

Dezentrale Systeme zum Lüften, Heizen und Kühlen großer Hallen haben sich in der Praxis neben Zentralgeräte-Anlagen durch ihre hohe Anpassungsfähigkeit an die vielfältigen Anforderungen der Belüftung von Hallen bewährt. Seit 40 Jahren stellt Hoval dezentrale Klimageräte her. Von Anbeginn war der effiziente Energieeinsatz Leitlinie der Entwicklung jeder Gerätegeneration.

Die bewährten RoofVent® Be- und Entlüftungsgeräte mit Luftleistungen von 5.500 m³/h (Baugröße 6) und 8.000 m³/h (Baugröße 9) wurden mit der optionalen Einbindung reversibler Wärmepumpen zu autarken Funktionseinheiten weiterentwickelt. Dabei kann die Baugröße 9 wahlweise mit einer oder zwei Wärmepumpen ausgerüstet werden. Sie nutzen den Energiespeicher der Luft mit einem COP Wert von 4,09 für den Heiz- und einem EER Wert von 3,77 für den Kühlbetrieb. Die weiteren Eckdaten der Wärmepumpe sind in Tabelle 1 angegeben:

Nenn-Heizleistung ¹⁾	31,5 kW
Nenn-Kühlleistung ²⁾	28,0 kW
Verflüssigungstemperatur	46 °C
Verdampfungstemperatur	6 °C
¹⁾ tAUSSEN = 7 °C, tAB = 20 °C	
²⁾ tAUSSEN = 35 °C, tAB = 27 °C / 45 % r. F.	

Tabelle 1: Daten der Wärmepumpe Daikin ERQ250

Werte von Heiz- und Kühlleistungen für von Tabelle 1 abweichenden Außen- und Abluftzustände können dem Daikin Handbuch „Air Conditioning, Technical Data“ entnommen werden.

In Kombination mit der Energierückgewinnung aus den Plattenwärmetauschern mit Rückwärmzahlen von 77 % und 78 % und Leistungszahlen von 26,0 und 27,7 wird damit ein äußerst energieeffizientes Lüftungssystem zur Verfügung gestellt.

Als Luftverteilsystem kommt der im gesamten Geräteprogramm bewährte Hoval Air-Injector zum Einsatz. Damit lassen sich die in Tabelle 2 angegebenen Hallenflächen zugfrei beaufschlagen.

RoofVent®	Beaufschlagte Fläche		Zugehörige spezifische Luftleistung	
	min.	max.	max.	min.
RP-6	11 m x 11 m	22 m x 22 m	46 m³/(m²·h)	11 m³/(m²·h)
RP-9	13 m x 13 m	28 m x 28 m	48 m³/(m²·h)	10 m³/(m²·h)

Tabelle 2: Zugfrei beaufschlagte Flächen der RoofVent® RP-Geräte

Mit seiner Luftführung von oben nach unten werden (gemessene) Temperaturgradienten im Raum von 0,1 K/m bis 0,15 K/m erzielt. Dadurch eröffnet sich ein zusätzliches Energie-Sparpotential gegenüber Stratifikationen mit höheren Werten. Der Wärmebedarf einer Halle lässt sich so um bis zu 20% verringern.



Bild 1: RoofVent® RP

Die Regelung des RoofVent® - Wärmepumpensystems erfolgt mit dem speziell für die Bedürfnisse dezentraler Anlagen entwickelten TopTronic® C Regelsystem. Es steuert die Heiz- und Kühlleistung der umschaltbaren Wärmepumpe im Modulationsbereich 0...100%, regelt die Leistung der Energierückgewinnung und steuert die Luftverteilung nach der Differenz zwischen Zuluft- und Raumtemperatur. Das Gesamtergebnis dieser Vernetzung ist ein unter allen Betriebsbedingungen minimierter Energieeinsatz.

Die Leistungsfähigkeit des RoofVent® RP-Systems wird nachfolgend für einen typischen Heiz- und Kühlfall dargestellt. Dazu werden die Baugröße 6 mit einer Wärmepumpe (RP-6-K) und der Baugröße 9 mit zwei Wärmepumpen (RP-9-M) herangezogen.

