Wie werden hohe Räume energieeffizient belüftet, geheizt und gekühlt?

Leitfaden

Hoval

©F. List GmbH

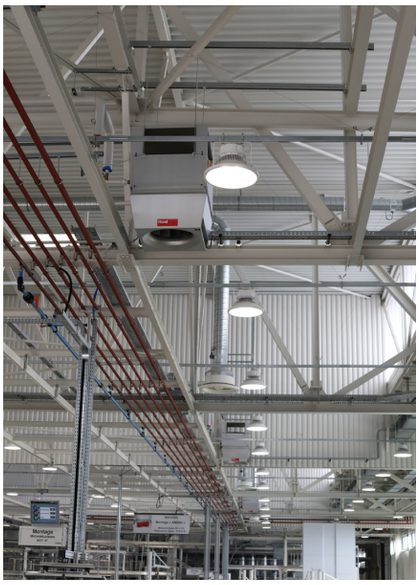
Einleitung

Ungeachtet dessen, ob es sich um Logistikzentren, Einkaufszentren, Produktionshallen, Flugzeughangars oder Sporthallen handelt – alle diese hohen Räume haben eines gemeinsam: Sie brauchen ein zuverlässiges und wirtschaftliches Klimasystem, das effizient für die Belüftung, Heizung und Kühlung sorgt.

Beim Neubau oder bei der Renovierung eines Gebäudes ist die Wahl des Klimasystems ein entscheidender Faktor. Investoren und Planungsbüros sind dabei mit vielfältigen technischen Anforderungen und Problemstellungen konfrontiert. Bei der Entscheidung über eine maßgeschneiderte Anlage, welche gleichzeitig ein hohes Maß an Flexibilität aufweisen soll, ist vieles zu berücksichtigen: die Einhaltung der geltenden Rechtsvorschriften, die Berücksichtigung der Baustatik, der Planungsaufwand, die Montagezeiten, die Systemeffizienz für möglichst niedrige Betriebs- und Wartungskosten, die Zuverlässigkeit der Anlage sowie das Regelungskonzept und der Bedienkomfort.

Da die regulatorischen Rahmenbedingungen zunehmend auf Energieeffizienz und die Verringerung des CO_2-Fußabdrucks von HLK-Anlagen abzielen, stellen dezentrale Klimageräte eine interessante Alternative zu zentralen Klimasystemen dar.
Unter Berücksichtigung der EU-Vorschriften hinsichtlich energieverbrauchender Produkte, schlägt Hoval in diesem Leitfaden vor, eine Bestandsaufnahme von Klimasystemen für hohe Räume sowie der Vorteile dezentraler Lösungen zu machen.

Bei der Auswahl eines Klimasystems für hohe Hallen – im Idealfall schon bei der Bauplanung – sind mehrere Anforderungen zu berücksichtigen, die die Anlage erfüllen muss. Die wichtigsten sind: **Angemessenheit und Flexibilität**.



Die dezentralen Umluftgeräte ohne Lüftungskanäle lassen sich in die Halleninfrastruktur integrieren, ohne zu einem Hindernis für die übrigen Systeme zu werden (Regale, Kranbahnen, Beleuchtung, etc.).

Die Gründe dafür sind:

- Klimasysteme mit konventioneller Luftverteilung, die die Entscheidungsträger wahrscheinlich am ehesten in Betracht ziehen, sind im Allgemeinen für kleinere Räume ausgelegt. Die Entscheidung für eine unangemessene Klimaanlage, die den spezifischen Anforderungen in großen, hohen Räumen nicht gewachsen ist, hat oft einen höheren Wartungsaufwand und eine unzureichende Leistung zur Folge.
- Große Gebäude dienen während ihrer Lebensdauer oft nicht nur einem einzigen Zweck. Was heute ein Supermarkt ist, kann schon morgen ein Arzneimittellager sein. Und die verschiedenen Wirtschaftsakteure haben natürlich unterschiedliche Anforderungen an ein Klimasystem, zum Beispiel je nachdem, ob sie Publikumsverkehr haben oder nicht.

Fazit

Bei der Wahl eines Hallenklima-Systems wird man sich also für ein flexibles System entscheiden, das sowohl den aktuellen Anforderungen angemessen ist als auch flexibel genug, sich an künftige Bedürfnisse anzupassen.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 2 16.09.2020 14:57:48

Inhalt

Einleitung 2

Auswahl des geeigneten Klimasystems 4

Den Kostenpunkt unter die Lupe genommen 5

Heizen und Kühlen mit demselben Gerät 7

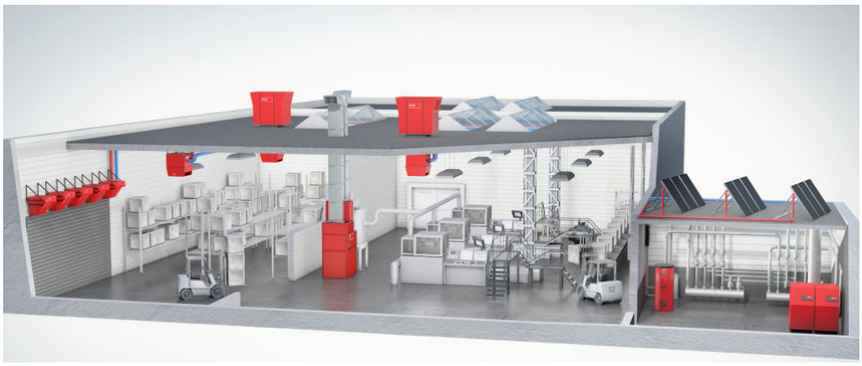
Wärme- und Kälteerzeugung zentral oder dezentral 9

Was tun wenn kein Heiz- bzw. Kühlmedium zur Verfügung steht? 11

In die Tiefe: Effiziente Hallenkühlung – eine besondere Herausforderung 12

RoofVent® und TopVent® – Die Lösung von Hoval
zum Be- und Entlüften, Heizen und Kühlen großer Hallen 14

Impressum:
Hoval Aktiengesellschaft, Austrasse 70, 9490 Vaduz, Liechtenstein
www.hoval.com



Bei Räumen mit großer Höhe sind bereits beim Bau des Gebäudes spezifische Anforderungen zu berücksichtigen.

