



## Lindab **Comdif teori**


















Verdrängungsluftauslässe



# Verdrängungsluftauslässe

Comdif

## Verdrängungsluftauslässe

	Typ	Funktionen	Seite
	<b>Einleitung</b>		<b>4</b>
	<b>Zubehör</b>		
			
	<b>CBA</b>		
	<b>CHA</b>		
	<b>CQA</b>		
	<b>CRA</b>		
	<b>CVA</b>		
	<b>CEA</b>		
	<b>CKA</b>		
	<b>CCA</b>		

## Planung der Verdrängungslüftung

	Seite
<b>Einleitung</b>	<b>6</b>

# Verdrängungsluftauslässe

# Comdif



CSC, Kantine, Kopenhagen.

## Lindab Comdif

Die Verdrängungslüftung führt die gekühlte Luft mit niedriger Geschwindigkeit, in Bodennähe, direkt in den Aufenthaltsbereich eines Raumes. Die Luft breitet sich über dem Boden aus und verdrängt die warme, verunreinigte Luft, die durch die Konvektionsströme der Wärmequellen an die Decke geführt wird. Die Luftabfuhr sollte über die Decke erfolgen, wo sich eine warme "verunreinigte" Luftschicht bildet.

Mit Verdrängungslüftung (oder Quelllüftung) erreicht man die höchste Lüftungseffektivität, das bedeutet, dass weniger Kühlleistung benötigt wird oder dass die Kühlwirkung der Außenluft besser genutzt werden kann.

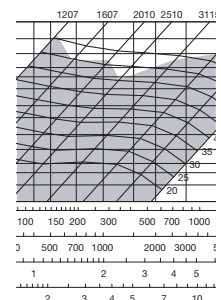
Die Lüftungseffektivität der Verdrängungslüftung ist wegen ihrer Schichtenbildung größer als die der Mischlüftung. Der Unterschied wird größer bei höheren Räumen oder einer größeren thermischen Belastung.

## Flexibilität durch Verdrängungslüftung

Comdif ist ein Sortiment von Luftauslässen für die Verdrängungslüftung. Comdif ist in verschiedenen Designs für jeden Zweck erhältlich und besteht aus einer Druckkammer, einer Düsenplatte, einer Impulskammer und einer Frontplatte.

Die Auslässe sind alle mit einstellbaren Düsen ausgestattet. So ist es möglich, die Geometrie des Nahbereiches zu ändern. Standardmäßig wird die Comdif-Serie mit einer gelochten Frontplatte mit einem freien Lüftungsquerschnitt von circa 38% geliefert.

Die Auslässe sind in besonderen Designs mit mehreren verschiedenen Perforationen, Plattendicken und Materialoptionen erhältlich. Sie können auf Anfrage auch für andere Abmessungen und Geometrien konstruiert werden.



CCA.

# Verdrängungsluftauslässe

# Comdif

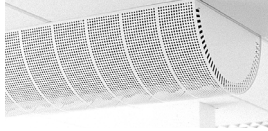
## Design

Siehe Kapitel [Comfort und Design](#)

## Zubehör

Siehe Seite [Zubehör](#)

Typ



**Funktion**  
Zuluft/Abluft

**Größe**

Typ	Perforierter Auslass - halbrund	Perforierter Auslass - halbrund	Perforierter Auslass - Eckeinbau	Perforierter Auslass - rechteckig	Perforierter Auslass - Wandeinbau	Perforierter Auslass - rechteckig	Perforierter Auslass - quadratisch	Perforierter Auslass - rund
<b>CBA</b>		<b>Perforierter Auslass - halbrund</b> mm 1207 1607 2010 2510 3115 4020 5020		<b>Perforierter Auslass - Eckeinbau</b> mm 1207 1607 2010 2510 3115 4020		<b>Perforierter Auslass - rechteckig</b> mm 3010 5010 8010 8020		<b>Perforierter Auslass - Wandeinbau</b> mm 3005 5005 6005 6008 8008
<b>CHA</b>								
<b>CQA</b>								
<b>CRA</b>								
<b>CVA</b>								
<b>CEA</b>								
<b>CKA</b>								
<b>CCA</b>								