Heizfall

Die Werte für einen Winterauslegungspunkt mit einer Außenlufttemperatur von $t_{AU} = -15$ °C und einer Ablufttemperatur von $t_{AB} = 20$ °C sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Die Außenluft wird durch Energierückgewinnung im Plattenwärmetauscher mit \dot{Q}_{ERG} von t_{AU} auf t_{ERG} erwärmt. Die Leistung der Wärmepumpe unter diesen Temperaturen ist \dot{Q}_{WP} . Sie erwärmt den Außenluftstrom von t_{ERG} auf die Zulufttemperatur t_{ZU} .

Hier wird noch ein vorteilhafter Effekt wirksam, nämlich die Dissipation der Ventilatorleistung. Dabei wird die kinetische Energie, die der Zuluftventilator dem Zuluftstrom erteilt, durch Angleichung der Zuluft- an die Raumluftgeschwindigkeit in Wärme umgewandelt. Ihr Betrag \dot{Q}_v errechnet sich aus der aufgenommenen Leistung des Motors und dem Ventilatorwirkungsgrad. Das führt zu einer Temperaturerhöhung der Zuluft von t_{ZU} um Δt_v auf $t_{ZU\ eff}$. Die Werte für die beiden Baugrößen sind in Tabelle 4 angegeben.

RoofVent® Baugröße	\dot{Q}_v [kW]	Δt_v [K]
6	1,3	0,7
9	2,1	0,8

Tabelle 3: Dissipation der Ventilatorleistung der RoofVent® Geräte

Zur Deckung der Transmission steht damit der Wärmestrom \dot{Q}_{Trans} zur Verfügung, der sich aus dem Zuluftstrom und der Differenz der effektiven Zulufttemperatur $t_{ZU\ eff}$ und der Ablufttemperatur t_{AB} ergibt. Dem Aufwand zur Erwärmung der Außenluft von t_{AU} auf t_{ZU}

eff steht lediglich die aufzubringende Antriebsleistung der Wärmepumpe $\dot{Q}_{WPinput}$ entgegen.

RoofVent®	t_{AU}	$t_{ERG}^{1)}$	\dot{Q}_{ERG}	\dot{Q}_{WP}	t_{ZU}	$t_{ZU\ eff}^{2)}$	$\dot{Q}_{Trans}^{1)}$	$\dot{Q}_{WPinput}$
RP-6-K	-15 °C	14,0 °C	54 kW	22,1 kW	26,1 °C	26,8 °C	12,4 kW	7,5 kW
RP-9-M	-15 °C	14,0 °C	78 kW	44,2 kW	30,6 °C	31,4 °C	30,3 kW	15 kW

¹⁾ Bezug: Ablufttemperatur $t_{AB} = 20$ °C, entsprechend einer Temperatur im Aufenthaltsbereich von ≈ 18 °C

²⁾ gemäß Tabelle 3

Tabelle 4: RoofVent® RP Winterauslegungspunkt, Temperaturen und Wärmeleistungen

Gut isolierte Hallen kommen durchschnittlich mit einer spezifischen Heizleistung von 45 W/m² aus. Daraus folgt mit \dot{Q}_{Trans} nach Tabelle 5, dass ein Gerät der Baugröße 6 eine Fläche von 16,6 m x 16,6 m und ein Gerät der Baugröße 9 eine Fläche von 26 m x 26 m überstreichen kann. Das entspricht spezifischen Luftleistungen von 20 m³/(h·m²) bzw. 11,9 m³/(h·m²) für die Baugrößen 6 bzw. 9.

Kühlfall

Die Werte für einen Sommerauslegungspunkt mit einer Außenlufttemperatur von $t_{AU} = 32$ °C und einer relativen Feuchte von 60 %, sowie einer Ablufttemperatur von $t_{AB} = 28$ °C mit 50 % r.F. sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Die Außenluft wird durch

Energierückgewinnung im Plattenwärmetauscher mit \dot{Q}_{ERG} von t_{AU} auf t_{ERG} vorgekühlt.