Tipp:

Entscheidung schon bei der Planung des Gebäudes

Je nach Konstellation bietet das eine oder das andere System Vorteile. Daher lohnt sich ein Blick auf die wesentlichen Unterschiede:

- Zentralanlagen wiegen etwa dreimal mehr als die Summe vergleichbarer dezentraler Geräte zusammen. Das zentrale RLT-Gerät und das Luftleitungsnetz mit Volumenstromreglern, Klappen und Luftdurchlässen fallen also buchstäblich ins Gewicht.
- Geringere Gewichte vereinfachen die Tragstruktur der Halle. Sie kann somit kostengünstiger konstruiert werden.
- Dezentrale Geräte in die Infrastruktur von Produktionshallen einzubinden, ist häufig einfacher, als ein Luftleitungsnetz zwischen Kranbahnen, Fördersystemen und Versorgungseinrichtungen zu integrieren.
- Wo kein Luftleitungsnetz vorhanden ist, sind auch keine Leckagen vorhanden. Der Fördervolumenstrom muss also nicht erhöht werden, um Leckagen zu kompensieren.
- Druckverluste im Leitungsnetz gehen mit der dritten Potenz in die elektrische Leistungsaufnahme ein. Das heißt, die Reduktion von Druckverlusten bewirkt eine viel geringere elektrische Leistungsaufnahme und sehr große Energieeinsparung im Vergleich zu einer Zentralanlage mit Luftleitungsnetz.
- Ohne Luftleitungsnetz reduzieren sich auch die Wartungskosten um ca. 15 € pro Meter Luftleitung. Die Wartung und Reinigung – in Deutschland gemäß VDI 6022 – muss einmal pro Jahr durchgeführt werden.
- Durch den Einsatz mehrerer Geräte bieten dezentrale Anlagen eine höhere Anlagensicherheit.
- Die Installation dezentraler Geräte kann sukzessive erfolgen, d.h. die Investition kann zeitlich verteilt werden.
- Ein dezentrales System ist in Bezug auf die Nutzungsdauer einer Halle die kostengünstigere Lösung.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 3 16.09.2020 14:57:48

Auswahl des geeigneten Klimasystems

RoofVent® Geräte sind Be- und Entlüftungsgeräte zur Installation im Hallendach, ähnlich einem Rooftop, die zudem alle Vorteile eines zentralen Klimasystems bieten.

Zentral oder dezentral

Bei der Wahl eines Klimasystems stellt sich als erstes die Frage, ob es zentral oder dezentral sein soll. Die beiden Konzepte weisen erhebliche Unterschiede auf:

- Bei einem zentralen System wird, wie der Name schon sagt, die Luft in einer zentralen Einheit aufbereitet und dann über Luftleitungen verteilt.
- Bei einem dezentralen System wird die Luft mit mehreren autonomen Geräten konditioniert. Diese werden im Hallendach integriert und bringen Außen- oder Umluft direkt in die Halle ein. Ein Luftleitungssystem ist hier nicht erforderlich.

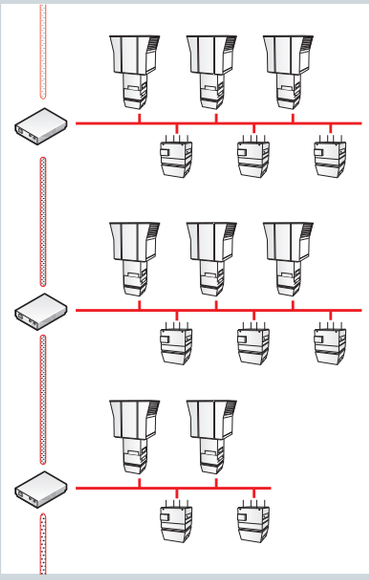
Dezentrale Systeme sind die bessere Lösung für hohe Hallen, das heißt, für eingeschossige Gebäude ab einer Raumhöhe von mindestens 4 Metern und einer Bodenfläche von mindestens 500 m². Je nach Größe der Halle und den spezifischen Anforderungen zur optimalen Belüftung des Gebäudes werden mehrere dezentrale Geräte in gleichmäßigen Abständen an der Decke oder im Dach installiert.

Die dezentralen Systeme sind deshalb besser geeignet, weil sie flexibler sind als Zentralanlagen. Diese Flexibilität bringt Vorteile sowohl bei einer Nutzungsänderung als auch während der gesamten Lebensdauer des Gebäudes. So können in einzelnen Bereichen innerhalb ein- und desselben Großraumes verschiedene Anforderungen erfüllt werden – zum Beispiel hinsichtlich der Funktionsweise (Außenluft- oder Umluftbetrieb), des Temperaturniveaus oder der Arbeitszeiten (Ein-, Zwei- oder Dreischichtbetrieb). Fallstudien und andere vergleichende Berechnungen zeigen außerdem, dass durch eine flexible Zoneneinteilung auch eine höhere Rentabilität erreicht wird und somit die Betriebskosten reduziert werden.

Tipp:

Gruppieren Sie mehrere Geräte zu Regelzonen

Dadurch können Sie beispielsweise auf die von den Maschinen freigesetzte Wärme besser reagieren.



2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 4 16.09.2020 14:57:49

Den Kostenpunkt unter die Lupe genommen

Wie betriebswirtschaftliche Daten aus der Baubranche zeigen, betragen die Baukosten eines Gebäudes im Verhältnis zu den Gesamtkosten nur 30 %. Die übrigen 70 % der Kosten entfallen auf die Nutzung des Gebäudes. Für einen Vergleich von zentralen und dezentralen Systemen müssen also sowohl die Investition als auch Betrieb und Wartung berücksichtigt werden. Die „Total Cost of Ownership“ ist der zu bewertende Faktor.

Kostenvergleich Investition

Die Vorteile von dezentralen Systemen erscheinen zunächst offensichtlich:

- Sie benötigen keine Luftleitungssysteme; dadurch ist die zu installierende Luftleistung etwa 6 % niedriger.
- Dank des geringeren Gewichts stellen sie niedrigere Anforderungen an die Baustatik, das heißt, die Tragkonstruktion kann vereinfacht werden.
- Vorgefertigte Bauteile vereinfachen Planung und Montage.
- Steckerfertige Lösung: Regelung, Kabelbäume und die dazugehörigen Komponenten sind vorkonfektioniert.

Gesamthaft unterscheiden sich die Kosten für die Investition kaum. Eine vertiefte Analyse zeigt aber eine deutliche Verschiebung der Kostenanteile:

Kostenanteile	Zentrales System	Dezentrales System
Geräte, Außenaufstellung	40 %	90 %
Kanäle und Durchlässe	35 %	–
MSR	25 %	10 %
Gesamtanlage	100 %	100 %

Im Geräteanteil ist beim zentralen System die Montage des Geräts enthalten, beim dezentralen System das Einsetzen der Geräte ins Dach. Die Position „Kanäle und Durchlässe“ enthält den Montageanteil. Dass bei vergleichbaren Regelfunktionen der Aufwand für die MSR der Zentralanlagen etwas höher ist, schlägt sich in der Tabelle entsprechend nieder. Zudem zeigt sich, dass ein Vergleich von Einzelpositionen nicht aussagekräftig ist.

Kostenvergleich Betrieb und Wartung

Hier zeigt sich das große Einsparpotential bei dezentralen Anlagen:

- Wartungsarbeiten sind während des Betriebs möglich.
- Eine aufwendige Hygienewartung und -inspektion des Luftleitungssystems entfällt.
- Dank niedrigerer Luftleistung, geringeren Druckverlusten und dadurch, dass es keine Luftleitungsleckagen gibt, ist der Primärenergieeinsatz geringer.
- Das patentierte Regelsystem ermöglicht den bedarfsoptimierten Betrieb verschiedener Regelzonen.
- Entscheidend ist jedoch: Die optimierte Lufteinbringung und Luftverteilung sorg für geringstmögliche Energieverluste und hohen Komfort.

