

Wirbelrohre (Vortex Tubes)

Wirbelrohre für die punktuelle und lokale Kühlung

Wirbelrohre
Seite 117 - 123



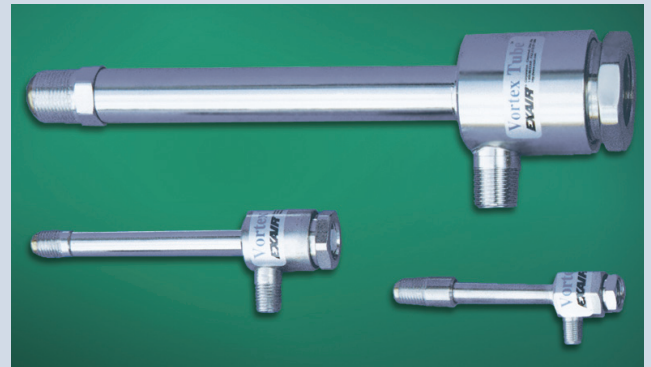
08

Wirbelrohre

Wirbelrohre - Vortex Tubes™

Kaltluft mit einer Temperaturdifferenz von bis zu -46°C (-50°F) aus Ihrer Druckluftleitung – ohne bewegliche Teile.

In 3 verschiedenen Baugrößen erhältlich.

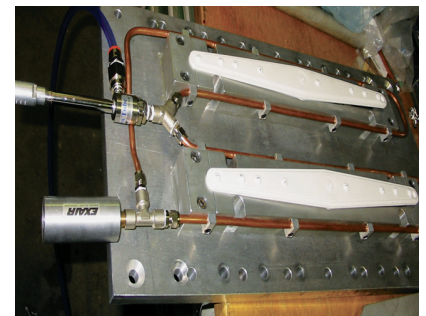


Was ist ein Vortex Tube?

Eine kostengünstige, zuverlässige und wartungsfreie Lösung für eine Vielzahl von industriellen Kühlproblemen. Unter Nutzung der gewöhnlichen Druckluft als Energiequelle erzeugt ein Vortex Tube ohne bewegliche Teile zwei Luftströme, einen heißen und einen kalten. Temperaturen, Durchfluss und Kälteleistung sind über ein verstellbares Ventil an der Heißluftseite regelbar.

Vortex Tubes können produzieren:

- ▶ Temperaturen von -50° bis $+260^{\circ}\text{F}$ (-46° bis $+127^{\circ}\text{C}$)
- ▶ Durchflussraten von 1 bis 150 SCFM (28 bis 4.248 l/min.)
- ▶ Kälteleistung bis zu 10,200 Btu/hr. (2.571 Kcal/Std.) bzw. 1991 Watt

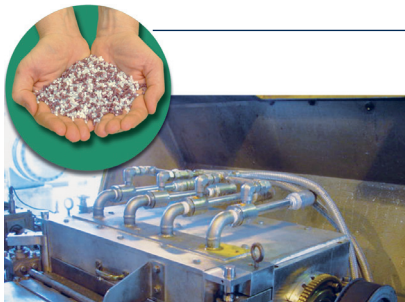


Ein Vortex Tube Modell 3225 hält Kunststoff-Geschirrspülerarme während des Ultraschallschweißens kühl.

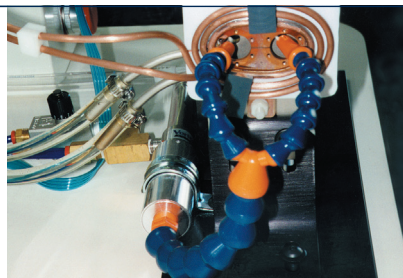
Warum EXAIR Vortex Tubes?

EXAIR Vortex Tubes sind aus Edelstahl. Die Widerstandsfähigkeit von Edelstahl gegen Verschleiß, Korrosion und Oxida-

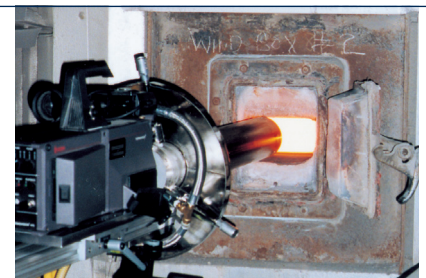
tion gewährleisten, daß ein EXAIR Vortex Tube über viele Jahre zuverlässig und wartungsfrei funktioniert.



