



# Lindab Düsenrohre



Lindab	1
Comfort und Design	2
Produktübersicht und Symbole	3
Grundlagen	4
Deckendurchlässe	5
Sicht- / Industriedurchlässe	6
Anschlusskästen	7
Wanddurchlässe	8
Düsen	9
<b>Düsenrohr Ventiduct</b>	<b>10</b>
Lüftungsgitter	11
Verdrängungsluftauslässe	12
Außenluft- u. Überströmeinheiten	13
Lüftungsventile	14
Index	15
	16
	17
	18



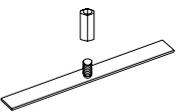
# Lindab Düsenrohre

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18

## Düsenrohre

	<b>Typ</b>	<b>Funktionen</b>	<b>Seite</b>
	<b>VSR</b>		<b>395</b>

## Düsenrohre - Zubehör

	<b>Typ</b>	<b>Funktionen</b>	<b>Seite</b>
	<b>Zubehör</b>		<b>401</b>



# Lindab Düsenrohre



Bürogebäude, Kopenhagen

## Lindab Düsenrohre

Das Düsenrohrsystem Ventiduct VSR besteht aus speziellen Rohren mit einer großen Anzahl kleiner, gezogener Düsen zur Luftverteilung. Sein Einsatzgebiet ist die kontrollierte Zuführung und Verteilung gekühlter Luft; die variable Konzeption erlaubt vielfältige Einsatzmöglichkeiten von Industrie- bis zu Komfortanwendungen.

Für die sichtbare Installation technischer Komponenten und zur ausdrucksstarken Gestaltung anspruchsvoller Architektur bietet das VSR-System ein ideales Design.

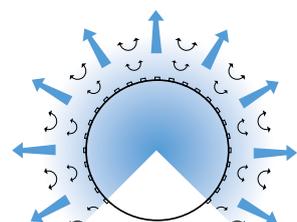
## Lüftungsprinzip

Das Lüftungsprinzip von Ventiduct beruht auf einer Form der aktiven thermischen Verdrängungsströmung. Dies bedeutet, es entstehen aufwärts und abwärts gerichtete Luftströme im Raum, welche sowohl durch das Düsenrohr als auch durch die Wärmequellen verursacht werden.

## Funktion

Durch die über die gesamte Länge vom Ventiduct verteilten Düsen strömt die gekühlte Zuluft (bis ca. -10 K) unterhalb der Decke ein, vermischt sich mit der Raumluft durch Induktion und setzt so große Mengen an Luft langsam in Bewegung. So wird die warme und verunreinigte Raumluft aus der Aufenthaltszone verdrängt, ohne dass dabei Zugscheinungen verursacht werden.

Das Ventiductsystem kann somit eine höhere Kühllast mit einer geringeren Luftmenge abführen als konventionelle Systeme. Es hat zudem einen großen dynamischen Bereich, der es ermöglicht, den Volumenstrom zwischen ca. 30 und 100 % zu regulieren.

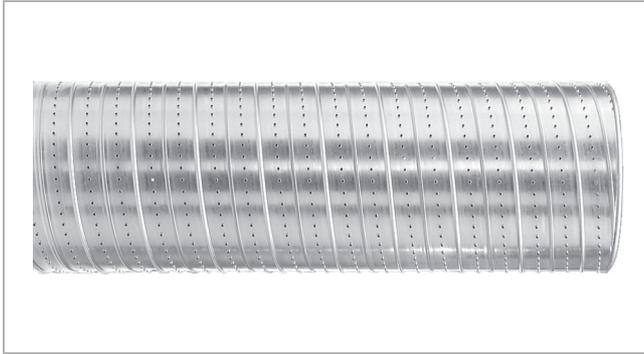


Lindab Düsenrohr - Querschnitt



# Düsenrohr Ventiduct

# VSR



## Beschreibung

Ventiduct ist ein Belüftungssystem bestehend aus speziellem Wickelfalzrohr, welches über die gesamte Länge mit einer großen Anzahl kleiner Düsen versehen ist, die in die Rohrwand gepresst werden. Es ist, je nach Anforderung, in Dimensionen zwischen 200 mm und 500 mm, mit variierender Standarddüsenanordnung zwischen 90° und 300°, einer geteilten Düsenanordnung von 2 x 90° oder als inaktives Blindstück ohne Düsen erhältlich. Die Standardlänge (und Maximallänge) eines Rohres beträgt 3000 mm. Die Rohre haben einen speziellen Falz, welcher höher ist als die einzelnen Düsen und verhindert, dass diese beim Transport beschädigt werden. Die Ventiduct-Blindstücke können sowohl als Wickelfalz- oder als Längsfalzrohr eingesetzt werden. Das Ventiduct System kann in stahlverzinkt oder lackiert bzw. pulverbeschichtet in RAL-Farbtönen geliefert werden. Das System sollte vorzugsweise für die Einbringung von gekühlter Zuluft eingesetzt werden. Es ist kompatibel mit LindabSafe und kann mit Standard Bauteilen wie Bögen, T-Stücken, Nippeln, Drosselklappen usw. verbunden werden.