Die Leistung der Wärmepumpe unter diesen Temperaturen ist \dot{Q}_{WP} . Davon ist nur der

Anteil \dot{Q}_{WPsen} sensibel nutzbar. Die Differenz wird zur Entfeuchtung der Außenluft benötigt.

$\dot{Q}_{WP, sen}$ kühlt den Außenluftstrom von t_{ERG} auf die Zulufttemperatur t_{ZU} ab. Die Dissipation der Ventilatorleistung wirkt sich hier nachteilig aus, da sie den abgekühlten Zuluftstrom von t_{ZU} um Δt_V (nach Tabelle 4) wieder auf $t_{ZU, eff}$ erwärmt.

Damit steht als sensible Kühllast die Kälteleistung $\dot{Q}_{Kühl}$ zur Verfügung, die sich aus dem Zuluftstrom und der Differenz der effektiven Zulufttemperatur $t_{ZU, eff}$ und der Ablufttemperatur t_{AB} ergibt. Dem Aufwand zur Kühlung der Außenluft von t_{AU} auf $t_{ZU, eff}$, sowie ihrer Entfeuchtung, steht lediglich die aufzubringende Antriebsleistung der Wärmepumpe $\dot{Q}_{WP, input}$ entgegen.

RoofVent®	t_{AU}	t_{ERG} ¹⁾	\dot{Q}_{ERG}	\dot{Q}_{WP}	$\dot{Q}_{WP, sen}$	t_{ZU}	$t_{ZU, eff}$ ²⁾	$\dot{Q}_{Kühl}$ ¹⁾	$\dot{Q}_{WP, input}$
RP-6-K	32 °C 60 % r.F.	28,9 °C 71,5 % rF	6 kW	29,7 kW	12,4 kW	22,1 °C	22,8 °C	9,5 kW	7,5 kW
RP-9-M	32 °C 60 % r.F.	28,9 °C 71,5 % rF	9 kW	59,4 kW	25,6 kW	19,3 °C	20,1 °C	21,0 kW	15 kW

¹⁾ Bezug: Ablufttemperatur $t_{AB} = 28$ °C, 50 % r.F.
entsprechend einer Temperatur im Aufenthaltsbereich von ≈ 26 °C

²⁾ gemäß Tabelle 3

Tabelle 5: RoofVent® RP Sommerauslegungspunkt, Temperaturen und Kühlleistungen

Bei einer spezifischen Kühllast von 60 W/m² in einer Halle, kann ein Gerät der Baugröße 6 eine Fläche von 12,6 m x 12,6 m und ein Gerät der Baugröße 9 eine Fläche von 18,7 m x 18,7 m überstreichen.

Regelkonformität

Die Geräte erfüllen die Forderungen der ErP-Richtlinie 2018. Zur Erfüllung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) erweist sich diese Kombination als doppelt vorteilhaft. Das EEWärmeG schreibt vor, dass zur Gebäudeheizung und -kühlung ein Mindestanteil von 50% an regenerativen Energien eingesetzt werden muss. Diese regenerative Energie liefert hier die Wärmepumpe. Zusätzlich kann die Leistung der Energierückgewinnung der Geräte als Ersatzmaßnahme dem alternativen Energieanteil zugerechnet werden.

TopVent®-Reihe mit Wärmepumpe

Für die Umluftreihe TopVent® mit den Baugrößen 6 (6000 m³/h) und 9 (9000 m³/h) ist optional derselbe Wärmepumpentyp (Daten nach Tabelle 1) verfügbar. Auch hier kann die Baugröße 9 wahlweise mit einer oder zwei Wärmepumpen ausgestattet werden. Die Leistungsfähigkeit dieser autarken Funktionseinheiten wird wieder für einen typischen Heiz- und Kühlfall dargestellt. Dazu werden die Baugröße 6 mit einer Wärmepumpe (TP-6-K) und der Baugröße 9 mit zwei Wärmepumpen (TP-9-M) herangezogen.



