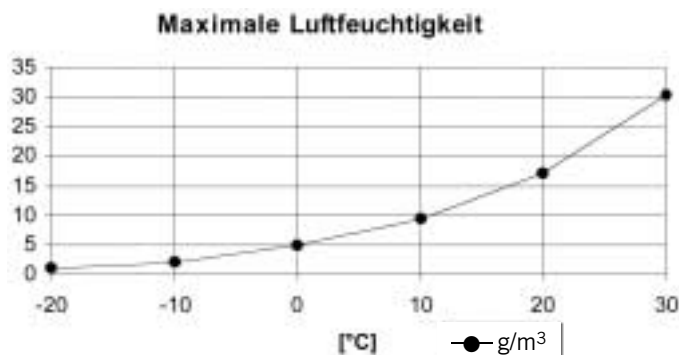
Luft

Unter Luft verstehen wir das die Atmosphäre der Erde bildende Gasgemisch, hauptsächlich Stickstoff und Sauerstoff. Abb. 1

Luft enthält außerdem wechselnde Mengen Wasserdampf, Ozon, Stickoxide, Schwefeldioxid, Abgase, Staub und Schwebstoffe sowie pflanzliche und tierische Mikroorganismen. In Erdnähe ist die Zusammensetzung der Luft im allgemeinen konstant, mit Ausnahme ihres Gehaltes an Wasserdampf, der von der Temperatur abhängt (Luftfeuchtigkeit) und Luftverunreinigungen.

Luftverunreinigungen sind vor allem über Großstädten und Ballungszentren enorm. So ist z. B. der mittlere Staubgehalt in:
Landluft: [mg/m³] 0,05–0,10
Großstadtluft: 0,10–0,5
Industriegebieten: 1,00–3,00 u. höher

Abb. 2: Maximale Luftfeuchtigkeit in Abhängigkeit von der Lufttemperatur



Luftfeuchtigkeit

Die Menge Wasserdampf, die in der Luft als unsichtbares Gas enthalten ist, wird in Gramm H₂O-Dampf je Kilogramm feuchter Luft (spezifische Feuchte, [g/kg]) oder g H₂O-Dampf pro m³ (absolute Feuchte, g/m³) angegeben. Die maximale Feuchte, die Luft aufnehmen kann, ist temperaturabhängig und beträgt bei 20 °C zum Beispiel 17,3 g/m³. Abb. 2

Ist die maximale Feuchte erreicht, gilt die Luft als gesättigt. Vielfach wird die Luftfeuchtigkeit durch den Grad der Sättigung, die relative Luftfeuchtigkeit, beschrieben. Beträgt z. B. bei 20 °C die Feuchte 8,7 g/m³ so ist die relative Luftfeuchtigkeit 50 %. Dieses Maß gibt das Feuchteempfinden des Menschen am besten wieder und lässt sich leicht mit einem Haarhygrometer ermitteln. Der als behaglich empfundene Bereich in Räumen liegt zwischen 30 % und 70 %.

CO₂-Gehalt der Raumluft

Da die Beimengungen von Riech- und Ekelstoffen in der verbrauchten Raumluft nicht bzw. nur schwierig messbar sind, wird der Festsetzung von Grenzwerten meist die Menge der CO₂-Ausscheidung im Raum befindlicher Personen bzw. der CO₂-Gehalt in der Raumluft zu Grunde gelegt.

