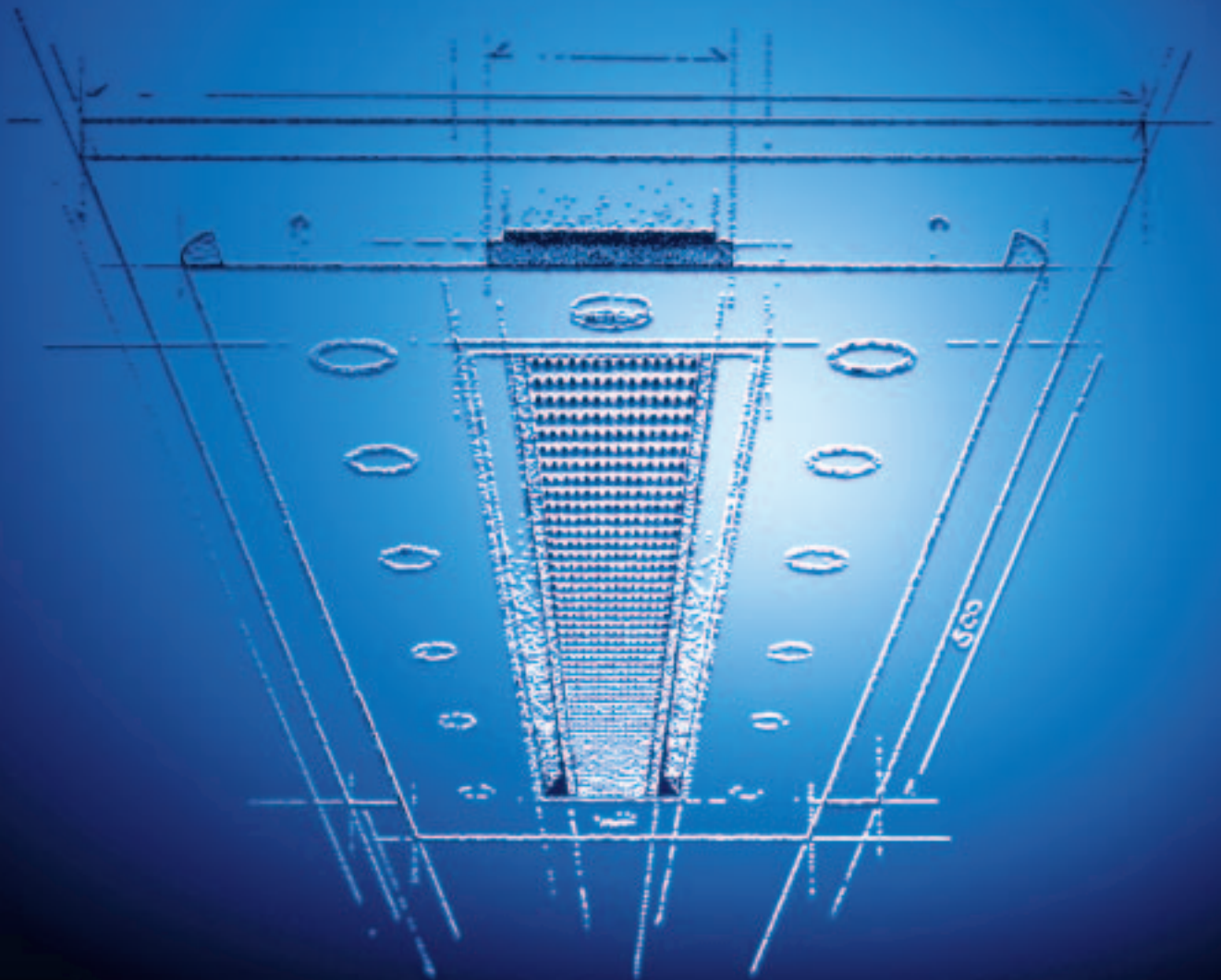


Luft-Wasser-Systeme zur Raumklimatisierung

Planungshandbuch



TROX[®] TECHNİK

The art of handling air



Multifunktionaler Deckeninduktionsdurchlass MFD

Inhaltsverzeichnis

Erfahrung und Innovation	3
Luft – Wasser	4
Systemübersicht	6
Passive Kühlsysteme	10
Kühlbalken	13
Kühldecken · Kühlsegel	18
Induktionsgeräte	22
Deckeninduktionsdurchlässe	26
Multifunktionale Deckeninduktionsdurchlässe	34
Brüstungsinduktionsdurchlässe	36
Bodeninduktionsdurchlässe	40
Fassaden-Lüftungsgeräte	44
Brüstungsgeräte	53
Projektspezifische Brüstungsgeräte	54
Unterflurgeräte	55
Normen und Richtlinien	56
Dokumentation	57
Projektentwicklung	58
Referenzen	59

The art of handling air

Die Kunst, mit Luft souverän umzugehen, versteht TROX wie kaum ein anderes Unternehmen.

In enger Partnerschaft mit anspruchsvollen Kunden in aller Welt ist TROX führend in der Entwicklung, Herstellung und im Vertrieb von Komponenten und Systemen zur Lüftung und Klimatisierung von Räumen.

Die planmäßige Forschung und Entwicklung für die verschiedenen Produkte wird zunehmend durch projektbezogene Entwicklungsaufträge ergänzt.

Mit kundenindividuellen Lösungen setzt TROX dabei wegweisende Standards und eröffnet sich in aller Welt immer wieder neue Märkte und nachhaltige Absatzchancen. So ist TROX seit der Einführung des ersten Deckeninduktionsdurchlasses in den 80er Jahren europaweit der führende Lieferant dieses vielseitigen Produkts.

Produkte für die Lüftungs- und Klimatechnik

Komponenten

- Luftdurchlässe
- Volumenstrom-Regelgeräte
- Brand- und Rauchschutzkomponenten
- Schalldämpfer
- Klappen und Wetterschutzgitter
- Filter- und Filtermedien

Systeme

- Luft-Wasser-Systeme
- Laborlüftungssysteme
- Kommunikationssysteme für den Brand- und Rauchschutz
- Intensivkühlssysteme für den IT-Bereich (AITCS)



Post Tower, Bonn, Deutschland



TROX-Stammhaus, Neukirchen-Vluyn, Deutschland

TROX CUSTOMER SUPPORT

TROX legt großen Wert auf Kundenbetreuung und bietet während der gesamten Projektierungs-, Erstellungs- und Nutzungsphase einer Lüftungs- und Klimaanlage Unterstützung bei der Planung und Beschaffung der Komponenten und Systeme sowie beim Service und bei der Wartung.

TROX in Zahlen

- 3.000 Mitarbeiter weltweit
- 380 Mio. € Umsatz im Jahre 2008
- 24 Tochtergesellschaften in 22 Ländern
- 13 Produktionsstätten in 11 Ländern
- 11 Forschungs- und Entwicklungszentren weltweit
- Mehr als 25 weitere eigene Vertriebsbüros und über 50 Vertretungen und Importeure in aller Welt

TROX hat dieses Planungshandbuch erstellt, um Ihnen eine leichte und individuelle Planung für den richtigen Einsatz der verschiedenen Luft-Wasser-Systeme zu ermöglichen. Sie finden allgemeine Erklärungen und die Vorteile dieser Systeme, Planungskriterien, Wirtschaftlichkeitsaspekte und architektonische Gestaltungsmöglichkeiten sowie eine ausführliche Produktübersicht.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß und Erfolg mit unserem neuen Planungshandbuch.

Erleben auch Sie: **The art of handling air!**

TROX[®] TECHNIK
The art of handling air

Luft-Wasser-Systeme werden heute in vielen modernen Gebäuden eingesetzt und bieten gerade in Büro- und Verwaltungsgebäuden energieeffiziente Lösungen für die Lüftung und Klimatisierung von Räumen. Es gibt eine Vielzahl von Installationsmöglichkeiten für Luft-Wasser-Systeme, so dass heute für fast jedes Gebäude Varianten zur Verfügung stehen, die auch hohen architektonischen Ansprüchen genügen.



*Martini-Kirche, Bielefeld, Deutschland
Nur-Luft-System mit Weitwurfdüsen*

In welchen Fällen sollten Luft-Wasser-Systeme eingesetzt werden?

Bei vielen Aufgabenstellungen in der Klimatechnik wird die Raumluft sowohl durch Geruchs- und Schadstoffe verunreinigt als auch durch äußere und innere thermische Lasten erwärmt. Maschinen, Geräte und Beleuchtungseinrichtungen, aber auch die Raumnutzer verursachen Luftverunreinigungen und thermische Lasten und sind bei der Planung zu berücksichtigen. In Versammlungsräumen, Kinos und Theatern ist der Mensch die dominierende Ursache für Luftverunreinigungen. Eine gute Luftqualität lässt sich nur mit einem ausreichend bemessenen, auf die Personenzahl bezogenen Außenluftstrom erreichen. Die benötigte Heiz- und Kühlleistung ist hier meist durch die Temperierung der Zuluft gegeben. In diesen Fällen ist ein klassisches Nur-Luft-System für die Klimatisierung eine gute Wahl.

*Tholos-Theater, Athen, Griechenland
Nur-Luft-System mit Stufendralldurchlässen und Weitwurfdüsen*



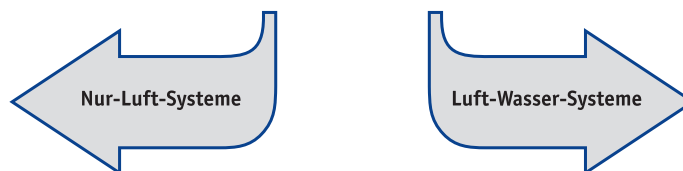
Moderne Büro- und Verwaltungsgebäude sind mit vielen technischen Geräten ausgestattet und weisen oft große Glasflächen auf. Die Wärmeabgabe der Geräte und die solare Einstrahlung durch die Fensterflächen können den Raum erheblich erwärmen, ohne dass die Luftqualität durch Verunreinigungen wesentlich beeinträchtigt wird.

Ein Nur-Luft-System würde zur Raumkühlung große Luftströme erfordern, mit entsprechend hohen Energiekosten für Luftaufbereitung und -förderung. Hier bieten sich Luft-Wasser-Systeme an, da bei diesen Systemen die Heiz- und Kühlleistung unabhängig vom Außenluftstrom dimensioniert werden kann. Zusätzlich bieten Luft-Wasser-Systeme den Vorteil, dass Energie viel effizienter mit Wasser als mit Luft transportiert wird, so dass bei gleicher Heiz- oder Kühlleistung ein geringerer Energieverbrauch entsteht.

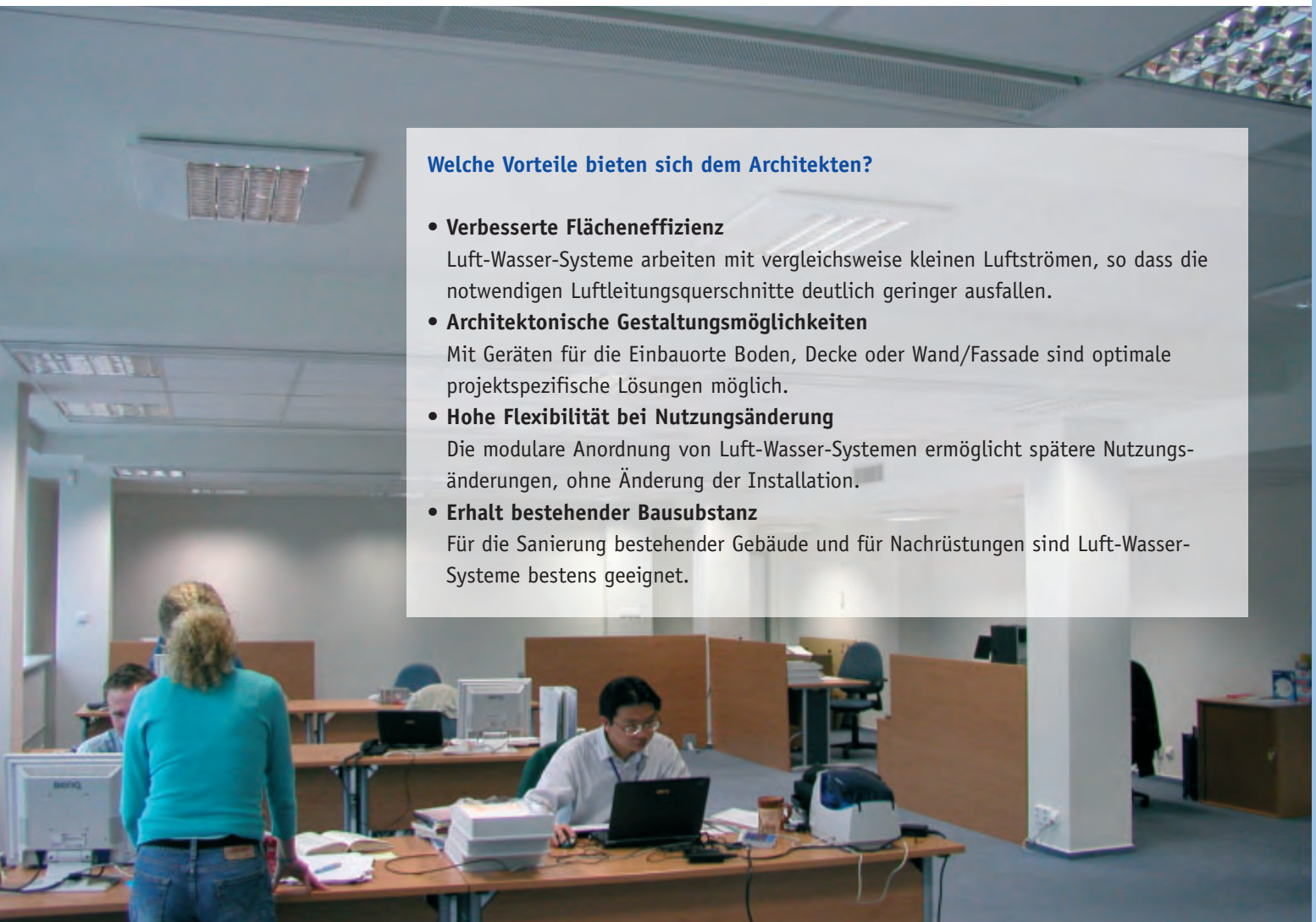
Luft für die Menschen – Wasser für die Lasten

Capricornhaus, Düsseldorf, Deutschland
Luft-Wasser-System mit Fassaden-Lüftungsgeräten

Personenbelegung Beispiel		Hoch Seminarraum	Niedrig Büro
Luftbedarf			
Typische Belegung	m ² /Person	3	10 bis 12
Typischer Luftstrom	(l/s)/m ²	7	1,4 bis 2,2
	(m ³ /h)/m ²	25	5 bis 8
Leistungsdaten			
Typische Kühllast	W/m ²	80	80
Kühlleistung der Luft bei Δt = 10 K	W/(m ³ /h)	ca. 80	18 bis 26
Kühlleistung des Wassers	W/m ²	–	54 bis 62

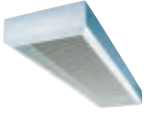



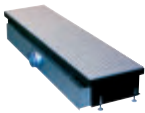




Bürogebäude, Brünn, Tschechische Republik
Luft-Wasser-System mit Deckeninduktionsdurchlässen



Welche Vorteile bieten sich dem Architekten?

- **Verbesserte Flächeneffizienz**
Luft-Wasser-Systeme arbeiten mit vergleichsweise kleinen Luftströmen, so dass die notwendigen Luftleitungsquerschnitte deutlich geringer ausfallen.
- **Architektonische Gestaltungsmöglichkeiten**
Mit Geräten für die Einbauorte Boden, Decke oder Wand/Fassade sind optimale projektspezifische Lösungen möglich.
- **Hohe Flexibilität bei Nutzungsänderung**
Die modulare Anordnung von Luft-Wasser-Systemen ermöglicht spätere Nutzungsänderungen, ohne Änderung der Installation.
- **Erhalt bestehender Bausubstanz**
Für die Sanierung bestehender Gebäude und für Nachrüstungen sind Luft-Wasser-Systeme bestens geeignet.

	Passive Kühlsysteme		Induktionsgeräte			Fassaden-Lüftungsgeräte	
	Seite 10		Seite 22			Seite 44	
	Kühlbalken	Kühldecken Kühlsegel	Decken- induktions- durchlässe	Brüstungs- induktions- durchlässe	Boden- induktions- durchlässe	Brüstungs- geräte	Unterflur- geräte
							
Seite	13	18	26	36	40	53	55
Gebäudetyp							
Halle			•				
Hotel			•	•	•	•	•
Schule, Universität			•	•		•	
Büro, Verwaltung	•	•	•	•	•	•	•
Flughafen, Bahnhof	•	•	•				
Einbauort							
Decke							
Deckenbündig		•	•				
Freihängend	•	•	•				
Boden					•		•
Innenwand				•			
Außenwand/Fassade				•		•	•
Luftführung							
Mischlüftung			•	•	•	•	•
Quelllüftung				•	•	•	•
Grundfunktionen							
Heizung		•	•	•	•	•	•
Kühlung	•	•	•	•	•	•	•
Belüftung			•	•	•	•	•
Entlüftung			•			•	•
Zusatzfunktionen							
Beleuchtung	•	•	•				
Sicherheit	•	•	•				
Information	•	•	•				
Schallabsorption		•					
Wärmerückgewinnung						•	•
Latentwärmespeicherung						•	•
Leistungsdaten							
Typische Kühlleistung [W/m ²]	30 – 60	30 – 100	50 – 100	40 – 80	40 – 70	30 – 60	30 – 60
Typischer Außenluftstrom [(l/s)/m ²]			1,4 – 2,2	1,4 – 2,2	1,4 – 2,2	1,4 – 2,2	1,4 – 2,2
[(m ³ /h)/m ²]			5 – 8	5 – 8	5 – 8	5 – 8	5 – 8
Typischer Schalldruckpegel im Raum [dB(A)]	≤ 20	≤ 20	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35

Der Gebäudenutzung entsprechend schaffen alle vorgestellten Systeme ein behagliches Raumklima. Die verschiedenen Systeme bieten für unterschiedliche Gebäude- und Nutzungsstrukturen funktional und wirtschaftlich optimale Lösungen. Die Gewichtung von Luft und Wasser orientiert sich jeweils am tatsächlichen Bedarf.

Gebäudetypen

Zur Orientierung lässt sich aus der Struktur und Nutzung eines Gebäudes eine erste Systemempfehlung ableiten.



• Halle

In Messehallen ist der Anteil der abzuführenden Kühllast, die durch Beleuchtung und Geräte auf den Messeständen entsteht, deutlich höher als die Kühllast der Messebesucher. In Produktionshallen halten sich in der Regel nur wenige Menschen auf, so dass die Kühllast hauptsächlich von den Maschinen verursacht wird. Die großen Raumhöhen stellen besondere Anforderungen an die Luftführung.



• Büro, Verwaltung

Im Verhältnis zur geringen Zahl der Raumnutzer sind die Kühllasten in Büroräumen oft erheblich. Beleuchtung und zahlreiche Geräte wie Computer und Kopierer erzeugen Wärme. Dazu kommt noch die Kühllast durch die Sonneneinstrahlung. Diese Lasten können zeitlich stark schwanken. Das System muss mit entsprechender Regelung variabel reagieren.



• Hotel

Die Dimensionierung der Außenluft für ein Hotelzimmer erfolgt auf Basis von ein bis zwei Personen. Die Kühllast durch die Beleuchtung und große Fensterflächen kann erheblich sein. Die Geräte sollen meist unter beengten Platzverhältnissen, beispielsweise unsichtbar im Flurbereich, installiert werden. Die schalltechnischen Anforderungen an die Geräte sind hier besonders hoch.



• Flughafen, Bahnhof

Zonen mit sehr unterschiedlicher Nutzung kennzeichnen diesen Gebäudetyp. Das System muss sehr flexibel sein. Mit Luft und Wasser als Energieträger erhält jede Zone das optimal bedarfsgerecht dimensionierte Gerät. Es können auch Systeme in Kombination zur Lösung führen.

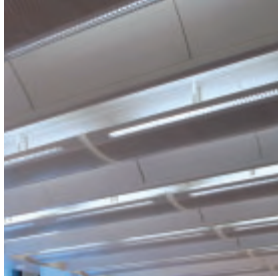


• Schule, Universität

In vielen Fällen ist ein Nur-Luft-System für Unterrichtsräume und Hörsäle optimal. Sind jedoch die thermischen Lasten durch große Fensterflächen, durch Beleuchtung und/oder Computer bedeutend, ist ein Luft-Wasser-System sinnvoll. In bestehenden Gebäuden lässt sich mit einem Luft-Wasser-System die Kühlleistung erhöhen, wenn die Anhebung des Außenluftstroms nicht möglich ist. Auch hier werden hohe Anforderungen an die Akustik gestellt.

Einbauorte

Jedes System ist für einen bevorzugten Einbauort konzipiert und optimiert. Bei festgelegtem Einbauort kommen so bestimmte Systeme in die Vorauswahl.



Decke

In zahlreichen Projekten ist eine Zwischendecke vorhanden oder vorgesehen. So lassen sich Luft-Wasser-Systeme hervorragend in jede Art von Decke einfügen. Deckeninduktionsdurchlässe und Kühlsegel im Top-Design sind formschöne

Gestaltungselemente, die freihängend unter der Decke architektonische Akzente setzen.

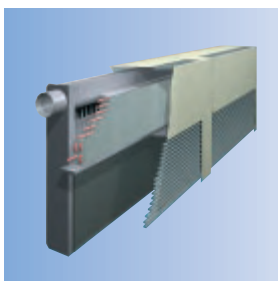


Boden

In modernen Bürogebäuden gehören Doppelböden zur Standardausstattung. Es wird jedoch nicht der gesamte Hohlraum unter dem Doppelboden für die Verlegung von elektrischen und Datenleitungen benötigt. Aus diesem

Grund kann die Integration der Lüftungstechnik in den Doppelboden äußerst interessant sein.

Gebäude mit raumhoher Glasfassade stellen besondere Ansprüche an die technische Gebäudeausrüstung. Auch hier sind Bodengeräte eine clevere Alternative.



Innenwand

Brüstungsinduktionsgeräte, an Innenwänden positioniert, ermöglichen mit ihrer quellluftartigen Luftführung eine besonders turbulenzarme zugfreie Lüftung. Für große Büroflächen ist die Kombination mit anderen Luft-Wasser-Systemen sinnvoll. Brüstungsinduktionsgeräte für die Innenzonen und beispielsweise Bodeninduktionsdurchlässe an der Fassade ergänzen sich sinnvoll.



