



Frivent[®]-Eishallen- Konditionierung

***für energiesparende
Entfeuchtung und optimale
Spielbedingungen ...***

Technische Daten

Planungshinweise

Allgemeines

Entfeuchtung und Konditionierung von Eissporthallen*

Die Klimatisierung und Be- und Entlüftung von Eissporthallen ist von großer Wichtigkeit und stellt hohe Anforderungen an den Planer bezüglich Luftführung und Energieeffizienz.

Zu hohe Luftfeuchte bringt Nebel- und Reifbildung, verursacht Bauschäden, führt zu schlechter Eisqualität und Sichtbehinderung, was den Spielbetrieb beeinträchtigt.

Die Lüftungsanlage in einer Eishalle muss daher die Nebelbildung wirksam verhindern.

Nebel entsteht, wenn kalte Luft mit feuchtwarmer Luft gemischt wird und die Mischungsgerade im Mollier-h-x-Diagramm im Nebelgebiet liegt (Bild 2).

Direkt an der Eisoberfläche liegt eine dünne Luftschicht, die bereits bei einer absoluten Feuchte von $x = 2,2 \text{ g/kg}$ gesättigt ist.

Kühlt sich eindringende feuchtwarme Außenluft ab, dann kommt es bei der Mischung zwangsläufig zur Nebelbildung.

Nach Einschalten der Lüftung und zusätzlicher innerer Wärmelasten, wie Scheinwerfer, verschwindet der Nebel meist sehr schnell.

Die Entfeuchtung der Hallenluft erfolgt dabei vor allem durch Kondensation an der Eisfläche und weniger durch die Zuluft, mit den negativen Folgen für die Eisqualität.

Zu beachten ist daher auch der Feuchteausaustausch zwischen Hallenluft und Eis in Form von Reifbildung an der Eisoberfläche. Reif bildet sich als weißlicher Belag auf dem Eis und macht die Oberfläche stumpf.

Neben energetischen Aspekten besteht daher auch ein sportliches Interesse an einer Minimierung der Reifbildung.

Dauerhafte Durchfeuchtung des Baukörpers durch Kondensation, vor allem im Dachbereich infolge zu hoher Luftfeuchte, verursacht gravierende Gebäudeschäden.

Eishockeyspieler bevorzugen Lufttemperaturen von $+8^\circ\text{C}$ über dem Eis, für Zuschauer jedoch sind solche Temperaturen nicht zumutbar.

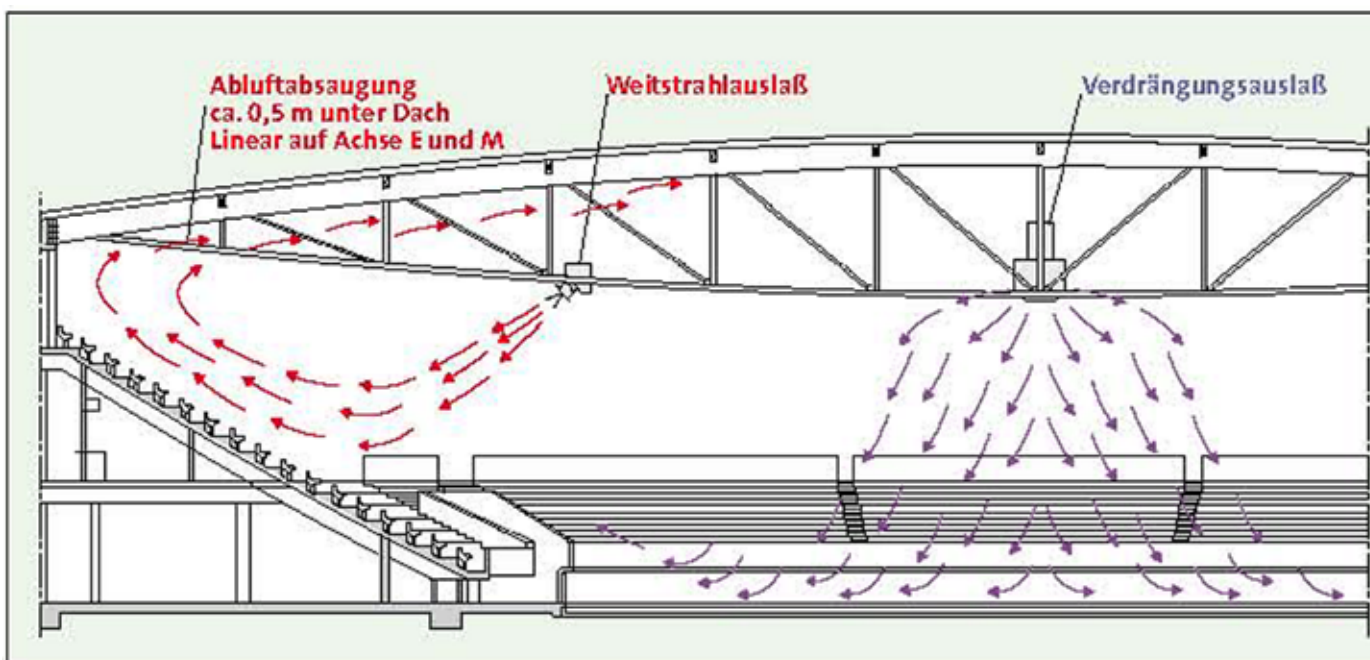
Die Temperatur muss deshalb im Zuschauerbereich entsprechend angehoben werden.