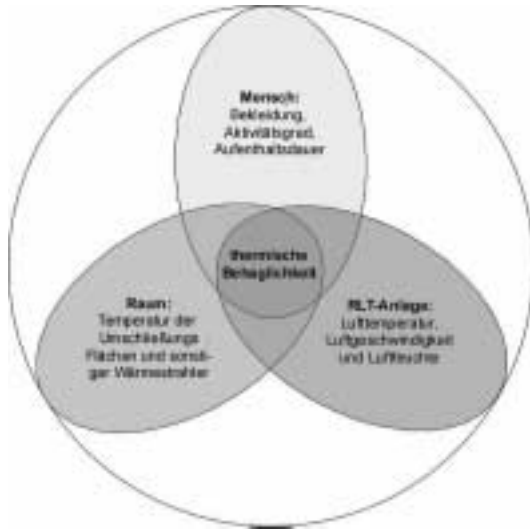
Luftverschmutzung

Die Quellen der Luftverschmutzung sind Industrie, Energiegewinnung, Hausbrand und Verkehr, wobei Verbrennungsprodukte wie Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Stickoxide sowie Ruß und Flugstaub eine Hauptrolle spielen. Die Ausbreitung und Verdünnung der Emissionen in der Atmosphäre wird von meteorologischen Bedingungen wie Windstärke und -richtung, Luftfeuchtigkeit, Thermik und Luftschichtung (Smog), von der Vertikalentfernung der Emissionsquelle zum Erdboden (Schornsteinhöhe), von der Geländeform sowie (bei Stäuben und Aerosolen) von der Teilchengröße bestimmt.

Das Lüftungssystem kann nur insofern auf Luftverschmutzungen reagieren, als Filter und Luftwäscher vorgeschaltet werden und der Planer den Ort der Ansaugöffnung für die Frischluftversorgung genau überlegen muss.

1.1.1 Thermische Behaglichkeit von Räumen

Um thermische Behaglichkeit bzw. Zufriedenheit bei einem möglichst großen Personenkreis zu erreichen, muss eine Anzahl von Einflussgrößen im Aufenthaltsbereich aufeinander abgestimmt sein. Thermische Behaglichkeit ist gegeben, wenn weder wärmere noch kältere Umgebung gewünscht wird (neutrale Temperatur).
Abb. 3



Die wichtigsten Einflussgrößen auf die Behaglichkeit sind:

- Aktivitätsniveau (Wärmeproduktion im Körper)
- Wärmedurchlasswiderstand der Bekleidung
- Lufttemperatur
- Strahlungstemperatur der umgebenden Flächen
- Luftbewegung
- Luftfeuchte

Die Wärmeabgabe des Menschen ist abhängig von seiner Aktivität; je höher der Aktivitätsgrad, umso geringer kann/soll die Raumtemperatur sein. Auch die Art der Bekleidung mit unterschiedlichen Wärmedurchlasswiderständen führen zu unterschiedlichen Raumtemperaturwünschen. Die empfundene Temperatur ist dabei das Mittel aus Strahlungs- und Lufttemperatur, daher sind sowohl die Raumlufttemperatur als auch die mittlere Strahlungstemperatur der umgebenden Flächen zu berücksichtigen.

1.1.2 Störgrößen für die Behaglichkeit

Die auf das Raumklima wirkenden Störgrößen sind:

- Wärmelast als Heiz- und Kühllast (äußere/innere Lasten)
- Stofflast als Feuchtelast (Befeuchtungs- und Trockenlast)
- Schadstofflast (ggf. CO₂-Last)
- Zugluft

Abb. 4

Die Störungen wirken teils von außen auf den Raum bzw. das Gebäude (äußere Lasten), teils vom Rauminnen her (innere Lasten).

Störgröße 1: Wärmelast

Abb. 5

Die **äußere Wärmelast** wird verursacht durch Sonnenstrahlung und die Außenlufttemperaturen.

Hauptsächlich die Sonnenstrahlung ist für den Sommerzustand des Raumklimas von Bedeutung, wobei der Hauptteil der dem Gebäude zugestrahlten Energie von Mai bis September auf die Wände in Richtung Ost über Süd nach West und auf Flachdächer entfällt.

Die **innere Wärmelast** wird verursacht durch Personen, Beleuchtung, technische Einrichtungen.

Kompensation der Wärmelasten:

Alle thermischen Störgrößen, das heißt Wärmelasten, sollen so weit wie möglich durch die Baukonstruktion oder geeignete Wahl der technischen Ausstattung kompensiert werden. (Passive Klimabeeinflussung)

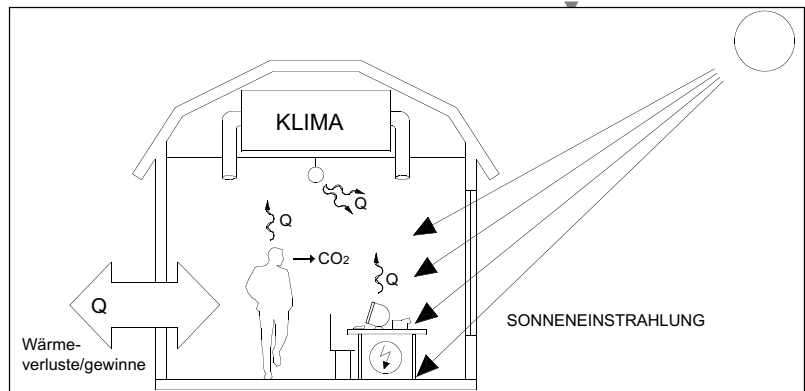
Das gute Raumklima und das Wohlbefinden werden durch äußere und innere Störgrößen beeinträchtigt.