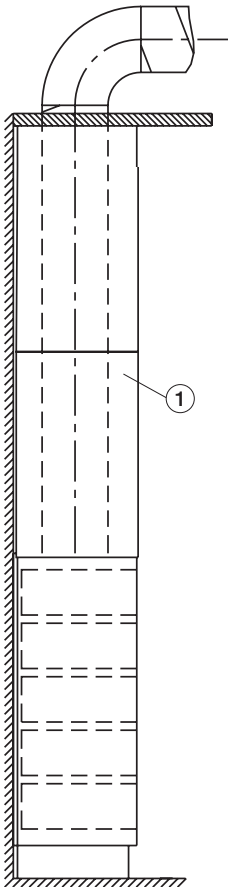


Rohrverkleidung	Anschlusskanal	Sockel	Konsole

# Verdrängungsluftauslässe

# Comdif-Zubehör

## Rohrverkleidung Typ 0



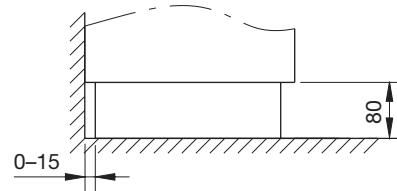
Rohrverkleidungen sind für Verdrängungsauslässe des Typs CBA, CHA und CQA der Größen 1207 bis 3115 erhältlich.

### Typ CHAZ-0, CQAZ-0 & CBAZ-0

Größe	A mm	Max. Raumhöhe mm	Min. Raumhöhe mm	Gewicht kg/m
1207	250	3300	2400	6,0
1607	300	3300	2400	7,5
2010	330	3300	2400	9,5
2510	400	3300	2400	12,0
3115	520	3200	2400	15,0

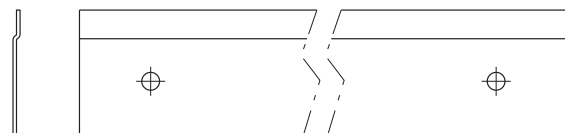
## Sockel CHAZ-2

Der Sockel CHAZ-2 ist in allen Größen für frei stehende Auslässe erhältlich.

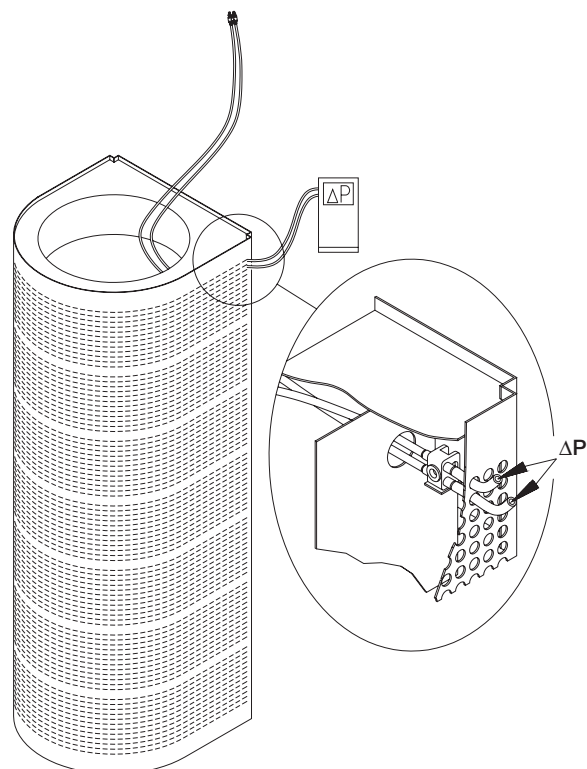


## Konsole CHAZ-3

Die Konsole CHAZ-3 ist in allen Größen für frei stehende Auslässe erhältlich.



Comdif-Auslässe werden mit Messstutzen ausgestattet, die über Schläuche mit einer Messdrossel (FMI, FMDU, DIRU, o.ä.) innerhalb des Lüftungssystems verbunden werden können. Die Stutzen sind hinter den Öffnungen in der Frontplatte angebracht, so dass die Messungen ohne Entfernen der Frontplatte erfolgen können.