Bild 2: TopVent® TP

Heizfall

Die Werte für einen Winterauslegungspunkt mit einer Außenlufttemperatur von $t_{AU} = -15\text{ °C}$ und einer Ablufttemperatur von $t_{AB} = 22\text{ °C}$ (Eintritt Umluftgerät) sind in Tabelle 8 zusammengefasst. Die Leistung der Wärmepumpe für diese Temperaturbedingungen (außen / innen) ist \dot{Q}_{WP} . Sie erwärmt den Umluftstrom von t_{AB} auf die Zulufttemperatur t_{ZU} .

Der Effekt der Dissipation der Ventilatorleistung ist hier auf Grund der geringeren Ventilatorleistung deutlich kleiner und in Tabelle 7 dargestellt (Werte gerundet):

TopVent® Baugröße	\dot{Q}_v [kW]	ΔtV [K]
6	0,4	0,2
9	0,9	0,3

Tabelle 6: Dissipation der Ventilatorleistung der TopVent® Geräte

Zur Deckung der Transmission steht damit der Wärmestrom \dot{Q}_{Trans} zur Verfügung, der sich aus dem Umluftstrom und der Differenz der effektiven Zulufttemperatur $t_{ZU\ eff}$ und der Ablufttemperatur t_{AB} ergibt. Dem Aufwand zur Erwärmung der Umluft von t_{AB} auf $t_{ZU\ eff}$ steht lediglich die aufzubringende Antriebsleistung der Wärmepumpe $\dot{Q}_{WP\ input}$ entgegen.

TopVent®	tAU	tAB	\dot{Q}_{WP} ¹⁾	tZU	tZU eff ²⁾	\dot{Q}_{Trans}	$\dot{Q}_{WP\ input}$
TP-6-K	-15 °C	22 °C	21,9 kW	33,0 °C	33,2 °C	22,3 kW	8,3 kW
TP-9-M	-15 °C	22 °C	43,8 kW	36,6 °C	36,9 °C	44,6 kW	16,6 kW

¹⁾ Bezug: Außentemperatur tAU = -15 °C, Ablufttemperatur tAB = 22 °C, entsprechend einer Temperatur im Aufenthaltsbereich von ≈ 20 °C

²⁾ gemäß Tabelle 6

Tabelle 7: TopVent® TP Winterauslegungspunkt, Temperaturen und Wärmeleistungen

Kühlfall

Die Werte für einen Sommerauslegungspunkt mit einer Außenlufttemperatur von $t_{AU} = 32$ °C und einer Ablufttemperatur von $t_{AB} = 28$ °C mit 50 % r.F. sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Die Leistung der Wärmepumpe unter diesen Temperaturbedingungen

(außen / innen) ist \dot{Q}_{WP} . Davon ist nur der Anteil $\dot{Q}_{WP\ sen}$ sensibel nutzbar.

Die Differenz wird zur Entfeuchtung der Umluft benötigt. $\dot{Q}_{WP\ sen}$ kühlt den Umluftstrom von t_{AB} auf die Zulufttemperatur t_{ZU} ab. Die Dissipation der Ventilatorleistung erwärmt den Umluftstrom von t_{ZU} um ΔtV (nach Tabelle 7) auf $t_{ZU\ eff}$. Damit steht als sensible

Kühllast die Kälteleistung $\dot{Q}_{Kühl}$ zur Verfügung, die sich aus dem Umluftstrom und der Differenz der effektiven Zulufttemperatur $t_{ZU\ eff}$ und der Ablufttemperatur t_{AB} ergibt. Dem Aufwand zur Kühlung der Umluft von t_{AU} auf $t_{ZU\ eff}$, sowie ihrer Entfeuchtung,

steht lediglich die aufzubringende Antriebsleistung der Wärmepumpe $\dot{Q}_{WP\ input}$ entgegen.