Tipp für Investoren:

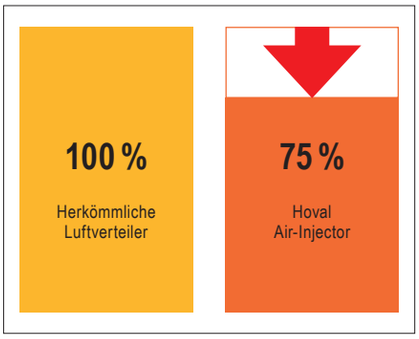
Die Auswahl des Klimasystems sollte schon in der Planungsphase des Gebäudes erfolgen.

Dadurch können die Kosten auf Dauer gesenkt werden. Eine etwas höhere Anfangsinvestition für eine dezentrale Lösung amortisiert sich leicht, dank der niedrigeren Betriebskosten während der gesamten Lebensdauer des Gebäudes.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 5 16.09.2020 14:57:50

Den Kostenpunkt unter die Lupe genommen: Die Luftverteilung entscheidet

Gerade im Hinblick auf die Kosten der Luftverteilung über Kanäle und Luftauslässe bieten dezentrale Systeme mit dem patentierten Air-Injector entscheidende Vorteile. Er ist das Herzstück für die optimale Lufteinbringung und effiziente Luftverteilung in Hoval RoofVent® und TopVent® Geräten. Der Air-Injector ist ein hochinduktiver, verstellbarer Drallauslass, der aufgrund seiner Charakteristik Energie und Kosten spart und gleichzeitig für thermische Behaglichkeit sorgt.



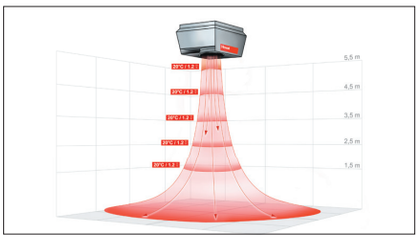
zu 1: Im Vergleich zu anderen Systemen ist oft eine viel kleinere Luftmenge ausreichend, um die gewünschten Bedingungen zu schaffen.

Drei wesentliche Merkmale des Air-Injectors sind entscheidend:

1. Die Leistungsstärke und Effizienz des Air-Injectors ermöglicht sowohl eine große Eindringtiefe als auch eine großflächige Verteilung der konditionierten Zuluft.
Die Leistungsdaten überzeugen:

- auch im Heizfall für Hallenhöhen bis zu 40 m geeignet
- beaufschlagte Hallenfläche je Air-Injector bis zu 950 m²

Zur Erreichung der geforderten Raumkonditionen muss dadurch ca. 25 % weniger Luftleistung installiert werden. Das spart nicht nur Investitionskosten, sondern auch Antriebsenergie und Betriebskosten. Mögliche anwendungsspezifische Energieeinsparungen lassen sich über das Hoval Berechnungstool schnell und einfach beziffern.



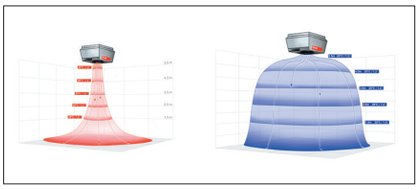
zu 2: Die Temperaturdifferenzen zwischen Aufenthaltsbereich und Hallendecke werden minimiert.

2. In hohen Hallen gibt es physikalisch bedingt erhebliche Temperaturdifferenzen zwischen dem Aufenthaltsbereich und dem Bereich unter der Hallendecke. Durch die hohe Induktivität des Air-Injectors wird dieses Warmluftpolster unterhalb der Hallendecke konsequent abgebaut und dadurch der Transmissionswärmeverlust über das Hallendach um ca. 30 % gesenkt. Hierzu durchgeführte Versuchsreihen zeigen, dass mit dieser Systematik eine äußerst geringe Temperaturschichtung mit durchschnittlich nur 0,15 K je Meter Hallenhöhe realisiert wird.

3. Zusätzlich zu den energetischen Vorteilen erfüllt der Air-Injector dank konstant niedriger Luftgeschwindigkeiten im Aufenthaltsbereich auch höchste Ansprüche in Bezug auf Komfort und Behaglichkeit. Verantwortlich für die Eindringtiefe des Zuluftstroms in die Halle und somit für die Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich sind:

- die Raumlufttemperatur
- die Zulufttemperatur
- der Volumenstrom

Ein speziell für diesen Anwendungsfall entwickelter Regelalgorithmus vergleicht kontinuierlich diese Parameter und justiert den Ausblaswinkel des Air-Injectors stetig so, dass im Aufenthaltsbereich auch bei wechselnden Bedingungen eine maximale Luftgeschwindigkeit von 0,2 m/s gewährleistet wird.



zu 3:
Heizbetrieb: Die Zuluft ist wärmer als die Raumluft und damit leichter. Die vertikale Luftzufuhr leitet die Wärme dorthin, wo sie benötigt wird.

Kühlbetrieb: Die einströmende Luft ist kälter als die Raumluft und sinkt nach unten. Um Zugluft zu vermeiden, wird sie horizontal zugeführt.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 6 16.09.2020 14:57:54

Heizen und Kühlen mit demselben Gerät

Gebäude können unnötig hohe Kosten verursachen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Sie eine vom Heizsystem unabhängige Kühlanlage installieren: Es sind zwei Lösungen und damit auch zwei Investitionen mit den doppelten Wartungs- und Betriebskosten. Die Lösung? Kühlen und Heizen mit ein- und demselben System!

Im Folgenden erfahren Sie, wie dies am Beispiel von dezentralen Lüftungs- und Umluftgeräten funktioniert und unter welchen Voraussetzungen ein solches System geeignet ist.

Wie funktioniert das?
Ganz einfach! Theoretisch kann jedes Heizgerät auch als Kühlgerät funktionieren. Dazu muss nur das Warmwasser durch ein Kühlmedium ersetzt werden, zum Beispiel durch Kaltwasser, und ein Kondensatablauf muss vorgesehen sein.

Warum müssen Hallen gekühlt werden?
Steigende Temperaturen während der Sommermonate, erhöhte Dämmstandards beim Hallenneubau sowie eine höhere Maschinendichte mit 24/7-Schichten in Produktionshallen führen zwangsläufig zu höheren Kühlanforderungen.

In der Praxis treten in diesem Zusammenhang zunehmend zwei Problemstellungen auf:

- Die zum Mitarbeiterschutz in Richtlinien verankerten maximal zulässigen Temperaturen am Arbeitsplatz werden häufig massiv überschritten. Betriebsräte und Arbeitsschutzbehörden drängen daher zunehmend auf die Einhaltung der geforderten Grenzwerte.
- Durch zu hohe Temperaturen oder zu große Temperaturschwankungen in der Halle kommt es in modernen Fertigungsprozessen, in denen heutzutage Hochgenauigkeit gefordert ist, zunehmend zu überproportionalen Toleranzabweichungen und somit zu einer hohen Ausschussquote und damit sinkender Produktivität.

Folgerichtig wird bei der Projektierung von Hallenkomplexen zukünftig der Fokus auch auf effiziente Hallenkühlsysteme gerichtet werden.