# Verdrängungsluftauslässe

## Planung der Verdrängungslüftung

### Verdrängungslüftung

Eine Verdrängungsauslass soll eine bestimmte Luftmenge zuführen, um den Raum ordnungsgemäß zu lüften und gleichzeitig die Anforderungen an Schallpegel, Luftgeschwindigkeit und Temperaturgradienten im Aufenthaltsbereich erfüllen. Damit diese Anforderungen erfüllt werden, sind Planungsrichtlinien erforderlich. Die wichtigsten sind im Folgenden angegeben. Bei der Auswahl eines Luftauslasses sollten die Anforderungen im Zusammenhang mit Druckverlust, Schallpegel und Wurfweite verdeutlicht werden. Diese Daten werden für jedes einzelne Produkt berechnet. Die Auswahl- und Leistungsdaten im Lindab Katalog sind Ergebnisse von Messungen, die im Labor von Lindab mit modernen und genauen Messgeräten vorgenommen wurden. In der Praxis sind die Bedingungen selten so ideal wie in einem Labor, da die bauliche Umgebung, die Möblierung, die Anordnung der Luftauslässe u. a. die Streubreite des Strahlbilds erheblich beeinflussen. Lindab versucht, die Bedingungen in der Praxis mit Prüfungen im Maßstab 1:1 zu testen. Dies ist bei größeren und komplizierteren Projekten oft sehr nützlich.

### Bezeichnungen

$a_{0,2}$	Breite des Nahbereichs	[m]
$b_{0,2}$	Länge des Nahbereichs	[m]
$\epsilon_t$	Thermischer Wirkungsgrad	[-]
$K_{ok}$	Korrekturfaktor für Schalleistungspegel	[dB]
$L_A$	Schalldruckpegel, A-bewertet	[dB(A)]
$L_{WA}$	Schalleistungspegel, A-bewertet	[dB(A)]
$L_{Wok}$	Schalleistungspegel im Oktavband	[dB]
$L_p$	Schalldruckpegel	[dB]
$L_w$	Schalleistungspegel	[dB]
$\Delta L$	Eigendämpfung	[dB]
$D$	Raumdämpfung	[dB]
$\Delta p_t$	Gesamtdruckverlust	[Pa]
$q$	Volumenstrom	[m <sup>3</sup> /h], [l/s]
$t_i$	Zulufttemperatur	[°C]
$t_r$	Raumtemperatur (1,1 m über dem Boden)	[°C]
$t_u$	Ablufttemperatur	[°C]
$\Delta t$	Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Zuluft	[K]
$v_x$	Geschwindigkeit bei Entfernung x von der Mitte des Auslasses	[m/s]

### Senkrechte Temperaturverteilung

Wegen der Strömung mit Schichtenbildung bringt die Verdrängungslüftung eine große Temperaturdifferenz im gesamten Raum mit sich. Bei der Komfortlüftung, bei der die Wärmequellen im unteren Teil des Raumes angeordnet werden, ist der Temperaturgradient, also der Temperaturanstieg pro m (K/m), im unteren Teil des

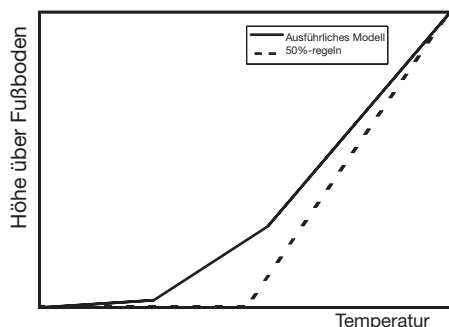


Abbildung 5: Vergleich von Modellen für die Beschreibung der senkrechten Temperaturverteilung

Raumes größer, im oberen Teil kleiner.

Die einfachsten Modelle für die Beschreibung der senkrechten Temperaturverteilung sind die sogenannten „Prozentregeln“.

Die am häufigsten verwendete Regel ist die 50-Prozent-Regel. Bei ihr wird angenommen, dass die Hälfte des Temperaturanstiegs von Zuluft zu Abluft am Boden stattfindet, die andere Hälfte oberhalb im gesamten Raum (siehe Abbildung 5). Dieses Modell ist gut geeignet für eine erste Auswertung der typischsten Räume und Auslässe, aber aufgrund seiner Einfachheit bietet es nicht die angemessene Genauigkeit, um den Temperaturgradienten im Aufenthaltsbereich zu bestimmen.

