

Regelung

Ein Thermostat im Raum steuert bei fallender Temperatur den Nachwärmer, bei steigender Temperatur den Oberflächenkühler, ein Hygrostat im Raum steuert bei fallender Feuchte gleichzeitig oder nacheinander den Befeuchter und Vorwärmer, bei steigender Feuchte den Oberflächenkühler bzw. die Kältemaschine.

Tab. 2.4-11 Luftzustandsdaten – Winterbetrieb

Luftzustand	Zustands- punkt im h,x - Diagramm	Tempe- -ratur θ	Relative Feuchte φ	Spezifische Enthalpie h	Wassergehalt (absolute Feuchte) x
		°C	%	kJ/kg	g/kg _{tr. Luft}
Raumluft	RAL	20	50	38,7	7,4
Taupunkt	T	9,3	100	27,9	7,4
Außenluft	AUL	-15	100	-12,5	1,0
Mischluft	MIL,W	11,2	-	25,9	5,8
Feuchtkugeltempe- ratur der Mischluft	F,MIL	8,4	100	25,9	6,9
Vorwärmer – Aus- tritt	VW,A	17,5	-	32,2	5,8
Feuchtkugel- temperatur nach Vorwärmer	F,VW	11,3	100	32,2	8,4
Befeuchter – Austritt	B,A	13,5	-	32,2	7,4
Luft Eintritt Raum = Zuluft	ZUL,W	27,8	-	46,7	7,4

2.5 Luftführung im Raum

2.5.1 Allgemeine Aspekte

Die Luftführung im Raum wird sehr oft als ein rein technisches Problem angesehen. Sie ist als ein sehr sensibler Punkt in der planerischen Zusammenarbeit zwischen Architekt und Lüftungstechniker zu werten. Folgende Aspekte weisen auf Punkte der notwendigen Koordination und Abstimmung hin und charakterisieren Einflussgrößen auf die Luftführung:

- Gestaltung des Raums (z. B. Abmessungen, bauliche Versperrungen, untergehängte Decken, Doppelböden),

- die Anordnung von Kanälen und Luftdurchlässen (Luftverteiler, Lufteffasser), bauliche und technologische Einrichtungen (Maschinen, Anordnung von Büromöbeln, Sitzreihen),
- einzuhaltende Behaglichkeitswerte (z. B. Luftgeschwindigkeit, Luftturbulenz, Lufttemperatur, akustische Werte),
- Beleuchtung, z. B. Anordnung von Lampen, Tageslicht (Fenster, Oberlichter), Brandschutz (Rauch- und Wärmeabzüge) und
- Anordnung von verglasten Flächen (Heizkörper, öffentbare Fensterflächen).

Aus Tabelle 2.5-1 können die Einflussparameter mit den zu verwendenden Formelzeichen entnommen werden.

Tab. 2.5-1 Einflussparameter auf die Raumströmung

Parameter des Zuluftstrahls	$v_o \equiv v_{ZUL}$ $\Delta\theta_o$ m $A_o(x, y)$ x I_o	Zuluftgeschwindigkeit Unter- oder Übertemperatur am Luftauslass Turbulenzfaktor bzw. Auslasskonstante $K = 1/m$ Form, Lage, Größe und Verteilung der Zuluftöffnungen Lauflänge Strahlimpuls $I_o = \rho \cdot A_o \cdot v_o^2$
Parameter des Raums	B_R, L_R, H_R $h_{ver}(x, y)$ θ_{wand} bzw. θ_w $A_{ABL}(x, y)$	geometrische Abmessungen des Raums Form, Lage und Größe von Versperrungselementen, z. B. bauliche und technologische Einrichtungen, Maschinen u. a. m.) Temperatur der Wände bzw. der Fenster Lage und Verteilung der Abluftöffnungen
Parameter im Raum	$\Phi(x, y)$ T_U v_x θ_a und $\varphi_{D,a}$	Intensität; Lage, Form und Verteilung der Wärme- oder Schadstofflasten (-quellen) Raumturbulenz zulässige Geschwindigkeit in der Aufenthaltszone bzw. am Körper oder an Gegenständen zulässige, durch die Behaglichkeit bestimmte Raumlufttemperatur und Raumluftfeuchte

Zu beachten ist: Nur eine gemeinsame abgestimmte, d. h. integrale Planung, ergibt eine vom Nutzer akzeptierte Lösung. Deshalb sollte auch der Architekt Kenntnisse über grundlegende Gesichtspunkte der Raumströmung besitzen.