Abb. 3: Einflussgrößen auf die thermische Behaglichkeit

Abb. 4: Störgrößen für die Behaglichkeit



Abb. 5: Äußere und innere thermische Lasten. Äußere Lasten sind die Sonneneinstrahlung und die Wärmeleitung, innere Lasten/Wärmegewinne sind durch Geräteabwärme, Beleuchtung und Personenwärmeabgabe.



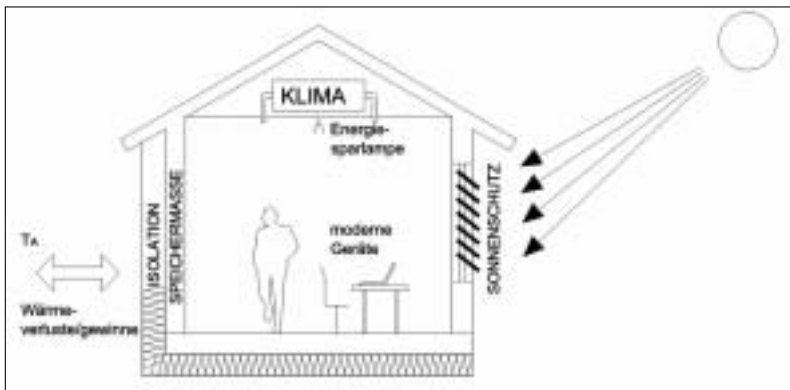
Hier hat der planende Architekt einen maßgeblichen Einfluss auf die Schaffung eines behaglichen Raumklimas und eines energieeffizienten Gebäudes. Die Minimierung der Störgrößen ist im Wesentlichen bestimmt durch:

- g-Werte der Fenster (Sonnenschutz)
- die Wärmeleitung der Bauteile (Wärmedämmung)
- die Wärmespeicherfähigkeit der Bauteile
- die Wahl effizienter Geräte (Computer, Bildschirme - usw.)

Die Architektur und das Raumfunktionsprogramm können zur korrekten Feuchtigkeit beitragen

Abb. 6: Vermeidung, Reduktion und Kompensation der

Der nicht kompensierbare Teil sowie die Wirkung der inneren Störungen müssen durch Heizungen, Lüftungen, Klimaanlage aufgehoben werden. („Aktive“ Klimatisierung) Abb. 6



Wärmelasten

Die als behaglich empfundene Raumtemperatur und relative Luftfeuchtigkeit sind im Sommer und Winter verschieden.

In Aufenthaltsräumen sollte die Raumtemperatur im Sommer immer in der Mitte zwischen Außenluft und 20 °C liegen, im Winter zwischen 20 und 22 °C.

Störgröße 2: Feuchtigkeit

Störende, zu hohe Feuchtigkeit wird von außen über feuchte, schwüle Luft eingebracht. Von innen durch Personen, Pflanzen, Tätigkeiten (Wäschetrocknen) oder freie Wasserflächen (Schwimmbad). Die Wasserdampfabgabe des Menschen ist abhängig von seiner Tätigkeit, liegt aber im Mittel bei 10–20 g/h.

Fehlende Feuchtigkeit bzw. zu trockene Luft kommt in unseren Breiten hauptsächlich im Winter vor, wenn die kalte Außenluft erwärmt und dem Raum zugeführt wird.

Die richtige Feuchtigkeit wird für Lüftungstechnische Anlagen mit Feuchtigkeitsregelung (Be- und Entfeuchtung) in der ÖNORM H 6000 Teil 3 festgelegt. Die obere Grenze liegt bei 11,5 g Wasserdampf je kg trockene Luft bzw. 65 % relative Luftfeuchtigkeit; die untere Grenze wird als 6,5 g Wasserdampf je kg trockene Luft bzw. 35 % relative Luftfeuchtigkeit angegeben.