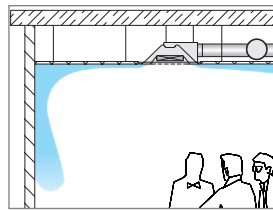
Außenwand / Fassade

Zur dezentralen Lüftung von Räumen bietet die Fassade zahlreiche Möglichkeiten. Innovative Lösungen sind sowohl für Neubauprojekte als auch für bestehende Gebäude möglich. Die Integration der Geräte in oder an die Fassade

erhöht die Flächeneffizienz der Gebäude und bietet ein hohes Maß an gestalterischer Freiheit.

Luftführung

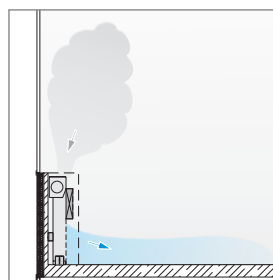
Die Behaglichkeit in klimatisierten Räumen ist neben vielen anderen Einflüssen auch von der Geschwindigkeit und dem Turbulenzgrad der Luftströmung im Raum abhängig. Der Luftführung kommt damit eine hohe Bedeutung zu.



Mischlüftung

Die Zuluft wird mit 2 bis 5 m/s Strömungsgeschwindigkeit am Luftdurchlass in den Raum gebracht. Der Luftstrahl vermischt sich mit der Raumluft und lüftet kontinuierlich das

gesamte Raumluftvolumen. Die Mischlüftung ist von einer gleichmäßigen Temperaturverteilung und Luftqualität im Raum gekennzeichnet.



Quelllüftung

Die Zuluft strömt möglichst bodennah mit niedriger Geschwindigkeit in den Raum und breitet sich über die Bodenfläche aus. An Wärmequellen wie Menschen und Geräten bildet sich eine Auftriebsströmung, so dass primär

in diesen Bereichen die Luft ausgetauscht wird.

Die Quelllüftung ist von niedrigen Luftgeschwindigkeiten bei geringen Turbulenzen geprägt. Die Luftqualität im Aufenthaltsbereich ist sehr hoch.

Funktionen

Die Funktion der Systeme unterscheidet sich im Wesentlichen nach der Art der Luftaufbereitung und Luftnachbehandlung.

- Fassaden-Lüftungsgeräte ermöglichen die Luftaufbereitung von Außenluft. Die Außenluft wird gefiltert. Geräteabhängig ist Heizen, Kühlen oder beides möglich.
- Die Luftnachbehandlung erfolgt bei Induktionsgeräten durch Kühlen und/oder Heizen der induzierten Raumluft (Sekundärluft).

Leistungsdaten

Wesentliche Leistungskriterien zur Systemauswahl sind der erforderliche Außenluftstrom und die Kühllast. Induktionsgeräte werden von der zentralen Luftaufbereitung mit konditionierter Außenluft versorgt. Fassaden-Lüftungsgeräte saugen die Außenluft durch eine Öffnung in der Außenwand/Fassade auf kürzestem Wege an. Die Angaben zum typischen Schalldruckpegel basieren auf einer Raumdämpfung von 6 bis 8 dB.



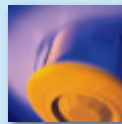
Greater London Authority Building, London, Großbritannien

Zusatzfunktionen



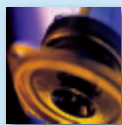
Beleuchtung

Deckeninduktionsdurchlässe oder Kühlbalken mit integrierten Langfeldleuchten oder Halogenstrahlern sparen Platz, steigern die Qualität der Installation und reduzieren die Schnittstellen auf der Baustelle.



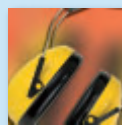
Sicherheit

Kühlbalken und Deckeninduktionsdurchlässe können Rauchmelder, Sprinkler und Bewegungsmelder enthalten. Ohne zusätzlich zu installierende Einzelkomponenten erhöht sich dadurch die Sicherheit im Gebäude.



Information

Integrierte Lautsprecher, Displays oder andere optische Anzeigen wie Bildschirme übermitteln dem Raumnutzer wichtige Informationen, beispielsweise auf Bahnhöfen oder Flughäfen.



Schallabsorption

Kühldecken und Kühlsegel mit schallabsorbierendem Material optimieren die Raumakustik und erhöhen damit die Behaglichkeit.



Wärmerückgewinnung

Ein integrierter Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung erhöht die Energieeffizienz des Systems.



Latentwärmespeicherung

Eine natürliche Kühlung ohne Kältemaschine unter Ausnutzung der Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht ermöglicht die Integration von Phase Change Material (PCM) in die Systeme.



Hubert Burda Media Tower, Offenburg, Deutschland

Für Räume mit hohen Kühllasten sind passive Kühlsysteme zur stillen Kühlung eine gute Lösung, wenn höchste Anforderungen an den Komfort bestehen. Die Luftqualität wird mit einem zentralen oder dezentralen Lüftungssystem aufrechterhalten. Kühlbalken oder Kühldecken ergänzen diese Systeme sinnvoll, indem sie Kühllasten ausschließlich mit dem Transportmedium Wasser abführen. Die optimale Dimensionierung beider Systeme führt zu höchster Energieeffizienz.

In Neubauprojekten lassen sich viele gestalterische Ideen mit passiven Kühlsystemen realisieren. Hoher Komfort, hohe Nutzerakzeptanz und niedrige Betriebskosten sind das Ergebnis. In vielen bestehenden Gebäuden ist der nachträgliche Einbau eines Kühlbalkens oder einer Kühldecke möglich. Damit steht zusätzliche Kühlleistung zur Verfügung, insbesondere wenn die existierende Lüftungsanlage keine Leistungssteigerung zulässt.



Schloss Moyland, Bedburg-Hau, Deutschland

Funktionsbeschreibung

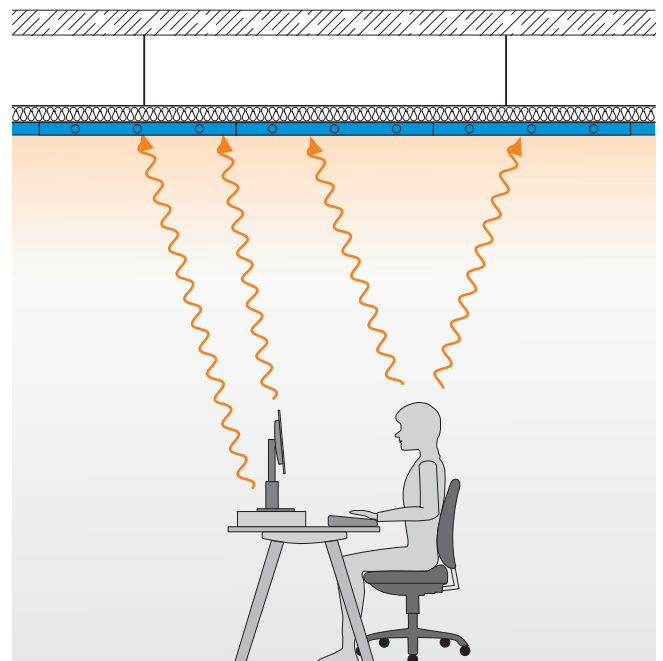
Passive Kühlsysteme nehmen an ihren Oberflächen Wärme aus dem Raum auf und übertragen sie an das Transportmedium Wasser. Die Wärmeübertragung kann durch Strahlung oder Konvektion erfolgen. Die Systeme unterscheiden sich in unterschiedlichen Anteilen von Strahlung und Konvektion.

Das Strahlungsprinzip

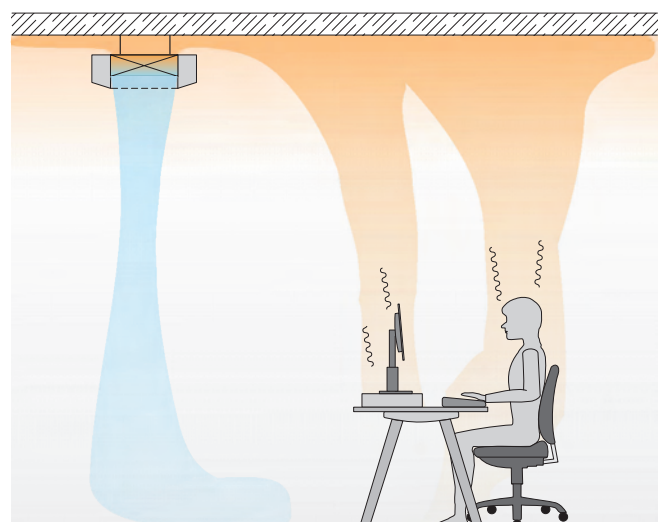
Zwischen Oberflächen mit unterschiedlichen Temperaturen findet eine Wärmeübertragung vom wärmeren zum kälteren Körper durch Strahlung (elektromagnetische Wellen) statt. Unter den passiven Kühlsystemen nehmen die (Strahlungs-) Kühldecken den größten Anteil der Wärme durch Strahlung auf. Die Oberflächen der Wärmequellen, wie Menschen, Büromaschinen und Leuchten, strahlen Wärme auf die Oberfläche der Kühldecke. Die Wärme wird zum größten Teil vom Material der Kühldecke aufgenommen, weitergeleitet und an das kältere Wasser abgegeben.

Das Konvektionsprinzip

Wärmeübertragung durch Konvektion bedingt ein Medium (hier Luft), das die Wärme aufnimmt und durch Strömung zu einem anderen Ort transportiert. In klimatisierten Räumen erwärmt sich die Luft an Menschen, Büromaschinen und anderen Wärmequellen, wird dadurch leichter und steigt auf. An der Oberfläche eines Kühlkörpers gibt die Luft Wärme ab, wird dadurch schwerer und sinkt herab (Schwerkraftbetrieb).



Strahlungsprinzip



Konvektionsprinzip

Vorteile

- Hoher Komfort und hohe Nutzerakzeptanz
- Große gestalterische Freiheit für den Architekten
- Niedrige Luftgeschwindigkeiten im Aufenthaltsbereich und damit keine Zugerscheinungen
- Keine Luftströmungsgeräusche
- Geringe Betriebskosten
- Einfach nachzurüsten

Planungshinweise

Luftqualität

Das passive Kühlsystem deckt ausschließlich Kühllasten ab. Zur Aufrechterhaltung der Luftqualität empfiehlt sich ein Lüftungs- oder Klimasystem. Der Außenluftstrom wird relativ niedrig bemessen (2- bis 3-facher Luftwechsel). Das Lüftungssystem hat im Wesentlichen folgende Aufgaben:

- Außenluftzufuhr für die Menschen
- Schadstoffabfuhr
- Begrenzung der relativen Luftfeuchte

Thermische Leistung

Die thermische Leistung von passiven Kühlsystemen wird zu 100 % durch den Wärmeaustausch mit dem Wasser erbracht. Die Kühlleistung ist maßgeblich von der Differenz zwischen der Raumtemperatur und der Oberflächentemperatur des Kühlkörpers bestimmt. Letztere ist abhängig von der Kaltwassertemperatur. Zur Leistungssteigerung kann diese jedoch nicht beliebig abgesenkt werden, weil unterhalb des Taupunktes der Luft Kondensat anfällt.

Taupunkt

In maschinell belüfteten Gebäuden bleibt auch im Sommer die Feuchte der Raumluft in Grenzen. Bei 26 °C Raumtemperatur und 50 % relativer Feuchte beträgt die Taupunkttemperatur etwa 15 °C. Die Kaltwasser-Vorlauftemperatur für passive Kühlsysteme wird daher auf Sollwerte nicht unter 16 °C geregelt. Bei Kaltwasser-Vorlauftemperaturen in Taupunktnähe sollten zur Sicherheit Taupunktsensoren vorgesehen werden.

Zu öffnende Fenster

Bei geöffnetem Fenster kann die Luftfeuchtigkeit im Raum Werte annehmen, die höhere Taupunkttemperaturen zur Folge haben. Möglicherweise ist die Kaltwassertemperatur dann unterhalb des Taupunktes. Mit Fensterkontakten wird die Absperrung des Kaltwasserstroms bewirkt. Zur Energieeinsparung sollte generell bei geöffnetem Fenster die thermische Energiezufuhr unterbrochen werden.

Heizbetrieb

Passive Kühlsysteme sind bestimmungsgemäß für den Kühlbetrieb optimiert. Dennoch können sie auch zum Heizen mit Warmwasser betrieben werden. Eine häufige Anwendung ist der Heizbetrieb der Außenzone bei niedrigen Außentemperaturen. Dadurch werden thermische Einflüsse der Fassade zugunsten der Behaglichkeit reduziert.

- Kühlbalken
Kühlbalken heizen nach dem Konvektionsprinzip die deckennahe Luftschicht auf. Bei hoher Warmwasser-Vorlauftemperatur wird sich unterhalb der Decke ein Warmluftpolster bilden, das nicht den Aufenthaltsbereich erreicht. Die Warmwasser-Vorlauftemperatur sollte 50 °C nicht überschreiten.
- Kühldecke
Die Wärmeabgabe durch Strahlung funktioniert grundsätzlich auch von der Decke aus. Aus Gründen der Behaglichkeit sollte die Warmwasser-Vorlauftemperatur maximal 35 °C betragen. Damit sind maximal 50 W/m² Heizleistung zu erzielen.

Regelung

Die Kaltwasser-Vorlauftemperatur passiver Kühlsysteme bedarf besonderer Beachtung und muss in jedem Fall geregelt werden. Die Betriebsweise und die entsprechende Regelung richten sich nach der technischen Gesamtkonzeption. Wichtig ist, dass die Kaltwasser-Vorlauftemperatur den Taupunkt nicht unterschreitet. Ein Taupunktsensor bietet zusätzliche Sicherheit.

Raumtemperaturregelung

Die Raumtemperatur wird mit Hilfe des passiven Kühlsystems geregelt. Der Raumtemperaturregler steuert dazu ein Ventil zur Drosselung des Wasservolumenstroms. Die Komponenten zur Kaltwasser-Vorlauf- und/oder Raumtemperaturregelung und Wasserventile können als Systemzubehör mitgeliefert werden. Produktauswahl und Dimensionierung sollten in enger Abstimmung mit dem Gewerk Regelungstechnik erfolgen.



Schweizerische Post, Chur, Schweiz

Passive Kühlsysteme

Kühlbalken

Kühlbalken führen hohe Kühllasten ab und sind für ein breites Anwendungs- und Leistungsspektrum geeignet. In Kombination mit einem Lüftungs- oder Klimasystem übernehmen sie den größten Teil der Kühllast. Als sinnvolle Ergänzung zu Nur-Luft- oder Luft-Wasser-Systemen können sie gezielt dort eingesetzt werden, wo zusätzliche Kühlleistungen benötigt werden.

Kühlbalken erfordern keine Zwischendecke und können damit hervorragend für Sanierungen und Nachrüstungen Verwendung finden.

Multi-Service-Kühlbalken sind gebäudetechnische Komplettlösungen, die zusätzlich zur Lufttechnik weitere Funktionseinheiten enthalten.



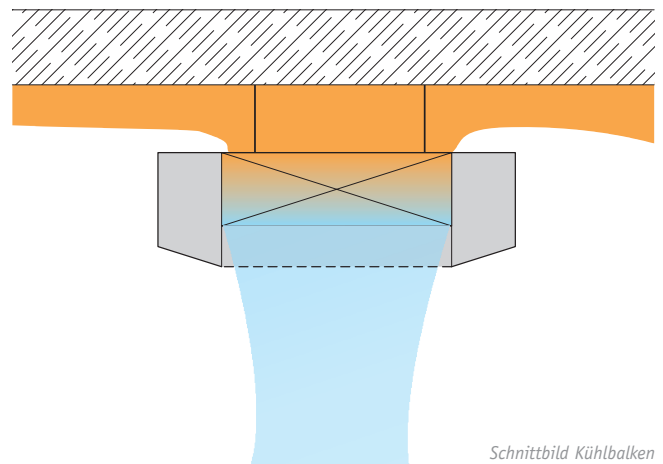
Hubert Burda Media Tower, Offenburg, Deutschland

Funktionsbeschreibung

Kühlbalken nehmen Wärme aus der Raumluft auf und geben sie an das Transportmedium Wasser ab. Die Wärmeübertragung erfolgt zu über 90 % durch Konvektion.

An den Flächen des Wärmetauschers kühlt sich die Raumluft ab, wodurch die Dichte ansteigt und die Luft abwärts strömt. Innerhalb des Gehäuses wird die Luft über die gesamte Bauhöhe vertikal geführt. Dadurch erhöhen sich die Abtriebskräfte (Kamineffekt) und infolgedessen der Luftstrom und die Kühlleistung.

Um die Luftströmung durch den Kühlbalken zu ermöglichen, wird dieser freihängend unterhalb der Decke installiert. Deckenbündiger Einbau ist möglich, wenn die Decke spaltförmige Öffnungen aufweist.



Schnittbild Kühlbalken



Flughafen Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

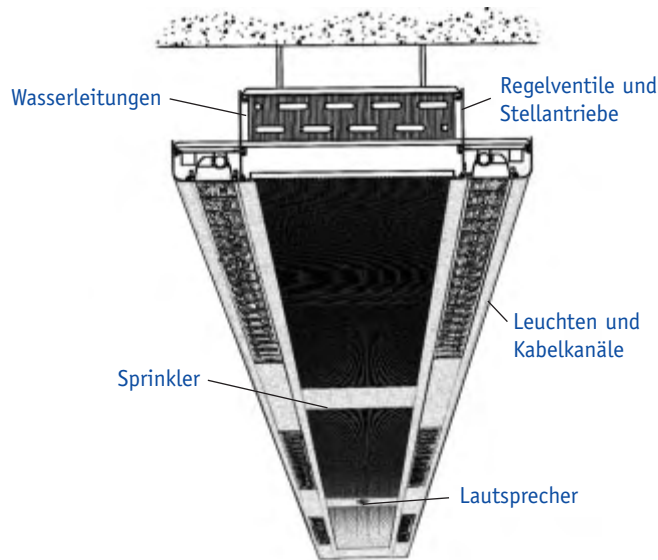
Vorteile

- Kühlbalken sind in der Lage, hohe thermische Lasten aus Räumen abzuführen
- Weitgehende Flexibilität für die Gestaltung der Büroflächen durch Installation an der Decke
- Beliebige Möblierung und Anordnung von Stellwänden
- Nahezu geräuschlose Kühlung
- Geräteserien mit abgestuftem Spektrum von kleinen bis zu hohen Leistungen mit bedarfsspezifischen Abmessungen
- Freihängender, deckenbündiger oder verdeckter Einbau
- Multiservice-Funktionen möglich
- Für die Sanierung bestehender Anlagen gut geeignet

Multi-Service-Fähigkeiten

Kühlbalken können ebenso wie Deckeninduktionsdurchlässe zusätzliche Funktionen erfüllen. Besonders vorteilhaft sind die werkseitige Montage, Verdrahtung und Verschlauchung aller Bauteile, so dass anschlussfertige betriebsbereite Systeme einen zügigen Einbau auf der Baustelle ermöglichen.

- Integrierte Beleuchtung mit unterschiedlichen Lichtsystemen und Leuchtstärken
- Rauchmelder
- Sprinkler
- Lautsprecher
- Bewegungsmelder
- Kabeltrüchsen, nicht sichtbar integriert



Royal Bank of Scotland Headquarters, Gogarburn, Großbritannien



Planungshinweise

Gestaltung

Kühlbalken sind so gestaltet, dass sie sich harmonisch in die Deckenansicht einfügen. Die Abmessungen sind zu gängigen Deckensystemen kompatibel. Freihängend angeordnet, lassen sich die Kühlbalken als markantes Designelement in die innenarchitektonische Gestaltung einbeziehen. Sind die Kühlbalken bestimmten Rastern zugeordnet, lassen sich die Raumgrößen flexibel gestalten und auch später an geänderte Anforderungen anpassen.

Luftführung

Funktionsbedingt entsteht unter dem Kühlbalken eine abwärtsgerichtete Strömung der gekühlten Luft. Bei hohen Kühlleistungen können dann, abhängig von der Raumhöhe, im Aufenthaltsbereich Strömungsgeschwindigkeiten von mehr als 0,2 m/s auftreten. In diesen Fällen empfiehlt es sich, Kühlbalken nicht direkt über Arbeitsplätzen anzubringen, sondern Gangbereiche oder Flure zu wählen. Die Installation in Fassadennähe bringt zusätzlich den Vorteil, dass die Oberflächentemperatur der Fensterscheibe niedrig bleibt, zugunsten des Nutzerkomforts.

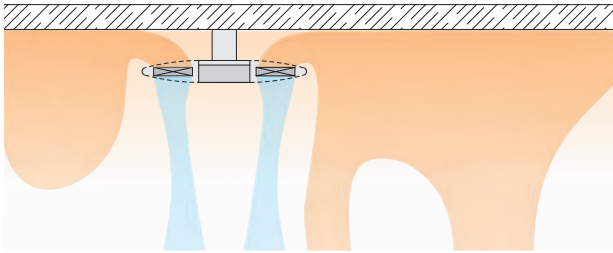
Sind die Kühlbalken für mittlere Leistungsbereiche dimensioniert, ist die Anordnung über dem Aufenthaltsbereich unkritisch.

Einbau in verschiedene Deckensysteme

Prinzipiell sind Kühlbalken für alle Deckensysteme geeignet. Allerdings ist unbedingt zu beachten, dass die Raumluft ungehindert zur Kühlbalkenoberseite strömen kann.

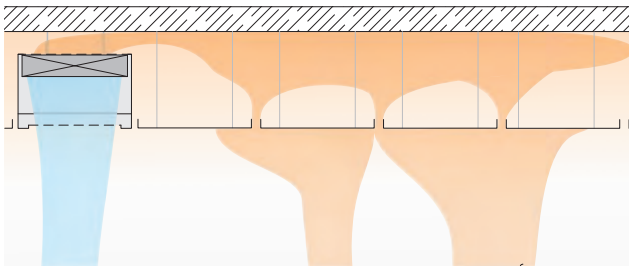
- **Freihängend**

Die freihängende Installation ist bei allen Deckensystemen möglich.