- Hohe Kühlwirkung
- Großer Dynamikbereich (30 bis 100 %)
- Formstabil bei variablen Volumenströmen
- Hohe Induktionsrate und gleichmäßige Luftverteilung
- Kurze Wurfweite und geringe Luftgeschwindigkeiten
- Unauffälliges Auslassdesign
- Einfache Montage

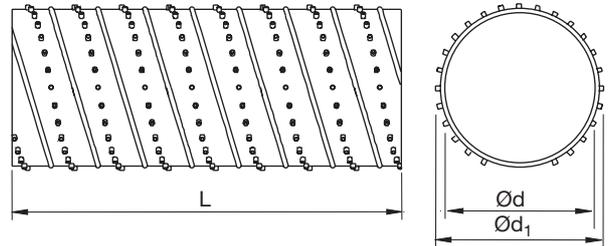
## Schnitt eines Düsenrohrs



## Bestellbeispiel

Produktbezeichnung	VSR	aaa	b	cccc	d
Typ					
Ød					
Düsenanordnung					
Länge in mm					
<b>Oberfläche</b>					
0 Galvanisiert					
1 Pulver beschichtet (RAL-Nummer angeben)					

## Dimensionen

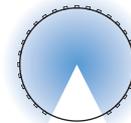


Ød mm	Ød1 mm	L mm	Gewicht kg
200	212	3000	4,5
250	262	3000	5,4
315	327	3000	6,9
400	412	3000	8,6
500	512	3000	10,9

## Düsenanordnung

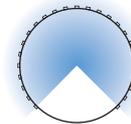
## Bestellcode

300°



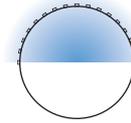
300

270°



270

180°



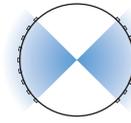
180

90°



090

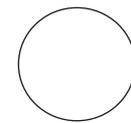
2 x 90°



2 x 90

## Blindstück ohne Düsen:

spiralfalzt:  
längsfalzt:



000  
001

Blindstücke sind mit dem speziellen Ventiduct-Wickelfalz ausgestattet und gleichen optisch einem Düsenrohr ohne Düsen.

Alternativ kann z. B. auch längsfalztes Rohr als Blindstück verwendet werden, um eine Kontrast-wirkung zu erzielen.

# Düsenrohr Ventiduct

VSR

## Strahlbild

Mit Ventiduct Düsenrohren kann man verschiedene Strahlbilder erzeugen. Die Einblasrichtung „abwärts“ erzeugt immer die größte Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich und wird deswegen meist für Industriebereiche verwendet. Wahlweise kann, abhängig von der gewünschten Strömungsform und den konkreten Parametern, zudem „horizontal“ und „aufwärts“ eingeblasen werden.

### Strahlbild „aufwärts“

Bei der Einbringung von Luft mit Untertemperatur mischt sich beim Strahlbild „aufwärts“ die kühlere Zuluft mit der wärmeren Raumluft bereits kurz nach Austritt an den Düsen. Die eingebrachte Luft deckt hierbei einen typischen Bereich von ca. 2 – 4 m Breite direkt unter dem Zuluftstrang ab. Abhängig vom gewünschten Volumenstrom kann eine Düsenanordnung zwischen 90° und 300° gewählt werden. Der Montageabstand von der Raumdecke bis zur Oberkante des Rohres sollte mindestens 200 mm betragen, da sonst die Decke verschmutzt werden könnte.