Lindab empfiehlt den Einsatz eines detaillierteren Modells, das beschreibt, wie der Temperaturgradient von unten nach oben im Raum variiert. Eine Annahme für einen Näherungswert geht davon aus, dass der Temperaturgradient im Aufenthaltsbereich die Hälfte der Temperaturdifferenz zwischen der Raumluft und der Zuluft beträgt. Das Modell basiert auf einer Reihe von Prüfungen im Maßstab 1:1, Faktoren beim thermischen Wirkungsgrad und der Tatsache, dass der Temperaturgradient im unteren Teil des Raums höher als im oberen Teil ist.

### Thermischer Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad bei der Verdrängungslüftung ist auf eine größere Schichtenbildung als bei der Mischlüftung zurückzuführen. Der Unterschied vergrößert sich bei höheren Decken. Die aus dem Raum abgeführte Leistung ist ungefähr proportional zur Temperaturdifferenz zwischen Zu- und Abluft ( $t_u - t_i$ ).

Da bei der Verdrängungslüftung die Ablufttemperatur ( $t_u$ ) höher als die Raumtemperatur ist ( $t_r$ ), kann mit einer höheren Zulufttemperatur ( $t_i$ ) als bei der Mischlüftung dieselbe Leistung aus dem Raum abgeführt werden; bei der Mischlüftung gilt  $t_u \leq t_r$ . Dies bedeutet, dass Kühlleistung eingespart werden kann oder dass es möglich ist, die Kühllast der Außenluft wirksamer einzusetzen.

Die Verdrängungslüftung ist außerdem bei wechselnden thermischen Belastungen zum Teil selbstregulierend, da eine steigende Belastung zuallererst zu einem höheren Temperaturgradienten und damit einer höheren Temperatur an der Decke führt.

Der thermische Wirkungsgrad ist angegeben mit:

$$\epsilon_t = \frac{t_u - t_i}{t_r - t_i} \times 100\%$$

Bei der Verdrängungslüftung gilt  $\epsilon_t > 100\%$  ( $t_u \geq t_r$ ), im Gegensatz zu  $\epsilon_t \leq 100\%$  bei der Mischlüftung ( $t_u \leq t_r$ ). Insgesamt gilt bei der Mischlüftung  $\epsilon_t = 100\%$  ( $t_u = t_r$ ).

### Druckverlust

Die Diagramme zeigen den Gesamtdruckverlust (bei  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ , d. h. die Summe des statischen und dynamischen Druckes bezogen auf einen Auslass (ggf. mit Anschlusskasten) bei Anschluss an einen geraden Luftkanal mit einer Länge von 1 m und den gleichen Dimensionen wie der Auslass.

### Schallpegel

Die Diagramme zeigen den A-bewerteten Schalleistungspegel  $L_{WA}$  bezogen auf den Auslass (ggf. mit Anschlusskasten) bei Anschluss an einen geraden Luftkanal mit einer Länge von 1 m und den gleichen Dimensionen wie der Auslass.

Der Schalldruckpegel ist ein Maß für die wahrgenommenen Druckvibrationen, während der Schalleistungspegel einen Parameter zur Charakterisierung der Schallquelle darstellt. Beide werden normalerweise in der Einheit dB (Dezibel) angegeben.

# Verdrängungsluftauslässe

## Planung der Verdrängungslüftung

### Schalldruckpegel ( $L_p$ )

Ein Maß für die Schallimmission, die vom Ohr wahrgenommen oder mit einem Mikrofon gemessen werden kann. Der Schalldruck ist abhängig vom Abstand zur Schallquelle und vom umgebenden Raum. Er wird in Pascal (Pa) gemessen und gewöhnlich als Schalldruckpegel in Dezibel (dB) oder dB(A) angegeben.

### Schalleistungspegel ( $L_w$ )

Die Leistung, die eine Schallquelle (z. B. eine Maschine) in Form von Schallenergie abgibt. Die Schalleistung wird in Watt (W) gemessen und gewöhnlich als Schalleistungspegel in Dezibel (dB) oder dB(A) angegeben.

Im Katalog von Lindab sind die Schalleigenschaften der Luftauslässe als Schalleistungspegel angegeben.

$$\text{Schalleistungspegel: } L_w = 10 \times \log \frac{N}{N_{re}} \text{ [dB]}$$

Dabei ist N die eigentliche Schalleistung [W], die in Form von Druckschwankungen an die Luft abgegeben wird, und  $N_{re} = 10^{-12}$  W ist der Bezugswert für die Schalleistung.

$$\text{Schalldruckpegel: } L_p = 20 \times \log \frac{P}{P_{re}} \text{ [dB]}$$

Dabei ist P der eigentliche Schalldruck [ $N/m^2$ ], und  $P_{re} = 2 \times 10^{-5}$   $N/m^2$  ist der Referenzwert für den Schalldruck.