Vier Vortex Tubes, Modell 3250, kühlen die Schneidmesser in dem Zerkleinerer, um unregelmäßigen Formen vorzubeugen.



Ein Vortex Tube Modell 3215 kühlt eine Pressform an einer Maschine zur Herstellung von medizinischen Schläuchen.



Spezielle Hochtemperatur-Vortex Tubes kühlen ein Boroskop-Objektiv beim Einführen in die Luke eines 650°C (1200°F) heißen Kessels.

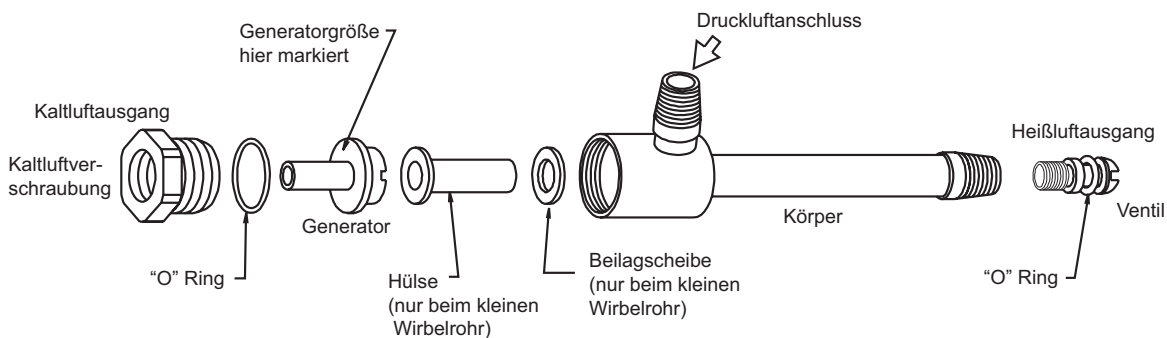
Anwendungen

- ▶ Kühlen elektronischer Überwachungseinheiten
- ▶ Kühlen von Oberflächenbehandlungen
- ▶ Kühlen von Fernsehüberwachungskameras
- ▶ Abkühlen von Schmelzklebstoffen
- ▶ Abkühlen verlöteter Teile
- ▶ Abkühlen von Gasproben
- ▶ Kühlen elektronischer Komponenten
- ▶ Abkühlen von heißen Verschlüssen

Vorteile

- ▶ Keine beweglichen Teile
- ▶ Kein Einsatz von Elektrizität oder Chemie
- ▶ Kleine Größe, geringes Gewicht
- ▶ Niedrige Kosten
- ▶ Wartungsfrei
- ▶ Sofortige Kaltluft
- ▶ Verschleißfrei – Edelstahl
- ▶ Anpassbare Temperatureinstellung
- ▶ Austauschbare Generatoren

Aufbau-/Einzelteile eines Wirbelrohrs



Kaltluftstrom und Temperatur können leicht durch das mit einem Schlitz versehene Ventil am Heißluftausgang gesteuert werden. Öffnen des Ventils reduziert den Kaltluftstrom und die Temperatur der kalten Luft.

Schließen des Ventils steigert den Kaltluftstrom und die Temperatur der kalten Luft. Der Prozentsatz an Luft, der aus dem kalten Ende des Wirbelrohres strömt, wird „Kaltluftanteil“ genannt. – Bei den meisten Anwendungen produziert ein Kaltluftanteil von 80% eine Kombination aus Luftstrom

und Temperaturreduzierung, welche das Abkühlungsergebnis, das mit einem Wirbelrohr erzielt werden kann, maximiert. Während ein niedriger Kaltluftanteil (von unter 50%) zwar die niedrigsten Temperaturen erzeugt geht dies aber zu Lasten des Kaltluftstroms, der sich dadurch reduziert.

Die meisten industriellen Anwendungen, d.h. Kühlen während der Verarbeitung, Kühlen von Teilen, Kühlen von Kammern, erfordern die maximale Temperaturreduzierung und nutzen hierfür die Wirbelrohr-Serie 3200. Für gewisse „Tiefemperatur“

–Anwendungen, z.B. Kühlen von Laborproben, Testen von Schaltkreisen, eignet sich am Besten die Wirbelrohr-Serie 3400.

Das Einstellen eines Wirbelrohres ist leicht. Einfach ein Temperaturmessgerät in den Kaltluftstrom halten und die gewünschte Temperatur mittels des Ventils am heißen Ende einstellen. Die maximale Abkühlung (80% Kaltluftanteil) wird erreicht, wenn die Kaltlufttemperatur 28°C (50°F) unter der Drucklufttemperatur liegt.