Grundsätzliche Planungshinweise:

- Planen Sie neben einer Warmwasserversorgung auch eine Kältemaschine zur Kaltwassererzeugung ein. Falls keine Warmwasser- oder Kaltwassererzeugung vorhanden bzw. möglich ist, können Sie alternativ auch auf Kompaktmodelle mit reversibler Wärmepumpe zurückgreifen.
- Definieren Sie Ihre Ansprüche hinsichtlich der gewünschten Hallentemperatur und der maximal zulässigen Temperaturabweichung.
- Nehmen Sie sich Zeit für die Auswahl eines geeigneten Regelsystems. Systeme, die speziell für dezentrale Anlagen konfiguriert sind und die unterschiedlichen Anforderungen für den Heiz- und Kühlfall berücksichtigen, liefern hier die besten Ergebnisse.

Einsatz der dezentralen Umluftgeräte TopVent® in einer Wartungshalle für Straßenbahnen.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 7 16.09.2020 14:57:54

Heizen und Kühlen mit demselben Gerät

Kühlen mit Außenluft- und Umluftgeräten: Die Voraussetzungen
Sind Sie an der Technik der dezentralen Lüftungsgeräte interessiert, die zur Heizung und gleichzeitig zur Kühlung eines Gebäudes eingesetzt werden? Zunächst müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein. Anderenfalls riskieren Sie Probleme mit Kondensat oder mit der kontinuierlichen Kälteverteilung. Daher sind die folgenden Faktoren zu berücksichtigen:

- Hydraulikversorgung. Wollen Sie nur ein Register für die Heizung und Kühlung einsetzen (2-Leiter-System) oder jeweils ein eigenes Register für jede Funktion (4-Leiter-System)? In der Praxis hängt das von den spezifischen Anforderungen des zu kühlenden Gebäudes ab. Ein 4-Leiter-System bietet den Vorteil, dass jedes Register optimal ausgelegt und mit sehr kurzer Reaktionszeit zwischen Heizen und Kühlen umgeschaltet werden kann. Das ermöglicht ein ganzjähriges Einhalten von engen Hallentemperatur-Toleranzen von ±1 K. Der Nachteil dieses exakten Regelverhaltens sind die höheren Investitionskosten. Bei einfacheren Anwendungen, z.B. bei einer klassischen Sommer-/Winterschaltung empfiehlt sich daher ein 2-Leiter-System. Dieses ist im Umschaltverhalten zwar träger, dafür aber günstiger und dennoch effizient.

- Kondensatablauf. Wenn Luft gekühlt wird, nähert sie sich der Sättigungsgrenze von Wasserdampf und es bildet sich Kondensat. Um Schäden an Gebäude, Maschinen und Inventar zu vermeiden, muss das Kondensat gesammelt und zuverlässig abgeleitet werden. Kondensat entsteht aber nicht nur am Kühlregister im Gerät, sondern kann auch an kalten Oberflächen außen am Gerät entstehen. Achten Sie daher darauf, ein Gerät mit guter Isolierung und optimiertem Kondensatablauf zu wählen.

  Bei allen Hoval TopVent® und RoofVent® Kühlgeräten ist das der Fall. Neben einer zusätzlichen Geräteisolierung hat jedes Gerät einen Tropfenabscheider mit Sammelwanne. Die spezielle Konstruktion erlaubt es, dass trotz senkrechter Luftführung bis zu 150 l Kondensat pro Stunde sicher abgeleitet werden.

- Luftverteilung. Für die Lufteinbringung unter wechselnden Temperaturbedingungen ist zwingend ein automatisch verstellbarer Luftverteiler erforderlich. Die Hoval-Lösung „Air-Injector“ wird im Detail auf Seite 6 beschrieben.

- Freecooling. Abhängig von den Temperaturverhältnissen bzw. während der Nacht kann Außenluft für die kostengünstige Kühlung der Halle genutzt werden.

Durch dezentrale Geräte lassen sich Zonen mit verschiedenen Temperaturen realisieren.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 8 16.09.2020 14:57:54

Wärme- und Kälteerzeugung zentral oder dezentral

Ganz wichtig bei der Planung eines Industriegebäudes ist Flexibilität. Einerseits muss das Gebäude so geplant werden, dass der Lager- oder Produktionsraum je nach den betrieblichen Anforderungen rasch vergrößert bzw. verkleinert werden kann, und andererseits ist das Lüftungssystem so zu wählen, dass es an veränderte Mitarbeiterbedürfnisse und/oder Industrieprozesse einfach angepasst werden kann. Im Folgenden wird erläutert, wie Letzteres zu erreichen ist.

Das Ende der Fußbodenheizung

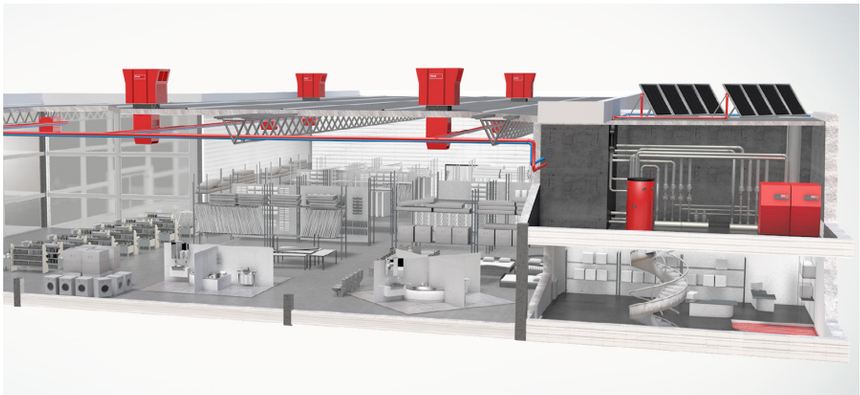
Lange Zeit glaubte man, die Fußbodenheizung sei die ideale Lösung für die Anforderungen großer Gebäude. Dies ist nicht mehr zeitgemäß. Die Autoren des Factbook „Zukunft Hallenheizung“, das von der Figawa, der Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach herausgegeben wurde, beschreiben die Fußbodenheizung als:

- „zu träge“, um den sich ändernden Anforderungen von Lager- und Logistikgebäuden Rechnung zu tragen;
- „einschränkend“ für die Nutzung des Raumes aufgrund der einheitlichen Einteilung;
- „problematisch“ aufgrund der Verankerung der Maschinen und Regale und deren möglichen späteren Veränderung.

Empfiehlt sich daher generell eine Kombination aus Zentralheizung und dezentraler Umluftheizung? Mittel- und langfristig ist es ein interessanter Ansatz, eine Kombination aus Zentralheizung und dezentralen Lüftungsgeräten zu wählen. Diese Kombination, die sich jeder Gebäudegröße anpasst und auf einem vorkonfektionierten Bausatz beruht, hat den Vorteil, dass sie gleichzeitig den Ausschreibungsprozess und die Planung erleichtert.