Raumdämpfung D [dB] ist die Differenz zwischen dem Schalleistungspegel und dem Schalldruckpegel,

$$L_{w_{ok}} = L_w - D$$

Der A-bewertete Schalleistungspegel,  $L_{wA}$ , wird folgendermaßen in den Schalleistungspegel in den einzelnen Oktavbändern umgerechnet:  $L_{w_{ok}} = L_{wA} + K_{ok}$ ,  $K_{ok}$  ist ein Korrekturwert.  $K_{ok}$  ist für die jeweilige Einheit in einer Tabelle angegeben.

### Eigendämpfung

Die Schalldämpfung wird für jeden einzelnen Auslass angegeben und bezieht sich auf die Verringerung des Schalleistungspegels zwischen Luftkanal und Raum (einschließlich Mündungsreflexion).

### Nahbereich

Der Bereich um den Auslass, in dem die Luftgeschwindigkeit über 0,2 m/s liegt, wird als Nahbereich bezeichnet.

Die Größe des Nahbereichs wird für jeden Luftauslass bei einer Temperaturdifferenz von  $\Delta t = t_r - t_l = 3K$  angegeben. Die Länge ( $a_n$ ) und die Breite ( $b_n$ ) des Nahbereichs gelten für gleichmäßig verteilte thermische Belastungen.

### Planung der Verdrängungslüftung

Die Planung eines Lüftungssystems nach dem Verdrängungsprinzip, das auf der Grundlage von Wärmekräften „arbeitet“ und bei dem die Luft direkt dem Aufenthaltsbereich zugeführt wird, stellt besondere Anforderungen an die Dimensionierung und Anordnung der Luftdurchlässe. Sie sollten im Grunde genommen nie neben einer leistungsstarken Wärmequelle, z. B. einen Heizkörper, platziert werden. Starke Sonneneinstrahlung kann sich ebenfalls störend auf das System auswirken und in einigen Fällen dazu führen, dass es als ein Mischventilationssystem arbeitet. Große, kalte Wand- oder Fensterflächen im Raum können außerdem dazu führen, dass verunreinigte Luft in den Aufenthaltsbereich zurückströmt.

Das System kann nicht zur Heizung eingesetzt werden, daher müssen Heizung und Lüftung getrennt werden. Die Entnahme sollte immer so hoch wie möglich im Raum erfolgen.

Wenn Unsicherheiten in Bezug auf ein Projekt auftreten oder Punkte analysiert werden müssen, bietet Lindab an, die Bedingungen mit Prüfungen im Maßstab 1:1 in der Praxis zu testen. Sie sind bei größeren und komplizierteren Aufgaben oft sehr wertvoll.

### Konvektionsströmung

Die Zuluftströmung sollte mindestens der gesamten Konvektionsströmung im Raum entsprechen (Abbildung 6). Wenn die Zuluftströmung niedriger ist, zieht die Konvektionsströmung verunreinigte Luft von oben in den Aufenthaltsbereich herunter (Abbildung 7).

Die folgenden Faktoren beeinflussen die Konvektionsströmung:

- Form und Oberfläche der Wärmequelle
- Oberflächentemperatur der Wärmequelle
- Konvektiver Anteil der abgegebenen Wärmeleistung
- Mittlere Temperatur des Raumes
- Höhe der verunreinigten Zone im Verhältnis zur Höhe der Wärmequellen im Raum

Die Konvektionsströmung von Personen, Beleuchtung und Maschinen kann anhand der Leistung und der Anordnung der Wärmequellen im Raum bestimmt werden (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2).

Tabelle 1:

Erfahrungsmäßige Konvektionsströmungen für Menschen.

Aktivität	M met	W/Pers.	Volumenstrom l/s	
			1,2 m ü.B.	1,8 m ü.B.
Sitzend, ruhig	1,0	100	8-10	-
Sitzend, aktiv	1,2	130	10-12	-
Stehend, leicht Akt.	1,6	170	-	25-30
Stehend, mittlere Akt.	2,0	200	-	30-35
Stehend, hohe Akt.	3,0	300	-	35-40

Met: Metabolismus, 1 met = 58 W/m<sup>2</sup> Körperoberfläche.