Die Raumströmung exakt vorher zu berechnen, ist aufgrund ihrer Komplexität kaum eindeutig realisierbar. Für einfache bzw. bei klar definierten Randbedingungen kann eine Berechnung sowohl manuell als auch über entsprechende numerische Simulationsprogramme erfolgen.

Zweckmäßig erscheinen bei etwas kritischeren Bedingungen Modellversuche (bis zur Nachbildung von 1:50- bzw. 1:1-Lösungen von Teilbereichen).

Zu einer gelungenen Auslegung der Luftführung im Raum gehören grundlegende Kenntnisse der Strömung, praktischen Erfahrungen aus ausgeführten Objekten und auch gestalterische Aspekte bei der Anordnung der Luftkanäle und Luftdurchlässe.

Deshalb werden kurz Begriffe, Grundsätze, Luftführungsarten und Anwendungsbereiche von Luftdurchlässen erläutert.

2.5.2 Begriffe

Grundlegende Begriffe werden kurz charakterisiert, wobei ausführliche Darstellungen z. B. in [2-23, 2-24] und [2-40] zu finden sind.

Freistrah: entsteht bei Luftaustritt mit der Geschwindigkeit v_0 aus einer beliebigen Öffnung, wenn die Strahlausbreitung frei und ohne Beeinflussung durch die Raumbegrenzung oder andere Störungen (z. B. Unterzüge, Beleuchtung, halb hohe Raumabtrennungen) erfolgt (Abbildung 2.5-1).

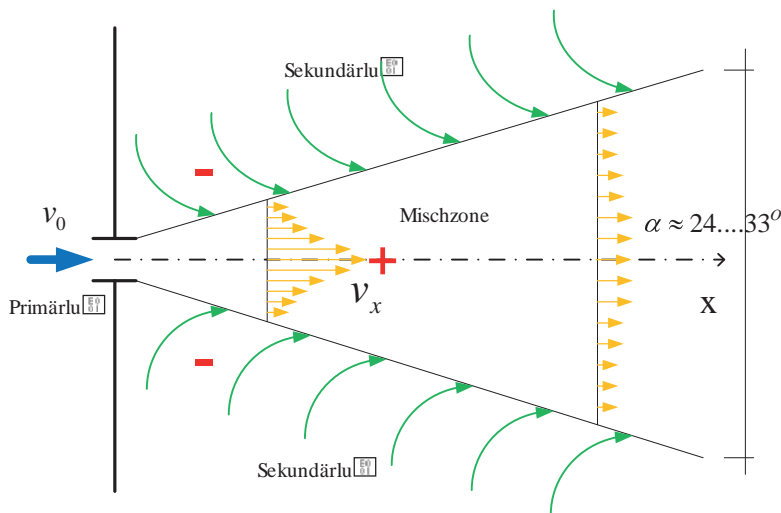


Abb. 2.5-1 Prinzipskizze für einen Freistrah

Wandstrahl: entsteht bei Luftaustritt in unmittelbarer Wandnähe. Er kann annähernd als halber Freistrahл betrachtet werden. Durch den Coanda-Effekt wird der Strahl an die Wand herangezogen (Abbildung 2.5-2).

Raumstrahl: weist Abweichungen vom Verhalten der Freistrahlen auf z. B. infolge von einem begrenzten Raumvolumen, dem Einfluss von Raumbegrenzungswänden, Störfaktoren im Raum (Wärmequellen, Versperrungen) (Abbildung 2.5-3).