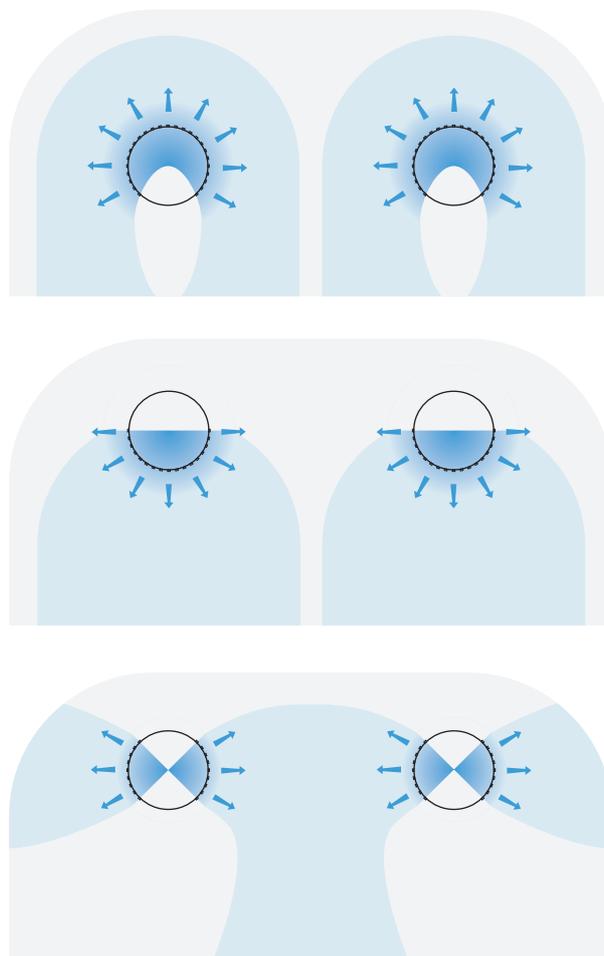
### Strahlbild „abwärts“

Bei nach unten gerichteter Düsenanordnung – dem Strahlbild „abwärts“ – vergrößern die thermischen Kräfte (bei Kühlung) sowie die dynamischen Kräfte (Einblasgeschwindigkeit) die Luftgeschwindigkeit in der Aufenthaltszone. Das bedeutet, dass in der Aufenthaltszone größere Luftgeschwindigkeiten erreicht werden. Diese Anordnung empfiehlt sich, wenn man eine stabile, gerichtete Luftströmung erreichen möchte und weiß, dass man die erhöhte Geschwindigkeit im Aufenthaltsbereich akzeptieren kann. Dies ist z.B. bei vielen Industrieanwendungen der Fall. Zur Ausführung kommt hier eine Düsenanordnung von 90° bis 300°, je nach gewünschtem Volumenstrom.

### Strahlbild „horizontal“

Bei seitlich gerichteter Düsenanordnung – dem Strahlbild „horizontal“ – bilden sich Strahlen, die eine Mischluftströmung im Raum erzeugen. Abhängig von den verschiedenen Parametern entsteht die maximale Luftgeschwindigkeit in der Aufenthaltszone meist auf Grund der thermischen Belastung, der Strahlgeschwindigkeit oder einer Kombination aus beiden. Bei geringen Zuluftgeschwindigkeiten (geringer Volumenstrom oder großen Rohrdimensionen/Düsenmuster) nähert man sich einer Form von impulsarmer Einströmung wie beim Strahlbild „aufwärts“. Die seitliche Düsenanordnung kann gegebenenfalls auch eingesetzt werden, wo man bewusst eine Durchströmung des Raumes nach dem Mischlüftungsprinzip wünscht und wo man deshalb nicht das Strahlbild „aufwärts“ nutzt. Hier kann die geteilte Düsenanordnung 2 x 90° verwendet werden.

## Strahlbild



### Empfohlene Arbeitsbereiche für Ventiduct

Die aufgeführten Werte sind Richtwerte und sollten mit Umsicht verwendet werden. Zuluftvolumenstrom, Untertemperatur, Strangschema und Düsenanordnung haben einen großen Einfluss auf die resultierende Geschwindigkeit im Aufenthaltsbereich. Für konkrete Anwendungsfälle führt Lindab gerne eine Datenberechnung für Sie durch.

Strahlbild	aufwärts	abwärts	horizontal
Installationshöhe [m] *	2,5–5,0	3,0–8,0	2,5–5,0
Mindestabstand zur Decke [m] **	0,2	0,1–0,2	0,1
$\Delta t (t_1 - t_r)$ [K]	-1..-10	-1..-6	-1..-8

\* Abstand zwischen Fußboden und Rohrunterkante

\*\* Abstand zwischen Rohroberkante und Decke.

# Düsenrohr Ventiduct

VSR

## Technische Daten

### Max. Volumenstrom pro Rohrmeter (m<sup>3</sup>/h)

Ød	Düsenanordnung			
	90°	180°/2x90°	270°	300°
200	45	95	140	155
250	60	115	175	195
315	75	150	220	245
400	95	190	280	315
500	115	235	350	390

### Max. Gesamtrohrlänge (m)

Ød	Düsenanordnung			
	90°	180°/2x90°	270°	300°
200	14	7	5	4
250	17	8	6	5
315	21	11	7	6
400	27	14	9	8
500	34	17	11	10

### Schalleistungspegel L<sub>W</sub> (dB) = L<sub>WA</sub> + K<sub>ok</sub>

Ød	125	250	500	1K	2K	4K	8K
200	-7	0	1	-6	-15	-21	-27
250	-5	1	-1	-5	-11	-18	-22
315	1	2	-2	-4	-11	-16	-19
400	-1	-1	-3	-4	-9	-14	-17
500	4	0	-3	-4	-9	-16	-14

## Technische Daten

### Geschwindigkeit im Aufenthaltsbereich

Die Geschwindigkeit im Aufenthaltsbereich ist das Ergebnis der Strahlgeschwindigkeit und der thermischen Luftströmungen im Raum. Bei dem Strahlbild „aufwärts“ ist die maximale Geschwindigkeit abhängig von der Temperaturdifferenz  $t_i - t_r$ . Das beste Ergebnis wird erzielt unter Verwendung der größtmöglichen Luftmenge je Rohrmeter (siehe auch nebenstehende Tabelle).