Tabelle 2:

Konvektionsströmungen für verschiedene Wärmequellen.

Wärmequelle	Volumenstrom l/s/W	
	1,2 m ü.B.	1,8 m ü.B.
Tischlampen	0,10	0,20
Deckenbeleuchtung	-	-
Maschinen	0,10	0,20
Sonnenstrahlung	0,11	0,22

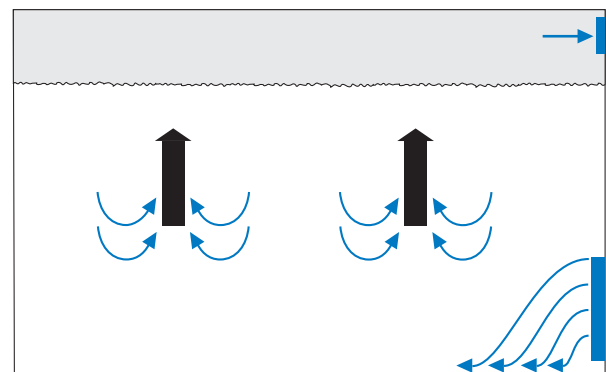


Abb. 6: Verdrängungslüftung mit ausreichender Luftströmung.

# Verdrängungsluftauslässe Planung der Verdrängungslüftung

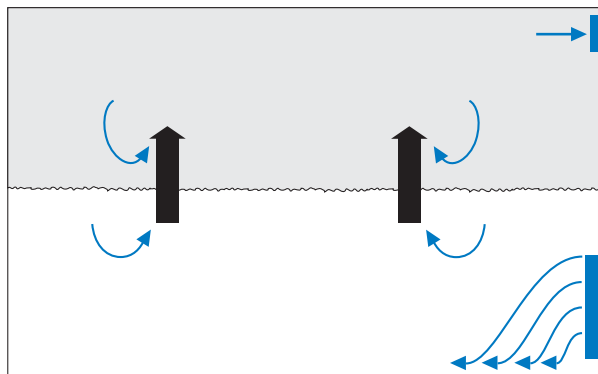


Abb. 7: Verdrängungslüftung mit nicht ausreichender Luftströmung.

## Temperaturgradient

Die Anforderungen an thermischen Komfort im Aufenthaltsbereich beschränken die Größe des Temperaturgradienten. In Tabelle 3 ist der von LindabComfort empfohlene maximale Gradient bei verschiedenen Aktivitätsniveaus angegeben. Außerdem ist die entsprechende maximale Temperaturdifferenz ( $t_r - t_i$ ) beim Einsatz von Lindab COMDIF-Auslässen genannt. Der Temperaturgradient im Aufenthaltsbereich (K/m) kann mit einem kleinen Spielraum auf die Hälfte der Temperaturdifferenz  $t_r - t_i$  (K) festgelegt werden.

Tabelle 3: empfohlene Temperaturgradienten und -differenzen.

Aktivität	Maximaler Temperaturgradient (°C/m)	Maximale Untertemperatur $t_r - t_i$ (°C)
Sitzend, ruhig	1,5	3,0
Sitzend, aktiv	2,0	4,0
Stehend, leichte Akt.	2,5	5,0
Stehend, mittlere Akt.	3,0	6,0
Stehend, hohe Akt.	3,5	7,0

## Nahbereich

Die Größe des Nahbereichs wird für jeden Luftauslass im Katalog angegeben.

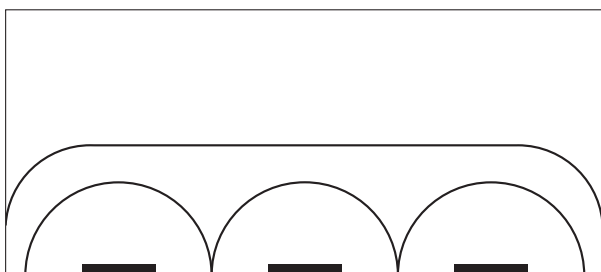


Abb. 8: Auslässe zu dicht platziert, eingeschränkte Induktion.

Eine starke Luftströmung aus einem Auslass kann zu einem zu großen Nahbereich führen (Abbildung 9). Wenn die Luft stattdessen über zwei Auslässe verteilt wird, führt dies zu kleineren Nahbereichen (Abbildung 10).