Budvar Arena

Planungshinweise

Luftführung



Niedrige Temperaturen in der Halle können zudem weitere negative Folgen haben.

Die Hallendecke steht in intensivem Strahlungsaustausch mit dem Eis. Bei einer Hallenlufttemperatur von +15 °C und einer Außentemperatur von +30 °C liegt die Temperatur der Dachinnenfläche bei ca. +9,5 °C. Der Strahlungswärmeaustausch zwischen Dach und Eis liegt bei ca. 75 W/m², die aus der Hallenluft nachgeliefert werden müssen.

Undichtheiten im Dachbereich können hier zur Kondensation (Schwitzwasserbildung) an der Dachkonstruktion führen, gelegentlich wird auch über die Bildung von Eisaufwachungen (Stalakmiten) durch Tropfwasser auf der Eisfläche berichtet.

Zur Sicherung der Eisqualität soll die Eisfläche mit voll entfeuchteter Luft (x = 5 g/kg) zu beaufschlagt werden.

Für die Publikumsbereiche sollte die Entfeuchtung lediglich auf minimal 12 g/kg erfolgen, um die Betriebskosten zu senken.

Für die Realisierung eines solchen Konzeptes bietet sich das Prinzip der Schichtlüftung an, bei dem die natürliche Tendenz der Luft zur Schichtbildung genutzt wird. Voraussetzung hierfür ist, dass die Luftschichten unterschiedlich temperiert sind, so dass sich warme Luft über kälterer aufschichten kann. Da Luft eine geringe Wärmeleitfähigkeit besitzt kommt es zwischen den Schichten nur zu einem sehr geringen Wärmeaustausch.

Bei einer Einbringung unter dem Hallendach kommt es mit üblichen Luftauslässen zur Vermischung von kalter Zuluft und warmer Hallenluft, so dass sich keine Schichtung einstellen kann.

Für den Bereich über der Eisfläche sind daher Spezialluftauslässe (Bild 3) zu verwenden, mit denen eine Verdrängungslüftung auch von der Decke her möglich ist.

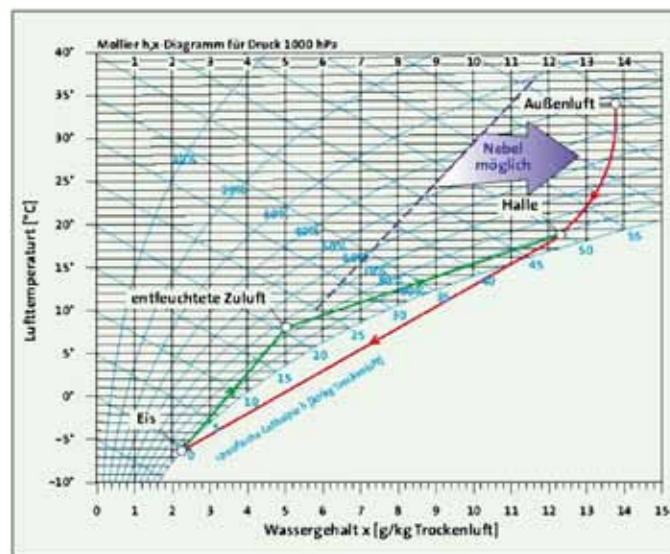


Bild 2



Bild 3

Luftführung

Planungshinweise

Mit zwei bzw. drei dieser Spezialluftauslässe erfolgt die Einbringung der entfeuchteten Luft ($x = 5 \text{ g/kg}$ und ca. 8°C) von oben über der Eisfläche.