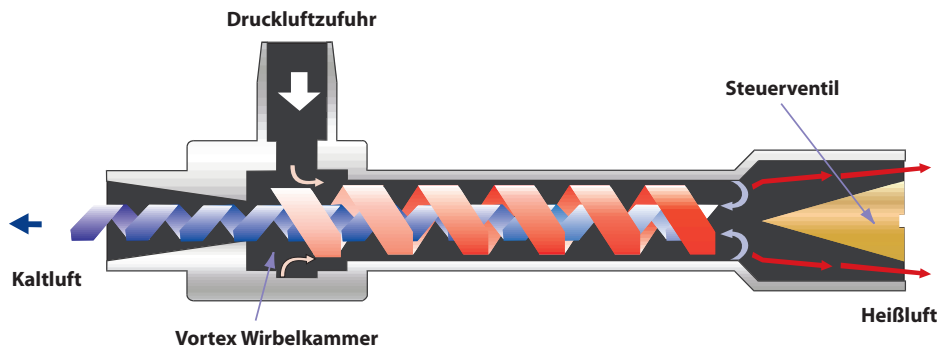
Wirbelrohre

Wie ein Vortex Tube (Wirbelrohr) funktioniert

Druckluft mit normalerweise 5,5 - 7 bar (80 - 100 PSIG) wird tangential durch einen Generator in die Wirbelkammer getrieben. Mit bis zu 1.000.000 U/min dreht sich dieser Luftstrom zum heißen Ende hin,

wo einiges davon durch das Steuerventil entweicht. Die verbleibende, sich noch drehende Luft wird durch das Zentrum dieses äußeren Wirbels zurückgezungen. Der innere Strom gibt kinetische Energie

in Form von Hitze an den äußeren Strom ab und verlässt das Wirbelrohr als Kaltluft. Der äußere Strom tritt am anderen Ende als Heißluft aus.



Welches Wirbelrohr ist das Richtige?

EXAIR Wirbelrohre gibt es in 3 Größen. Jede Größe kann einen bestimmten Luftdurchfluss erzeugen, der durch ein kleines, eingesetztes Teil, das man Generator nennt, bestimmt wird. Wenn die Kcal/Std. (Btu/h), oder Durchfluss bzw. Temperaturerfordernisse bekannt sind, dann wählen Sie bitte das entsprechende Wirbelrohr gemäß den nachfolgenden Spezifikations-, bzw.

Leistungstabellen. Bitte beachten Sie, dass die Wirbelrohrgeneratoren austauschbar sind. Wenn beispielsweise ein Wirbelrohr 3215 nicht genügend Kühlung liefert, dann brauchen Sie lediglich die Generatoren innerhalb des Wirbelrohres tauschen, um die Durchflussrate von 425 auf 708, 850 oder 1133 l/min (15 auf 25, 30 oder 40 SCFM) zu erhöhen.



Sie halten eine 1/4 Tonne Kühlleistung in der Hand!

3200 Serie Vortex Tube - Technische Daten

Mit der 3200 Serie Vortex Tubes wird ein optimaler Temperaturabfall und Luftdurchfluss erzeugt, um eine max. Kühlleistung oder Btu/hr. (Kcal/Std.) zu erhalten. Sie ist für die meisten Kühlanwendungen geeignet.

Modell #	l/min*	Kcal/Std.**	Größe	dBA
3202	57	34	klein	68
3204	113	69	klein	70
3208	227	139	klein	76
3210	283	164	mittel	80
3215	425	252	mittel	81
3225	708	428	mittel	82
3230	850	504	mittel	84
3240	1133	706	mittel	88
3250	1416	857	groß	94
3275	2124	1285	groß	96
3298	2832	1714	groß	96
3299	4248	2570	groß	97

* l/min bei 6.9 Bar Eingangsdruck

** Kcal/Std. Kühlleistung bei 6.9 Bar

3400 Serie Vortex Tube – Technische Daten

Die 3400 Serie Vortex Tubes liefert die niedrigsten Temperaturen, was aber zu Lasten des Luftvolumenstroms geht (wenn weniger als 50% Kaltluftanteil genutzt wird). Die 3400 Serie Vortex Tubes ist am besten geeignet, wenn Temperaturen unter 0°F (-18°C) gefordert sind.