Um so kleine Nahbereiche wie möglich zu erhalten und so den Raum bestmöglich zu nutzen, sollte die Luftströmung mit so vielen Auslässen wie möglich gleichmäßig im Raum verteilt werden.

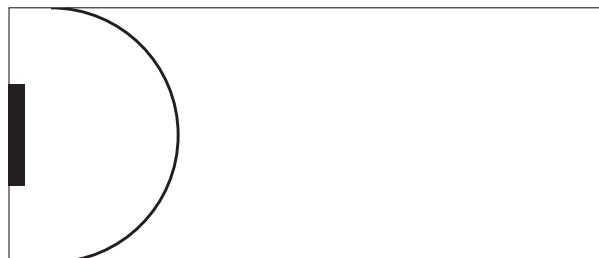


Abb. 9: zu starke Luftströmung aus einem Auslass führt zu einem zu großen Nahbereich

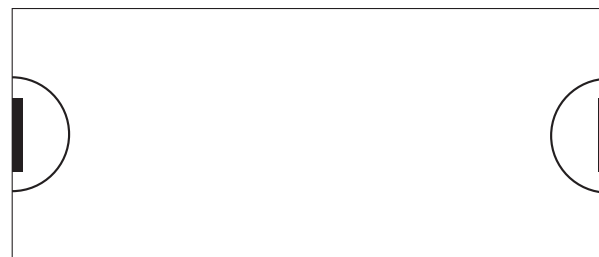


Abb. 10: geringer Volumenstrom pro Auslass, kleiner Nahbereich

## Mehrere Auslässe nebeneinander

Werden mehrere Auslässe dicht nebeneinander platziert, wird der Nahbereich erheblich vergrößert (Abb. 8), da sich zwischen den Auslässen Strahlströmungen bilden können. In einer bestimmten Entfernung von den Auslässen bildet sich hingegen eine kontinuierliche Strahlströmung mit einer nahezu gleichmäßigen Geschwindigkeit. Diese Endgeschwindigkeit hängt von dem gesamten Luftvolumenstrom pro Wandmeter und der Temperaturdifferenz ab. In Abb. 11 kann diese Endgeschwindigkeit abgelesen werden.

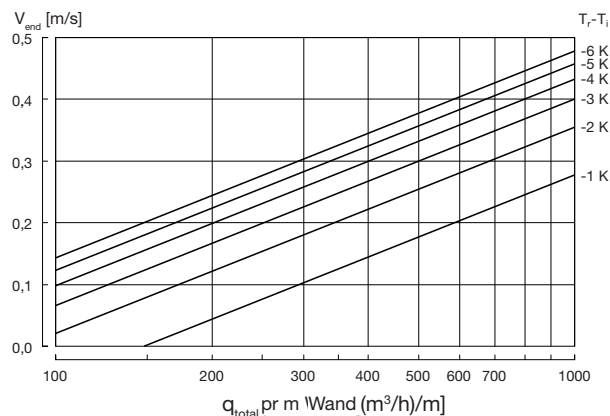


Abb. 11: Endgeschwindigkeit bei kontinuierlicher Strahlströmung.



# Verdrängungsluftauslässe

## Planung der Verdrängungslüftung

### Abgeführte Kühllast

Um die abgegebene Kühllast zu berechnen, die durch ein Verdrängungssystem aus dem Raum abgeführt werden kann, muss die Temperaturdifferenz  $t_u - t_i$  bekannt sein (abhängig von der thermischen Belastung, der Deckenhöhe und der Temperaturdifferenz ( $t_r - t_i$ )). Für die Berechnung des thermischen Wirkungsgrades und der notwendigen Temperaturdifferenz  $t_u - t_i$  werden bei Wärmequellen im Deckenbereich (z.B. Beleuchtung) 50% der abgegebenen Leistung berücksichtigt.

Aus Abb. 12 kann der thermische Wirkungsgrad  $\epsilon_t$  für verschiedene Kombinationen aus Deckenhöhe und Wärmelast abgelesen werden.