Die Zuluft erreicht die Eisfläche fast unvermischt und breitet sich dort als schützendes Luftpolster über dem Eis aus.

Die Montagehöhe kann bis zu 30 m betragen.

Die Einbringung der Zuluft für die Zuschauerbereiche mit entsprechend höherer Temperatur von mindestens 15°C erfolgt über einstellbare Weitwurfdüsen (Bild 4).

Damit lassen sich im Spielerbereich die gewünschte Temperatur von 8°C und Publikumsbereich für die Zuschauer angenehme Temperaturen von mindestens 15°C erreichen.



Bild 4

Induktion von Hallenluft:

Bei runden Strahldüsen nimmt das Strahlvolumen nach folgender Gleichung zu:

$$\frac{V_{(x)}}{V_0} \approx \frac{2}{7} \cdot \frac{x}{s}$$

Bei einem Düsendurchmesser $s = 250 \text{ mm}$ beträgt die Volumenzunahme nach einer Strahllänge von $x = 10 \text{ m}$ bereits $V_x / V_0 = 11,4$. Der Luftstrahl besteht somit zu über 90% aus induzierter Hallenluft.



Luftentfeuchtung und Kühlung

Die Aufbereitung der Zuluft für den Eisflächen- und den Zuschauerbereich erfolgt in unterschiedlichen Geräten, die speziell für den Einsatz in Eissporthallen mit höchster Energieeffizienz konzipiert sind.

Die integrierte Temperatur- und Feuchteregelung wählt automatisch die energiesparendste Betriebsweise.

Als Wärmerückgewinnersystem sind rotierender Wärmerückgewinner oder Plattenwärmetaucher auswählbar.

Für die Auslegung der Gerätegrößen für die Entfeuchtung und Hallenkonditionierung ist neben den äußeren Umweltbedingungen die Art und Nutzung der Eissporthalle, sowie die Anzahl der Zuschauerplätze entscheidend.

Unterschieden werden zwischen Trainingshalle, Eishockeyhalle und Mehrzweckhalle die neben dem Eissport auch für andere Zwecke genutzt werden.

Um für den Zuschauerbereich eine ausreichende Erwärmung und Frischluftzufuhr zu gewährleisten empfehlen wir eine Luftmenge von mindestens $15 \text{ m}^3/\text{h}$ je Besucherplatz, für Mehrzweckhallen ist die Luftmenge entsprechend der Nutzung zu erhöhen.

Das Entfeuchtungsgerät ist ausgelegt für eine einstellbare Zulufttemperatur von $+6^\circ$ bis $+12^\circ\text{C}$ und nutzt über den Wärmerückgewinner die freie Kühlung und Entfeuchtung.



Die Geräte für den Zuschauerbereich müssen auch die Kühl- und Heizlast der Halle abdecken und einen entsprechenden Luftwechsel gewährleisten.

Die Auslegung erfolgt für eine Zulufttemperatur zwischen $+12^\circ$ und $+22^\circ\text{C}$.

Soweit möglich werden ebenfalls über den Wärmerückgewinner die freie Kühlung und Entfeuchtung maximal genutzt.

Für Nebenräume wie Eingangsbereich, Garderoben, Umkleieräume und Aufenthaltsräume für Sportler, Toiletten, Duschen usw. sind weitere Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung erforderlich.