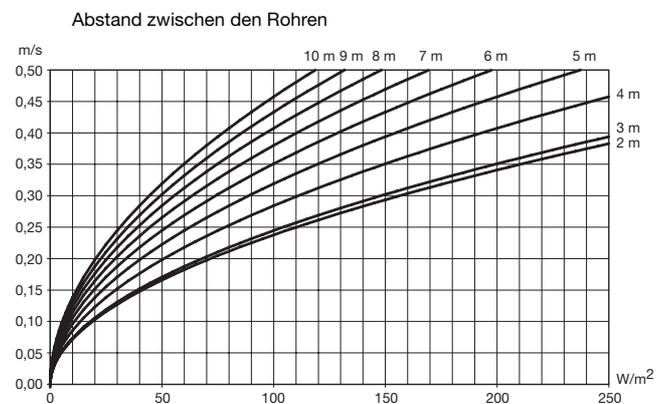
In Abhängigkeit von der thermischen Belastung (W/m<sup>2</sup>) und dem Rohrabstand zueinander, kann die resultierende Geschwindigkeit im Aufenthaltsbereich überschlagsmäßig nachstehendem Diagramm entnommen werden.

Die thermische Belastung in W/m<sup>2</sup> bezieht sich auf die aktiv belüftete Fläche.

#### HINWEIS:

Das Diagramm gilt bei Strahlbild „aufwärts“ mit maximalem Volumenstrom pro Meter Düsenrohr und einem Abstand zur Raumdecke von >4 x ød.

Weitere technische Informationen oder eine detaillierte Berechnung auf Anfrage.



Weitere Informationen erhalten Sie auf Anfrage.

# Düsenrohr Ventiduct

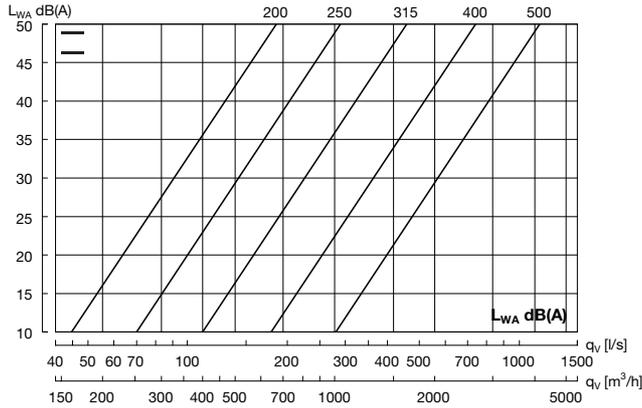
VSR

## Technische Daten

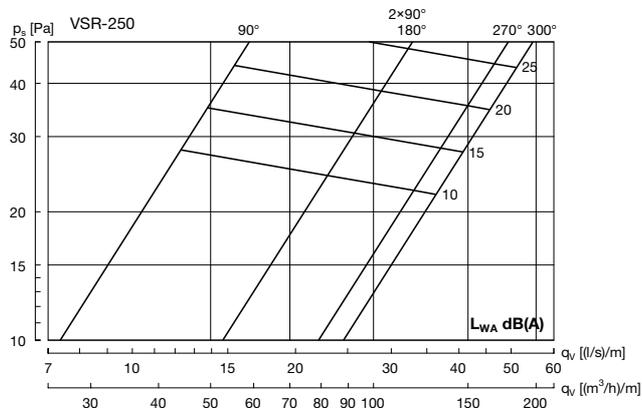
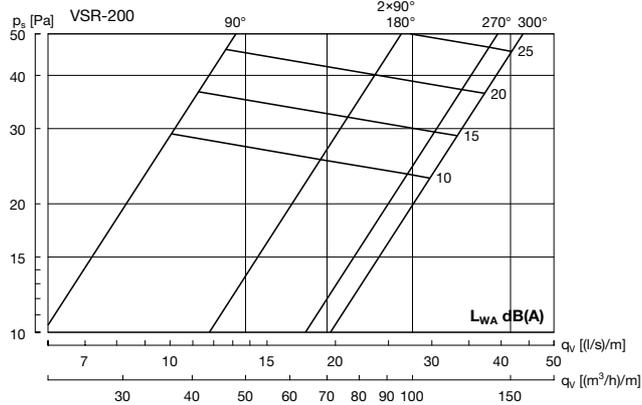
### Druckverlust und Schalleistungspegel

Um den resultierenden Gesamtschalleistungspegel  $L_{WA}$  Gesamt bei Ventiduct zu berechnen, müssen der Schalleistungspegel der Düsen  $L_{WA}$  Düse und der Schalleistungspegel des Strömungs-rauschens  $L_{WA}$  Rohr logarithmisch addiert werden.