TopVent®	tAU	tAB	$\dot{Q}_{WP}^{1)}$	$\dot{Q}_{WP, sen}$	tZU	tZU eff ²⁾	$\dot{Q}_{Kühl}$	$\dot{Q}_{WP, input}$
TP-6-K	32 °C	28 °C 50 % r.F	28,0 kW	19,4 kW	18,3 °C	18,5 °C	18,9 kW	6,7 kW
TP-9-M	32 °C	28 °C 50 % r.F	56,0 kW	39,4 kW	14,8 °C	15,1 °C	38,6 kW	13,4 kW
¹⁾ Bezug: Außentemperatur tAU = 32 °C, Ablufttemperatur tAB = 28 °C, 50 % r.F, entsprechend einer Temperatur im Aufenthaltsbereich von ≈ 26 °C ²⁾ gemäß Tabelle 6								

Tabelle 8: TopVent® TP Sommerauslegungspunkt, Temperaturen und Kühlleistungen

Fazit

Mit den RoofVent® RP und TopVent® TP Systemen stehen vollständig dezentrale und damit vor allem autarke Belüftungs- und Heiz-/Kühl Systeme zur Verfügung. Sie erfordern weder eine zentrale Warm- und Kaltwasserversorgung, noch einen Technikraum. Beide Systemreihen zeichnen sich durch eine hohe Effizienz aus.

Der Einsatz dieser Systeme bietet zusätzlichen Kundennutzen für den

- Betreiber durch eine hohe Anlagensicherheit mit der Verwendung mehrerer autarker Geräte.
- Planer mit einem geringen und damit kostengünstiger Projektierungsaufwand, da die Systeme luft-, heiz-, kälte- und regeltechnisch fertig vorliegen.
- Installateur, der von einem schnellen Kapitalrückfluss infolge kurzer Montagezeiten profitiert.

Hoval Gruppe

Die Marke Hoval zählt international zu den führenden Unternehmen für Heiz- und Raumklima-Lösungen. Mit mehr als 70 Jahren Erfahrung und einer familiär geprägten Teamkultur gelingt es Hoval immer wieder, mit aussergewöhnlichen Lösungen und technisch überlegenen Entwicklungen zu begeistern. Diese Führungsrolle verpflichtet das Unternehmen zu Verantwortung für Energie und Umwelt, der mit einer intelligenten Kombination unterschiedlicher Heiz-Technologien und individuellen Raumklima-Lösungen entsprochen wird. Darüber hinaus sind persönliche Beratung und ein umfassender Kundenservice typisch für die Welt von Hoval.

Mit rund 1.900 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in 17 Gruppengesellschaften weltweit versteht sich Hoval nicht als Konzern, sondern als eine große, global denkende und agierende Familie. Hoval Heiz- und Raumklima-Systeme werden heute in über 50 Länder exportiert.

Kontakt für Rückfragen:

Liechtenstein

Andrea Schädler
andrea.schaedler@hoval.com
 m
 Tel. +423 399-2318
 Mobil +41 (79) 618 29 75

Hoval Aktiengesellschaft
 Austrasse 70
 9490 Vaduz
 Tel. +423 399-2400
www.hoval.com

Schweiz

Ivan Widmer
ivan.widmer@hoval.ch
 Tel. +41 (44) 925 63 83
 Mobil +41 (79) 546 97 51

Hoval AG
 General-Wille-Strasse 201
 8706 Feldmeilen
 Tel. +41 (44) 925 61 11
www.hoval.ch

Deutschland

Heike Mahler
heike.mahler@hoval.com
 Tel. +49 89 922097-128

Hoval GmbH
 Humboldtstraße 30
 85609 Aschheim-Dornach
 Tel. +49 (0) 89 922 097-0
www.hoval.de

Österreich

Bianca Herlitz
bianca.herlitz@hoval.com
 Tel. +43 50 365 - 5152

Hoval Gesellschaft mbH
 Hovalstraße 11
 4614 Marchtrenk
 Tel. +43 (0)50 365-0
www.hoval.at