Modell #	l/min*	Btu/hr.**	Kcal/hr.**	Größe	dBA
3402	57	-----	-----	klein	67
3404	113	-----	-----	klein	69
3408	227	-----	-----	klein	75
3410	283	-----	-----	mittel	78
3415	425	-----	-----	mittel	80
3425	708	-----	-----	mittel	82
3430	850	-----	-----	mittel	84
3440	1133	-----	-----	mittel	87
3450	1416	-----	-----	groß	93
3475	2124	-----	-----	groß	96
3498	2832	-----	-----	groß	96
3499	4248	-----	-----	groß	96

* l/min bei 6.9 Bar Eingangsdruck

** Nicht anwendbar; 3400 Serie Vortex Tubes wird in der Regel nicht bei klimatechnischen Anwendungen eingesetzt.

Die folgende Wirbelrohrtafel zeigt die ungefähren Temperaturabsenkungen (-anstiege) der einströmenden Drucklufttemperatur, die das Wirbelrohr bei

den verschiedenen Kaltluftanteilen (siehe %-Werte in der Tabelle) erzeugt. Unter der Voraussetzung, dass keine Veränderung der Durchflussgeschwindigkeit bzw. der

Temperatur der einströmenden Luft erfolgt, wird das Wirbelrohr verlässlich die Temperatur in einer Schwankungsbreite von ±1°F halten.

Tabelle Temperaturanstieg /-absenkung

Druckluftversorgung	Kaltluftanteil in % (metrisch)							
	BAR	20	30	40	50	60	70	80
1.4	*	34.4	33.3	31.1	28.3	24.4	20	15.6
	**	8.3	13.9	20	28.3	35.6	46.1	59.4
2	*	40.9	39.6	37.1	33.8	29.2	24	18.1
	**	9.8	16.4	24	33.3	42.6	54.6	69.5
3	*	50.4	48.7	45.7	41.6	36	29.7	21.9
	**	12	19.9	29.6	40.3	52.3	66.5	83.5
4	*	56.9	54.7	50.9	46.1	40	32.9	25.1
	**	13.2	21.9	32.4	43.9	57.1	72.5	91.2
5	*	61.6	59	54.8	49.4	43	35.4	26.9
	**	13.7	23.3	34.2	46.5	60.9	77.2	97.1
6	*	65.4	62.7	58.2	52.7	45.6	37.6	28.6
	**	14.1	24.3	35.8	48.6	63.9	81	102.1
7	*	68.6	65.8	61.4	55.7	48	39.6	30
	**	14.4	25.1	37.3	50.2	66.3	84.2	106.3
8	*	71.1	68.2	63.8	57.3	50	40.8	30.4
	**	14.4	25.4	38.1	51.8	67.9	86.1	107.9

* Temperaturabsenkung Kaltluftseite in °C

** Temperaturanstieg Warmluftseite in °C

Wirbelrohre

Andere Faktoren

Gegendruck

Die Leistung eines Wirbelrohres schwindet bei Gegendruck am Kaltluftende. Niedriger Gegendruck bis zu 0,1 BAR (2 PSIG), verändert die Leistung nicht. 0,3 BAR (5 PSIG) verändern die erzielbare Leistung um 2,8°C (5°F).

Filtrierung

Die Verwendung von sauberer Luft ist sehr wichtig, eine Filtrierung mit 25 Micronen oder weniger wird empfohlen. EXAIR Luftfilter beinhalten ein 5 Micronen Element und sind optimal für den Luftdurchfluss dimensioniert.

Eingangsdrucklufttemperatur

Das Wirbelrohr erzeugt eine Temperaturdifferenz in Abhängigkeit zur Temperatur der einfließenden Luft (siehe Leistungstabellen). Veränderte Eingangstemperatur wird eine entsprechend veränderte Kaltlufttemperatur erzeugen.

Schalldämmung

EXAIR bietet Schalldämpfer sowohl für das heiße, als auch das kalte Luftaustrittsende des Wirbelrohres an. Normalerweise ist eine Schalldämmung nicht erforderlich, wenn die Kaltluft kanalisiert wird.

Luftdruck

Das beste Ergebnis erzielen Sie mit einem Luftdruck von 5,5 bis 7,6 BAR (80 bis 110 PSIG). Maximaler Luftdruck ist 17,2 BAR (250 PSIG), Minimum 1,4 BAR (20 PSIG).