*Quelle Auszug aus Fachaufsatz Dr. Ing. Eckehard Fiedler

Planungshinweise

Luftaufbereitung Eisfläche

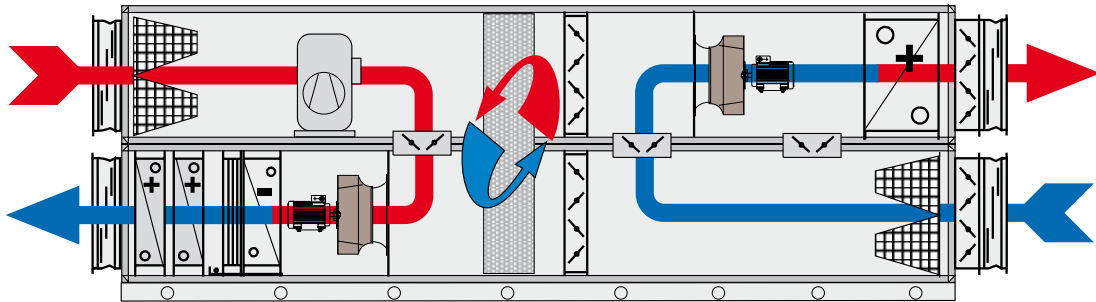
Eishallenentfeuchtung - Sommerbetrieb

Mit steigender Außentemperatur und Außenluftfeuchte wird der Außenluftanteil stetig bis 0% verringert. Die Luftklappen vor dem Wärmerückgewinner schließen, die Umluftklappe 1, die Außen- und Fortluftklappe und der Bypass sind geöffnet.

Die überschüssige Kondensatorabwärme wird über den Außenluft-Bypaß abgeführt.

Die Zuluft wird abgekühlt, entfeuchtet und danach wieder auf die gewünschte Einblastemperatur von 8 bis 12°C nacherwärmt.

Eishallenentfeuchtung - Sommerbetrieb

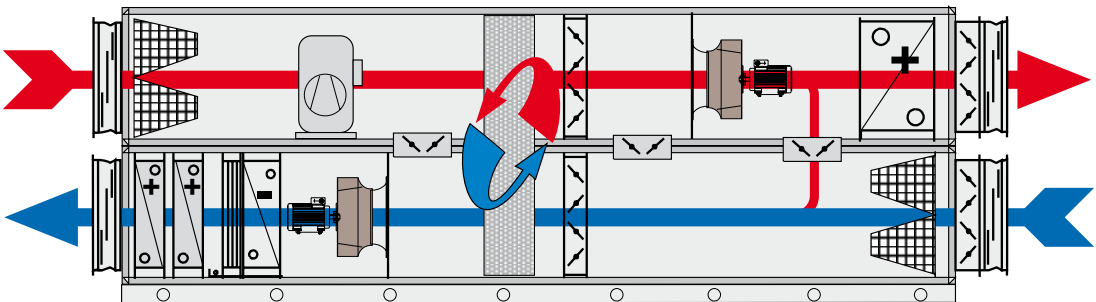


Eishallenentfeuchtung - Übergangszeit

Zur Ausnützung der freien Kühlung und Entfeuchtung wird der Außenluftanteil entsprechend der Außentemperatur und Außenluftfeuchte stetig verstellt. Die Luftklappen vor dem Wärmerückgewinner und die Umluftklappe 2 öffnen, die

Umluftklappe 1 und der Bypass schließen, die Außen- und Fortluftklappe sind geöffnet. Die überschüssige Kondensatorabwärme wird über den Außenluft-Bypaß abgeführt. Die Zuluft wird abgekühlt, entfeuchtet und danach wieder auf die gewünschte Einblastemperatur von 8 bis 12°C nacherwärmt.

Eishallenentfeuchtung - Übergangszeit



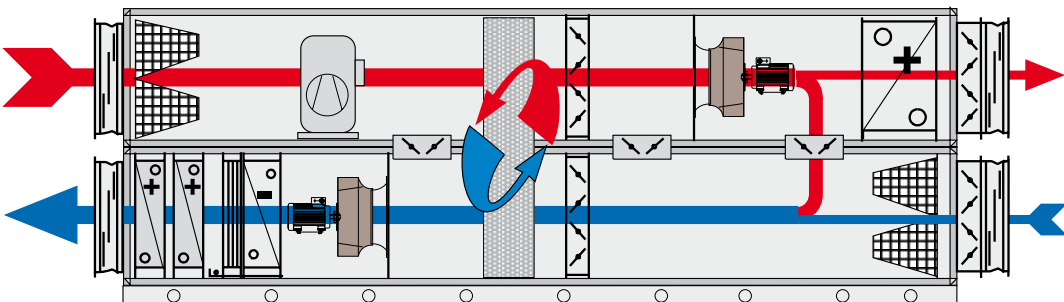
Eishallenentfeuchtung - Winter

Zur Ausnützung der freien Kühlung und Entfeuchtung wird Außentemperatur und Außenluftfeuchte vom Enthalpiefühler erfasst und der Außenluftanteil entsprechend stetig verstellt. Die Luftklappen vor dem Wärmerückgewinner sind offen,

Bypass sind geschlossen, die Außen- und Fortluftklappe sind geöffnet.