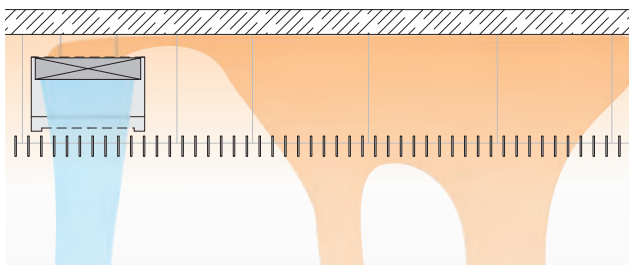
- **Deckenbündig in Rasterdecken**

Kühlbalken und Deckenelemente sind statisch unabhängig. Zwischen Kühlbalken und zumindest den angrenzenden Deckenelementen sind Spalte vorzusehen. Die Summe der freien Fläche sollte etwa der Fläche ($L \times B$) des Kühlbalkens entsprechen.



- **Offene Rasterdecken**

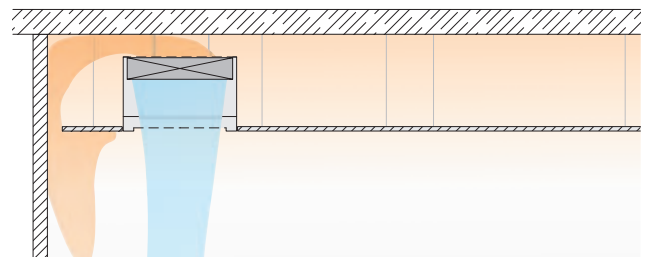
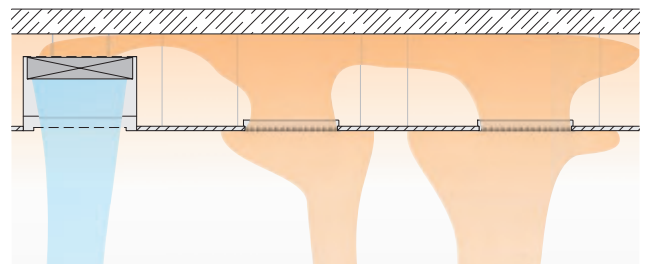
Der Kühlbalken befindet sich freihängend oberhalb der Deckenelemente. Die Öffnungen der offenen Rasterdecke sind ausreichend, so dass die Luft ungehindert zu- und abströmen kann.



Norwich Union Headquarters, Norwich, Großbritannien

- **Geschlossene Decken**

Auch der deckenbündige Einbau in geschlossene Decken ohne direkt angrenzende Randspalte ist möglich. Damit die Raumluft ungehindert zum Kühlbalken strömen kann, sind an anderer Stelle Öffnungen einzuplanen, wie Luftdurchlässe, Abluftleuchten oder gelochte Stufenwinkel im Randbereich der Decke.



Einsatzgrenzen

- Wenn der Kühlbalken direkt über dem Aufenthaltsbereich installiert ist, sollte die dimensionierte Kühlleistung 150 W/m nicht überschreiten. Bei höheren Leistungen sind Zugerscheinungen an den darunterliegenden Arbeitsplätzen nicht auszuschließen.
- In Komfortbereichen können Kühlbalken nur zusammen mit einer raumlufttechnischen Anlage zur Aufrechterhaltung der Luftqualität eingesetzt werden.
- Von einer Fensterlüftung ohne raumlufttechnische Anlage ist dringend abzuraten. Bei höherer Außenluftfeuchte dringt Feuchte in den Raum ein, die nicht abgeführt wird. Hierdurch kann es zu Schimmelbildung kommen.
- In Nebenräumen ohne maschinelle Lüftung sollten Kühlbalken nur Verwendung finden, wenn dort keine Feuchtelasten entstehen. Auch hierdurch kann es zu Schimmelbildung kommen.
- Die maximale Heizleistung von Kühlbalken beträgt ca. 150 W/m.

Gerätedimensionierung

Wirksame Temperaturdifferenz

Neben der Konstruktion des Kühlbalkens und dem Material der Wärmetauscherflächen ist die wirksame Temperaturdifferenz eine relevante Größe.

$$\Delta t_{RW} = \frac{(t_{KWV} + t_{KWR})}{2} - t_R$$

- Δt_{RW} Wirksame Temperaturdifferenz
- t_{KWV} Kaltwasser-Vorlauftemperatur
- t_{KWR} Kaltwasser-Rücklauftemperatur
- t_R Raumtemperatur

Umrechnung auf andere Temperaturdifferenzen

Herstellerangaben über thermische Leistungen sind in der Regel auf eine bestimmte Temperaturdifferenz bezogen. Die zu erwartende thermische Leistung bei der geplanten Temperaturdifferenz kann näherungsweise mit folgender Formel berechnet werden.

$$\dot{Q} \cong \dot{Q}_N \cdot \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_N} \right)^{1,3}$$

- \dot{Q} Wärmeleistung (Kühlen oder Heizen)
- \dot{Q}_N Wärmeleistung, Herstellerangabe
- Δt Wirksame Temperaturdifferenz, dimensioniert
- Δt_N Wirksame Temperaturdifferenz, Herstellerangabe

Wasserstrom

Mit folgender Größenwertgleichung kann sehr einfach der benötigte Wasserstrom berechnet werden.

$$\dot{V}_W = \frac{\dot{Q}}{\Delta t_W} \cdot 0,86$$

- \dot{V}_W Wasservolumenstrom in l/h
- \dot{Q} Wärmeleistung (Kühlen oder Heizen) in W
- Δt_W Wasserseitige Temperaturdifferenz

Korrekturfaktor für andere Wasservolumenströme

Die Leistungsangaben der Hersteller gelten für einen bestimmten Wasservolumenstrom. Mit höherem Wasserstrom lässt sich eine höhere Leistung erzielen. Unter Umständen ist der benötigte Wasserstrom auch kleiner, so dass die tatsächliche Leistung nach unten korrigiert werden muss. Angaben über den Korrekturfaktor sind in den Gerätedruckschriften zu finden.

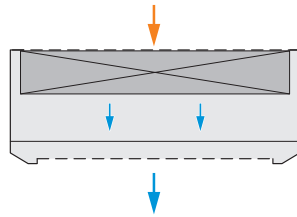
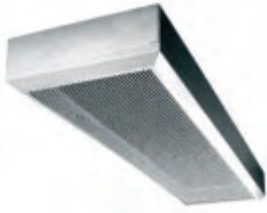
Planungsbeispiel

Parameter für die Gerätedimensionierung			
Parameter	Typische Werte	Beispiel	Bemerkungen
Raumtemperatur	22 bis 26 °C	26 °C	
Raumfläche (6,0 x 4,0 m)		24 m ²	
Kühlleistung Wasser		840 W	
Bodenflächenbezogene Kühlleistung	30 bis 60 W/m ²	35 W/m ²	
Kaltwasser-Vorlauftemperatur	16 bis 20 °C	16 °C	
Kaltwasser-Rücklauftemperatur	18 bis 23 °C	19 °C	
Ergebnis der Dimensionierung ¹⁾			
Wirksame Temperaturdifferenz	-10 bis -4 K	-8,5 K	
Mögliche Länge für Kühlbalken		5 m	
Erforderliche Kühlleistung je m bei -10 K		168 W/m 208 W/m	
Gewählt: 2 Stück PKV-L/2500 x 320 x 300			Lochblech 50 % freier Querschnitt
Nennkühlleistung		220 W/m	Bei -10 K, Herstellerangabe
Kaltwasserstrom je Kühlbalken	50 bis 250 l/h	120 l/h	
Kühlleistung bei -8,5 K		178 W/m	
Tatsächliche Kühlleistung		180 W/m	x 1,01 Korrektur zu 110 l/h
Projektierte Kühlleistung		900 W	
Luftgeschwindigkeit 1 m unter Kühlbalken	0,15 bis 0,22 m/s	max. 0,2 m/s	
Wasserseitiger Druckverlust je Kühlbalken	0,2 bis 2,5 kPa/m	2,1 kPa	0,84 kPa/m

1 Dimensioniert mit dem TROX Auslegungsprogramm

Kühlbalken

Serie PKV



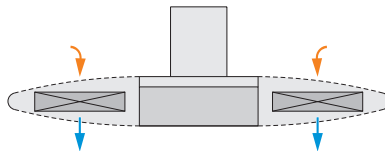
- Designvarianten mit Rahmen oder Lochblech
- Freihängender oder deckenbündiger Einbau

◄ L: 900 – 3000 mm · B: 180 – 600 mm
H: 110 – 300 mm

❄ Kühlleistung bis 1440 W

Multifunktionale Kühlbalken

Serie PKV-B



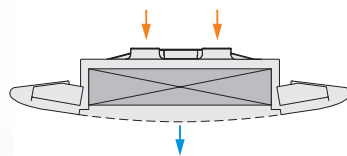
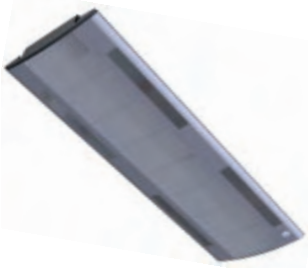
- Formschöne flache Bauform
- Auch für Heizbetrieb
- Integrierte Langfeldleuchte und Halogenstrahler
- Freihängender Einbau
- Projektspezifische Multi-Service-Lösung möglich

◄ L: 3200 mm · B: 525 mm · H: 70 mm

❄ Kühlleistung bis 255 W

🔥 Heizleistung bis 530 W

Serie MSCB



- Formschönes Design
- Freihängender Einbau
- Kühlleistung nach projektspezifischem Bedarf
- Projektspezifische Multi-Service-Lösung möglich

◄ L: 1500 – 3000 mm · B: 600 mm · H: 200 mm

❄ Kühlleistung bis 900 W

Kühldecken und Kühlsegel führen hohe Kühllasten ab und bieten dabei den Raumnutzern höchstmöglichen Komfort und dem Architekten große Gestaltungsfreiheit. Zugscheinungen und Strömungsgeräusche sind so gut wie ausgeschlossen. Im Raum entstehen sowohl vertikal als auch horizontal keine großen Temperaturdifferenzen, was die thermische Behaglichkeit erhöht.

In Neubauprojekten werden Kühldecken und Kühlsegel häufig aus architektonischen Erwägungen gewählt. Sie benötigen nur eine geringe Höhe, so dass sie für Sanierungen und Nachrüstungen auch dann in Frage kommen, wenn bisher keine Zwischendecke vorhanden war.



Schweizerische Post, Chur, Schweiz

Funktionsbeschreibung

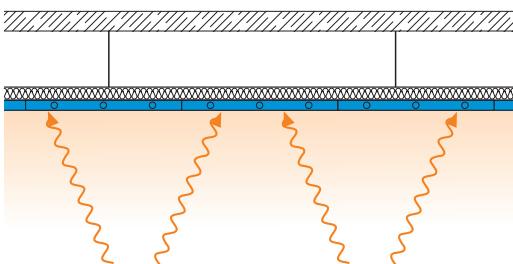
Kühldecken und Kühlsegel nehmen an ihren Oberflächen Wärme aus dem Raum auf und übertragen sie an das Transportmedium Wasser. Kühldecken sind in der Regel vollflächige abgehängte Decken, die nach dem Strahlungsprinzip wirken. Kühlsegel bestehen aus Kühlpaneelen in einer offenen Konstruktion mit Zwischenräumen. Die Kühlelemente haben auch an der Oberseite Kontakt zur Raumluft. Dadurch nehmen sie einen nennenswerten Teil der Wärme durch Konvektion auf.

Strahlungskühldecken

Geschlossene Strahlungskühldecken nehmen den größten Teil (> 50 %) der Kühlleistung durch Strahlung auf. Die Oberflächen der Wärmequellen, wie Menschen, Büromaschinen und Leuchten, strahlen Wärme auf die Oberfläche der Kühldecke. Die Wärme wird zum größten Teil vom Material der Kühldecke aufgenommen, weitergeleitet und an das kältere Wasser abgegeben.

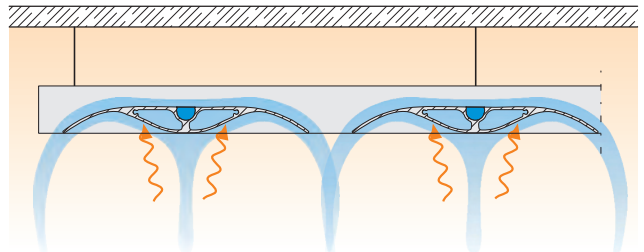
Zusätzlich zur Strahlung kühlt sich die Raumluft an der Unterseite der Kühldecke ab. Da die Abkühlung relativ gleichmäßig an der gesamten Deckenfläche erfolgt, bildet sich eine Konvektionsströmung mit sehr niedriger Geschwindigkeit aus.

Kühldeckenelement und Deckenplatte bilden eine Funktionseinheit. Optimale Wärmeleitung wird durch guten Kontakt des Kühldeckenelements mit der Deckenplatte erzielt.



Konvektionskühldecken

Konvektionskühldecken wirken nach dem Strahlungs- und Konvektionsprinzip. An der Unterseite nehmen sie Wärmestrahlung wie jede Strahlungskühldecke auf. Die Kühlpaneele, durch Spalte voneinander abgesetzt, haben an der Unter- und Oberseite Kontakt zur Raumluft. Dadurch kann sich eine Konvektionsströmung ausbilden, die durch die besondere Formgebung der Paneele noch verstärkt wird. Die Kühlleistung ist erheblich größer als die von Strahlungskühldecken.



Vorteile

- Hoher Komfort und hohe Nutzerakzeptanz
- Keine Luftströmungsgeräusche
- Für abgehängte Decken aller Art geeignet
- Zusätzliche Schalldämpfung bei entsprechenden Decken
- Für die Sanierung bestehender Anlagen gut geeignet
- Nachrüstung möglich

Planungshinweise

Gestaltung

Nahezu alle Systeme abgehängter Decken sind für die Aktivierung als Kühldecke geeignet. Die Büroflächen sind ohne Einschränkungen zu belegen. Auch Schränke und Stellwände können beliebig gestellt werden.

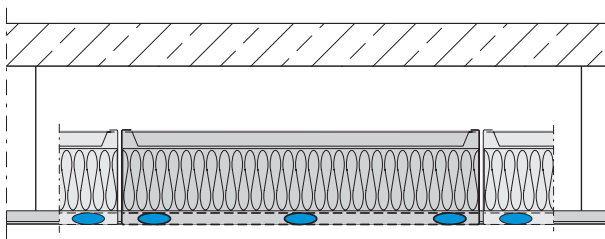
Kühldecken erstrecken sich über die gesamte Deckenfläche. Gestalterisch interessanter ist jedoch die Anordnung von freihängenden Kühlsegeln ohne Wandanschluss mit nahezu beliebiger Geometrie. Auch Luftdurchlässe oder Leuchten lassen sich in Kühlsegel integrieren.

Einbau in verschiedene Deckensysteme

Die Funktionseinheit Kühldecke besteht aus den sichtbaren Deckenelementen mit ihren Aufhängungen und den Kühldeckenelementen mit den wasserseitigen Anschlüssen. Für die verschiedenen Deckensysteme stehen entsprechende Kühldeckenelemente zur Auswahl. Optimale Wärmeleitung wird durch die entsprechende Verbindungstechnik erzielt.

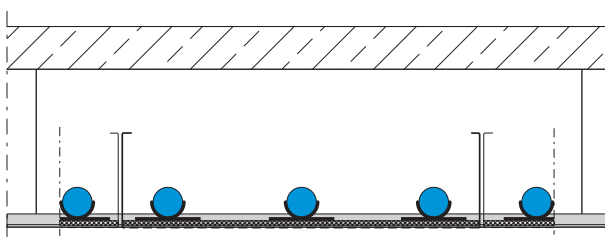
- Einlegetechnik

Kühldeckenelemente können in alle Metalldeckenplatten eingelegt werden. Das Kühldeckenelement wird in den meisten Fällen mit Mineralwolle abgedeckt, die mit einem Metallbügel fixiert wird. Die Mineralwollschicht dient als thermische Isolierung und verbessert zusätzlich die Raumdämpfung.



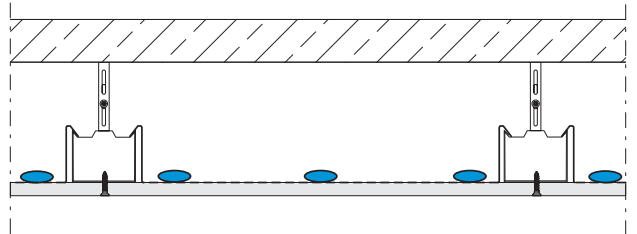
- Klebetechnik

Das Kühldeckenelement, eine Lage Akustikvlies und die Metalldeckenplatte werden kundenseitig oder werkseitig miteinander verklebt. Mit der Klebetechnik wird eine gute Wärmeleitung erzielt. Das Akustikvlies verbessert die Raumdämpfung.



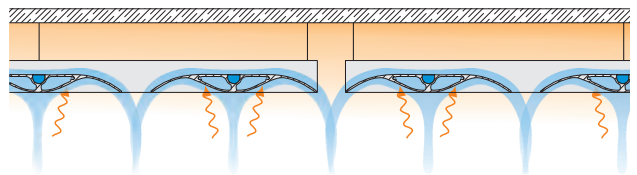
- Verbindung mit Gipskarton-Deckenplatten

Das Kühldeckenelement wird in das Tragprofil der Decke eingehängt. Die Gipskarton-Deckenplatte wird verschraubt. Zwischen Deckenplatte und Kühldeckenelement entsteht eine flächige wärmeleitende Verbindung.



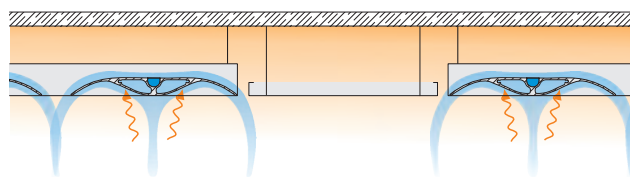
- Konvektionskühldecken freihängend oder über offenen Rasterdecken

Die freihängende Installation ist bei allen Deckensystemen möglich. In offenen Rasterdecken erfolgt der Einbau oberhalb der Raster.



- Konvektionskühldecken in geschlossenen Decken

Deckenbündiger Einbau in geschlossenen Decken ist mit oder ohne direkt angrenzende Randspalte möglich. Der Einbau mit Randspalten ergibt jedoch höhere Kühlleistungen und eine ansprechendere Deckenansicht.



Einsatzgrenzen

- In Komfortbereichen können Kühldecken nur zusammen mit einer raumlufttechnischen Anlage zur Aufrechterhaltung der Luftqualität eingesetzt werden.
- Von einer Fensterlüftung ohne raumlufttechnische Anlage ist dringend abzuraten. Bei höherer Außenluftfeuchte dringt Feuchte in den Raum ein, die nicht abgeführt wird. Hierdurch kann es zu Schimmelbildung kommen.
- In Nebenräumen ohne maschinelle Lüftung sollten Kühldecken nur Verwendung finden, wenn dort keine Feuchtelasten entstehen. Auch hierdurch kann es zu Schimmelbildung kommen.

Gerätedimensionierung

Wirksame Temperaturdifferenz

Neben der Konstruktion der Kühldecken und dem Material der Wärmetauscherflächen, ist die wirksame Temperaturdifferenz eine relevante Größe.

$$\Delta t_{RW} = \frac{(t_{KWV} + t_{KWR})}{2} - t_R$$

Δt_{RW} Wirksame Temperaturdifferenz
 t_{KWV} Kaltwasser-Vorlauftemperatur
 t_{KWR} Kaltwasser-Rücklauftemperatur
 t_R Raumtemperatur

Umrechnung auf andere Temperaturdifferenzen

Herstellerangaben über thermische Leistungen sind in der Regel auf eine bestimmte Temperaturdifferenz bezogen. Die zu erwartende thermische Leistung bei der geplanten Temperaturdifferenz kann näherungsweise mit folgender Formel berechnet werden.

$$\dot{Q} \cong \dot{Q}_N \cdot \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_N} \right)^{1,1^*}$$

\dot{Q} Wärmeleistung (Kühlen oder Heizen)
 \dot{Q}_N Wärmeleistung, Herstellerangabe
 Δt Wirksame Temperaturdifferenz, dimensioniert
 Δt_N Wirksame Temperaturdifferenz, Herstellerangabe
 * je nach Deckenvariante

Wasserstrom

Mit folgender Größenwertgleichung kann sehr einfach der benötigte Wasserstrom berechnet werden.

$$\dot{V}_W = \frac{\dot{Q}}{\Delta t_W} \cdot 0,86$$

\dot{V}_W Wasservolumenstrom in l/h
 \dot{Q} Wärmeleistung (Kühlen oder Heizen) in W
 Δt_W Wasserseitige Temperaturdifferenz

Korrekturfaktor für andere Wasservolumenströme

Die Leistungsangaben der Hersteller gelten für einen bestimmten Wasservolumenstrom. Mit höherem Wasserstrom lässt sich eine höhere Leistung erzielen. Unter Umständen ist der benötigte Wasserstrom auch kleiner, so dass die tatsächliche Leistung nach unten korrigiert werden muss.

Angaben über den Korrekturfaktor sind in den Gerätedruckschriften zu finden.

Leistungserhöhung

Wenn die Oberseite der Kühldeckenelemente nicht mit Mineralwolle abgedeckt ist, ergibt sich eine Leistungserhöhung der gesamten Kühldecke, weil der Deckenhohlraum insgesamt gekühlt wird, so dass nicht aktivierte Flächen auch eine Kühlwirkung haben.

Die Angaben über die Leistungserhöhung sind beim Hersteller verfügbar.