### Strömungsrauschen im Rohr



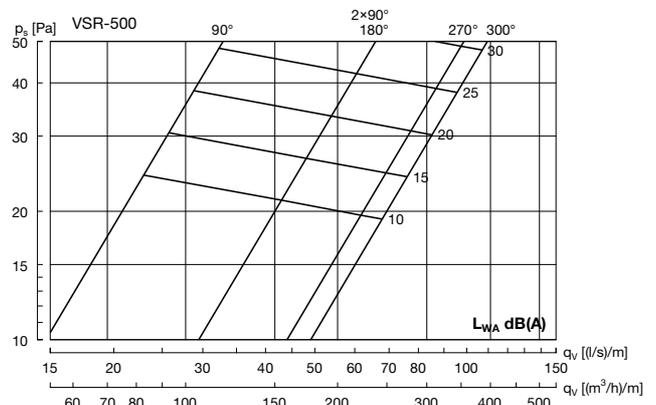
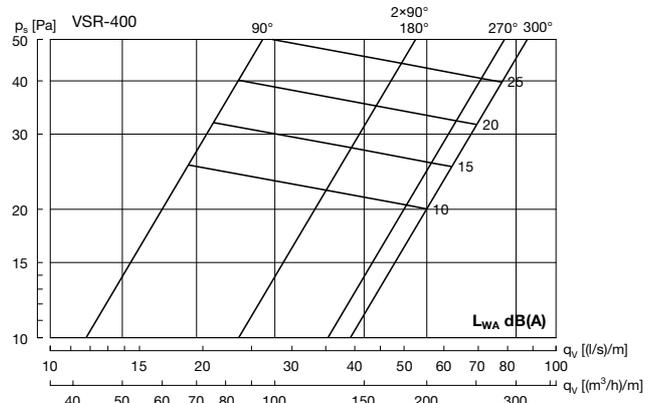
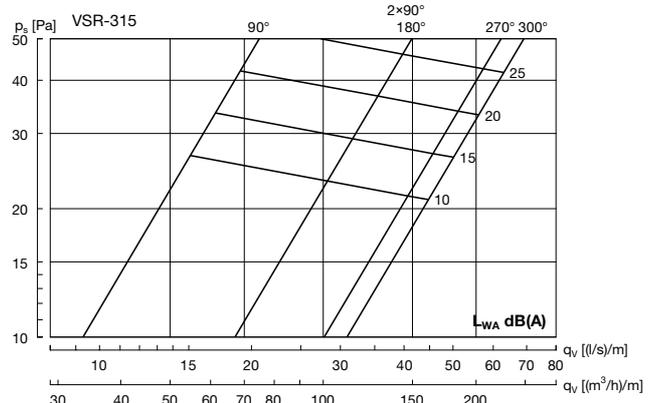
### Schalleistungspegel der Düsen



Die Schalleistungspegel  $L_{WA}$  Düse [dB(A)] beziehen sich auf ein Rohr von 1 m Länge.

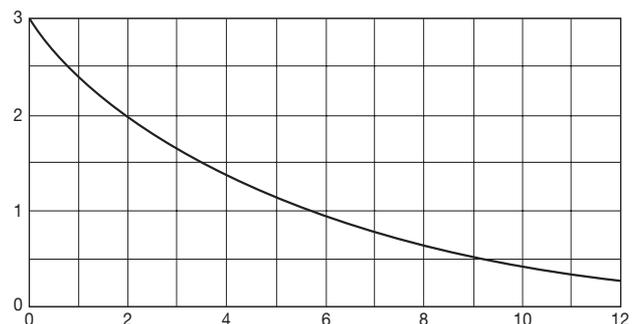
Korrektur für abweichende Rohrlängen

Länge m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
Korrektur	0	2	3	4	5	6	7	8



### Addition der Schallpegel von Düsen und Düsenrohr:

Differenz, die zum höchsten dB-Wert addiert wird:



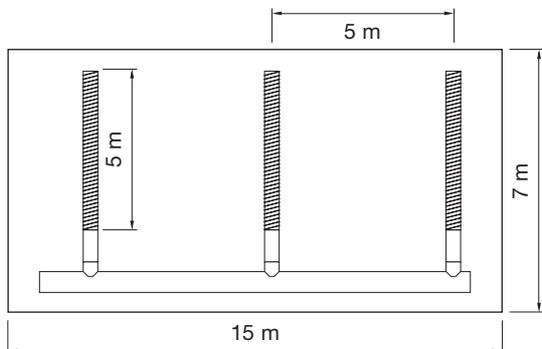
Differenz zwischen dB Werten (dB)

# Düsenrohr Ventiduct

# VSR

## Technische Daten

### Berechnungsbeispiel



#### Gesucht werden

- Gesamtdruckverlust  $p_t$  [Pa]
- resultierender Schalldruckpegel im Raum  $L_p$  [dB(A)]
- max. Geschwindigkeit im Aufenthaltsbereich  $v$  [m/s]

Raumhöhe: 5,0 m      Montagehöhe: OK - Düsenrohr: 4,5 m  
 Nachhallzeit:  $T_s \sim 1,9$  s      Zuluftvolumenstrom: 2.400 m<sup>3</sup>/h

Kühlleistung  $\Phi = 3,2$  kW  $\Rightarrow$  4K  $\Rightarrow$  spez. Kühlleistung  $\Phi = 43$  W/m<sup>2</sup>  
 bezogen auf die aktiv belüftete Raumfläche (3200 W / (15 m x 5 m))

Gewählt werden 3 Stück VSR-250-270-5000, "aufwärts"