Bei tiefen Außentemperaturen enthält die Außenluft sehr wenig Feuchte, es genügt die Entfeuchtungsleistung des Luftwechsels. Der Kältekompressor bleibt abgeschaltet.

Eishallenentfeuchtung - Winter



die Umluftklappe 2 öffnet, entsprechend der Temperatur- und Entfeuchtungsanforderung, die Umluftklappe 1 und der

Die Zuluft wird durch den Nacherhitzer auf die gewünschte Einblastemperatur von 8 bis 12°C nacherwärmt.

Eishallenentfeuchtung
Technische Daten

Entfeuchter Type	Frivent	FDH-045-WP	FDH-070-WP	FDH-100-WP	FDH-120-WP
Nennluftleistung	m ³ /h	4500	7800	10000	12000
Verfügbarer ext. stat. Druck	Pa	300	300	300	300
Außenluftanteil	%	automatisch von 0 ... 100 %			
Ventilatoren EC-Antrieb Leistungsaufnahme max.					
Zuluftventilator	kW	3,0	5,5	5,5	2 x 5,37
Abluftventilator	kW	3,0	5,5	5,5	2 x 3,0
Entfeuchtungsleistung bei 20°C / 60 % r. F.	kg/h	21,6	36,6	48,0	57,0
Wärmerückgewinner	Rückwärmezahl	63%	66%	66%	55%
Leistungsaufnahme Kompressor	kW	11,4	18,8	22,4	27,7
Nacherhitzer -5°C-22°C	PWW 80/60 °C				
Heizleistung	kW	40,9	70,9	90,9	109,1
Wassermenge	m ³ /h	1,80	3,13	4,01	4,81
Druckverlust	kPa	11,9	13,0	10,4	13,1
Gesamtanschlußwert	kW	17,5	29,9	33,5	44,6
Geräteanschluß	3 x 400 Volt 50 Hz				
Gerätehöhe o. Grundrahmen	mm	1495	1495	1495	2095
Gerätebreite o. Grundrahmen	mm	1080	1380	1680	1380
Länge o. Klappen+Stützen	mm	4430	4580	4580	4765
Gewicht	kg	1350	1630	1840	2050

Optionen:

Elektrisch beheizte Luftklappen für Außen- Fort- und Umluft

- * lieferbar mit Warmwasser-, Dampf-, Elektroheizregister
Andere Nacherhitzer Leistungen nach Bedarf möglich

Vorteile

- Kontrollierte Feuchte und Temperatur in der Zuluft
- Kein Eintrag von zusätzlicher Wärme, wie bei Entfeuchtungsrotor durch Regenerationsluft
- Geringer Energiebedarf
- Ausgeglichene Druckbilanz durch einstellbare Luftmengen
- Gerät anschlussfertig verkabelt
- Kompakte Geräteausführung, geringer Platzbedarf
- Anbindung der Feuchte- und Temperaturregelung an zentrale Gebäudeleittechnik
- Fernkontrolle und Fernüberwachung

Empfohlene Luftmengen

Entfeuchtung Eisfläche	7.000 bis 10.000 m ³ /h
Zuschauerbereich je Besucher	15 bis 20 m ³ /h*
Garderoben und Umkleiden Luftwechsel	4 bis 8 fach
Aufenthaltsräume je Person	30 m ³ /h
Duschen	m ³ /h
Toiletten	6 bis 15 fach