Planungsbeispiel

Parameter für die Gerätedimensionierung			
Parameter	Typische Werte	Beispiel	Bemerkungen
Raumtemperatur	22 bis 26 °C	26 °C	
Raumfläche		50 m ²	
Kühlleistung Wasser		2250 W	
Bodenflächenbezogene Kühlleistung	30 bis 100 W/m ²	45 W/m ²	
Kaltwasser-Vorlauftemperatur	16 bis 20 °C	18 °C	
Kaltwasser-Rücklauftemperatur	18 bis 23 °C	20 °C	
Ergebnis der Dimensionierung ¹⁾			
Wirksame Temperaturdifferenz	-10 bis -4 K	-7 K	
Nennkühlleistung	50 bis 90 W/m ²		
Herstellerangabe			70 W/m ² bei -8 K,
Kühlleistung bei -7 K		60 W/m ²	
Erforderliche Fläche		38 m ²	2250 W / 61 (W/m ²)
Belegungsgrad	60 bis 80 %	76 %	38 m ² / 50 m ²
Leistungserhöhung		5 %	Herstellerangabe
Aktivierte Kühldeckenfläche		35 m²	38 m² / 1,05
Kaltwasserstrom		968 l/h	

¹ Dimensioniert mit dem TROX Auslegungsprogramm

Strahlungskühldeckenelemente

Serie WK-D-UG



- Passend zu allen Deckenplatten
- Werkseitig aktivierte Deckenplatten
- Kombination mit Gipsdecken möglich

◄► L: max. 2400 mm · B: 750 mm je Element
 ❄️ Kühlleistung bis 80 W/m²

Serie WK-D-UM



Serie WK-D-UL

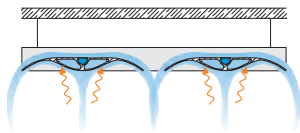


- Passend zu allen handelsüblichen Deckenplatten
- Kombination mit Gipsdecken möglich
- Einfache Montage

◄► L: max. 2400 mm · B: 1000 mm je Element
 ❄️ Kühlleistung bis 80 W/m²

Konvektionskühldeckenelemente

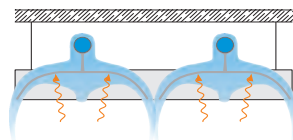
Serie WK-D-WF



- Formschöne wellenförmige Profile
- Einbau als freihängendes Kühlsegel
- Einbau als Kühlfeld in geschlossene Deckensysteme
- Auch mit Mineralfaserplatte zur Schallabsorption
- Einbau über offenen Rasterdecken möglich
- Projektspezifische Lösungen möglich

◄► L: max. 4000 mm · B: 1400 mm
 ❄️ Kühlleistung bis 130 W/m²

Serie WK-D-EL



- Formschöne ellipsenförmige Profile
- Integration von Luftdurchlässen und Leuchten möglich
- Auch mit Mineralfaserplatte zur Schallabsorption
- Einbau über offenen Rasterdecken möglich
- Projektspezifische Lösungen möglich

◄► L: max. 6000 mm · B: 1500 mm
 ❄️ Kühlleistung bis 110 W/m²

Chambre de Commerce, Luxemburg



Raumlufttechnische Systeme mit zentraler Außenluftaufbereitung und Induktionsgeräten zur Luftführung ermöglichen eine komfortable Klimatisierung von Räumen mit hoher Kühllast. Außenluftvolumenstrom und thermische Leistung lassen sich weitgehend unabhängig voneinander, dem tatsächlichen Bedarf entsprechend, dimensionieren. Damit sind diese Systeme besonders energieeffizient.

In zahlreichen Geräte- und Designvarianten sind Induktionsgeräte für Neubauten und zur Sanierung bestehender Gebäude gleichermaßen geeignet.

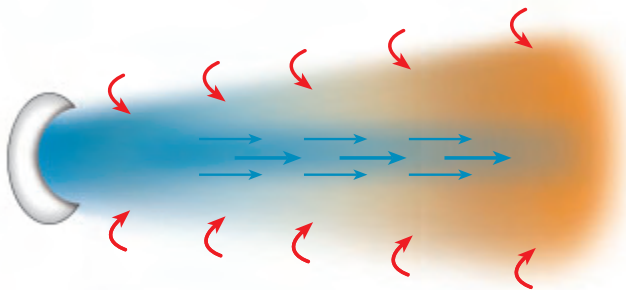
Induktionsgeräte benötigen keinen zusätzlichen Ventilator. Das Induktionsprinzip bewirkt, dass die Sekundärluft durch den Wärmetauscher strömt.



Hotel Straelener Hof, Straelen, Deutschland

Das Induktionsprinzip

Die strömungstechnischen Gesetzmäßigkeiten eines Freistrahls bieten ein sehr anschauliches und allgemein gültiges Beispiel zur Erklärung des Induktionsprinzips.



Luft, die aus einer Düse in einen großen Raum ausströmt, bildet einen Freistrahл. In der Ausströmebene ist der Luftstrom durch den Querschnitt der Öffnung, die Strömungsgeschwindigkeit und die Strahlrichtung definiert. Am Umfang des Freistrahls reibt sich die strömende Luft an der Raumluft und beschleunigt die unmittelbar angrenzende Luftschicht. Der Freistrahл induziert diese Raumluft

und vergrößert sich dadurch, das heißt, das strömende Luftvolumen nimmt zu. Da die induzierte Raumluft beschleunigt werden muss, verliert der Freistrahл insgesamt an Geschwindigkeit. Die Induktion setzt sich in Strahlrichtung so weit fort, bis die Strömungsgeschwindigkeit Null erreicht.

Jeder Luftauslass bewirkt Induktion von Raumluft. Die meisten Deckenluftdurchlässe lassen die Luft parallel zur Decke ausströmen. In diesem Fall ist die Induktion von Raumluft im Wesentlichen nur an der Unterseite möglich. Die Induktion vollzieht sich dabei vollständig im Raum. Bei Induktionsgeräten erfolgt die Induktion innerhalb des Gerätes. Die Geräte sind so konstruiert, dass die induzierte Raumluft, Sekundärluft genannt, einen Wärmetauscher durchströmt. Zusammen mit der Außenluft strömt die erwärmte oder gekühlte induzierte Luft wieder in den Raum. Das Induktionsprinzip ermöglicht so, bei gleichem Luftstrom wesentlich höhere thermische Leistungen zu erzielen als Luftdurchlässe ohne innere Induktion.

Vorteile

- Gute akustische und strömungstechnische Eigenschaften bieten den Menschen besten Komfort
- Außenluftvolumenstrom optimal so dimensioniert, dass eine dem Menschen zuträgliche Luftqualität gegeben ist
- Außenluftvolumenstrom in der Regel konstant
- Außenluftvolumenstrom nur ein Drittel gegenüber einem Nur-Luft-System
- Ein großer Anteil der thermischen Last wird energieeffizient mit Wasser abgeführt
- Kostengünstige Kombination von Luftdurchlass und Wasserkühlsystem
- Zusätzliche Ventilatoren zur Förderung der Sekundärluft sind nicht notwendig
- Beste Integration in die Innenarchitektur:
 - Harmonisches Erscheinungsbild in Wand, Decke oder Boden
 - Freihängende Geräte im Top-Design als Gestaltungselemente
- Reduzierter Platzbedarf für die Raumlufttechnik durch kleinere Klimazentralen, kleinere Luftleitungen und geringe Bauhöhe der Induktionsgeräte
- Heiz- und Kühlbetrieb, auch raumweise unabhängig voneinander möglich
- Zusätzliche statische Heizflächen können entfallen
- Keine bewegten Teile, dadurch betriebssicher und wartungsarm

Planungshinweise

Konditionierter Außenluftvolumenstrom

Um eine gute Raumluftqualität zu erhalten, wird dem Raum zentral konditionierte Außenluft zugeführt. Wieviel Außenluft erforderlich ist, richtet sich in erster Linie nach der Personenzahl.

Bei sehr hohen thermischen Lasten kann jedoch ein höherer Außenluftvolumenstrom nötig sein, damit sich die geforderte Leistung erzielen lässt.

Thermische Leistung

Die thermische Leistung von Induktionsgeräten ist die Summe aus der Leistung durch die konditionierte Außenluft und der durch den Wärmetauscher erbrachten Leistung. Luftstrom und Temperatur der konditionierten Außenluft sind definierte Größen, aus denen eine bestimmte Leistung errechnet wird. Die Leistung des Wärmetauschers ist zum einen durch die Vorlauftemperatur des Wassers bestimmt, zum anderen durch den strömenden Luft- und Wasserstrom. Mit größer werdender Induktion steigt der wirksame Luftstrom und infolgedessen die Leistung. Bei gleichen Abmessungen des Gerätes und des Wärmetauschers ergeben unterschiedliche Düsen differenzierte Leistungsbereiche. Höhere Induktion hat jedoch höhere Druckdifferenzen und höhere Schallpegel zur Folge.

Taupunkt

In vielen Fällen erfolgt der Kühlbetrieb mit Induktionsgeräten mit trockener (sensibler) Kühlung. Zum einen bleibt die Luftfeuchte durch die Klimatisierung der Räume unter Kontrolle, zum anderen wird die Vorlauftemperatur des Kaltwassers auf einen Sollwert oberhalb der Taupunkttemperatur der Raumluft geregelt. So wird ein sicherer Betrieb der Geräte erreicht.

Höhere Kühlleistungen sind mit nasser (latenter) Kühlung zu erzielen. Die Kaltwasser-Vorlauftemperatur liegt in diesen Fällen unterhalb des Taupunktes, mit der Folge, dass im Wärmetauscher Kondensat anfällt. Eine Kondensatwanne unterhalb des Wärmetauschers ist dann unbedingt notwendig.

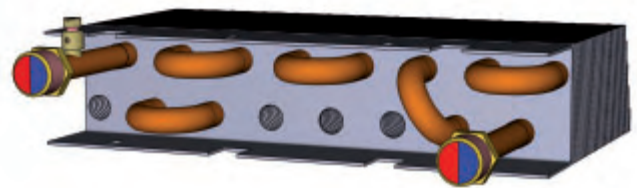
Auch in Regionen mit tendenziell hoher Luftfeuchtigkeit (Tropen, Subtropen) sollten nur Geräte mit Kondensatwanne projektiert werden.

Zu öffnende Fenster

Haben die Raumnutzer die Möglichkeit, die Fenster zu öffnen, sollten Fensterkontakte vorgesehen sein, um weiteres Kühlen oder Heizen zu verhindern. Zur Energieeinsparung sollte generell bei geöffnetem Fenster die Energiezufuhr des Raumes unterbrochen werden.

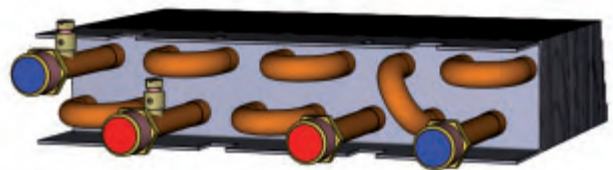
Wärmetauscher mit 2-Leiter-System

Das 2-Leiter-System wird außentemperaturabhängig im sogenannten Change-over-Betrieb mit Kalt- oder Warmwasser betrieben. Die jeweilige Betriebsart gilt dann für alle Geräte im Gebäude oder an einem Wasserkreislauf. Sind die Geräte ausschließlich zum Kühlen vorgesehen, wie in Innenzonen oder wenn die Heizlast durch statische Heizflächen abgedeckt ist, wird der Wärmetauscher nur mit Kaltwasser betrieben.



Wärmetauscher mit 4-Leiter-System

Das 4-Leiter-System ermöglicht, jeden Raum unabhängig von anderen Räumen und zu allen Zeiten zu kühlen oder zu heizen. Für das Kühlen und Heizen stehen jeweils eigene Wasserkreisläufe zur Verfügung. Für Gebäude mit differenzierten Lasten ist dieses System gut geeignet. Außentemperaturabhängige Regelungen mit gleitenden Vorlauftemperaturen gewährleisten einen verbrauchoptimierten Betrieb. Die Vermischung von Heiz- und Kühlwasser ist ausgeschlossen.



Wärmetauscher ohne Kondensatwanne

Induktionsgeräte mit Wärmetauschern ohne Kondensatwanne sind für trockene (sensible) Kühlung oder ausschließlichen Heizbetrieb geeignet. Der Wärmetauscher ist horizontal angeordnet.

Wärmetauscher mit Kondensatwanne

Für nassen (latenten) Kühlbetrieb, bei dem Kondensat anfällt, kommen nur Geräte mit einer Kondensatwanne unter dem Wärmetauscher in Betracht. Der Wärmetauscher ist vertikal angeordnet.

Regelung

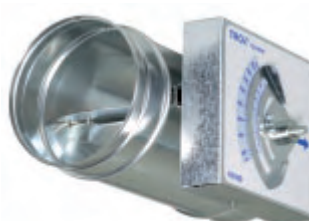
Konditionierter Außenluftvolumenstrom

Induktionsgeräte werden in der Regel mit konstantem Außenluftstrom betrieben. Die Verteilung des dimensionierten Luftstroms auf mehrere Geräte erfolgt mit Drosselklappen oder Volumenstromreglern.



Drosselklappen

Die Inbetriebnahme ist sehr aufwändig, da mehrfach an allen Geräten der Volumenstrom zu messen und einzustellen ist.



Mechanisch selbsttätige Regler

Der Volumenstrom-Sollwert wird an einer außen liegenden Skala eingestellt. Weitere Abgleicharbeiten entfallen. Spätere Sollwertänderungen sind leicht durchzuführen.



Volumenstrombegrenzer

Die Inbetriebnahme ist einfach und schnell durchzuführen. Der Volumenstrom-Sollwert wird eingestellt und der Volumenstrombegrenzer in die Luftleitung eingeschoben.



Variable Volumenstromregler

Der Außenluftvolumenstrom wird mit elektrischer oder pneumatischer Hilfsenergie geregelt. Variable Regelung oder Tag-Nacht-Umschaltung ist möglich. Volumenstromregler sind auch sinnvoll, wenn der Luftstrom absperribar sein soll oder der aktuelle Volumenstrom als Spannungssignal weitergegeben wird.



Raumtemperatur

Ein Raumtemperaturregler steuert die Leistung des Wärmetauschers mit Hilfe von Wasserventilen. Für 4-Leiter-Systeme muss der Raumtemperaturregler zwei Ausgänge zum Kühlen und Heizen haben. 2-Leiter-Systeme erhalten Raumtemperaturregler

mit einem Ausgang, eventuell mit Change-over-Funktion. Die Regelfunktion kann mit elektronischen Raumtemperaturreglern oder in DDC-Technik ausgeführt werden.

Die Komponenten zum Abgleichen oder Regeln des Volumenstroms, Raumtemperaturregler und Wasserventile können als Systemzubehör werkseitig montiert und vorverdrahtet mitgeliefert werden. Produktauswahl und Dimensionierung sollten in enger Abstimmung mit dem Gewerk Regelungstechnik erfolgen.

Induktionsgeräte

Deckeninduktionsdurchlässe

Deckeninduktionsdurchlässe sind für ein breites Anwendungs- und Leistungsspektrum geeignet. Sowohl deckenbündig integriert als auch freihängend unter der Decke angeordnet, sind sie in der Lage, Räume mit hohen thermischen Lasten zugfrei zu belüften. Innen- und Außenzonen von Einzel- und Großraumbüros in unterschiedlichsten Objekten sind sinnvolle Einsatzgebiete. Für Messehallen und ähnliche Bereiche mit großen Raumhöhen gibt es Deckeninduktionsdurchlässe, die hohe Leistungen erbringen und für Einbauhöhen bis 25 Meter konzipiert sind. Multifunktionale Deckeninduktionsdurchlässe sind gebäudetechnische Komplettlösungen, die zusätzlich zur Lufttechnik weitere Funktionseinheiten enthalten.

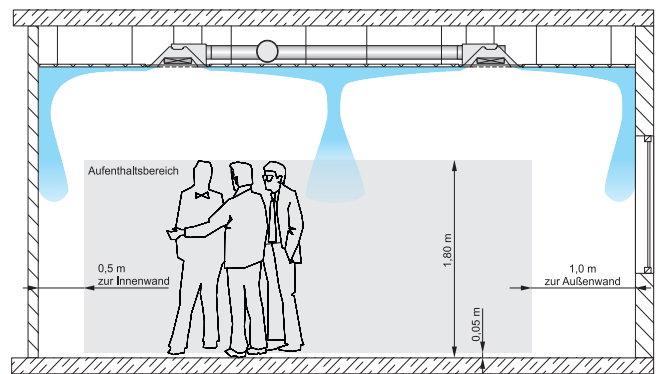


Constitution Center, Washington, USA

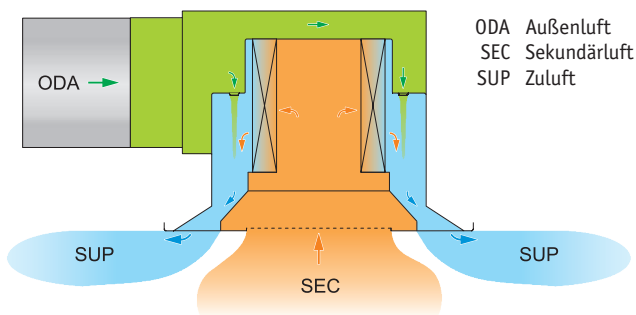
Funktionsbeschreibung

Deckeninduktionsdurchlässe versorgen den Raum mit zentral aufbereiteter Außenluft, um die Luftqualität zu erhalten, und decken mit Wärmetauschern die Kühllast und/oder die Heizlast ab.

Die Außenluft strömt durch Düsen in die Mischkammer. Dabei wird Sekundärluft induziert, die aus dem Raum durch das Induktionsgitter und den Wärmetauscher in die Mischkammer strömt. Beide Luftströme vermischen sich und strömen als Zuluft durch Luftauslassschlitze horizontal in den Raum.



Luftführung mit Deckeninduktionsdurchlässen



Schnittbild Deckeninduktionsdurchlass

Die Luftführung im Raum erfolgt nach dem Prinzip der Mischlüftung. Die Strömungsgeschwindigkeit am Luftauslass ist so bemessen, dass die Zuluft einerseits bis in den Aufenthaltsbereich eindringt, um dort die Luftqualität zu erhalten, andererseits dort keine Zugerscheinungen verursacht. Durch Turbulenzen und Induktion vermischt sich die Zuluft mit der Raumluft, wodurch sich die Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Raumluft verringert und die eschwindigkeit der Strömung abnimmt.

Vorteile

- Deckeninduktionsdurchlässe sind in der Lage, Räume mit hohen thermischen Lasten zugfrei zu belüften
- Weitgehende Flexibilität für die Gestaltung der Büroflächen durch Luftführung von der Decke
- Beliebige Möblierung und Anordnung von Stellwänden
- Geräteserien mit abgestuftem Spektrum von kleinen bis zu hohen Leistungen mit bedarfsspezifischen Abmessungen
- Einbau größerer Geräte mit entsprechend hohen Leistungen in der Decke möglich
- Oft die einzige Möglichkeit zur Sanierung bestehender Anlagen, mit Luftleitungen und Luftdurchlässen in Zwischendecken mit niedriger Höhe
- Niedrige Bauhöhe der Geräte, vorteilhaft sowohl für Sanierungsprojekte als auch für Neubauten

Planungshinweise

Gestaltung

Deckeninduktionsdurchlässe sind so gestaltet, dass sie sich harmonisch in die Deckenansicht einfügen. Die Abmessungen sind zu gängigen Deckensystemen kompatibel. Freihängend angeordnet, lassen sich die Durchlässe als markantes Designelement in die innenarchitektonische Gestaltung einbeziehen.

Mit Induktionsgittern in verschiedenen Designs bieten Deckeninduktionsluftdurchlässe weitere Gestaltungsmöglichkeiten. Sind die Durchlässe bestimmten Rastern zugeordnet, lassen sich die Raumgrößen flexibel gestalten und auch später an geänderte Anforderungen anpassen.

Luftführung

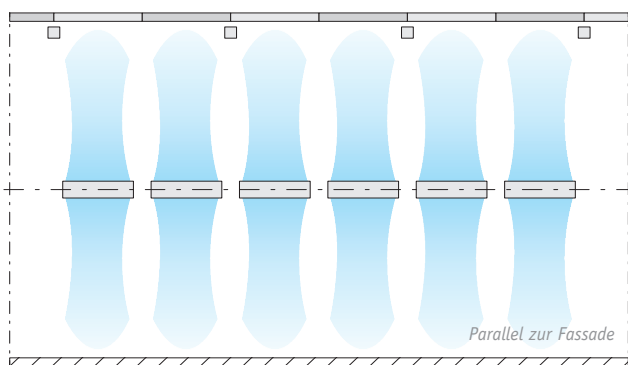
Die Zuluft strömt mit relativ hoher Geschwindigkeit (2 bis 4 m/s) aus dem Deckeninduktionsdurchlass, um den Raum wirkungsvoll zu belüften. Im Aufenthaltsbereich muss die Luftgeschwindigkeit niedrige Grenzwerte (0,2 m/s) einhalten, was gegeben ist, wenn der Luftstrahl einen ausreichenden Weg zurückgelegt hat. Bei gegebener Raumhöhe ist daher ein minimaler Abstand zur Wand einzuhalten. Sind in einem Raum Deckeninduktionsdurchlässe nebeneinander angeordnet, ist der Mindestabstand zwischen zwei Durchlässen ebenso zu beachten.

Anordnung in der Decke

Ob Deckeninduktionsdurchlässe parallel oder rechtwinklig zur Fassade angeordnet werden, richtet sich in erster Linie nach dem Verlauf der Deckenelemente. Die Anordnung hat wesentlichen Einfluss auf die Luftführung im Raum und sollte daher abhängig von der Raumtiefe und Modulbreite sowie der geplanten Nutzung und vorgesehenen Flexibilität geplant werden.

- Parallel zur Fassade

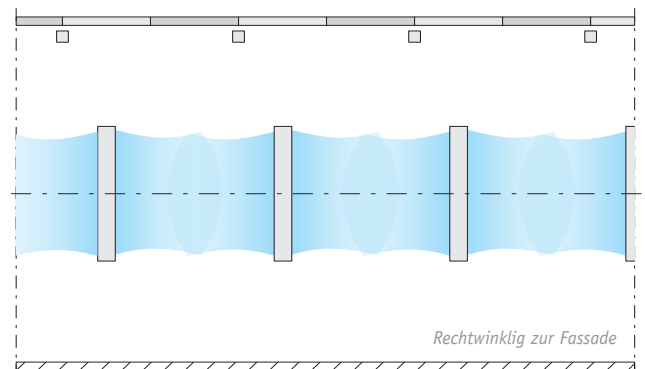
Die Belüftung des gesamten Raumvolumens ist optimal. Über die gesamte Modulbreite strömt die Luft Richtung Fassade und Innenwand oder Innenzone.



Die Strömung gegen die Fassade bringt thermische Vorteile, zum einen weil die Fensterfläche temperiert wird, zum anderen weil sich die Strömungsgeschwindigkeit und Temperaturdifferenz der Zuluft außerhalb des Aufenthaltsbereichs reduzieren. Eventuelle Infiltration durch die Fassade wird durch den Zuluftstrahl weitgehend aufgenommen, so dass Zugerscheinungen und Kondensatanfall am Wärmetauscher unwahrscheinlicher werden. Ein Deckeninduktionsdurchlass je Modul erlaubt eine Raumaufteilung mit hoher Flexibilität beim Erstbezug und bei späteren Nutzungsänderungen.