EXAIR Cooling Kits (Kühlsystem)

Modell #	Beschreibung
3908J	EXAIR Cooling Kit bis 229 l/min, 550 Btu/hr. (139 Kcal/h), kleine Baureihe
3930J	EXAIR Cooling Kit bis 1133 l/min, 2800 Btu/hr. (706 Kcal/h), mittlere Baureihe
3998J	EXAIR Cooling Kit bis 4248 l/min, 10,200 Btu/hr. (2570 Kcal/h), große Baureihe

Falls Sie Ihre Luftdurchfluss- und Temperaturerfordernisse nicht kennen, empfehlen wir Ihnen den Erwerb eines EXAIR Cooling Kits. Es enthält ein Wirbelrohr, einen Kaltenden-Schalldämpfer,

ein Schlauchkit und alle Generatoren, die notwendig sind, um die volle Bandbreite an Luftdurchfluss- und somit Temperaturveränderungen austesten zu können.

Modell 3930 EXAIR Cooling Kit (Kühlsystem).



EXAIR Vortex Tubes

Modell #	Beschreibung
3202	Vortex Tube klein, 2 SCFM (57 l/min), für max. Kühlleistung, 40 Watt (34 Kcal/h)
3204	Vortex Tube klein, 4 SCFM (113 l/min), für max. Kühlleistung, 80 Watt (69 Kcal/h)
3208	Vortex Tube klein, 8 SCFM (227 l/min), für max. Kühlleistung, 160 Watt (139 Kcal/h)
3210	Vortex Tube mittel, 10 SCFM (283 l/min), für max. Kühlleistung, 190 Watt (164 Kcal/h)
3215	Vortex Tube mittel, 15 SCFM (425 l/min), für max. Kühlleistung, 290 Watt (252 Kcal/h)
3225	Vortex Tube mittel, 25 SCFM (708 l/min), für max. Kühlleistung, 495 Watt (428 Kcal/h)
3230	Vortex Tube mittel, 30 SCFM (850 l/min), für max. Kühlleistung, 585 Watt (504 Kcal/h)
3240	Vortex Tube mittel, 40 SCFM (1133 l/min), für max. Kühlleistung, 820 Watt (706 Kcal/h)
3250	Vortex Tube groß, 50 SCFM (1416 l/min), für max. Kühlleistung, 995 Watt (857 Kcal/h)
3275	Vortex Tube groß, 75 SCFM (2124 l/min), für max. Kühlleistung, 1490 Watt (1285 Kcal/h)
3298	Vortex Tube groß, 100 SCFM (2832 l/min), für max. Kühlleistung, 1985 Watt (1714 Kcal/h)
3299	Vortex Tube groß, 150 SCFM (4248 l/min), für max. Kühlleistung, 2985 Watt (2570 Kcal/h)
3402	Vortex Tube klein, 2 SCFM (57 l/min), für max. Kälteleistung
3404	Vortex Tube klein, 4 SCFM (113 l/min), für max. Kälteleistung
3408	Vortex Tube klein, 8 SCFM (227 l/min), für max. Kälteleistung
3410	Vortex Tube mittel, 10 SCFM (283 l/min), für max. Kälteleistung
3415	Vortex Tube mittel, 15 SCFM (425 l/min), für max. Kälteleistung
3425	Vortex Tube mittel, 25 SCFM (708 l/min), für max. Kälteleistung
3430	Vortex Tube mittel, 30 SCFM (850 l/min), für max. Kälteleistung
3440	Vortex Tube mittel, 40 SCFM (1133 l/min), für max. Kälteleistung
3450	Vortex Tube groß, 50 SCFM (1416 l/min), für max. Kälteleistung
3475	Vortex Tube groß, 75 SCFM (2124 l/min), für max. Kälteleistung
3498	Vortex Tube groß, 100 SCFM (2832 l/min), für max. Kälteleistung
3499	Vortex Tube groß, 150 SCFM (4248 l/min), für max. Kälteleistung