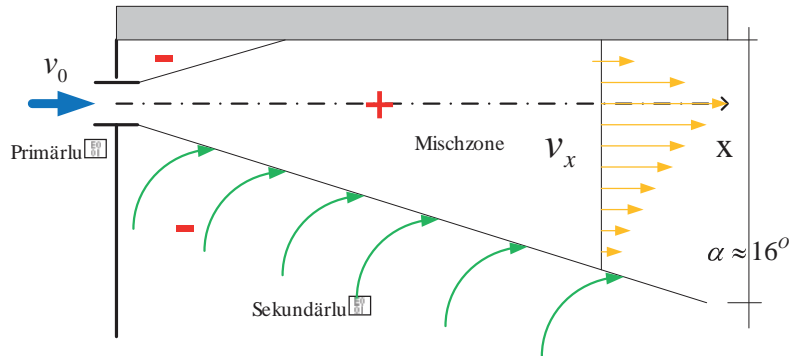


Abb. 2.5-2 Prinzipskizze für einen Wandstrahl

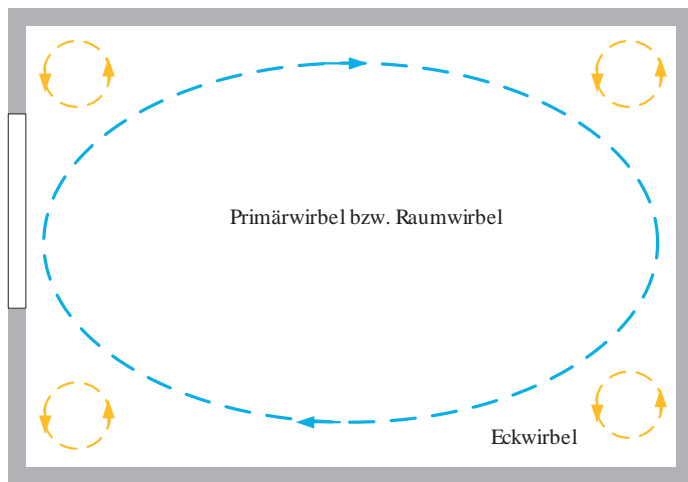


Abb. 2.5-3 Prinzipskizze für einen Raumstrahl (in den Ecken des Raums bilden sich Eckwirbel aus)

Strömungen infolge thermischer Kräfte:

Sind vertikal orientierte Luftbewegungen erwärmter oder abgekühlter Luft. Sie werden durch thermische Kräfte erzeugt und weisen ähnliche Eigenschaften wie mechanisch erzeugte Luftstrahlen auf:

- **Wärmequellen:** Φ_N und/oder Φ_S (s.a. 1.4.2), (Abbildung 2.5-4) oder durch Heizquellen (z. B. Heizkörper, Öfen) (Abbildung 2.5-5) und
- **Wärmesenken:** können vor allem an kalten Flächen entstehen (Fenster, kalte Wandflächen z. B. Außenwand). Sie werden als Kaltluftfall bezeichnet (Abbildung 2.5-6). Dieser tritt mit hoher Wahrscheinlichkeit auf, wenn $\theta_{RAL} - \theta_{o,i} > 4...5K$ ist. Deshalb sollte u. a. auch der Heizkörper unter der kalten Fläche angeordnet werden (s.a. Abbildung 2.5-5).

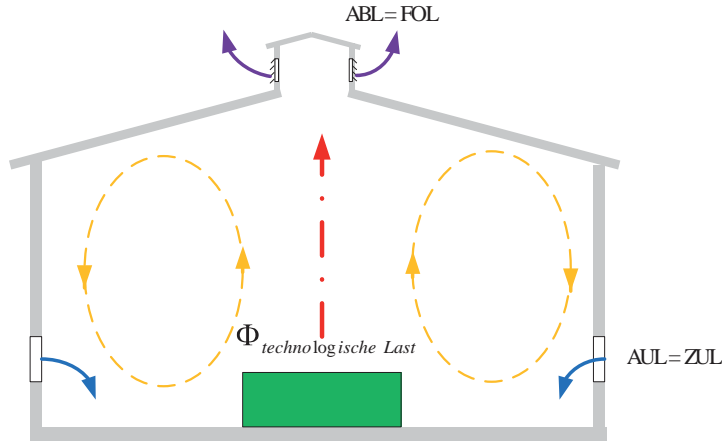


Abb. 2.5-4 Prinzipskizze für thermische Auftriebsströmungen durch innere Wärmequellen

Zu beachten ist: Beim Kaltluftfall kommt es nur zu einer minimalen Zumischung von Raumluft als Sekundärluft. Diese Kaltluft verbleibt aufgrund ihrer höheren Dichte im Bereich des Fußbodens (Kaltluftsee). Diese Tatsache wird im Zusammenhang mit thermischen Auftriebskräften (innere Kühllasten Φ_N , wie z.B. Menschen Φ_p oder Maschinen Φ_M) für die Quelllüftung genutzt (s.a. 2.5.4).