$q_{Rohr} = 2400/3 = 800$  m<sup>3</sup>/h  $\Rightarrow$  160 m<sup>3</sup>/h/m

Mit Hilfe der vorstehenden Diagramme :

Gesamtdruckverlust:  $p_t = 40$  Pa

Schalleistungspegel:  $L_{WA\ Rohr} = 41$  dB(A)

Schalleistungspegel:  $L_{WA\ Düse} = 22$  dB(A)

Korrektur für abweichende Rohrlängen bei 5 m = +7 dB(A)

Korrigierter Schalleistungspegel  $L_{WA\ Düse} = 22 + 7 = 29$  dB(A)

Addition der Schallpegel von Düse und Rohr: Differenz = 12 dB(A)

$\Rightarrow$  kein Einfluss

Aus Kapitel 4 "Grundlagen":

Aus Abb. 13,

für drei identische Schallquellen: + 4,8 dB(A)

Gesamtschalleistungspegel  $L_{WA} = 41 + 5 = 46$  dB(A)

Der Absorptionsbereich des Raumes wird ermittelt mit

$A = 0,16 (V/T_s) = 0,16 (525/1,9) = 44$  m<sup>2</sup> Sabine

Die Raumdämpfung D (mit Richtungsfaktor  $Q = 1$  bei  $n = 3$ )

aus Abb. 15  $\Rightarrow \sqrt{n/\sqrt{Q}} = 1,7$

Der Abstand  $r$  (OK-Rohr bis 1,5 m über dem Boden) ist:

$r = 4,5 - 0,25 - 1,5 = 2,75$  m

Aus Abb. 16 mit  $\sqrt{n/\sqrt{Q}} = 4,7$  und  $A = 44 \Rightarrow D = 10$  dB

Resultierender Schalldruckpegel im Raum:

$L_p = L_{WA} - D = 46 - 10 = 36$  dB(A)

Geschwindigkeit im Aufenthaltsbereich

gemäß vorstehendem Diagramm:

für 43 W/m<sup>2</sup> und 5 m Abstand  $\Rightarrow v = 0,21$  m/s

## Beruchnung mit Dimensionierungsprogramm

#### Projekt :

Produktion

Raum		A B C		
Länge (parallel Ventiduct)	m	7	7	7
Breite	m	15	15	15
Höhe	m	5	5	5
Höhe des Aufenthaltsbereiches	m o. floor	1,8	1,8	1,8
Montagehöhe (Oberkante)	m	4,5	ok	0,50
Nachhallzeit $T_s$	s	1,9	Raumdämpfung	
Absorptionskoeffizient	$\alpha_w$	0,10	hart	
Dimension		$\phi$ D 250	$\phi$ D 250	$\phi$ D 250
Düsenmuster		270°	270°	270°
Lufrichtung		nach oben	nach oben	nach oben
Volumenstrom total	m <sup>3</sup> /h	2400	2400	2400
Untertemperatur	K	2	4	6
Anzahl Ventiduct	stk.	3	3	3
Länge pr. Ventiduct	m	5	5	5
Abstand zwischen den Rohren	m	5	5	5
Aktiv belüftete Raumfläche	m <sup>2</sup>	75	75	75
Fläche	ok	ok	ok	ok
Breite	ok	ok	ok	ok
Länge	ok	ok	ok	ok
Max. Flow pr. m Ventiduct	m <sup>3</sup> /hm	175	175	175
Flow pr. m Ventiduct	m <sup>3</sup> /hm	160	160	160
Kontrolle max. Flow pr. m		ok	ok	ok
Gesamtlänge Ventiduct	m	15,0	15,0	15,0
Kontrolle max. Länge		ok	ok	ok
Abstand Boden / UK Rohr	m	4,25	4,25	4,25
Thermische Parameter				
Kühlleistung total	W	1632	3264	4896
$Q/A_{aktiv}$	W/m <sup>2</sup>	16	31	47
Luftwechsel	1/h	4,6	4,6	4,6
Flow pr $A_{aktiv}$	m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	32	32	32
Volumenstrom pr. Länge	W/m	109	218	326
$Q/A_{Ausv}$	W/m <sup>2</sup>	22	44	65
Akustik				
Volumenstrom pro Rohr	m <sup>3</sup> /h	800	800	800
Max. Kanalgeschwindigkeit	ms	4,5	4,5	4,5
Düsen	dB(A)	30	30	30
Kanal	dB(A)	41	41	41
Gesamter Schalleistungspegel	dB(A)	42	42	42
Ergebnis				
Max. Raumlufgeschw.	m/s	0,15	0,21	0,25
Result. Schalldruckpegel	dB(A)	36	36	36
Gesamtdruckverlust	Pa	53	53	53
Bemerkungen	<p>Zuluftmenge: 2.400 m<sup>3</sup>/h                      Raum: 15,0 m x 7,0 m (Raumhöhe 5,0 m)                      Kühllast: 3,2 kW                      Raumdämpfung: hart (Nachhallzeit 1,9 s)</p>			

(Ausdruck vom Programm)

Lindab unterstützt Sie sehr gerne bei der Auslegung mit Hilfe eines Berechnungsprogrammes (siehe obiges Berechnungsblatt aus dem Programm). Entsprechend Ihrer Anforderungen können hier eine Reihe von Variablen eingegeben werden, um detaillierte Angaben zur maximalen Geschwindigkeit im Aufenthaltsbereich, zum Druckverlust sowie zum resultierenden Schalldruckpegel im Raum für die gesamte Installation zu erhalten.