Tipp:

Die Kombination der Energie aus einem festen Heizraum und einer dezentralen Lüftungsanlage ermöglicht eine maximale Flexibilität der Anlage sowie tägliche Kosteneinsparungen, da auch erneuerbare Energien eingebunden werden können.



Die Vorteile einer Kombination aus Heizkessel und dezentralem Lüftungssystem

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 9 16.09.2020 14:57:55

Wärme- und Kälteerzeugung zentral oder dezentral

Das erweiterbare System setzt sich aus folgenden Elementen zusammen:

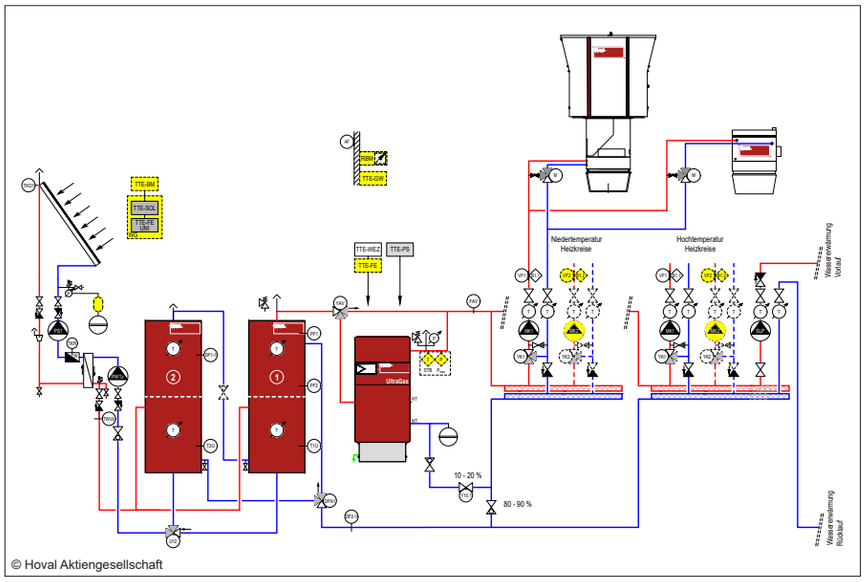
- einem Gasbrennwert-Doppelkessel Hoval UltraGas® und UltraSol® 2
- einem Regelmodul
- dem Hoval Hallenklima-System

Damit lässt sich je nach Anforderung die Anzahl der Außen- und Umluftgeräte variieren, um eine gleichmäßige Verteilung der konditionierten Luft über das gesamte Hallenvolumen zu erreichen.

- Die benötigte Außenluftmenge bestimmt die Anzahl der Außenluftgeräte. Es muss ausschließlich die notwendige Außenluftmenge konditioniert werden.
- Umluftgeräte decken die übrigen Lasten ab – also den restlichen Transmissionswärmebedarf und Transmissionskältebedarf.

Die Kombination aus einem dezentralen Lüftungssystem mit einem Brennwertkessel Hoval UltraGas® und Solarsystem UltraSol® hat zwei Vorteile:

- Hoval ist Systemlieferant für Wärmeerzeugung, Klimatechnik, Hydrauliksysteme und Regelsysteme. Kundenbedürfnisse werden durch ein Gesamtsystem aus einer Hand erfüllt.
- Der im Technikraum installierte Heizkessel mit Brennwerttechnik ist für eine optimale Funktion mit den Lüftungsgeräten ausgelegt, die in der Halle installiert sind. So wird eine zusätzliche Energieeffizienz von 10 % gewährleistet.



© Hoval Aktiengesellschaft

Heizungs-, Lüftungs- und Regelungskonzept aus einer Hand, für alle Heizungsanforderungen großvolumiger Räume.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 10 16.09.2020 14:57:55

Was tun wenn kein Heiz- bzw. Kühlmedium zur Verfügung steht?

Hier stehen für dezentrale Lösungen RoofVent® und TopVent® Geräte mit beigestellten reversiblen Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen zur Verfügung. Dadurch lassen sich Projekte auch ohne Technikraum realisieren oder bei Erweiterung bzw. Sanierung neue Anlagenkonzepte umsetzen.

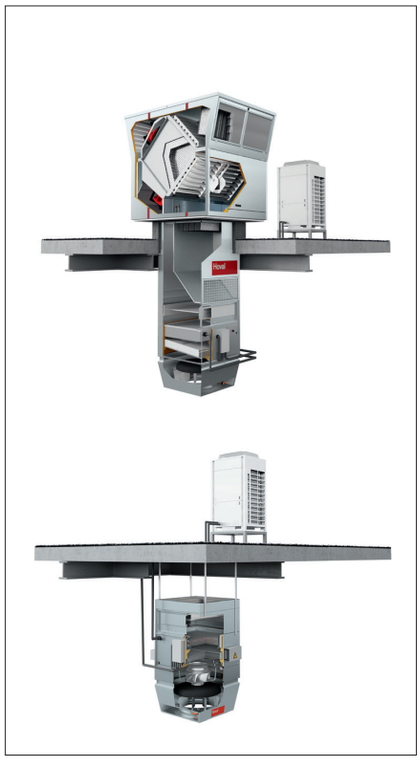
Die beiden zur komplett dezentralen Gesamtlösung kombinierten Geräte machen sowohl eine zentrale Kältemaschine als auch eine zentrale Heizung überflüssig. Das heißt, für eine neue Halle muss überhaupt kein Technikraum mehr geplant werden. Auch Rohrleitungen für Heizung und Kühlung werden hinfällig. Ergo müssen keine Rohre mehr durch Wände und Mauern geführt und gedämmt und keine Leitungen mehr unter der Decke installiert werden.

Fazit:
Architekten und Planer gewinnen Freiheit, Betreiber und Benutzer gewinnen Platz. Die Gebäudehülle präsentiert sich auf der Innenseite komplett aufgeräumt.

Als weiterer Vorteil kommt dazu, dass die Wärmepumpe erneuerbare Energie nutzt. Der CO_2-Ausstoß der Anlage minimiert sich – vor allem gegenüber zentralen Heizungslösungen, die auf fossilen Brennstoffen beruhen.

Geringe Gesamtkosten
Sind bereits die Investitionskosten vergleichsweise tief, da keine Kanäle und Rohrleitungen installiert werden müssen, so reduzieren sich letztlich auch die Betriebskosten. Die „Total Cost of Ownership" werden minimiert. Dies auch, weil das Lüftungsgerät RoofVent® RP und das Umluftgerät TopVent® TP jeweils mit der zugeordneten Wärmepumpe kommunizieren. Die Geräte kommen alle aus einer Hand, sie bündeln sich zu effizienten und redundanten Systemen.

Auch für die Hallen-Erweiterung
Ein international tätiges Technologie-Unternehmen verwendet in seinem Produktionswerk im tschechischen Liberec auch bereits das mit einer Wärmepumpe gekoppelte Lüftungsgerät RoofVent® RP. Zwölf Systeme stehen auf dem Dach des 8000 m² großen Erweiterungsbaus. Sie erneuern pro Stunde 96000 m³ Luft. Die in ihrem Betrieb reversiblen Wärmepumpen werden hier ausschließlich zum Kühlen eingesetzt. „Wird eine Halle vergrößert", so Tobias Brugger (Leiter Produktmanagement Hallenklima-Systeme/Segmente), „muss nun generell nicht mehr die Kapazität im bestehenden Technikraum erhöht werden. „Die geforderte Mehrleistung zum Lüften, Heizen und Kühlen erbringen die dezentralen Systeme."