Abb. 8: Geruchsemissionen nach Fanger

Gute Luftqualität kann nur durch ausreichende Frischluftzufuhr erreicht werden.

Der behagliche Bereich für die empfundene Raumtemperatur und die Luftfeuchte lässt sich am besten in zwei Diagrammen darstellen. Abb. 7

Kompensation/Korrektur der Feuchtigkeit:

Alle Feuchtelasten sollen so weit wie möglich kompensiert werden, zum Beispiel durch abdeckende Rollläden für Schwimmbäder, Wäschetrocknräume mit separater Entlüftung und ähnliche Vorkehrungen.

Fehlende Feuchtigkeit kann über natürliche Maßnahmen eingebracht werden, wie zum Beispiel durch Luftbrunnen mit porösen Rohren, Zimmerbrunnen und ähnliches. Mit Klimaanlage ist das Problem technisch leicht in den Griff zu bekommen, die Luft wird be- oder entfeuchtet.

Störgröße 3: Schadstoffe

Die in einen Raum zugeführte Luft muss neben der Wärme und dem Wasserdampf auch das von den Menschen ausgeatmete CO₂, Geruchsstoffe, aber auch die Luftverunreinigungen, die aus dem Raum bzw. Bauwerk selbst stammen, abtransportieren.

Die Wasserdampfabgabe des Menschen ist abhängig von seiner Tätigkeit, liegt aber im Mittel bei 10–20 g/h.

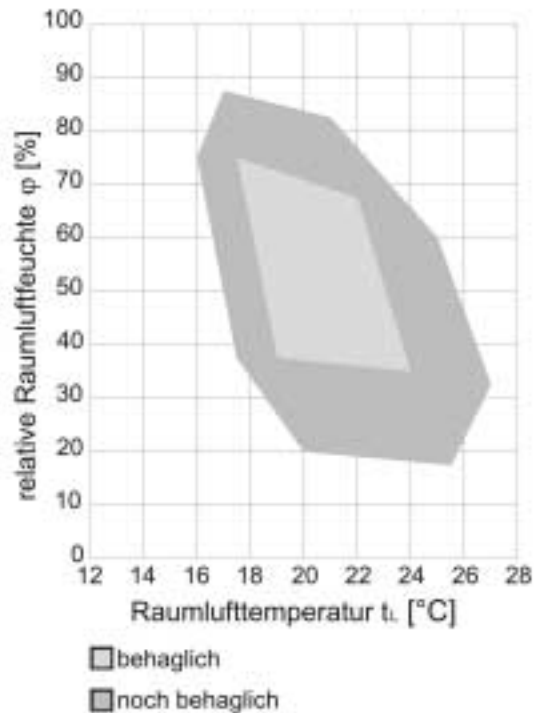
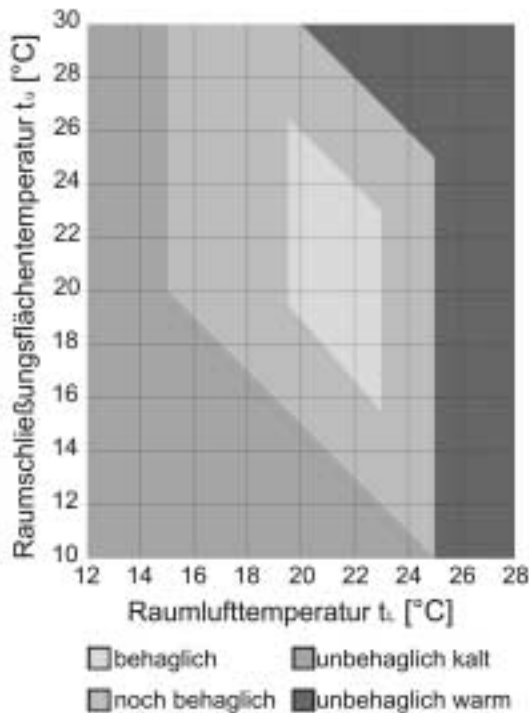
Dass die Geruchsabgabe wohl auch vom Tätigkeitszustand abhängt, zeigt folgende Tabelle: Abb. 8

Person sitzend	1 olf ¹
Kind	2 olf
Gelegenheitsraucher	5 olf
Kettenraucher	25 olf
Athlet im vollen Training	30 olf

Der CO₂-Gehalt der Außenluft liegt heute im Mittel bei 0,033 %, in Ballungsgebieten ist dieser Wert etwas höher. Die ausgeatmete Luft enthält 4 % Kohlensäure, was dem Hundertfachen des Gehaltes in freier Luft entspricht. Eine CO₂-Konzentration von 0,14 Vol. % wird als oberer Grenzwert für Büros und Versammlungsräumen angesehen; es ist jedoch 0,1 Vol. % als noch hygienisch zulässiger Grenzwert für dauernd bewohnte Räume anzustreben.