Weitere Informationen erhalten Sie auf Anfrage.

# Düsenrohr Ventiduct

VSR

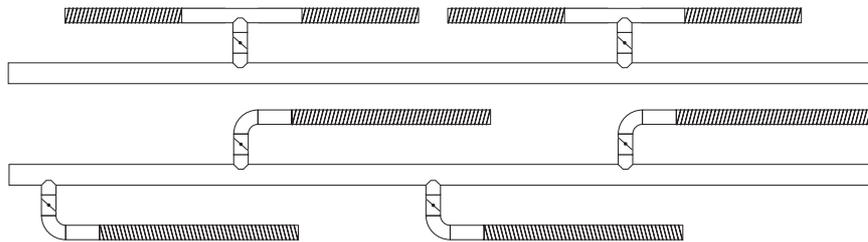
## Technische Daten

### Beispiele verschiedener Strangschemen

Ventiduct Düsenrohr kann gemäß der unten aufgeführten Schemen montiert werden. In hohen Räumen ist es generell von Vorteil, Ventiduct Düsenrohre so niedrig wie möglich zu montieren (min. Höhe über Fertigfußboden 2,5 m). So erhält man die größte Lüftungseffektivität.

#### Kaktusmodell

Diese Lösung ist sehr gut für lange, schmale Räume geeignet, wo das unten stehende Wechselmodell nicht ausreicht, um die gesamte Raumlänge abzudecken.



#### Austauschmodell

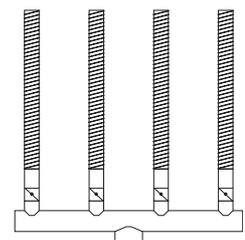
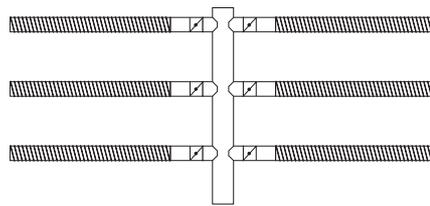
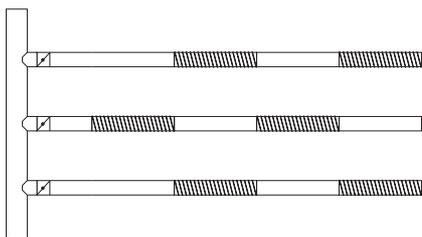
Eine gut geeignete Lösung für sehr lange, enge Räume. Dieses Modell ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung der Zuluft über eine große Raumfläche.

#### Grätenmodell

Das Ventiduct Düsenrohr streckt sich über beide Seiten des Hauptkanales aus. Für einen genauen Luftmengenabgleich ist der Einsatz von Drosselklappen in jedem Strang notwendig.

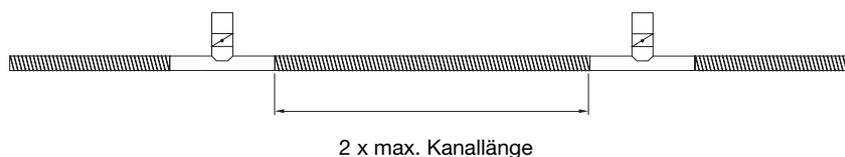
#### Gabelmodell

Ventiduct Düsenrohre werden nur auf einer Seite des Hauptkanals platziert. Hierbei ist ebenfalls der Einsatz von Einregulierungselementen anzuraten, um einen exakten Luftmengenabgleich an den einzelnen Strängen vorzunehmen.



#### Reihenmodell

Eine schlichte Lösung. Die Montage ist einfach und man benötigt nur sehr wenig Drosselemente. Der Abstand zwischen den beiden Anschlussrohren kann die zweifache VSR Maximallänge plus die beiden Blindstücke betragen.



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

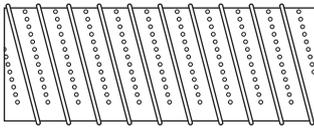
17

18

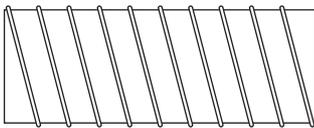
# Düsenrohr Ventiduct

# VSR

## Komponenten



**VSR Düsenrohr - Düsenanordnung 90 - 300**  
Ventiduct Düsenrohr über 3,0 m Länge wird in mehrere Teilstücke aufgeteilt, z. B. wird ein 4,0 m Stück in zwei 2,0 m Stücke geteilt.