Hoval Lüftungsgerät RoofVent® RP und Umluftgerät TopVent® TP mit beigestellten Wärmepumpen.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 11 16.09.2020 14:57:58

In die Tiefe: Effiziente Hallenkühlung – eine besondere Herausforderung

Vor allem wenn es sich um thermisch hochbelastete Produktionshallen handelt, gehört die Planung und Projektierung einer Hallenkühlung zu den anspruchsvollsten Themen der Lüftungstechnik. Genaue Kenntnisse über physikalische Prinzipien aus der Thermodynamik mit ihren Wechselwirkungen sowie langjährige Erfahrung sind hier zwingend erforderlich.

In der Praxis wird häufig über standardisierte Berechnungsmethoden eine Kühllastrechnung für die Gebäudehülle und für die internen Wärmelasten durchgeführt. Gerade bei den internen Wärmelasten, zum Beispiel bei Maschinenabwärme, werden hier oft die elektrischen Anschlussleistungen von Maschinen mit mehr oder weniger frei wählbaren Faktoren <1 multipliziert, um eine überschlägige Wärmelast zu berechnen. Je nach Faktorwahl kommen hier sehr unterschiedliche Ergebnisse zustande, das richtige Ergebnis wohl eher zufällig.

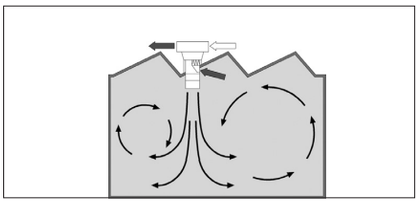
Häufige Konsequenz

- Die installierte Kühlleistung ist zu gering: In vielen Fällen erfüllt die Anlage zwar unter Normalbedingungen ihre Funktion, bei Extrembedingungen jedoch nur unzureichend.
- Die installierte Kühlleistung ist zu hoch: Im Ergebnis wird die Anlage wahrscheinlich die an sie gestellten Anforderungen erfüllen. Unter dem Strich fallen hier aber für den Investor einmalig bei der Investition und vor allem jährlich im Betrieb viel zu hohe Kosten an.

Mitentscheidend für eine zufriedenstellende Hallenklimatisierung ist vor allem auch die Wahl der Raumluftströmung. Der erforderliche Zuluftstrom muss kontrolliert in einer Halle so verteilt werden, dass die Wärmelasten optimal erfasst und mit der Abluft abgeführt werden können.

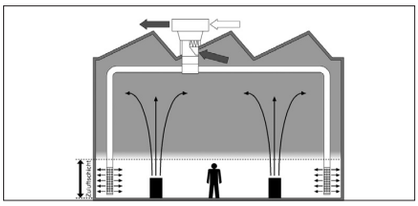
Auswahl der Raumluftströmung

In Produktionshallen kommen als Raumluftströmungen überwiegend die Misch- und Schichtlüftung zur Anwendung. Welche der beiden in Frage kommt, richtet sich nach der Art der Lasten. Lastprofil und entsprechende Raumluftströmung hängen funktional voneinander ab und führen zu folgenden Zuordnungen:



Darstellung einer Mischlüftung

Für Hallen mit kleinen Wärmelasten wird üblicherweise eine Mischlüftung eingesetzt. Hallenfüllend wird dabei ein Luftzustand hergestellt, der eigentlich nur im Arbeitsbereich erforderlich ist. Daher beschränkt sich dieses Prinzip auf kleine Wärmelasten. Der Zuluftstrom wird hier durch Berechnung und/oder Messung ermittelt.



Darstellung einer Schichtlüftung

Große Wärmelasten werden effizient mit der Schichtlüftung behandelt. Dabei ist die Berechnung der Thermikströme maßgebend. Eine Wärmelastrechnung allein ist nicht zielführend. Die Bestimmung der Thermikströme der Produktionseinrichtungen liefert summiert den erforderlichen Zuluftstrom.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 12 16.09.2020 14:57:58

In die Tiefe: Effiziente Hallenkühlung – eine besondere Herausforderung

Generell lässt sich sagen, dass unter Beachtung der notwendigen Voraussetzungen die Schichtlüftung die günstigste Variante ist, eine Halle zu kühlen.

Warum ist das so?

- Entscheidend ist hier das Prinzip der Schichtlüftung. Die Schichtlüftung nutzt die Thermikströme an den Wärmequellen zur Lastabführung in den oberen, ungenutzten Hallenbereich. Wird die Summe der Thermikströme nun unter dem Hallendach abgesaugt und betragsgleich mit kühlerer Temperatur impulsarm in Bodennähe wieder eingebracht, stellt sich physikalisch bedingt ein Kalt- bzw. Frischluftsee im Aufenthaltsbereich ein. Die dafür benötigte Luftmenge ist im Vergleich zur Mischlüftung wesentlich geringer, der Kostenvorteil bei Investition und Betrieb liegt auf der Hand.
- Weiterhin kommt die Schichtlüftung bei Außentemperaturen ≤ der gewünschten Temperatur im Aufenthaltsbereich ohne maschinelle Kühlung aus. Bei höheren Außentemperaturen muss die Außenluft lediglich auf das gewünschte Temperaturniveau gesenkt werden. Der energetische Aufwand zur Zulufteinbringung mit Untertemperatur entfällt, die Betriebskosten werden somit auf ein Minimum reduziert.

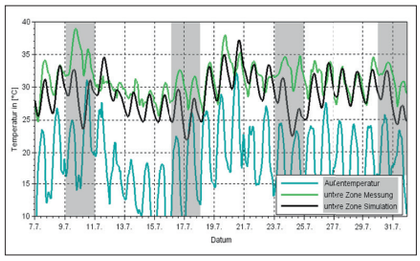
Vergleichsdaten aus der Praxis zeigen, dass die Hallenkühlung mit Schichtlüftung gegenüber der Mischlüftung mit bis zu ⅔ weniger Luftvolumenstrom realisiert werden kann. Eine pauschale Aussage kann hier aber nicht getroffen werden. Tatsächlich müssen spezifisch für jeden Fall die Thermikströme individuell aufgenommen werden. Ein zeitlicher und rechnerischer Aufwand, der sich aber auf jeden Fall lohnt.

Grundsätzlich stehen uns hier zwei Methoden zu Verfügung

- **Berechnung:** Erforderlich hierfür ist die Datenaufnahme aller für die Entwicklung des Gesamtthermikstroms verantwortlichen Parameter wie zum Beispiel Oberflächentemperaturen der Maschinen, Maschinenanzahl und Maschinendichte zum einen, zum anderen aber auch die Aufteilung der Maschinen in geometrische Grundkörper. Unter Beachtung der nichtlinearen Summierung bei kompakter Maschinenanordnung wird damit anhand thermodynamischer Zusammenhänge mathematisch der Gesamtthermikstrom = erforderlicher Zuluftstrom berechnet.