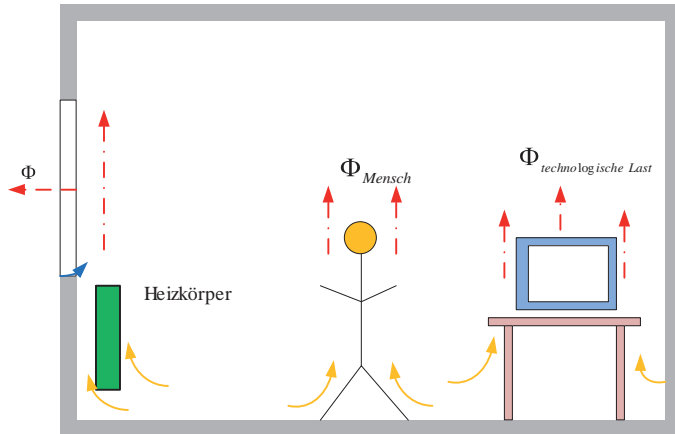


Abb. 2.5-5 Prinzipskizze für thermische Auftriebsströmungen durch einen Heizkörper vor dem Fenster

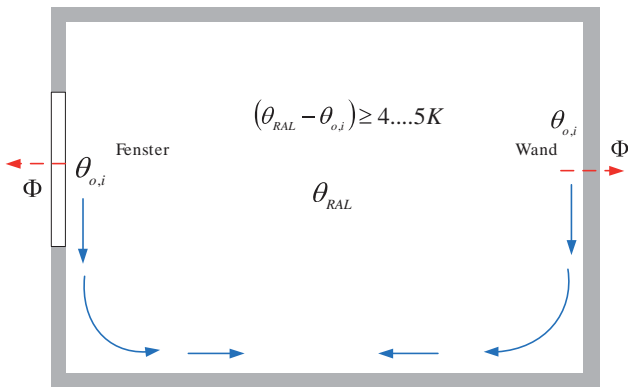


Abb. 2.5-6 Prinzipskizze für den Kaltluftfall an einer kalten Fläche

Drallstrahl: entsteht nach Zuluftöffnungen mit speziellen Drall- und Wirbeleinstellungen. Diese Sonderform eines „Freistrahls“ zeichnet sich durch

- einen großen Temperaturdifferenzabbau $\Delta\theta_o = |\theta_{RAL} - \theta_{ZUL}|$
- einen großen Geschwindigkeitsabbau der Zuluftgeschwindigkeit v_o und
- eine hohe Turbulenz

aus.

Aus Abbildung 2.5-7 ist dies klar erkennbar. Nach einer Lauflänge von ca. $x = 1$ m ist schon eine Reduktion der Zuluftgeschwindigkeit und der Zulufttemperaturdifferenz um 75 % erfolgt und somit können die Luftaustrittsbedingungen am Luftauslass v_o und $\Delta\theta_o$ (unabhängig davon, ob der Wert positiv oder negativ ist, bzw. $>$ oder < 0) größer sein als bei einem Freistrah.

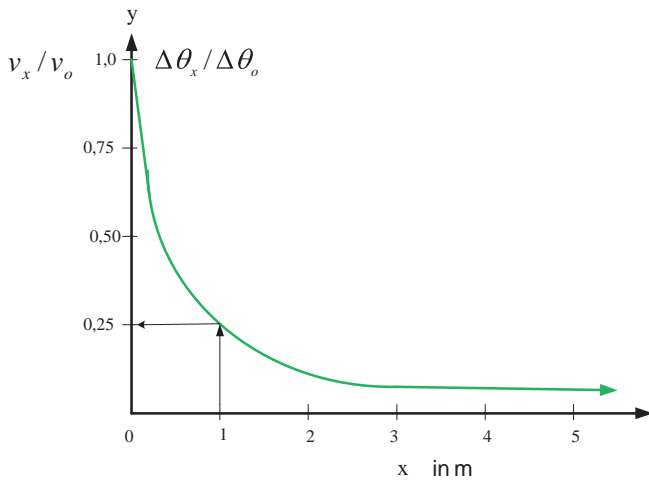


Abb. 2.5-7 Schematische Darstellung des Temperaturdifferenzabbaus und Geschwindigkeitsabbaus bei Drallstrahlen