Um dies zu erreichen, sind als Außenluftfrachten ca. 30 m³/h je Person nötig. Für gute Luftqualität sind aber 50 m³/h je Person erforderlich und in Zimmern, in denen geraucht wird, sind 70 m³/h anzustreben.

¹ Die von einem Menschen abgegebene Geruchsemission wird in olf gemessen. Ein olf wird definiert als der „Geruch eines Menschen mit Standardigenschaften“, das heißt 0,7 mal täglich geduscht, täglich frische Wäsche, sitzende Tätigkeit (= 1 met) und 1,8 m² Hautoberfläche.



◀ **Abb. 7:**
 Behaglichkeitsfeld für
 das Wertepaar Raum-
 lufttemperatur t_L und
 relative Raumluff-
 feuchte φ (nach
 Leusden und Freymark)

Schadstoffe, zum Beispiel CO, entstehen im Raum durch Verbrennen von Gas beim Kochen oder bei der Warmwasserbereitung. Formaldehyd wird aus Holzwerkstoffen (Möbeln) freigesetzt, Klebstoffe und Bauschäume enthalten Lösungsmittel, aber auch die Baustoffe selbst emittieren z. B. radioaktives Radongas. Alle tragen zur Anreicherung der Raumluff mit Schadstoffen bei.

Kompensation/Korrektur der Schadstoffe

Erste Maßnahme ist die Vermeidung von Schadstoffeintrag: keine Gasherde, keine Baumaterialien, die Schadstoffe freisetzen.

Die bei der Nutzung durch Personen eingebrachten Schad- und Geruchsstoffe lassen sich nur durch Lüfterneuerung beseitigen, etwa Querlüftung im Raum, Schachtlüftung, Fensterlüftung usw.

Keinesfalls beseitigt Ozonisierung der Luft die Geruchsstoffe, hierdurch werden nur die Geruchsnerven beeinflusst. Gleiches gilt auch für die s. g. „Luftverschönerung“ durch Sprühmittel.

Störgröße 4: Luftbewegung, Zugluft

Besonders wichtig ist, dass die zugeführte Frischluft keine Zugscheinungen verursacht.

Luftgeschwindigkeit und Lufttemperatur in der Aufenthaltszone der Menschen im Raum

müssen so abgestimmt werden, dass unbeabsichtigte Abkühlungsreize durch Zugluft vermieden werden. Die Anforderungen an die Zugfreiheit hängen u. a. von der Zweckbestimmung des Raumes ab. Die Luftbewegung im Raum vergrößert bei gleichbleibender Raumlufftemperatur die Wärmeabgabe durch Konvektion und Verdunstung. Zug bewirkt also selbst bei warmer Luft eine Kühlung auf der Haut und damit Belästigungen.

Bei Anlagen, die im Sommer kühlen, ist ganz besonders auf eine zugfreie Luftführung zu achten, da kalte Zugluft noch viel unangenehmer empfunden wird als warme Luftströmungen.

Bei der Anordnung der Luftschlitze im Raum ist zu beachten, dass die Zugempfindlichkeit des Menschen bei einer gegen den Nacken oder die Füße gerichteten Luftströmung größer ist als bei einer Luftströmung gegen das Gesicht.

Die zulässige Raumluffgeschwindigkeit hängt von der Raumtemperatur und der Einblastemperatur der Luft ab.

Nur Lüften führt zu guter Luftqualität

Kompensation/Vermeidung von Zug

Dichte Fenster. Wenn eine Lüftungsanlage vorgesehen wird, eine sorgfältige Planung der Luftführung. Besonders geringe Luftgeschwindigkeiten werden zum Beispiel mit Quellluftauslässen, Porendecken und Porenböden erzielt.