* Bei Mehrzweckhallen sind die Luftmengen entsprechend zu erhöhen



Technische Daten

Ausschreibungstexte

	<p>Frivent Eishallenentfeuchtungsgerät FDH - ... - WP</p> <p>Lüftungs-Zentralgerät mit mehrstufiger Wärmerückgewinnung zur Entfeuchtung von Eissporthallen, für Innenaufstellung, bestehend aus:</p> <p>Gehäuse: Korrosionsbeständiges, doppelschaliges Gehäuse, innen vollkommen glatt, Gehäusewände beidseitig aus verzinkten und kunststoffbeschichteten Blechen, Farbe RAL 9010, mit zwischenliegender, unbrennbarer Isolierung aus Mineralfaserplatten, mit Grundrahmen aus verzinkten Stahlprofilen. Einbauten, Schrauben und Verbindungsteile aus Edelstahl oder beschichtet.</p> <p>Luftfilter: Für Außen- und Abluft, Taschenfilter, Filterklasse F5 oder höher, mit Schnellspannvorrichtung.</p> <p>Ventilatoren: Wartungsfreie, energiesparende Hochleistungsradialventilatoren, mit frei laufendem Spezialaufgrad für höchsten Wirkungsgrad, mit direktem Antrieb durch EC-Motoren. Leistungsanpassung und Druckkonstanthaltung durch Temperatur- und Feuchteregelung.</p> <p>Wärmerückgewinner: Rotierender Wärmeaustauscher für höchste Rückwärmezahl, zur Nutzung von freier Kühlung und Entfeuchtung.</p> <p>Zuluft-Nacherwärmer: Warmwasser-Lufterhitzer, Kupfer-Aluminium Ausführung, mit einseitig herausgeführten Anschlüssen mit Rohrgewinde.</p> <p>Luftklappen: Gegenläufig gekoppelte, dicht schließende Hohlkörperlamellen, im Bereich der Mischluftklappe zusätzliche Mischeinrichtung zur Verbesserung der Regelfähigkeit und Vermeidung von Eisbildung bei tiefen Temperaturen.</p> <p>Verdampfer: Kupfer-Aluminium-Ausführung, korrosionsbeständige Kondensatwannen mit Kondensatablauf und Syphon (Zubehör).</p> <p>Kondensator 1: Im Fortluftstrom angeordnet, Kupfer-Aluminium- Ausführung.</p> <p>Kondensator 2: Im Zuluftstrom nach dem Verdampfer angeordnet, zur kontrollierten Nacherwärmung der entfeuchteten Zuluft, Kupfer-Aluminium- Ausführung.</p> <p>Wärmepumpenkompressor: Vollhermetischer, geräuscharmer Scrollkompressor mit Leistungsregelung, umweltfreundliches FCKW-freies und zukunftssicheres Kältemittel R407C.</p> <p>Kältekreis: Mit Kupferrohren sauber verrohrt, isoliert, mit allen erforderlichen Regel- und Sicherheitsarmaturen.</p> <p>Gerät mit Kältemittel gefüllt, geprüft, voreingestellt und probegelaufen.</p> <p>Temperatur- und Feuchteregelung: Im Gerätegehäuse integriert, mit speziell abgestimmten Komponenten und Programmen zur Kontrolle von Luftmengen, Zuluftfeuchte und Temperatur, Nutzung von freier Kühlung und Entfeuchtung und Wärmerückgewinnung, Einfrierschutz und Abtauüberwachung des Verdampfer, Filterwächter und Signalgabe, alle Komponenten und Fühler intern verkabelt, Entfeuchtungsgerät anschlussfertig vorbereitet.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Luftvolumenstrom Zuluft</td> <td>.....</td> <td>m³/h</td> </tr> <tr> <td>Luftwiderstand außerhalb des Gerätes</td> <td>..... 300</td> <td>Pa</td> </tr> <tr> <td>Motornennleistung</td> <td>.....</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>Luftvolumenstrom Abluft</td> <td>.....</td> <td>m³/h</td> </tr> <tr> <td>Luftwiderstand außerhalb des Gerätes</td> <td>..... 300</td> <td>Pa</td> </tr> <tr> <td>Motornennleistung</td> <td>.....</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>Entfeuchtungsleistung bei 20°C/60% r. F.</td> <td>.....</td> <td>kg/h</td> </tr> <tr> <td>Kompressorleistung</td> <td>.....</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>Zuluft-Nacherwärmerleistung</td> <td>.....</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>Anschlußspannung 50 Hz</td> <td>..... 3 x 400</td> <td>Volt</td> </tr> <tr> <td>Gesamtaufnahmeleistung</td> <td>.....</td> <td>kW</td> </tr> <tr> <td>Abmessungen</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Länge</td> <td>.....</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Breite</td> <td>.....</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Höhe</td> <td>.....</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Gewicht</td> <td>.....</td> <td>kg</td> </tr> </table> <p>Gerätetype: Frivent FDH - ... - WP</p>	Luftvolumenstrom Zuluft	m ³ /h	Luftwiderstand außerhalb des Gerätes 300	Pa	Motornennleistung	kW	Luftvolumenstrom Abluft	m ³ /h	Luftwiderstand außerhalb des Gerätes 300	Pa	Motornennleistung	kW	Entfeuchtungsleistung bei 20°C/60% r. F.	kg/h	Kompressorleistung	kW	Zuluft-Nacherwärmerleistung	kW	Anschlußspannung 50 Hz 3 x 400	Volt	Gesamtaufnahmeleistung	kW	Abmessungen			Länge	mm	Breite	mm	Höhe	mm	Gewicht	kg		
Luftvolumenstrom Zuluft	m ³ /h																																																	
Luftwiderstand außerhalb des Gerätes 300	Pa																																																	
Motornennleistung	kW																																																	
Luftvolumenstrom Abluft	m ³ /h																																																	
Luftwiderstand außerhalb des Gerätes 300	Pa																																																	
Motornennleistung	kW																																																	
Entfeuchtungsleistung bei 20°C/60% r. F.	kg/h																																																	
Kompressorleistung	kW																																																	
Zuluft-Nacherwärmerleistung	kW																																																	
Anschlußspannung 50 Hz 3 x 400	Volt																																																	
Gesamtaufnahmeleistung	kW																																																	
Abmessungen																																																			
Länge	mm																																																	
Breite	mm																																																	
Höhe	mm																																																	
Gewicht	kg																																																	