- Rechtwinklig zur Fassade

Die rechtwinklige Anordnung führt möglicherweise zu einer geringeren Anzahl an Deckeninduktionsdurchlässen und damit zu geringeren Kosten. Die Auswirkungen auf die Luftführung, die Aufteilung auf die Module und die daraus resultierende Flexibilität sind allerdings zu beachten.

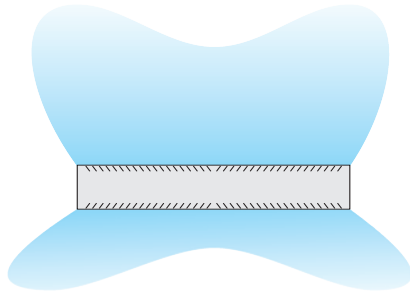


Orientiert sich die Länge der Deckeninduktionsdurchlässe an der Raumtiefe, ergibt sich die optimalere Luftführung. Aufgrund der Luftströme und der thermischen Leistung genügt ein Durchlass für 2 bis 5 Module. Die Flexibilität nimmt damit ab. Ein Durchlass je Modul hat eine unzureichende Durchlüftung des Raumes zur Folge. In der Regel wird damit auch der minimale Abstand zwischen zwei Durchlässen unterschritten, was zu höheren Luftgeschwindigkeiten im Aufenthaltsbereich führt. Daraus folgt, dass ein Durchlass mindestens zwei Module versorgen sollte.

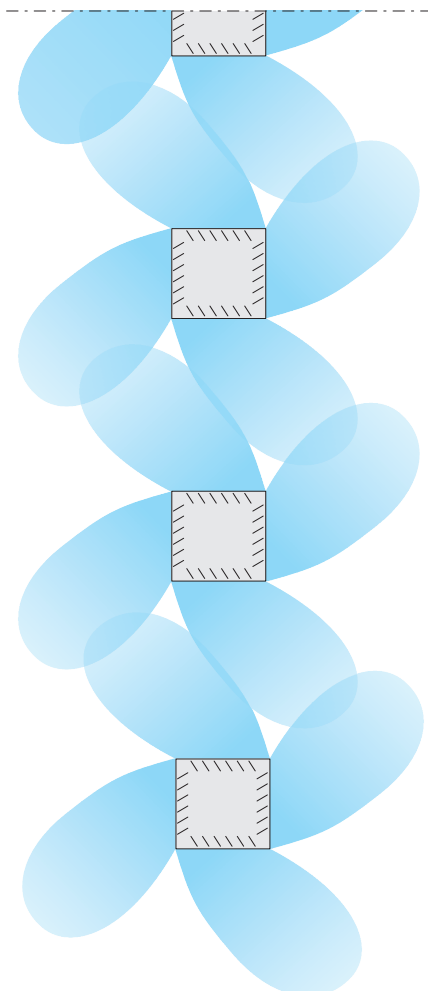
Die Luftströmung im Raum verläuft parallel zur Fassade. Eine Infiltration könnte rechtwinklig zur Fassade in das Innere des Raumes strömen und dort Zugerscheinungen und Kondensatanfall am Wärmetauscher hervorrufen. Wenn die Flexibilität keine Priorität hat, also Raumgrößen und die Nutzung feststehen, ist auch die rechtwinklige Anordnung begründet.

Einstellbare Luftführung

Sind hohe Kühlleistungen, eventuell mit mehreren Deckeninduktionsdurchlässen, auf engstem Raum zu erbringen, ermöglichen Durchlässe mit einstellbarer Luftführung, dass die zulässige Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich eingehalten wird. Der Zuluftstrom eines einzelnen Durchlasses wird der Raumgeometrie entsprechend aufgefächert und verteilt. Bei Nutzungsänderung wird die Luftführung durch nachträgliche Verstellung optimiert.



Mehrere quadratische Deckeninduktionsdurchlässe werden so eingestellt, dass die Luftströme nicht direkt aufeinandertreffen, sondern an den Randbereichen. Dadurch entstehen Verwirbelungen, in denen die Luftgeschwindigkeit und die Temperaturdifferenz auf kurzem Wege abgebaut werden.



Volksbank Salzburg, Salzburg, Österreich

Deckenbündiger oder freihängender Einbau

Ob Deckeninduktionsdurchlässe deckenbündig oder freihängend installiert werden, ist nicht nur eine Frage der architektonischen Gestaltung. Deckenbündiger Einbau ist für manche Durchlässe eine strömungstechnische Notwendigkeit. Die horizontal in den Raum strömende Luft benötigt die Decke zur Führung, um nicht in unmittelbarer Nähe des Durchlasses mit entsprechend niedriger Temperatur in den Raum zu „fallen“. In der Aufenthaltszone führen mögliche Zugscheinungen zu Unbehagen. Die lufttechnische Dimensionierung der Deckeninduktionsdurchlässe erfolgt in jedem Fall unter Berücksichtigung der Einbausituation, so dass komfortable Lüftung sichergestellt ist.

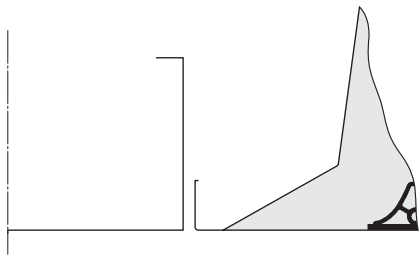
Induktionsgeräte

Deckeninduktionsdurchlässe

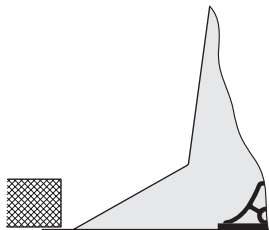
Einbau in verschiedene Deckensysteme

Deckeninduktionsdurchlässe sind für alle Deckensysteme geeignet und die Abmessungen der Geräte entsprechen den üblichen Standards. Durch konstruktive Details ist der Einbau einfach durchzuführen und ein bündiger Abschluss gegeben.

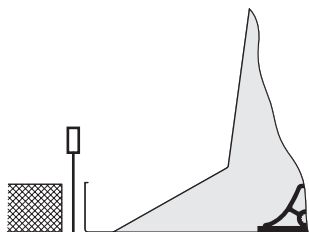
- Rasterdecken
Deckeninduktionsdurchlass und Deckenelement sind statisch unabhängig. Die Aufkantung des Durchlasses liegt neben der Deckenplatte.



- Gipskartondecken
Die Deckenplatte liegt auf der geraden Kante des Deckeninduktionsdurchlasses auf.

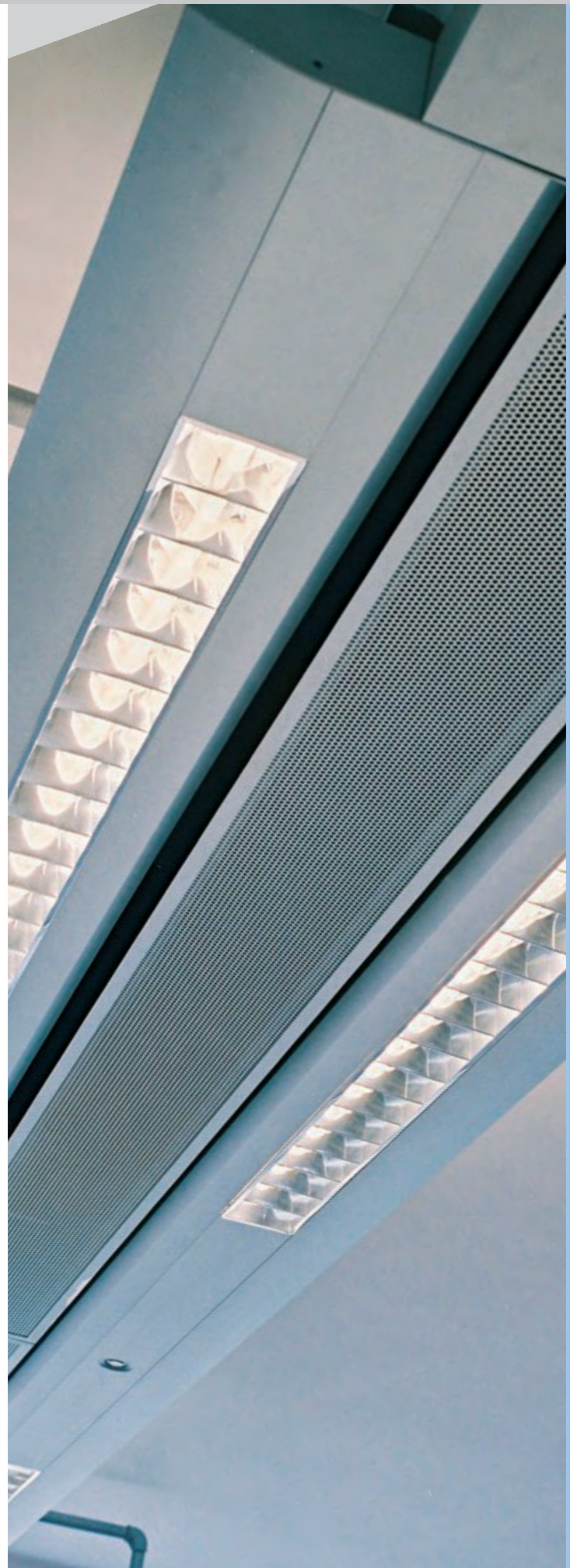


- T-Bar-Decken
Der Deckeninduktionsdurchlass liegt auf dem T-Bar auf.



Einsatzgrenzen

- Die Mindestdeckenhöhe bzw. die Montagehöhe sollte 2,60 m nicht unterschreiten.
- Bei Decken- oder Montagehöhen bis 3,80 m erreicht die Zuluft die Raumnutzer ohne besondere Maßnahmen. Hohe Hallen werden mit Deckeninduktionsdurchlässen Serie IDH optimal belüftet. Zwischenbereiche bedürfen der projektspezifischen technischen Klärung.



Gerätedimensionierung

Wirksame Temperaturdifferenz

Neben der Konstruktion des Deckeninduktionsdurchlasses und dem Material der Wärmetauscherflächen ist die wirk-same Temperaturdifferenz eine relevante Größe.

$$\Delta t_{RW} = \frac{(t_{KWV} + t_{KWR})}{2} - t_R$$

- Δt_{RW} Wirksame Temperaturdifferenz
- t_{KWV} Kaltwasser-Vorlauftemperatur
- t_{KWR} Kaltwasser-Rücklauftemperatur
- t_R Raumtemperatur

Umrechnung auf andere Temperaturdifferenzen

Herstellerangaben über thermische Leistungen sind in der Regel auf eine bestimmte Temperaturdifferenz bezogen. Die zu erwartende thermische Leistung bei der geplanten Temperaturdifferenz kann näherungsweise mit folgender Formel berechnet werden.

$$\dot{Q} \cong \dot{Q}_N \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_N}$$

- \dot{Q} Wärmeleistung (Kühlen oder Heizen)
- \dot{Q}_N Wärmeleistung, Herstellerangabe
- Δt Wirksame Temperaturdifferenz, dimensioniert
- Δt_N Wirksame Temperaturdifferenz, Herstellerangabe

Wasserstrom

Mit folgender Größenwertgleichung kann sehr einfach der benötigte Wasserstrom berechnet werden.

$$\dot{V}_W = \frac{\dot{Q}}{\Delta t_W} \cdot 0,86$$

- \dot{V}_W Wasservolumenstrom in l/h
- \dot{Q} Wärmeleistung (Kühlen oder Heizen) in W
- Δt_W Wasserseitige Temperaturdifferenz

Korrekturfaktor für andere Wasservolumenströme

Die Leistungsangaben der Hersteller gelten für einen bestimmten Wasservolumenstrom. Mit höherem Wasser-strom lässt sich eine höhere Leistung erzielen. Unter Umständen ist der benötigte Wasserstrom auch kleiner, so dass die tatsächliche Leistung nach unten korrigiert wer-den muss.

Angaben über den Korrekturfaktor sind in den Gerätedruckschriften zu finden.






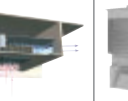

Planungsbeispiel

Parameter für die Gerätedimensionierung			
Parameter	Typische Werte	Beispiel	Bemerkungen
Raumtemperatur	22 bis 26 °C	26 °C	
Raumfläche (Modul 1,5 x 6,0 m)		9 m²	
Kühlleistung		620 W	
Bezogene Kühlleistung	50 bis 100 W/m²	70 W/m²	
Außenluftvolumenstrom	5 bis 8 (m³/h)/m²	60 m³/h	
Konditionierte Außenlufttemperatur		16 °C	
Kaltwasser-Vorlauftemperatur	16 bis 20 °C	16 °C	
Kaltwasser-Rücklauftemperatur	18 bis 23 °C	18 °C	
Ergebnis der Dimensionierung ¹⁾			
Kühlleistung Luft		200 W	
Wirksame Temperaturdifferenz	-10 bis -4 K	-9 K	
Erforderliche Kühlleistung Wasser		420 W	620 – 200 W
Kühlleistung bei -10 K		467 W	
Kaltwasserstrom	50 bis 250 l/h	185 l/h	
Kühlleistung bei -10 K und 110 l/h		409 W	/ 1,14 Korrektur zu 110 l/h
Gewählt: DID300B-M/1350 x 1200			Düsentyp: M
Nennkühlleistung		410 W	Bei -10 K, Herstellerangabe
Projektierte Kühlleistung		621 W	421 + 200
Luftgeschwindigkeit an der Wand	0,2 bis 0,4 m/s	0,36 m/s	1,80 m Höhe
Wasserseitiger Druckverlust	2,0 bis 20 kPa	4,3 kPa	
Schalldruckpegel	25 bis 40 dB(A)	31 dB(A)	Bei 6 dB Raumdämpfung

1 Dimensioniert mit dem TROX Auslegungsprogramm

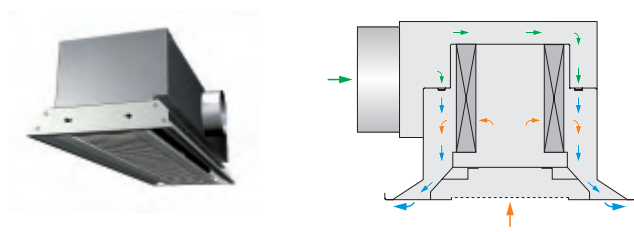
Induktionsgeräte

Deckeninduktionsdurchlässe

	DID312	DID300B	DID604	DID632	AKV	DID-R	DID-E	IDH	
									
Einbaudetails									
Freihängend					•			•	
Deckenraster	300 mm	300 mm	600 mm	600 mm	300 mm				
T-Bar-Decken	•	•	•	•					
Geschlossene Decken	•	•	•	•	•	•	•		
Wärmetauscher									
Leiter	2 oder 4	2 oder 4	2 oder 4	2 oder 4	2	2 oder 4	2 oder 4	2	
Kondensatwanne	•		•			•		•	
Leistungsdaten									
Außenluft- volumenstrom	[l/s]	5 – 70	3 – 45	5 – 50	5 – 70	12 – 80	12 – 70	10 – 78	278/555
	[m³/h]	18 – 252	10 – 160	18 – 180	10 – 252	43 – 288	43 – 90	36 – 281	1000/2000
Maximale Kühlleistung	[W]	1800	1600	1600	2500	1600	500	1000	27000
Maximale Heizleistung	[W]	1250	1250	1700	3000	1530	1200	500	10000

Nennbreite 300 mm

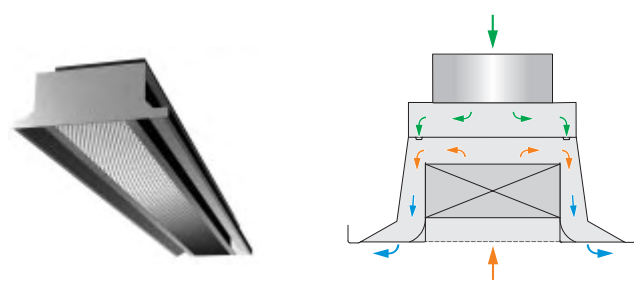
Serie DID312



- Induktionsgitter in 4 Designvarianten
- Wärmetauscher vertikal mit Kondensatwanne für niedrige Kaltwasser-Vorlauftemperaturen
- Horizontaler Außenluftanschluss
- Auch als Zuluft-Abluft-Kombination

L: 900 – 3000 mm · H: 210 und 241 mm
 5 – 70 l/s · 18 – 252 m³/h Außenluft
 Kühlleistung bis 1800 W
 Heizleistung bis 1250 W

Serie DID300B

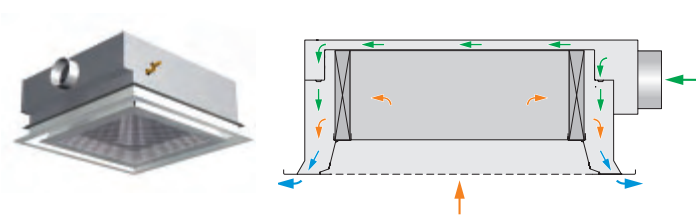


- Horizontaler oder vertikaler Außenluftanschluss
- Auch als Zuluft-Abluft-Kombination

L: 900 – 3000 mm · H: 210 mm
 3 – 45 l/s · 10 – 160 m³/h Außenluft
 Kühlleistung bis 1600 W
 Heizleistung bis 1250 W

Nennbreite 600 mm

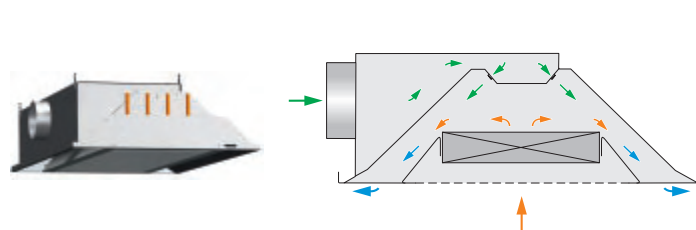
Serie DID604



- Vierseitig ausströmend
- Verstellbare Luftleitelemente zur Strahlentung
- Horizontaler Außenluftanschluss
- Wärmetauscher vertikal mit Kondensatwanne für niedrige Kaltwasser-Vorlauftemperaturen

L: 600 und 1200 mm · H: 225 mm
 5 – 50 l/s · 18 – 180 m³/h Außenluft
 Kühlleistung bis 1600 W
 Heizleistung bis 1700 W

Serie DID632

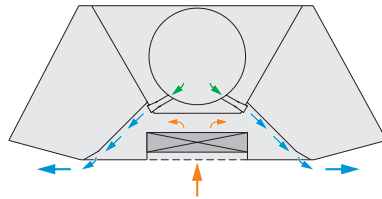


- Hohe Kühlleistung
- Induktionsgitter in 4 Designvarianten
- Verstellbare Luftleitelemente zur Strahlentung
- Verstellbare Induktionsdüsen
- Horizontaler Außenluftanschluss
- Auch als Zuluft-Abluft-Kombination

L: 900 – 3000 mm · H: 210 mm
 5 – 70 l/s · 18 – 252 m³/h Außenluft
 Kühlleistung bis 2500 W
 Heizleistung bis 3000 W

Freihängend

Serie AKV



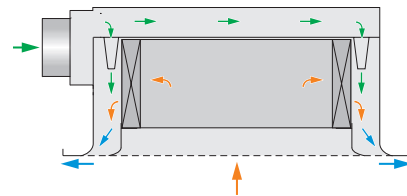
- Flache Bauform
- Horizontaler stirnseitiger Außenluftanschluss
- Wärmetauscher horizontal ohne Kondensatwanne
- Projektspezifische Lösungen möglich

◀▶ L: 900 – 3000 mm · B: 300 und 500 mm
H: 175 und 200 mm

- ➔ 12 – 80 l/s · 43 – 288 m³/h Außenluft
- ❄ Kühlleistung bis 1600 W
- 🔥 Heizleistung bis 1530 W

Rund

Serie DID-R



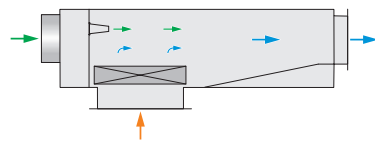
- Vielfältige Designvarianten
- Runde oder quadratische Frontplatte
- Horizontaler Außenluftanschluss
- Wärmetauscher vertikal mit Kondensatwanne für niedrige Kaltwasser-Vorlauftemperaturen
- Einbau in geschlossene Deckensysteme

◀▶ □: 593, 618, 598 und 623 mm, Ø: 598 mm

- ➔ 12 – 70 l/s · 43 – 90 m³/h Außenluft
- ❄ Kühlleistung bis 500 W
- 🔥 Heizleistung bis 1200 W

Einseitig ausströmend

Serie DID-E



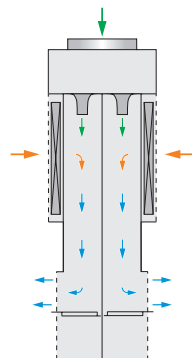
- Vorzugsweise für Einzelräume in Hotels oder Krankenhäusern
- Induktions- und Zuluftgitter in vielfältigen Designvarianten
- Horizontaler Außenluftanschluss
- Wärmetauscher horizontal ohne Kondensatwanne
- Flache Bauform

◀▶ L: 550 und 614 mm · B: 900, 1200 und 1500 mm
H: 200 mm

- ➔ 10 – 78 l/s · 36 – 281 m³/h Außenluft
- ❄ Kühlleistung bis 1000 W
- 🔥 Heizleistung bis 500 W

Für große Raumhöhen

Serie IDH



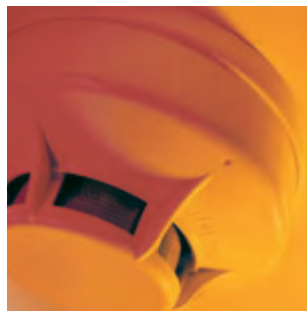
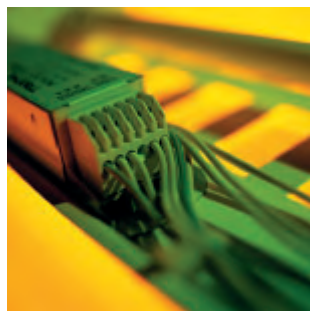
- Ein- oder zweiseitiger Luftauslass
- Ausblasrichtung verstellbar
- Hohe Leistungen für große Hallen
- Vertikaler Außenluftanschluss
- Wärmetauscher vertikal mit Kondensatwanne für niedrige Kaltwasser-Vorlauftemperaturen
- Freihängender Einbau

◀▶ L: 1500, 2000 und 2500 mm · B: 305 und 548 mm
H: 1405 mm

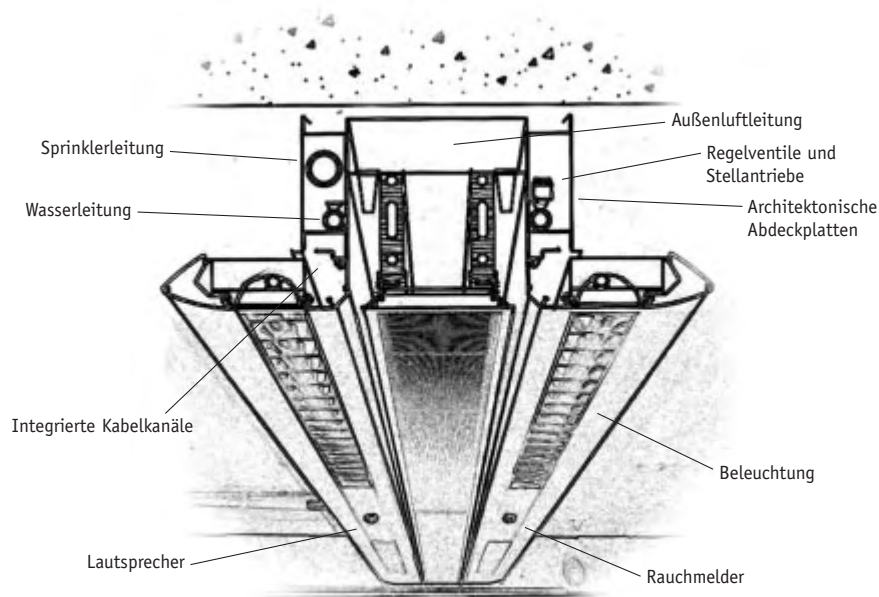
- ➔ bis 1670 l/s · 6000 m³/h Außenluft
- ❄ Kühlleistung bis 27 kW
- 🔥 Heizleistung bis 10 kW

Multi-Service-Fähigkeit

Deckeninduktionsdurchlässe bestimmter Serien können zusätzliche Funktionen erfüllen. Besonders vorteilhaft ist die werkseitige Montage, Verdrahtung und Verschlauchung aller Bauteile, so dass anschlussfertige betriebsbereite Systeme einen zügigen Einbau auf der Baustelle ermöglichen.