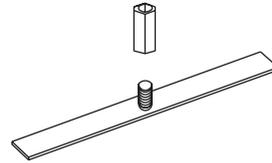


**VSR Blindrohr - Düsenanordnung 000**  
Blindstücke ohne Düsen mit Wickelfalz entsprechend dem VSR-Rohr.



**VSR Blindrohr - Düsenanordnung 001**  
Blindstück ohne Düsen als längsgefalztes Rohr.

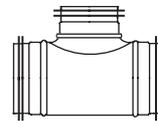
## Zubehör



**INV**  
Montagebügel für inwändige (nicht sichtbare) Rohrmontage.



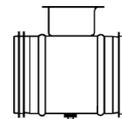
**GWS 10**  
Gewindestange, Stahl verzinkt, M10 x 1000



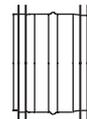
**TCPU**  
T-Stück



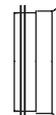
**DIRU**  
Irisblende



**DRU**  
Drosselklappe



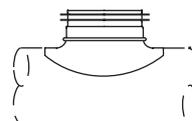
**NPU**  
Nippel



**ESU**  
Enddeckel



**ESUH**  
Enddeckel mit Handgriff



**PSU**  
Sattelstutzen

Das Zubehör kann in der gleichen Materialausführung geliefert werden wie Ventiduct, also auch in lackiert bzw. pulverbeschichtet. Für die Bestellung des weiteren Zubehörs siehe [www.lindab.de](http://www.lindab.de) oder die aktuelle Lindab Preisliste. Dort finden Sie z. B. auch Motorabsperr- und Regulierklappen sowie Schalldämpfer.

## Bestellbeispiel

<b>Produktbezeichnung</b>	<b>INV</b>	<b>aaa</b>
Typ		
Dimension Ød		

1
2
3
4
5
6
7
8
9
<b>10</b>
11
12
13
14
15
16
17
18

# Düsenrohr Ventiduct

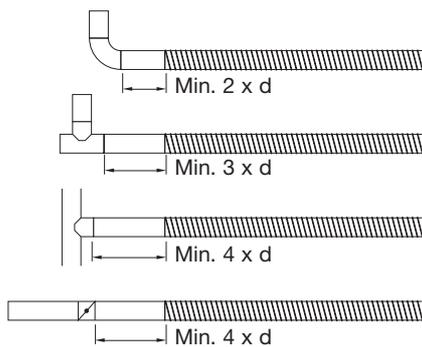
VSR

## Technische Daten

### Montageabstände

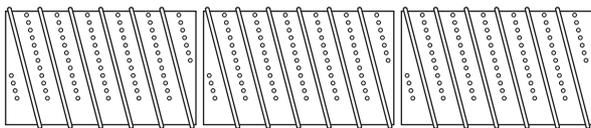
Das aktive Ventiduct Düsenrohr sollte nicht unmittelbar nach Abzweigungen, Bögen oder Drosselementen beginnen, da dies leicht zu Turbulenzen oder sogar Geräuschen führen kann.

Wie rechts für die verschiedenen Anwendungsfälle dargestellt, sollten möglichst zuerst Blindstücke in angegebener Länge eingesetzt werden. Passende Rohrstücke können geliefert werden.



### Montage

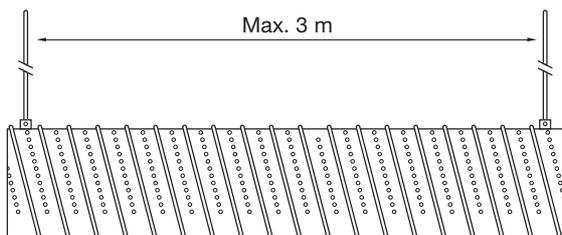
Ventiduct Düsenrohre werden im Werk in einer speziellen Verpackung einzeln verpackt, um das Risiko einer Beschädigung während des Transportes zu reduzieren. Die Verpackung wird fortlaufend nummeriert, um eine Montage mit fortlaufendem endlosen Wickelfalz zu ermöglichen.



### HINWEIS:

Hierzu ist es nötig, die Rohre bis zur endgültigen Montage in der Verpackung zu belassen. Nach der Montage eignet sich die Verpackung sehr gut als Komponentenschutz bis zur Inbetriebnahme. Verwenden Sie NPU-Nippel zur Verbindung der Düsenrohre.

### Schnellspannhänger



Maximaler Abstand zwischen der einzelnen Abhängung INV 3,0 m.

## Volumenstrommessung

Die einfachste Möglichkeit der Volumenstrommessung ist es, den einzelnen Düsendruck ( $P_s$ ) in der Mitte des Düsenrohres zu messen (siehe Skizze). Hierzu wird einfach ein Messschlauch des Manometers über das Düsenende gesteckt und gegen den atmosphären Druck gemessen. Man kann jetzt den statischen Druck im Rohr ablesen.

Mit diesem statischen Druck kann man aus dem Diagramm, "Druckverlust und Schalleistungspegel", für die aktuelle Rohrdimension und die aktuelle Düsenanordnung, den Volumenstrom pro Meter Rohr ablesen. Den Gesamtvolumenstrom erhält man nach Multiplikation mit der aktiven Länge der Rohrstranges.