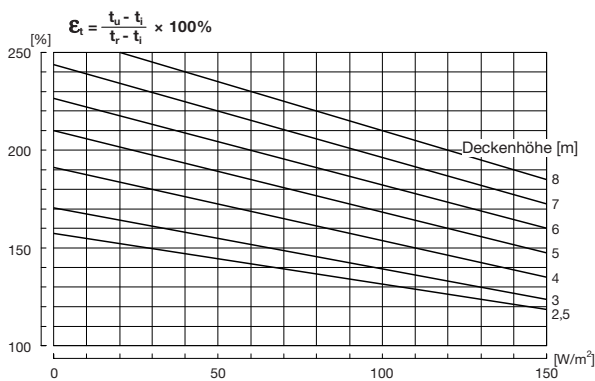


Abbildung 12: thermischer Wirkungsgrad.

### Berechnungsbeispiel

Raum:  $L \times B \times H = 10 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 4 \text{ m}$

Thermische Belastung:

10 Personen, sitzend aktiv ( $10 \times 130 \text{ W}$ ) = 1300 W (22 W/m<sup>2</sup>)

10 Tischlampen mit jeweils 60 W ( $10 \times 60 \text{ W}$ ) = 600 W (10 W/m<sup>2</sup>)

10 Rechner mit jeweils 100 W ( $10 \times 100 \text{ W}$ ) = 1000 W (17 W/m<sup>2</sup>)

Summe = 2900 W (48 W/m<sup>2</sup>)

Mindestluftvolumenstrom (aus Tabelle 1 und Tabelle 2):

$q_{\text{min}} = 10 \text{ Pers.} \times 11 \text{ l/s/Pers.} + 10 \text{ Tischlampen} \times 60 \text{ W/Tischlampen} \times 0,1 \text{ l/s/W} + 10 \text{ Rechner} \times 100 \text{ W/Rechner} \times 0,1 \text{ l/s/W} = 270 \text{ l/s}$

Erforderliche Temperaturdifferenz ( $t_u - t_i$ ):

$$t_u - t_i = \frac{2900 \text{ W}}{\frac{270 \text{ l/s}}{1000 \text{ l/m}^3} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1007 \text{ J/kg/K}} = 8,9 \text{ K}$$

Aus Abb. 12 kann der thermische Wirkungsgrad abgelesen werden mit  $\epsilon_t = 178\%$  bei einer Deckenhöhe von 4 m und einer Wärmebelastung von 48 W/m<sup>2</sup>. Infolgedessen kann die Temperaturdifferenz  $t_r - t_i$  mit der folgenden Formel bestimmt werden:

$$\epsilon_t = \frac{t_u - t_i}{t_r - t_i} \Leftrightarrow t_r - t_i = \frac{t_u - t_i}{\epsilon_t} = \frac{8,9 \text{ K}}{1,78} = 5 \text{ K}$$

Dies ergibt im Aufenthaltsbereich einen Temperaturgradienten von 2,5 K/m (da der Temperaturgradient im Aufenthaltsbereich auf die Hälfte der Kühllast  $t_r - t_i$  festgelegt werden kann). Lindab empfiehlt einen Temperaturgradienten von <2 K/m, daher sollte der Volumenstrom erhöht werden. Ein Temperaturgradient von 2 K/m ergibt  $t_r - t_i = 4 \text{ K}$ , und bei einem unveränderten thermischen Wirkungsgrad von 178 % beträgt die akzeptable Temperaturdifferenz  $t_u - t_i = 7,1 \text{ K}$ . Um die thermische Belastung von 2900 W zu entfernen, muss der Volumenstrom auf folgenden Wert erhöht werden:

$$q = \frac{2900 \text{ W}}{7,1 \text{ K} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1007 \text{ J/kg/K}} \times 1000 \text{ l/m}^3 = 337 \text{ l/s}$$



Die meisten von uns verbringen den Großteil ihrer Zeit in Innenräumen. Das Innenraumklima ist entscheidend dafür, wie wir uns fühlen, wie produktiv wir sind und ob wir gesund bleiben.

Wir bei Lindab haben uns deshalb zum vorrangigen Ziel gesetzt, zu einem Raumklima beizutragen, das das Leben der Menschen verbessert. Dafür entwickeln wir energieeffiziente Lüftungslösungen und langlebige Bauprodukte. Wir wollen auch zu einem besseren Klima für unseren Planeten beitragen, indem wir auf eine Weise arbeiten, die sowohl für die Menschen als auch die Umwelt nachhaltig ist.

[Lindab | Für ein besseres Klima](#)