- Integrierte Beleuchtung mit unterschiedlichen Lichtsystemen und Leuchtstärken
- Rauchmelder
- Sprinkler
- Lautsprecher
- Bewegungsmelder
- Kabelpritschen, nicht sichtbar integriert

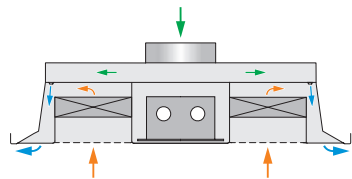


Vorteile

- Verkürzung der Bauzeiten
- Schnellere Amortisation der Investition für den Bauherren
- Einfachste Montage (Plug and play)
- Deutliche Schnittstellenreduzierung auf der Baustelle
- Hohe Qualität des Systems durch werkseitige Montage der Komponenten

Deckenbündig

Serie DID600B-L



- Mit integrierter Langfeldleuchte
- Flache Bauform
- Horizontaler oder vertikaler Außenluftanschluss
- Wärmetauscher horizontal
- Projektspezifische Abmessungen möglich

▬ L: 1500 – 3000 mm · B: 593 mm · H: 210 mm

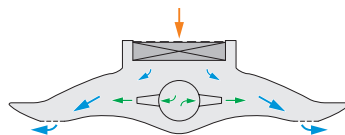
➔ 3 – 43 l/s · 11 – 155 m³/h Außenluft

❄ Kühlleistung bis 1610 W

🔥 Heizleistung bis 1730 W

Freihängend

Serie MFD



- Formschönes Design
- Wärmetauscher horizontal
- Projektspezifische Multi-Service-Lösung möglich
- Langfeldleuchten

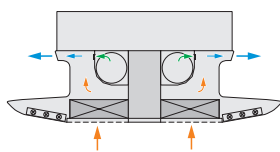
▬ L: 1980 mm · B: 800 mm · H: 213 mm

➔ 14 – 22 l/s · 50 – 80 m³/h Außenluft

❄ Kühlleistung bis 790 W

🔥 Heizleistung bis 500 W

Serie MSCB



- Formschönes Design
- Kühlleistung nach projektspezifischem Bedarf
- Projektspezifische Multi-Service-Lösung möglich
- Langfeldleuchten oder Halogenstrahler

▬ L: 1500 – 5000 mm · B: 600 – 1200 mm · H: 440 mm

➔ 3 – 45 l/s · 10 – 160 m³/h Außenluft

❄ Kühlleistung bis 2750 W

🔥 Heizleistung bis 2000 W

Induktionsgeräte

Brüstungsinduktionsdurchlässe

Brüstungsinduktionsdurchlässe sind für ein breites Anwendungs- und Leistungsspektrum geeignet. Die Zuluft strömt quellluftartig oder misch-quellluftartig in den Raum und schafft damit ein besonders komfortables Raumklima mit Zugfreiheit und hoher Luftqualität.

Der Einbau in Brüstungsverkleidungen an einer Innen- oder Außenwand lässt weitgehende gestalterische Freiheit für Decke und Boden.

Das Quellluftprinzip ermöglicht eine komfortable und wirtschaftliche Klimatisierung mit kleinen Luftströmen, weil die Luft sehr effektiv dem Raumnutzer zugeführt wird.

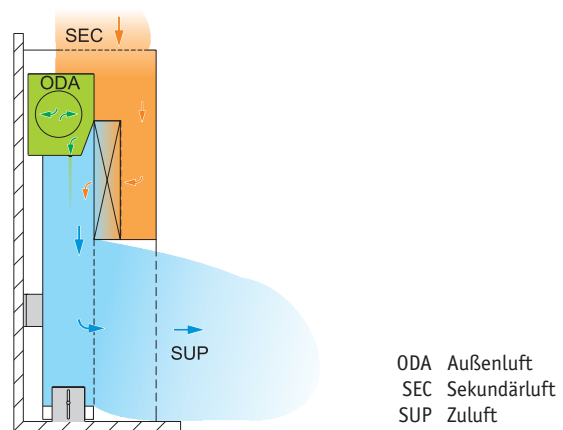


Deutsches Hygiene-Museum, Dresden, Deutschland

Funktionsbeschreibung

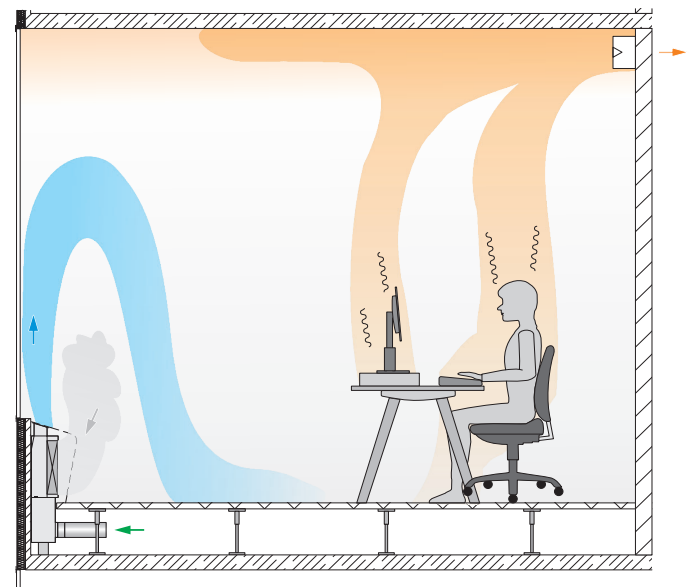
Brüstungsinduktionsdurchlässe werden in Brüstungsverkleidungen an einer Innen- oder Außenwand installiert, versorgen Räume mit zentral aufbereiteter Außenluft, um die Luftqualität zu erhalten, und decken mit Wärmetauschern die Kühllast und/oder die Heizlast ab.

Die Zuluft strömt durch Düsen in die Mischkammer. Dabei wird Sekundärluft induziert, die aus dem Raum durch das Induktionsgitter und den Wärmetauscher in die Mischkammer strömt. Beide Luftströme vermischen sich und strömen quellluftartig oder misch-quellluftartig in den Raum.



Quellluftströmung

Die gekühlte Zuluft strömt mit niedriger Geschwindigkeit ($< 0,5 \text{ m/s}$) durch ein Gitter horizontal in den Rauminnenbereich. Dabei nimmt die Strömungsgeschwindigkeit ab. Im Raum bildet sich ein „Zuluftsee“ aus, der sich durch niedrige Strömungsgeschwindigkeiten und hohe Luftqualität auszeichnet. Menschen und andere Wärmequellen bewirken den Auftrieb eines Teils dieser unverbrauchten Raumluft und schaffen dadurch in ihrem Aufenthaltsbereich komfortable Bedingungen.



Misch-Quellluftströmung

Die gekühlte Zuluft strömt mit mittlerer Geschwindigkeit (1 bis $1,5 \text{ m/s}$) durch ein Gitter zunächst vertikal oder leicht geneigt in den Raum. Da kalte Luft schwerer als warme Luft ist, kehrt sich die Strömungsrichtung um und die Zuluft strömt Richtung Boden und Rauminnenbereich. Dort bildet sich ein „Zuluftsee“ mit den zuvor beschriebenen Quelllufteigenschaften aus.

Planungshinweise

Gestaltung

Brüstungsinduktionsdurchlässe werden an einer Innen- oder Außenwand montiert und mit einer Verkleidung abgedeckt. Die Wahl des Einbauortes richtet sich nach den architektonischen Gegebenheiten und/oder den nutzungsspezifischen Notwendigkeiten, jedoch in der Nähe des Aufenthaltsbereiches.

Die einzigen sichtbaren Bauteile der Brüstungsinduktionsdurchlässe sind die Luftdurchlässe für Zuluft und Sekundärluft. Für ihre Anordnung bestehen zwei Möglichkeiten.

- Beide Durchlässe vertikal raumseitig
- Ein Durchlass vertikal raumseitig, ein Durchlass horizontal auf der Brüstungsverkleidung

Die Luftdurchlässe stehen in verschiedenen Ausführungen als Einzelgitter oder Gitterband (auf der Brüstung) jeweils aus Aluminium, Stahl oder Edelstahl zur Auswahl.

Alternativ sind Lochblechdurchlässe in verschiedenen Ausführungen möglich.

Vorteile

- Hohe Luftqualität im Aufenthaltsbereich
- Turbulenzarme laminare Strömung mit niedrigen Geschwindigkeiten im Aufenthaltsbereich
- Unauffällige Installation in einer Brüstungsverkleidung
- Weder Deckenspiegel noch Bodenansicht von Luftdurchlässen unterbrochen
- Nahezu keine Verschmutzungen am Luftdurchlass durch turbulenzarme gerichtete Luftströmung
- Bauteilaktivierung möglich, da das System keine Zwischendecke benötigt
- Aufgrund ihrer geringen Geräuschemission für schallharte Räume mit bauteilaktivierten Decken ohne absorbierende Zwischendecke besonders geeignet
- Zur Sanierung von Anlagen mit Hochdruckinduktionsgeräten geeignet

Luftführung

Damit sich die quellluftartige Strömung ungestört ausbilden kann, muss vor dem Durchlass ein Bereich von 1,0 bis 1,5 m frei bleiben. Dieser Bereich gehört auch nicht zur Aufenthaltszone.

Die Abluft muss bei Quellluftströmung immer im Bereich der Decke abgesaugt werden.

Einsatzgrenzen

- Die maximale Raumtiefe beträgt 5 bis 7 m. In größeren Räumen versorgen Brüstungsinduktionsdurchlässe den Aufenthaltsbereich von zwei oder mehreren Seiten oder es wird ein weiteres System vorgesehen.
- Die Zulufttemperaturdifferenz zur Raumtemperatur sollte -6 bis -8 K nicht unterschreiten.

Sky Office. Düsseldorf, Deutschland



Gerätedimensionierung

Wirksame Temperaturdifferenz

Neben der Konstruktion und dem Material der Wärmetauscherflächen ist die wirksame Temperaturdifferenz eine relevante Größe.

$$\Delta t_{RW} = \frac{(t_{KWV} + t_{KWR})}{2} - t_R$$

- Δt_{RW} Wirksame Temperaturdifferenz
- t_{KWV} Kaltwasser-Vorlauftemperatur
- t_{KWR} Kaltwasser-Rücklauftemperatur
- t_R Raumtemperatur

Umrechnung auf andere Temperaturdifferenzen

Herstellerangaben über thermische Leistungen sind in der Regel auf eine bestimmte Temperaturdifferenz bezogen. Zur Umrechnung auf die geplante Temperaturdifferenz dient folgende Formel

$$\dot{Q} \cong \dot{Q}_N \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_N}$$

- \dot{Q} Wärmeleistung (Kühlen oder Heizen)
- \dot{Q}_N Wärmeleistung, Herstellerangabe
- Δt Wirksame Temperaturdifferenz, dimensioniert
- Δt_N Wirksame Temperaturdifferenz, Herstellerangabe

Wasserstrom

Mit folgender Größenwertgleichung kann sehr einfach der benötigte Wasserstrom berechnet werden.

$$\dot{V}_W = \frac{\dot{Q}}{\Delta t_W} \cdot 0,86$$

- \dot{V}_W Wasservolumenstrom in l/h
- \dot{Q} Wärmeleistung (Kühlen oder Heizen) in W
- Δt_W Wasserseitige Temperaturdifferenz

Korrekturfaktor für andere Wasservolumenströme

Die Leistungsangaben der Hersteller gelten für einen bestimmten Wasservolumenstrom. Mit höherem Wasserstrom lässt sich eine höhere Leistung erzielen. Unter Umständen ist der benötigte Wasserstrom auch kleiner, so dass die tatsächliche Leistung nach unten korrigiert werden muss.

Angaben über den Korrekturfaktor sind in den Gerätedruckschriften zu finden.

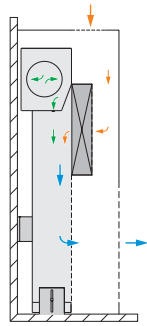
Planungsbeispiel

Parameter für die Gerätedimensionierung			
Parameter	Typische Werte	Beispiel	Bemerkungen
Raumtemperatur	22 bis 26 °C	26 °C	
Raumfläche (Modul 1,5 x 6,0 m)		9 m ²	
Kühlleistung		540 W	
Bezogene Kühlleistung	40 bis 80 W/m ²	60 W/m ²	
Außenluftvolumenstrom	5 bis 8 (m ³ /h)/m ²	50 m ³ /h	
Konditionierte Außenlufttemperatur		16 °C	
Kaltwasser-Vorlauftemperatur	16 bis 20 °C	16 °C	
Kaltwasser-Rücklauftemperatur	18 bis 23 °C	19 °C	
Ergebnis der Dimensionierung ¹⁾			
Kühlleistung Luft		167 W	
Wirksame Temperaturdifferenz	-10 bis -4 K	-8,5 K	
Erforderliche Kühlleistung Wasser		373 W	
Kühlleistung bei -10 K		439 W	
Kaltwasserstrom	50 bis 250 l/h	107 l/h	
Kühlleistung bei -10 K und 110 l/h		439 W	/ 1,0 Korrektur zu 110 l/h
Gewählt: QLI-2-G/1200			Düsentyp: G
Nennkühlleistung	200 bis 1100 W	440 W	Bei -10 K, Herstellerangabe
Projektierte Kühlleistung		541 W	374 + 167
Luftgeschwindigkeit nach 1,5 m	0,15 bis 0,22 m/s	0,16 m/s	0,10 m Höhe
Wasserseitiger Druckverlust	3,0 bis 4,5 kPa	3,8 kPa	
Schalldruckpegel im Raum	Bis 30 dB(A)	< 20 dB(A)	Bei 6 dB Raumdämpfung

1 Dimensioniert mit dem TROX Auslegungsprogramm

Quelllüftung

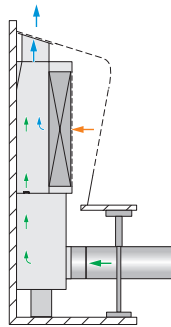
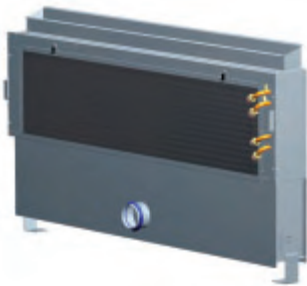
Serie QLI



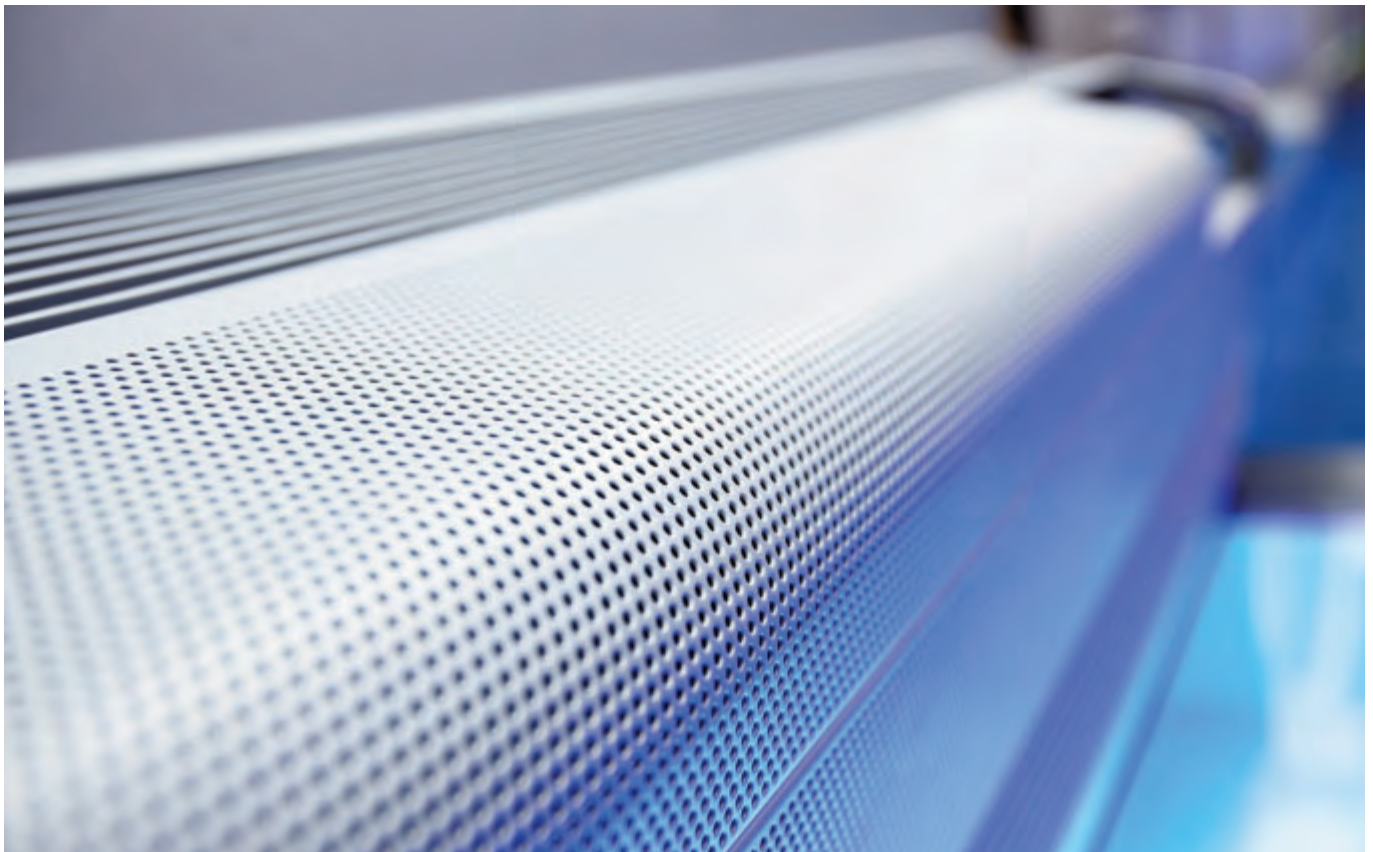
- Seitlicher horizontaler Außenluftanschluss
 - Wärmetauscher vertikal mit Kondensatwanne für niedrige Kaltwasser-Vorlauftemperaturen
- ◀▶ B: 900, 1200 und 1500 mm · H: 730 mm · T: 200 mm
⌚ 4 – 50 l/s · 14 – 180 m³/h Außenluft
❄ Kühlleistung bis 1100 W
☀ Heizleistung bis 1730 W

Misch-Quelllüftung

Serie IDB



- Horizontaler Außenluftanschluss im Doppelboden
 - Mit regenerierbarem Grobstaubfilter
 - Projektspezifische Abmessungen möglich
- ◀▶ B: 1200 mm · H: 567 mm · T: 134 mm
⌚ 4 – 40 l/s · 14 – 144 m³/h Außenluft
❄ Kühlleistung bis 800 W
☀ Heizleistung bis 1000 W



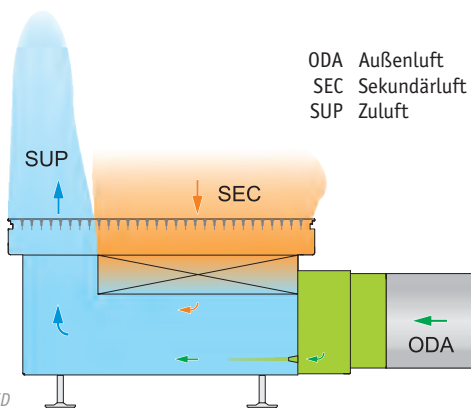
Bodeninduktionsdurchlässe sind optimal für die Belüftung der Außenzonen, insbesondere wenn das Gebäude in der gesamten Raumhöhe verglast ist. In modernen Bürogebäuden sind Doppelböden Stand der Technik, so dass die Installation der Lüftungstechnik ebendort sinnvoll ist. Durch die Anordnung unterhalb der Fensterfläche sind thermische Einflüsse der Fensterfläche reduziert, so dass die Raumnutzer zu allen Jahreszeiten ein komfortables Klima vorfinden.



Office am See, Bregenz, Österreich

Funktionsbeschreibung

Bodeninduktionsdurchlässe werden im Doppelboden angrenzend an die Außenfassade installiert und versorgen die Außenzone oder außen liegende Räume mit zentral aufbereiteter Außenluft (Zuluft), um die Luftqualität zu erhalten, und decken mit Wärmetauschern die Kühllast und/oder die Heizlast ab.