- **Hallenklima-Simulation:** Auch bei der Hallenklima-Simulation ist eine Datenaufnahme erforderlich. Ergebnis dieser Simulation ist allerdings immer eine stundengenaue Hallentemperatur. Zusätzlich zu den Maschinendaten fließen hier neben den klimatischen Daten am Standort auch die Betriebsweise, spezielle Kundenwünsche und hauptsächlich das gewählte Lösungskonzept in die Simulationsrechnung ein. Das eröffnet die Möglichkeit, unterschiedliche Lösungsvarianten bzw. Geräte-Kombinationen in Wirkung und Investitionskosten zu vergleichen. Als Mehrwert werden je Lösungsansatz auch die jährlichen Betriebskosten ermittelt und somit die Gesamtkosten transparent und vergleichbar gemacht.

Aufnahme einer Wärmebildkamera für die Hallenklima-Simulation



Aufzeichnung von Temperaturen über einen bestimmten Zeitraum in einer Halle für die Hallenklima-Simulation,

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 13 16.09.2020 14:57:58

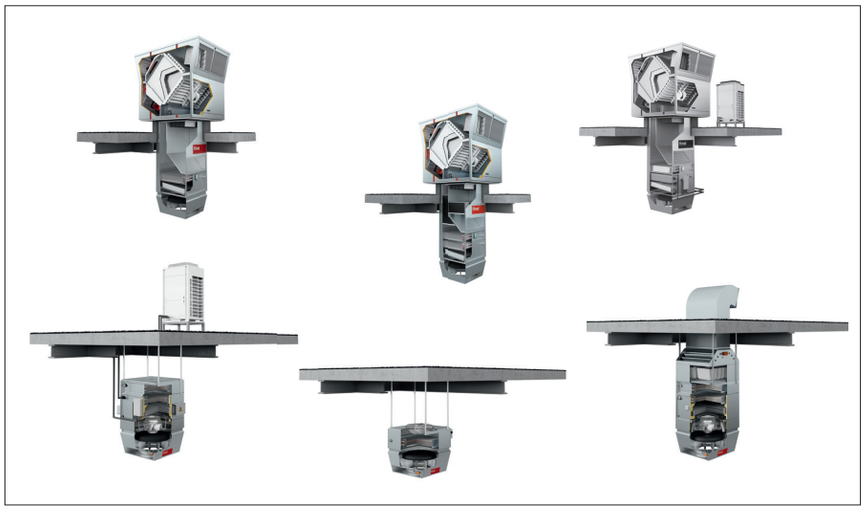
RoofVent® und TopVent®
Die Lösung von Hoval zum Be- und Entlüften, Heizen und Kühlen großer Hallen

Wie Sie diesem Leitfaden entnehmen können, sind große Hallen gleich in welchem Bereich mit spezifischen Anforderungen verbunden. Hoval, vor 75 Jahren gegründet, befasst sich seit 1970 auch mit Hallenklima-Systemen. Im Laufe der Zeit ist es Hoval gelungen, für die Be- und Entlüftung, Heizung und Kühlung von hohen Hallen, zwei besonders leistungsfähige Geräteserien zu entwickeln:

RoofVent® und TopVent®
Ständig weiterentwickelt und optimiert, setzen sie heute den Maßstab für intelligente und effiziente Hallenklima-Systeme. Egal ob es um Lüftung, Heizung und/oder Kühlung geht, für alle Anforderungen ist nur ein System erforderlich. Entscheidend ist hierbei, dass durch eine intelligente Kombination beider Geräteserien dem gesamten Spektrum von Hallengrößen und Hallentypen und ihren individuellen Nutzungsbedingungen sehr einfach ein maßgeschneidertes Gesamtsystem angepasst werden kann.

Be- und Entlüftungsgerät Hoval RoofVent®

Umluftgerät Hoval TopVent®



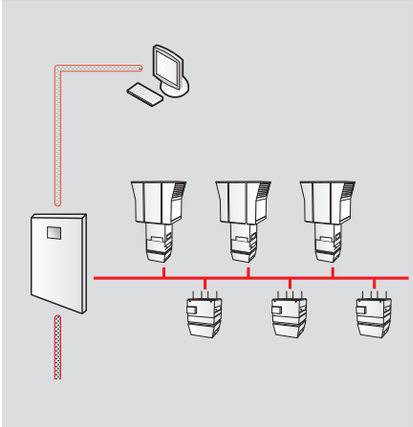
Innerhalb der RoofVent® und TopVent® Geräteserien stehen mehrere Varianten zur Verfügung.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 14 16.09.2020 14:58:10

RoofVent® und TopVent®
Die Lösung von Hoval zum Be- und Entlüften, Heizen und Kühlen großer Hallen

Passendes Regelungskonzept

Zu jedem maßgeschneiderten Hallenklima-System gehört auch ein dazu passendes Regelungskonzept. Das klingt zunächst nach hohem Programmieraufwand, tatsächlich steht aber mit dem integrierten Steuer- und Regelsystem Hoval TopTronic® C ein bereits fertig programmiertes gesamthaftes Regelsystem zur Verfügung. Speziell für dezentrale Systeme entwickelt, wird der Regelalgorithmus mit der Auswahlmöglichkeit aus 8 fest hinterlegten Betriebsarten allen Anwendungsfällen und Ansprüchen in Bezug auf Flexibilität und thermischen Komfort gerecht. Das volle Potential von dezentralen Gerätekombinationen wird dabei maßgeblich durch die Einteilung in Zonen ausgeschöpft. Diese Zonenbildung ermöglicht eine tatsächlich bedarfsgerechte Konditionierung einzelner Hallenbereiche mit unterschiedlicher Nutzung zum Beispiel in Bezug auf Luftqualität und Temperierung.



Systemregelung Hoval TopTronic® C zur automatischen Steuerung aller Geräte, mit der zonenweise unterschiedliche Temperaturen eingestellt werden können.

Wie funktioniert das?

Prinzipiell kann jedes RoofVent® und TopVent® Gerät durch den integrierten Geräteregler autonom und individuell geregelt werden. Geräte und Gerätekombinationen, die unter gleichen Betriebsbedingungen arbeiten, werden zu einem Bereich – einer sogenannten „Regelzone“ – zusammengefasst. Das heißt aber nicht, dass nicht mehr jedes Gerät autonom geregelt werden kann. Grundsätzlich gilt: Die einzelnen Geräte werden individuell geregelt und zonenweise gesteuert. Kriterien zur Zoneneinteilung können hier beispielsweise Betriebszeiten und Raumtemperatur-Sollwerte sein. Mit maximal möglichen 64 Regelzonen und bis zu 25 Geräten je Regelzone werden hier kaum Grenzen gesetzt. Somit ist auch gewährleistet, dass auf eine Nutzungsänderung der Halle mit neuer Funktionseinteilung flexibel reagiert werden kann. Eine regelungstechnische Neugruppierung der einzelnen Geräte ist jederzeit möglich.