Zubehör und Komponenten

Modell #	Beschreibung
3905	Kaltenden-Schalldämpfer für 2- 8 SCFM (57-227 l/min) Vortex Tube, kleine Baureihe
3901	Kaltenden-Schalldämpfer für 10-40 SCFM (283-1133 l/min) Vortex Tube, mittlere Baureihe
3906	Kaltenden-Schalldämpfer für 50-150 SCFM (1416-4248 l/min) Vortex Tube, große Baureihe
3903	Heißenden-Schalldämpfer für 2-40 SCFM (57-1133 l/min) Vortex Tube, kleine/mittlere Baureihe
3907	Heißenden-Schalldämpfer für 50-150 SCFM (1416-4248 l/min) Vortex Tube, große Baureihe
3909	Generator Kit für 2-8 SCFM (57-227 l/min) Vortex Tube, kleine Baureihe
3902	Generator Kit für 10-40 SCFM (283-1133 l/min) Vortex Tube, mittlere Baureihe
3910	Generator Kit für 50-150 SCFM (1416-4248 l/min) Vortex Tube, große Baureihe

Generator Kits, die mit einem Vortex Tube bestellt werden, beinhalten alle Generatoren des entsprechenden Vortex Tubes, um die volle Bandbreite an Luftdurchfluss- und somit Temperaturveränderungen austesten zu können.

Generator einzeln — Angabe von l/min, Typ („R“ für max. Kühlleistung oder „C“ für max. Kälteleistung).

Beispiel:

15-R = 15 SCFM Generator = 425 l/min für max. Kühlleistung

50-C = 50 SCFM Generator = 1416 l/min für max. Kälteleistung

9001	Druckluftfilter mit automatischem Kondensatablass 3/8 NPT, 65 SCFM (1841 l/min.)
9032	Druckluftfilter mit automatischem Kondensatablass, 1/2 NPT, 90 SCFM (2547 l/min.)
9002	Druckluftfilter mit automatischem Kondensatablass, 3/4 NPT, 220 SCFM (6230 l/min.)
9005	Entöler, 3/8 NPT, 15-37 SCFM (425-1048 l/min.)
9006	Entöler, 3/4 NPT, 50-150 SCFM (1415-4248 l/min.)
9015	Magnetventil und Thermostat Kit

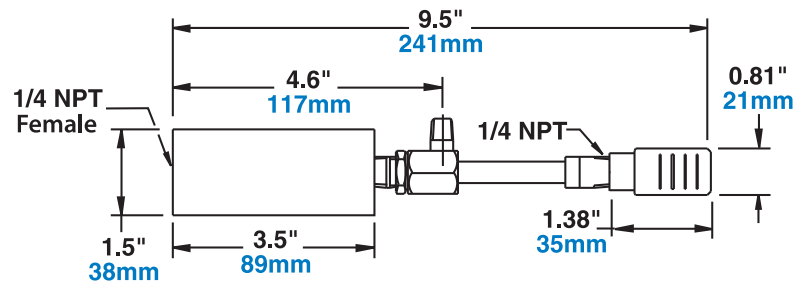
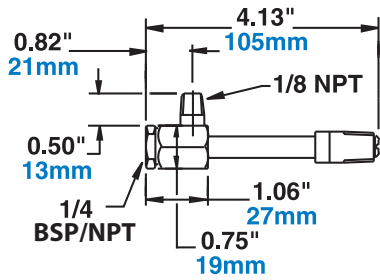
Anmerkung: Durchflussrate l/min bei 6.9 BAR Eingangsdruck.

Bei anderen Drücken verändert sich die Durchflussrate proportional zum tatsächlichen Eingangsdruck.

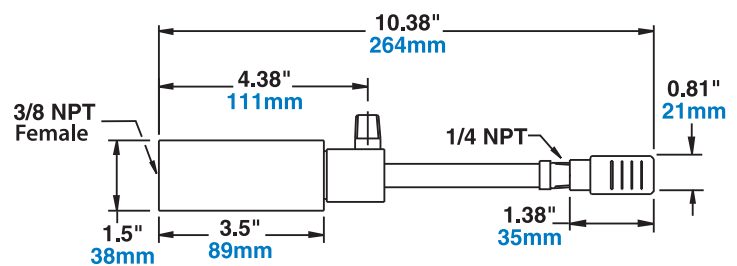
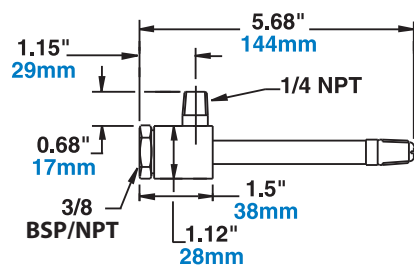
Wirbelrohre

Abmessungen der drei Vortex Tube Modellgrößen

Vortex Tube - klein



Vortex Tube - mittel



Vortex Tube - groß