Schnittbild BID

Die Zuluft strömt durch Düsen in die Mischkammer. Dabei wird Raumluft induziert, die aus dem Raum durch das Bodengitter und den Wärmetauscher in die Mischkammern gesaugt wird. Beide Luftströme vermischen sich und strömen mit niedriger Geschwindigkeit (0,7 m/s) durch ein Gitter vertikal in den Raum.

Europäische Investitionsbank, Luxemburg

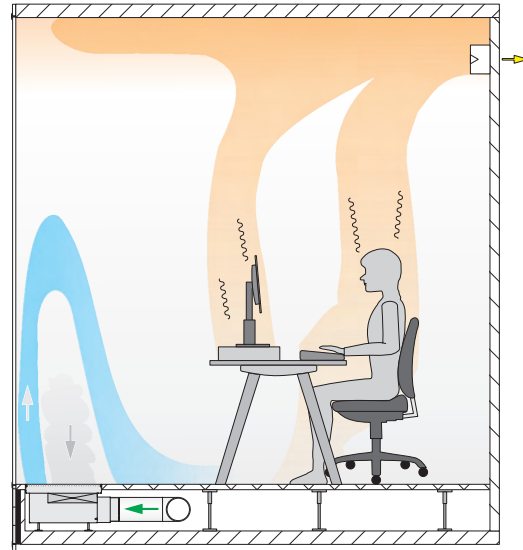


Vorteile

- Hohe Luftqualität im Aufenthaltsbereich durch quellluftartige Luftführung
- Turbulenzarme laminare Strömung mit niedrigen Geschwindigkeiten im Aufenthaltsbereich
- Unverstellte freie Innen- und Außenansicht eines Gebäudes mit raumhoher Verglasung
- Technische Gebäudeausrüstung unauffällig integriert, ohne Nachteile für den Komfort der Raumnutzer
- Keine abgehängte Decke erforderlich
- Minimierte thermische Einflüsse der Fensterfläche auf den Komfort:
 - Kühle Scheibe im Sommer
 - Temperierte Scheibe im Winter
- Kombination mit Bauteilaktivierung möglich
- Aufgrund ihrer geringen Geräuschemission für schallharte Räume mit bauteilaktivierten Decken ohne absorbierende Zwischendecke besonders geeignet

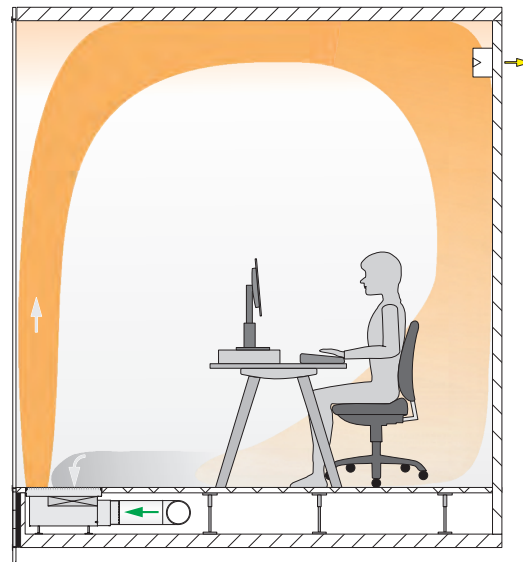
Kühlbetrieb

Die Luftführung im Raum erfolgt ähnlich wie bei der Quelllüftung. Die gekühlte Zuluft strömt zunächst senkrecht nach oben. Da kalte Luft schwerer als warme Luft ist, kehrt sich die Strömungsrichtung um und die Zuluft strömt Richtung Boden und Rauminnenbereich. Dabei nimmt die Strömungsgeschwindigkeit ab. Es bildet sich im Raum ein „Zuluftsee“ aus, der sich durch niedrige Strömungsgeschwindigkeiten und hohe Luftqualität auszeichnet. Menschen und andere Wärmequellen bewirken den Auftrieb eines Teils dieser unverbrauchten Raumluft und schaffen dadurch in ihrem Aufenthaltsbereich komfortable Bedingungen. Ein Teil der vom Durchlass aufströmenden Luft wird bereits von der Fensterfläche erwärmt und weiter entlang des Fensters geführt. Dieser Effekt ist nicht unerwünscht, weil dadurch die Oberflächentemperatur der Fensterscheibe zugunsten des Nutzerkomforts niedrig bleibt.



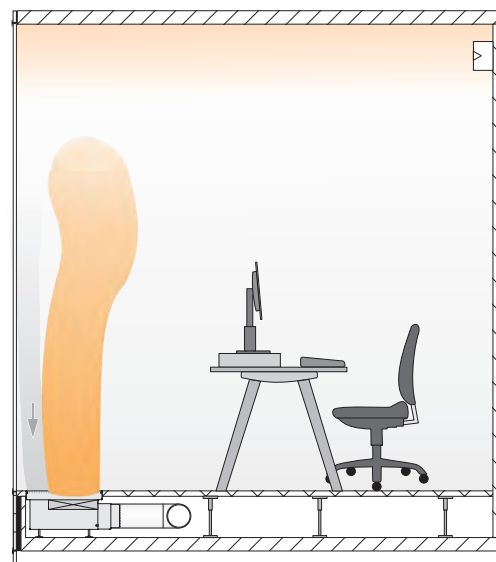
Heizbetrieb

Die Zuluft, die erwärmt oder auf Raumtemperaturniveau ist, strömt senkrecht nach oben. Mit zunehmender positiver Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Raumluft kann der Luftstrom nicht mehr zurück zum Boden strömen. Es wird sich eine Mischlüftung mit walzenförmiger Raumströmung einstellen. Der warme Luftstrahl entlang der Fensterfläche hat positiven Einfluss auf das Empfinden der Raumnutzer, denn die Oberflächentemperatur der Fensterfläche erhöht sich. Die als unangenehm empfundene Kaltstrahlung in der Nähe des Fensters bleibt aus.



Heizbetrieb ohne Zuluft

Im Heizbetrieb ohne Zuluft (Betriebsart: Stand-by) funktioniert der Bodeninduktionsdurchlass wie ein Unterflurkonvektor. Im Wärmetauscher erwärmt sich die Luft und bekommt einen Auftrieb (Konvektion). Die nachströmende Luft kann nur von der Fensterseite zum Wärmetauscher strömen. Der Wärmeverlust, der durch die Fensterfläche entsteht, wird direkt dort ausgeglichen.



Planungshinweise

Gestaltung

Da Bodeninduktionsdurchlässe unmittelbar an die Fassade angrenzen, wird die Gerätebreite abhängig vom Achsmaß der Fassade gewählt. Dies gilt insbesondere für Gebäude mit raumhoher Verglasung. Befinden sich Betonpfeiler entlang der Außenwand, werden die Geräte dazwischen angeordnet. Bodeninduktionsdurchlässe sind für Achsmaße von 1,20 bis 1,80 m möglich. Das einzige sichtbare Bauteil der Bodeninduktionsdurchlässe ist das Bodengitter, das parallel oder rechtwinklig zur Fassade verlaufen kann. Einzelgitter, Gitterband und Rollroste jeweils aus Aluminium, Stahl oder Edelstahl sind möglich.

Luftführung

Damit sich die quellluftartige Strömung ungestört ausbilden kann, muss vor dem Durchlass ein Bereich von 1,0 bis 1,5 m frei bleiben. Dieser Bereich gehört auch nicht zur Aufenthaltszone. Die Abluft muss bei Quellluftströmung immer im Bereich der Decke abgesaugt werden.

Einsatzgrenzen

Die maximale Raumtiefe beträgt 5 bis 7 m. In größeren Räumen versorgen Bodeninduktionsdurchlässe die Außenzone und ein weiteres System, z.B. Deckeninduktionsdurchlässe die Innenzone.

Planungsbeispiel

Parameter für die Gerätedimensionierung			
Parameter	Typische Werte	Beispiel	Bemerkungen
Raumtemperatur	22 bis 26 °C	26 °C	
Raumfläche (Modul 1,5 x 6,0 m)		9 m ²	
Kühlleistung		450 W	
Bezogene Kühlleistung	40 bis 70 W/m ²	50 W/m ²	
Außenluftvolumenstrom	5 bis 8 (m ³ /h)/m ²	50 m ³ /h	
Konditionierte Außenlufttemperatur		16 °C	
Kaltwasser-Vorlauftemperatur	16 bis 20 °C	16 °C	
Kaltwasser-Rücklauftemperatur	18 bis 23 °C	18 °C	
Ergebnis der Dimensionierung ¹⁾			
Kühlleistung Luft		167 W	
Wirksame Temperaturdifferenz	-10 bis -4 K	-9 K	
Erforderliche Kühlleistung Wasser		283 W	
Kühlleistung bei -10 K		314 W	
Kaltwasserstrom	50 bis 250 l/h	122 l/h	
Kühlleistung bei -10 K und 110 l/h		308 W	/ 1,02 Korrektur zu 110 l/h
Gewählt: BID-4-U/1250x900x98			Düsentyp: U
Nennkühlleistung	200 bis 1000 W	357 W	Bei -10 K, Herstellerangabe
Projektierte Kühlleistung		495 W	328 + 167
Luftgeschwindigkeit nach 1,5 m	0,15 bis 0,22 m/s	0,11 m/s	0,10 m Höhe
Wasserseitiger Druckverlust	3,0 bis 4,5 kPa	5,5 kPa	
Schalldruckpegel im Raum	Bis 40 dB(A)	< 20 dB(A)	Bei 6 dB Raumdämpfung

1 Dimensioniert mit dem TROX Auslegungsprogramm

Gerätedimensionierung

Wirksame Temperaturdifferenz

Neben der Konstruktion und dem Material der Wärmetauscherflächen ist die wirksame Temperaturdifferenz eine relevante Größe.

$$\Delta t_{RW} = \frac{(t_{KWV} + t_{KWR})}{2} - t_R$$

Δt_{RW} Wirksame Temperaturdifferenz
 t_{KWV} Kaltwasser-Vorlauftemperatur
 t_{KWR} Kaltwasser-Rücklauftemperatur
 t_R Raumtemperatur

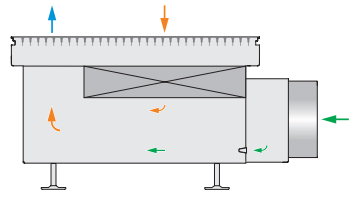
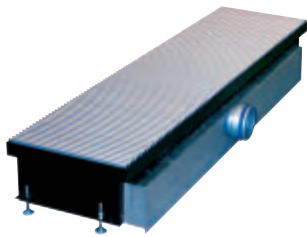
Umrechnung auf andere Temperaturdifferenzen

Herstellerangaben über thermische Leistungen sind in der Regel auf eine bestimmte Temperaturdifferenz bezogen. Zur Umrechnung auf die geplante Temperaturdifferenz dient folgende Formel

$$\dot{Q} \cong \dot{Q}_N \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_N}$$

\dot{Q} Wärmeleistung (Kühlen oder Heizen)
 \dot{Q}_N Wärmeleistung, Herstellerangabe
 Δt Wirksame Temperaturdifferenz, dimensioniert
 Δt_N Wirksame Temperaturdifferenz, Herstellerangabe

Serie BID



- Rechteckiger Bodenluftdurchlass in vielen Design- und Materialvarianten
- Geringe Bauhöhe
- Projektspezifische Abmessungen möglich

◀▶ B: 1100 – 1849 mm · H: 191 mm · T: 404 mm

↻ 4 – 40 l/s · 14 – 144 m³/h Außenluft

❄ Kühlleistung bis 1030 W

☀ Heizleistung bis 1225 W



Europäische Investitionsbank, Luxemburg



Light-Tower, Frankfurt am Main, Deutschland

Raumlufttechnische Systeme zu dezentralisieren und sie in oder an die Fassade zu verlegen, bringt in vielen Projekten Vorteile für die Gestaltung, die Flexibilität und die Wirtschaftlichkeit. Der Platzbedarf für Technikzentralen und Luftleitungen entfällt oder ist drastisch reduziert. Dies hat wesentlichen Einfluss auf die Nutzung des umbauten Raumes und damit auf die gesamte Gebäudeinvestition.

Für Neubauprojekte sind mit Fassaden-Lüftungsgeräten innovative projektspezifische Lüftungssysteme möglich, die größte Flexibilität und Energieeffizienz bieten.

Da Fassaden-Lüftungsgeräte keine Zentralgeräte und kein Luftleitungssystem benötigen, sind sie oft die einzige und ideale Lösung, bestehende Gebäude nachträglich mit Lüftungs- oder Klimatechnik auszustatten.



Strömungstechnische Messung

Systembeschreibung

Fassaden-Lüftungsgeräte sind für unterschiedliche dezentrale lufttechnische Funktionen konzipiert und werden in oder an Außenwänden oder Fassaden angeordnet. Die Geräte ermöglichen die schallgedämmte Luftförderung auf kürzestem Wege von außen nach innen und umgekehrt. Ein Luftleitungssystem ist nicht nötig. Fassaden-Lüftungsgeräte sind in der Regel projektspezifische Lösungen, die auf ausgereiften und bewährten Funktionseinheiten basieren. Für die Auswahl und das Verständnis der Geräte sind drei Kriterien maßgebend: das Konzept des dezentralen Lüftungssystems, der Funktionsumfang und der Einbauort. Aus verschiedenen Kombinationen dieser Kriterien sind bisher viele Projekte mit Fassaden-Lüftungsgeräten realisiert worden und noch viele weitere Varianten sind möglich.

Dezentrale Lüftungskonzepte

Die Lüftung von Räumen kann dezentral ausschließlich mit Fassaden-Lüftungsgeräten erfolgen. Die Geräte können aber auch in Kombination mit zentralen Lüftungssystemen eingesetzt werden und diese sinnvoll ergänzen.

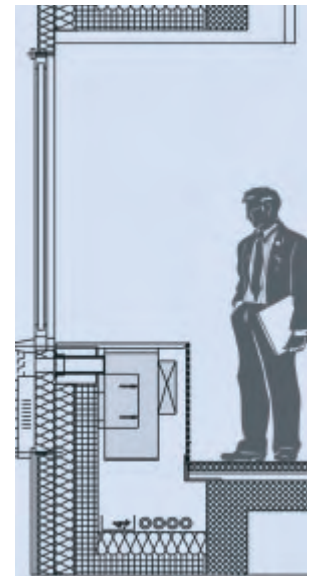
Funktionen

Der Funktionsumfang der Fassaden-Lüftungsgeräte reicht vom schallgedämmten Überströmgerät bis zum Teilklimagerät. Auch innovative Technologien mit Phase Change Materials kommen in den Geräten zum Einsatz.

Im Folgenden wird die Funktion der verschiedenen Geräte verdeutlicht, indem einzelne Funktionseinheiten sowie einzelne Bauteile beschrieben und erläutert werden.

Einbauort

Die Einbauorte sind in erster Linie nach Brüstung und Unterflur gegliedert. Brüstungsgeräte gibt es für den Einbau auf der Brüstung (unterhalb des Fensters), vor der Brüstung, aber auch oberhalb oder seitlich des Fensters. Unterflurgeräte werden im Doppelboden an die Fassade angrenzend eingebaut. Sie sind für Projekte mit raumhoher Verglasung eine ideale Lösung. Auch die Integration von Fassaden-Lüftungsgeräten in die Fassade ist möglich. Durch Vorfertigung der Fassadenelemente einschließlich der integrierten Lüftungsgeräte entstehen Vorteile für die bauseitige Logistik, verbunden mit hoher Qualität bei reduzierten Kosten.



Vorteile

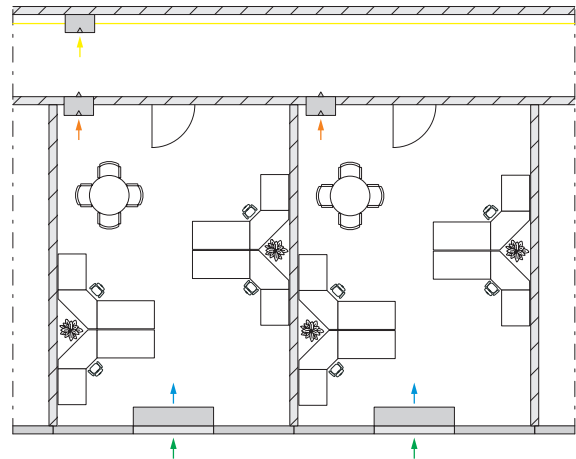
- Hohe Nutzerakzeptanz und Nutzerzufriedenheit:
 - Individuelle Regelung
 - Zu öffnende Fenster lassen sich integrieren
- Gute Energieeffizienz:
 - Abschaltung außerhalb der Nutzung oder bei geöffneten Fenstern
 - Wärmerückgewinnung möglich
- Geringer Energieeinsatz für die Luftförderung, da die Luft mit niedriger Geschwindigkeit auf kürzestem Wege in den Raum gelangt
- Ventilatoren mit sehr gutem Wirkungsgrad, woraus eine geringe spezifische Ventilatorleistung (SFP) resultiert
- Hohe Flächeneffizienz des Gebäudes, weil Zentralgeräte und Luftleitungssystem entfallen
- Häufig die einzige Möglichkeit, bestehende Gebäude nachträglich mit vertretbarem Aufwand mit maschineller Lüftung auszustatten
- Einfache verursacherbezogene Verbrauchserfassung und Abrechnung der Nutzungseinheiten

Dezentrale Lüftungskonzepte

Dezentrale Zuluft – Zentrale Abluft

Fassaden-Lüftungsgeräte erhalten die Luftqualität in Räumen, indem sie dem Raum Außenluft zuführen. Im einfachsten Fall lassen Nachströmgeräte so viel Luft in den Raum strömen, wie durch die Abluftanlage abgeführt wird. Zuluftgeräte, die einen Ventilator enthalten, ermöglichen eine kontrollierte Lüftung mit regeltem oder begrenztem Außenluftstrom. Thermische Behandlung und Filterung sind möglich.

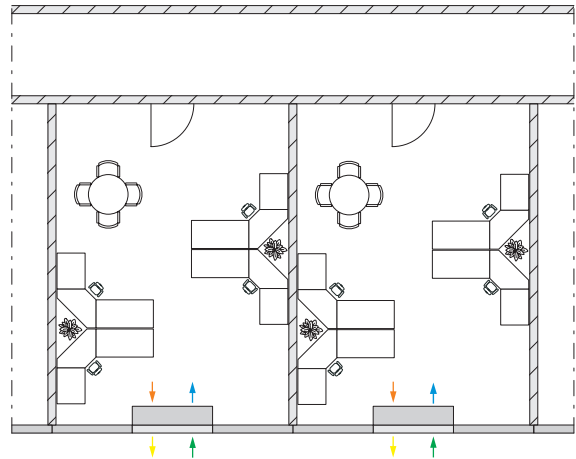
Die Abluft wird mit einer zentralen Abluftanlage aus dem Raum oder raumgruppenweise aus dem Flur abgeführt. Anwendungsbeispiel: Sanierung zur Verbesserung der Raumluftqualität, unter Weiternutzung der vorhandenen Abluftanlage.



Dezentrale Zuluft und Abluft

Die gesamte Lüftung ist dezentralisiert. Eine hohe Luftqualität in den Räumen wird mit Fassaden-Lüftungsgeräten erreicht, indem diese dem Raum aufbereitete Außenluft zuführen. Luftaufbereitung und Luftförderung sind in einem Gerät kombiniert. Die Ausführung der Luftaufbereitung richtet sich nach den projektspezifischen Anforderungen und Gegebenheiten.

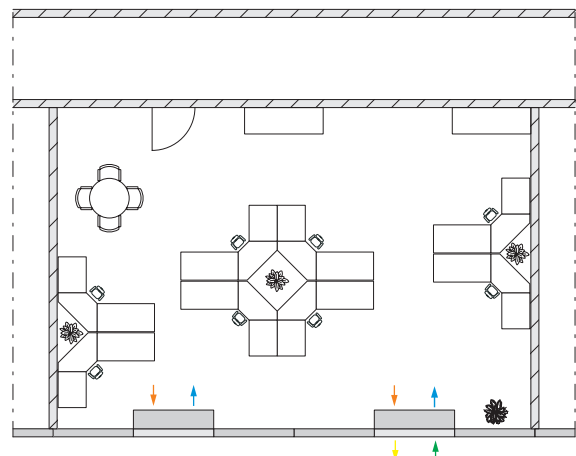
Auch die Abluft wird mit Fassaden-Lüftungsgeräten aus dem Raum ins Freie gefördert. Dazu stehen kombinierte Zu- und Abluftgeräte mit oder ohne Wärmerückgewinnung oder separate Zuluftgeräte und Abluftgeräte zur Auswahl. Anwendungsbeispiel: Neubau und Sanierung mit dezentraler Lüftungstechnik.



Sekundärluft

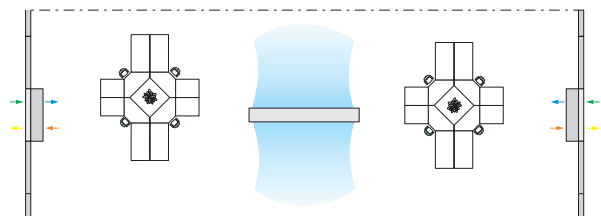
Räume und Zonen mit hohen thermischen Lasten werden nur mit dem Außenluftvolumenstrom versorgt, der zur Erhaltung der Luftqualität erforderlich ist. Die darüber hinausgehende erforderliche Kühl- oder Heizleistung wird mit Sekundärluftgeräten bereitgestellt. Diese können sowohl dezentrale als auch zentrale Lüftungssysteme sinnvoll ergänzen.

Anwendungsbeispiel: Neubau, Sanierung und Nachrüstung.



Große Raumtiefen

Zur Lüftung von Räumen mit großen Raumtiefen ist die Kombination von Fassaden-Lüftungsgeräten mit beispielsweise Deckeninduktionsdurchlässen eine gute Lösung.

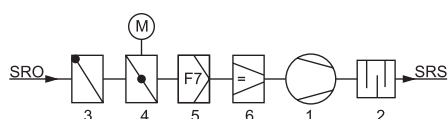


Funktionen

Funktionseinheit Zuluft

Der Zuluftventilator saugt Außenluft an, die gefiltert und thermisch behandelt wird und so aufbereitet in den Raum strömt.