Tipp zum Schluss: Modernisierung

Trotz höchster Qualität und überdurchschnittlicher Lebensdauer, wird natürlich auch ein Hoval Hallenklima-System irgendwann am Ende seines Lebenszyklus ankommen.

Daher eine gute Nachricht zum Schluss:

Dank weitsichtiger Konstruktionskriterien ist es über alle Gerätegenerationen hinweg gelungen, bei jeder Gerätegröße die für den Baukörper wichtigen Einbaumaße beizubehalten.

Konkret heißt das, die vorhandenen Dachöffnungen können weiter verwendet werden. Geräte, die einmal montiert wurden, können also viele Jahre später problemlos 1 zu 1 gegen eine neue Gerätegeneration getauscht werden.

Problemlose Modernisierung:
Die neue Gerätegeneration passt genau auf die vorhandenen Dachöffnungen.

Über Hoval

Egal ob es bei einer Halle um Lüftung, Heizung und/oder Kühlung geht, das Hoval Gerätesortiment bietet immer die richtige Systemlösung.
Egal ob Heizen und Kühlen klassisch im 2-Leiter- oder 4-Leiter-System über eine zentrale Warm- und Kaltwasserversorgung erfolgen soll oder, dem Zeitgeist folgend, energetisch nachhaltig mit einer reversiblen Wärmepumpe, Hoval stellt genau die richtige Gerätevariante zur Verfügung.
Als Spezialist für Gesamtsysteme begleitet Hoval seine Kunden über den gesamten Systemlebenszyklus der Anlage – von der Planung über den Betrieb bis zur Modernisierung. Damit Sie heute und morgen von energetisch effizienten Lösungen und einer erstklassigen Luftqualität profitieren.

2020-07_Whitepaper-Hallenklima_de.indd 15 16.09.2020 14:58:11

Hoval Qualität.
Darauf können Sie sich verlassen.

Als Spezialist für Heiz- und Klimatechnik ist Hoval Ihr erfahrener Partner für Systemlösungen. Sie können zum Beispiel mit Sonnenenergie Wasser erwärmen und mit Öl, Gas, Holz oder einer Wärmepumpe die Räume beheizen. Hoval verknüpft die unterschiedlichen Technologien und bindet auch die Raumlüftung in dieses System ein. Sie können sicher sein, damit sowohl Energie als auch Kosten zu sparen und erst noch das Klima zu schonen.

Hoval zählt international zu den führenden Unternehmen für Raumklima-Lösungen. Mehr als 70 Jahre Erfahrung motivieren immer wieder zu innovativen Systemlösungen. Die Gesamtsysteme zum Heizen, Kühlen und Lüften werden in mehr als 50 Länder exportiert.

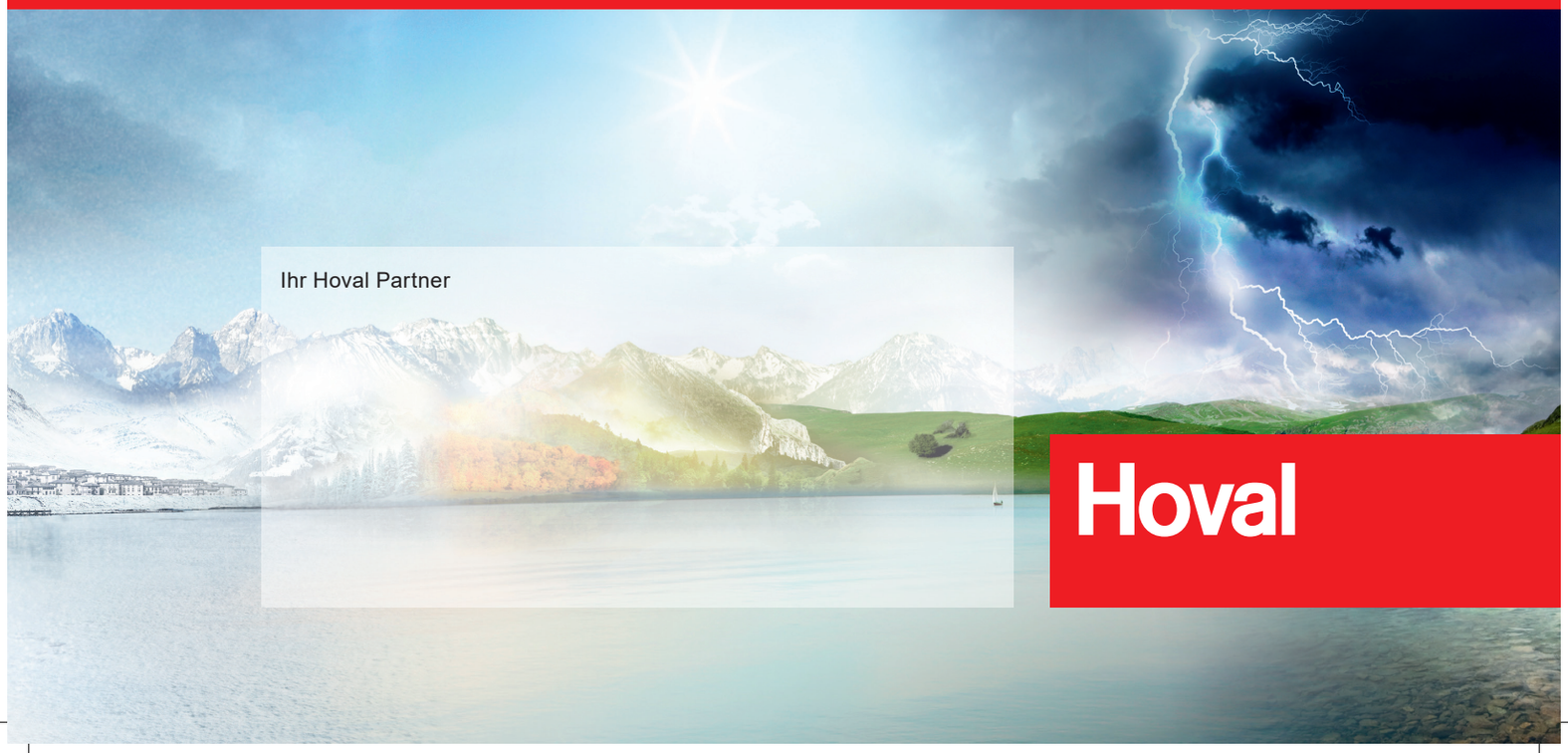
Wir nehmen die Verantwortung für unsere Umwelt ernst. Im Zentrum der Entwicklung unserer Heiz- und Lüftungssysteme steht die Energieeffizienz.

Verantwortung
für Energie und Umwelt

Deutschland
Hoval GmbH
85609 Aschheim-Dornach
hoval.de

Österreich
Hoval Gesellschaft m.b.H.
4614 Marchtrenk
hoval.at

Schweiz
Hoval AG
8706 Feldmeilen
hoval.ch

07/2020 | Technische Änderungen vorbehalten, Satz und Druckfehler vorbehalten!

Hoval Aktiengesellschaft | Austrasse 70 | 9490 Vaduz | hoval.com