Österreich

Frivent GmbH - Luft- und Wärmetechnik

Salzburgerstrasse 20 b
A-6380 St. Johann in Tirol
Telefon +43 5352 6 25 27 0
Telefax +43 5352 6 35 99
eMail info@frivent.com
Internet http://www.frivent.com

Frivent GmbH - Luft- und Wärmetechnik

Lehmannngasse 21/1/2
A-1230 Wien
Telefon +43 1 865 01 12 20
Telefax +43 1 865 01 12 11
eMail info@frivent.com

Deutschland

Systemair GmbH

97944 Boxberg-Windischbuch
Telefon +49 7930 / 92 72 - 0
Telefax +49 7930 / 92 72 - 92
eMail info@systemair.de

Schweiz

CompetAir GmbH - RaumluftKomfort

Böhrnirainstrasse 13
CH-8800 Thalwil
Telefon +41 800 80 55
Telefax +41 722 51 05
eMail info@competair.ch

Tschechien

FRIVENT CZ s.r.o.

Novohradská 40
CZ-37001 České Budějovice
Telefon +420 38 731 23 39
Telefax +420 38 731 43 07
eMail frivent@frivent.cz

Russland

ZAO „FRIVENT-Klimatechnika“

Ul. Scherbakovskaja d. 53/17 of. 311
RU-105318 Moskau
Telefon +7 495 647 00 42
Telefax +7 495 647 00 42
eMail info@frivent.com

OOO NEMZ „TAYRA“

Ul. Sofijskaja 2A
RU-630056 Novosibirsk
Telefon +7 3833 45 17 34
Telefax +7 3833 34 69 929
eMail ta@tayra.ru

Ukraine

TOB Teko Interface

Ul. Levanevskogo, 6
UA-03058 Kiev
Telefon +380 44 401 09 90
Telefax +380 44 401 09 91
eMail info@tekointerface.com

Kasachstan

TOO „ABL engineering group“

Ul. Respubliki 1/2
KZ-101407 Temirtau
Telefon +7 7213 983631
Telefax +7 7213 983631
eMail mail@abl.kz

Lüftungs- und Klimageräte mit Wärmerückgewinnung

Vertretung:



Frivent GmbH - A-6380 St. Johann in Tirol

frivent[®]
Luft+Wärme+Klima