- **Rückschlagklappe**
Abhängig von der Windrichtung kann auf einer Seite des Gebäudes ein Unterdruck herrschen und dadurch möglicherweise Luft durch das Lüftungsgerät ins Freie gelangen. Diese Umkehrung der Strömungsrichtung verhindert die Rückschlagklappe.
- **Absperrklappe**
Bei ausgeschaltetem Gerät schließt ein Stellantrieb die Absperrklappe und verhindert so unkontrollierte Luftströme, die sonst sehr schnell das Gebäude im Sommer aufheizen und im Winter auskühlen würden.
- **Feinstaubfilter**
Die mechanische Luftaufbereitung erfolgt durch die Staubabscheidung im Feinstaubfilter. Die Anordnung in Strömungsrichtung vor dem Ventilator schützt sowohl diesen als auch die Wärmetauschereinheit vor Verschmutzung. Dem Raumnutzer wird Zuluft von hoher Luftqualität zugeführt.
- **Volumenstrombegrenzer**
Infolge der Filterbeladung und durch unterschiedlichen Winddruck auf der Fassade ändert sich die Druckdifferenz und folglich auch der Luftstrom. Der Volumenstrombegrenzer verhindert die Überschreitung des dimensionierten Außenluftstroms.
- **Ventilator**
Zur Luftförderung werden überwiegend energieeffiziente und geräuschoptimierte Radialventilatoren eingesetzt.
- **Schalldämpfer**
Das Ventilatorgeräusch und Außengeräusche werden im Schalldämpfer effizient reduziert. Die besonders niedrige Schalleistung ermöglicht den Einsatz der Geräte auch in akustisch anspruchsvollen Projekten.



- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 Ventilator | 7 Wärmetauschereinheit |
| 2 Schalldämpfer | 8 Temperaturfühler |
| 3 Rückschlagklappe | 9 Regelventil |
| 4 Absperrklappe | 10 FSL-CONTROL |
| 5 Filter | SRO Außenluft Einzelraum |
| 6 Volumenstrombegrenzer | SRS Zuluft Einzelraum |

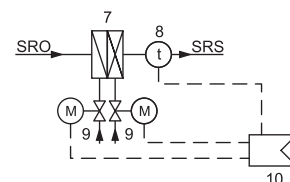


Wärmetauschereinheit

Zur Wärmetauschereinheit gehören Lufterhitzer und/oder Luftkühler, Regelventile mit Stellantrieb, Absperrorgane und ein Zulufttemperaturfühler. Eine Kondensatwanne nimmt anfallendes Kondensat auf.

Die thermischen Lasten des Raumes werden durch den Lufterhitzer und den Luftkühler abgedeckt. Im Lufterhitzer erhöht sich die Temperatur der strömenden Luft, bei gleichbleibender absoluter Feuchtigkeit. Die thermische Funktion des Luftkühlers ist von der Kaltwasser-Vorlauftemperatur abhängig. Liegt diese über dem Taupunkt der Außenluft, findet eine sogenannte trockene (sensible) Kühlung statt, bei der der Wassergehalt der Luft unverändert bleibt. Bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur kondensiert ein Teil der Luftfeuchte im Luftkühler (latente Kühlung) und entzieht der Luft dadurch zusätzliche Wärme.

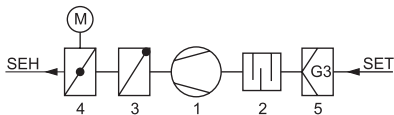
Fassaden-Lüftungsgeräte werden meist für trockene Kühlung ausgelegt. Dennoch haben die Geräte eine Kondensatwanne, die anfallendes Wasser bei kurzzeitiger Taupunktunterschreitung auffängt und verdunsten lässt.



Funktionseinheit Abluft

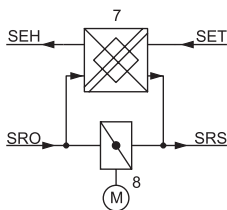
Der Abluftventilator saugt die Luft aus dem Raum an und fördert sie ins Freie.

- **Grobstaubfilter**
Das Grobstaubfilter schützt den Ventilator und eventuell vorhandene Wärmetauscher vor Verschmutzung.
- **Schalldämpfer**
Das Ventilatorgeräusch und Außengeräusche werden im Schalldämpfer effizient reduziert. Die besonders niedrige Schalleistung ermöglicht den Einsatz der Geräte auch in akustisch anspruchsvollen Projekten.
- **Ventilator**
Zur Luftförderung werden überwiegend energieeffiziente und geräuschoptimierte Radialventilatoren eingesetzt.
- **Rückschlagklappe**
Bei Winddruck kann möglicherweise nicht aufbereitete Außenluft durch das Lüftungsgerät in den Raum gelangen. Diese Umkehrung der Strömungsrichtung verhindert die Rückschlagklappe.
- **Absperrklappe**
Bei ausgeschaltetem Gerät schließt ein Federrücklaufantrieb die Absperrklappe und verhindert so unkontrollierte Luftströme, die sonst sehr schnell das Gebäude im Sommer aufheizen und im Winter auskühlen würden.



Wärmerückgewinnung

Mit einem Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung wird ein Teil der in der Abluft enthaltenen Wärme an die Außenluft übertragen. In energetisch sinnvollen Fällen während der Übergangszeit sowie zum Vereisungsschutz öffnet sich eine Bypassklappe, so dass keine Wärmerückgewinnung stattfindet.

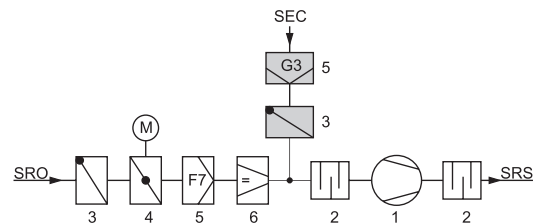


- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 Ventilator | 8 Bypassklappe |
| 2 Schalldämpfer | SRO Außenluft Einzelraum |
| 3 Rückschlagklappe | SRS Zuluft Einzelraum |
| 4 Absperrklappe | SEH Fortluft Einzelraum |
| 5 Filter | SET Abluft Einzelraum |
| 6 Volumenstrombegrenzer | SEC Sekundärluft |
| 7 Wärmerückgewinnung | |

Funktionseinheit Sekundärluft

Zur Abfuhr höherer thermischer Lasten wird Raumluft (Sekundärluft) angesaugt und eventuell zusammen mit der Außenluft durch den Wärmetauscher geführt. Mit zunehmendem Luftstrom erhöht sich die Kühl- oder Heizleistung des Wärmetauschers. Zur Leistungsanpassung wird der Zuluftventilator mehrstufig oder mit variabler Drehzahl betrieben.

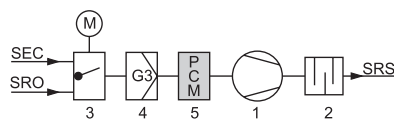
- **Sekundärluftbeimischung**
Mit steigender Kühl- oder Heizlast erhöht sich die Ventilator Drehzahl und damit der begrenzte Zuluftvolumenstrom. Wenn die Zuluft größer ist als der Außenluftstrom, öffnet sich die Sekundärluftklappe und die Differenz wird als Raumluft angesaugt und der Außenluft beigemischt.
- **Sekundärluftbetrieb**
In nicht belegten Räumen ist ein Stand-by-Betrieb sinnvoll, bei dem keine Außenluft zugeführt wird. Zur Temperierung des Raumes wird ausschließlich Sekundärluft gefördert und in der Wärmetauschereinheit behandelt.
- **Sekundärluftgeräte**
Sekundärluftgeräte haben keinen Außenluftanschluss und sind zur Abfuhr thermischer Lasten nur für Sekundärluftbetrieb vorgesehen.



Capricornhaus, Düsseldorf, Deutschland

Funktionseinheit PCM

Im Tagbetrieb wird die warme Außenluft durch einen PCM-Speicher geführt, dort gekühlt und dem Raum zugeführt. Dieser Kühlprozess ist so lange wirksam, bis sich das zuvor feste PCM im Speicher durch die aufgenommene Wärme verflüssigt hat. Im Nachtbetrieb wird kühlere Außenluft angesaugt, wodurch das PCM wieder erstarrt und tagsüber wieder zur Kühlung des Raumes zur Verfügung steht. Je nach Auslegung des Latentspeichers ist tagsüber eine angenehme Raumtemperatur über bis zu zehn Stunden sichergestellt.



Das Fassaden-Lüftungsgerät mit PCM-Modul saugt Außenluft durch eine Öffnung in der Fassade an und führt sie dem Raum zu. Bei sehr hohen Außentemperaturen bewirkt die Beimischung von Sekundärluft oder reiner Sekundärluftbetrieb ein langsames Schmelzen des PCM, so dass der Speicher nicht schon nach wenigen Stunden entladen ist.

Im Sommer wird während der nächtlichen Speicherentladung zusätzlich die Gebäudestruktur gekühlt (Nacht- auskühlung). Dadurch kann das Gerät in Räumen mit einer Kühllast bis zu 60 W/m² eingesetzt werden.

- | | |
|------------------|--------------------------|
| 1 Ventilator | 5 PCM-Stack |
| 2 Schalldämpfer | SRO Außenluft Einzelraum |
| 3 Umschaltklappe | SRS Zuluft Einzelraum |
| 4 Filter | SEC Sekundärluft |

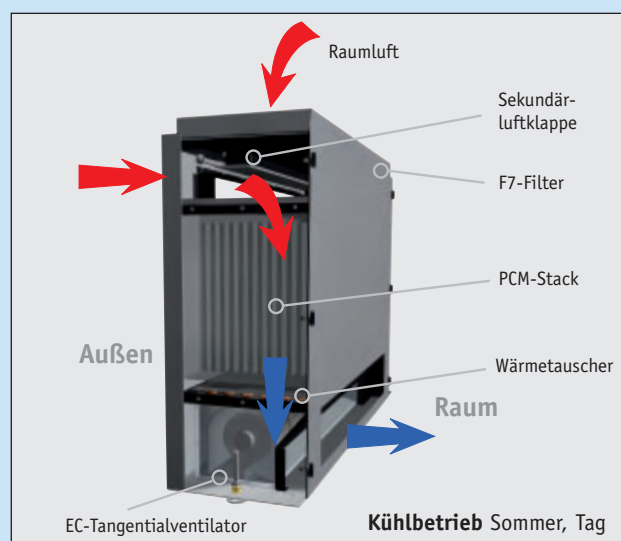
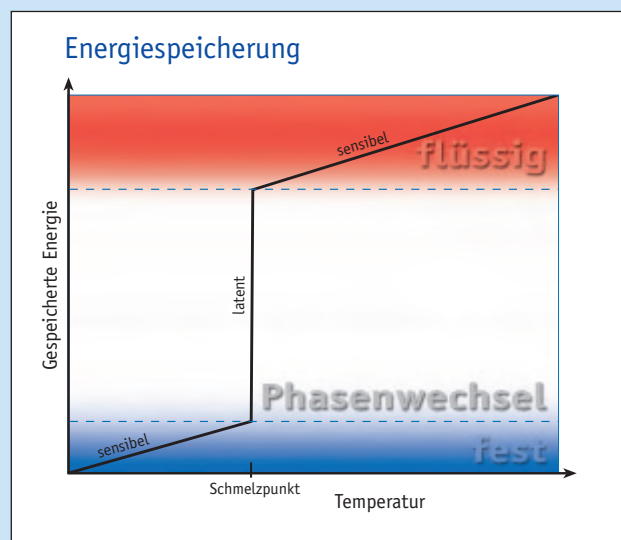
Natürlich kühlen mit Phase Change Material (PCM)

PCM – die Energie des Phasenwechsels

Wird Stoffen Wärme (Energie) zugeführt oder entzogen, ändert sich deren Temperatur oder sie wechseln bei bestimmten Temperaturen (Schmelz- und Siedepunkt) ohne weitere Temperaturänderung ihren Aggregatzustand (fest, flüssig und gasförmig). Diese Eigenschaft haben alle Stoffe und Materialien, jedoch bei unterschiedlichen Temperaturen und Drücken. Für die Lüftungstechnik bieten sich Paraffine oder Salzhydrate mit Schmelzpunkten zwischen 20 und 25 °C als PCM an.

Bei Änderung des Aggregatzustandes wird bei konstanter Temperatur eine große Wärmemenge, die sogenannte latente Wärme, abgegeben oder gespeichert. Eine kleine Temperaturdifferenz ist ausreichend, um den Wechsel des Aggregatzustandes herbeizuführen. Angenommen eine Masse von 1 kg Beton wird ausgehend von üblichen Raumtemperaturen durch Nacht- auskühlung um 10 K abgekühlt, dann hat diese Speichermasse das Kühlpotenzial, dem Raum tagsüber 10 kJ Wärme zu entziehen.

Da das PCM während der nächtlichen Auskühlung unter denselben Bedingungen seinen Aggregatzustand von flüssig nach fest verändert, entsteht ein Kühlpotenzial von ca. 190 kJ (ca. 0,05 kWh) pro Kilogramm, d. h. das 19-fache verglichen mit Beton.



Regelung

Abhängig vom Funktionsumfang des gewählten Fassaden-Lüftungsgerätes und der regelungstechnischen Gesamtkonzeption sind entsprechende Steuer- und Regelfunktionen zu realisieren. Verschiedene Betriebsarten zur Energieeinsparung sind ebenso zu berücksichtigen wie die Kompatibilität zu übergeordneten Systemen.

Mit FSL-CONTROL steht eine LON-Einzelraumregelung zur Verfügung, die optimal auf die Fassaden-Lüftungsgeräte zugeschnitten ist. Der Regler enthält die notwendige Elektronik zur Aufschaltung und Steuerung der Raumbediengeräte, Temperaturfühler und Stellglieder sowie die Software zur Regelung nachfolgend genannter Größen.

Raumtemperatur

Die Regelung der Raumtemperatur erfolgt in erster Linie durch Steuerung der Wasserventile der Wärmetauscher. Sekundärluftgeräte werden mit variabler Zuluft betrieben. Dazu wird der Ventilator in Stufen oder stufenlos gesteuert.

Zulufttemperatur

Besonders hohe Behaglichkeitsanforderungen lassen sich mit einer geregelten oder begrenzten Zulufttemperatur erfüllen. In Form einer Kaskadenregelung folgt der Zulufttemperatur-Sollwert dem Bedarf zur Regelung der Raumtemperatur.

Außenluftstrom

Die Dimensionierung des Zuluftventilators und der zugehörigen Drehzahlen erfolgt dem projektierten Außenluftvolumenstrom entsprechend. Eine separate Volumenstromregelung ist nicht erforderlich. Der Zuluftventilator wird meist bedarfsabhängig dreistufig gesteuert. Die kleinste Ventilator Drehzahl ergibt sich aus dem geforderten Mindestaußenluftvolumenstrom.



FSL-CONTROL
Raumbediengerät

FSL-CONTROL-Komponenten

- LON-Regler
- Raumbediengeräte
- Wasserventile für Warm- und Kaltwasser
- Ventil-Stellantriebe
- Zulufttemperaturfühler

FSL-CONTROL-Betriebsarten

- Komfortbetrieb
Die Raumtemperatur wird auf den vom Raumnutzer eingestellten Sollwert geregelt.
- Bereitschaft (Stand-by)
Der Sollwert wird angehoben oder abgesenkt.
- Abwesenheit
Die Raumtemperatur wird nicht geregelt. Frostschutz und Überhitzungsschutz sind weiter aktiv. Zuluftgeräte mit Sekundärluftfunktion gehen in den Sekundärluftbetrieb.

FSL-CONTROL – Sicherheitsfunktionen

- Vereisungsschutz der Wärmerückgewinnung
- Frostschutz der Wärmetauscher
- Überhitzungsschutz und Frostschutz für das Gebäude

Bürogebäude Feldbergstraße, Frankfurt/M, Deutschland



Planungshinweise

Gerätevarianten

Funktionseinheit	Gerätevarianten					
	ZUL	ABL	ZAB	ZAS	ZUS	SEK
Grundfunktionen						
Zuluft	•		•	•	•	
Abluft		•	•	•		
Sekundärluft				•	•	•
Zusatzfunktionen						
Wärmetauschereinheit	•		•	•	•	•
Wärmerückgewinnung			•	•		
Phase Change Material	•		•	•	•	•

Gestaltung

Fassaden-Lüftungsgeräte sind in der Regel projektspezifische Lösungen, die angepasst an die vorhandenen oder geplanten Gegebenheiten konstruiert werden. Damit sind dem Gestaltungsspielraum kaum Grenzen gesetzt. Brüstungsgeräte werden kundenseitig verkleidet. Die Luftdurchlässe für Zu- und Abluft gibt es in verschiedenen Ausführungen. Das Abluftgitter kann vor oder auf der Brüstung angeordnet sein. Von Unterflurgeräten ist nur das Bodengitter sichtbar, das parallel (Lineargitter) oder rechtwinklig zur Fassade verlaufen kann. Einzelgitter, Gitterband und Rollroste jeweils aus Aluminium, Stahl oder Edelstahl sind möglich.

Schnittstelle Fassade

Die Größe, Anordnung und Ausführung der Außen- und Fortluftöffnungen in der Fassade bedürfen der frühzeitigen Abstimmung zwischen Architekt, Fassadenplaner, TGA-Fachplaner und Gerätehersteller.

- **Anordnung**
Der Abstand zwischen Außen- und Fortluftöffnung sollte so groß wie möglich sein, damit ein Kurzschluss zwischen Fort- und Außenluft vermieden wird. Zusätzlich sollte die Fortluft mit hoher Geschwindigkeit und von der Ansaugöffnung weggerichtet ausströmen. Dabei ist besonders auf die Geräte der benachbarten Räume zu achten.
- **Ausführung**
Wichtig ist ein dauerhaft dichter Anschluss des Fassaden-Lüftungsgerätes an die Fassade. Des Weiteren ist auf die thermische Trennung des Gerätes von der Außenseite der Fassade zu achten.
- **Wetterschutz**
Schutz vor Schlagregen wird durch Wetterschutzgitter oder durch die Gestaltung der Luftführung erreicht. Die Strömungsgeschwindigkeit in der Außenluftöffnung sollte 2,0 m/s nicht überschreiten. Ausreichendes Gefälle nach außen lässt bei extremem Wetter eindringendes Wasser abfließen.

Luftführung

Unabhängig vom Einbauort strömt die Zuluft mit hoher Geschwindigkeit (bis 2 m/s) durch die Geräteverkleidung oder das Fußbodengitter, verliert aber durch Induktion stark an Geschwindigkeit, so dass im Aufenthaltsbereich die Kriterien für eine Quellluftströmung eingehalten werden. Damit sich die quellluftartige Strömung ungestört ausbilden kann, muss vor dem Gerät ein Bereich von 1,0 bis 1,5 m frei bleiben. Dieser Bereich gehört auch nicht zur Aufenthaltszone.

Einsatzgrenzen

- Soll die relative Luftfeuchte in engen Grenzen konstant bleiben, ist dies nur mit hohem Aufwand möglich.
- Räume mit einer hohen Personenzahl bei geringer Fassadenfläche lassen sich mit Fassaden-Lüftungsgeräten allein nicht ausreichend belüften.
- Die maximale Raumentiefe beträgt 5 bis 7 m. In größeren Räumen versorgen Fassaden-Lüftungsgeräte die Außenzone und ein weiteres System, z. B. Deckeninduktionsdurchlässe, versorgt die Innenzone.
- Für die Klimatisierung von Reinräumen sind Fassaden-Lüftungsgeräte nicht geeignet.

Laimer Würfel, München, Deutschland



Gerätedimensionierung

Projektspezifische Werte und Funktionen

Fassaden-Lüftungsgeräte werden in der Regel nach den Anforderungen und Gegebenheiten eines Projektes konzipiert und dimensioniert. Die Gerätedimensionierung kann daher nicht durch Auswahl aus einer Serie von Nenngrößen erfolgen, wie es bei Serienprodukten üblich ist, sondern bedarf der technischen Klärung durch den Hersteller.

Welche wesentlichen Angaben erforderlich sind, um Geräteleistungen und Funktionen zu definieren, ist nachfolgend aufgeführt.



Interne Kühl- und Heizlasten

Zuluftvolumenstrom und Zulufttemperaturdifferenz zur Raumtemperatur sind die bestimmenden Größen für die interne Kühl- und Heizlast, die aus dem Raum abgeführt wird.

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot (t_{\text{SUP}} - t_{\text{R}}) \cdot a$$

Kühl- und Heizleistungen

Zur Dimensionierung der Wärmetauscher, der Kältemaschine und der Wärmeerzeugung ist die Differenz der Zulufttemperatur zur Ansaugtemperatur zu berücksichtigen.

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot (t_{\text{SUP}} - t_{\text{ODA}} - \Delta t_{\text{F}}) \cdot a$$

\dot{V}	a
l/s	1,20
m ³ /h	0,33

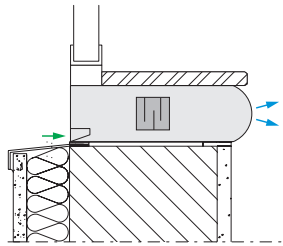
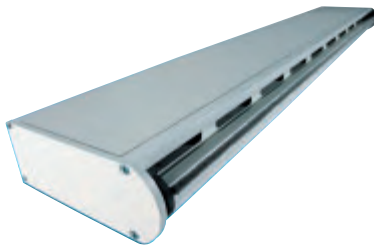
- \dot{Q} Wärmeleistung (Kühlen oder Heizen) in W
- \dot{V} Zuluftvolumenstrom in l/s oder m³/h
- t_{SUP} Zulufttemperatur
- t_{R} Raumtemperatur
- t_{ODA} Außentemperatur
- Δt_{F} Temperaturerhöhung an der Fassade

Planungsbeispiel

Parameter	Projekt Traungasse
Geforderte Geräteleistungen	
Außenluftvolumenstrom	Bis 120 m ³ /h
Kühlleistung (gesamt/intern)	Bis 780/320 W
Heizleistung (gesamt/intern)	Bis 1780/420 W
Maximale Schalleistung	45 dB(A)
Schalldämmung	50 bis 55 dB
Maximale Abmessungen	B: 1200 mm · H: 630 mm · T: 320 mm
Betriebsdaten	
Raumtemperatur (Sommer / Winter)	26 °C / 21 °C
Außentemperatur (Sommer / Winter)	32 °C / -12 °C
Warmwassertemperatur (Vorlauf / Rücklauf)	60 °C / 40 °C
Kaltwassertemperatur (Vorlauf / Rücklauf)	16 °C / 19 °C
Funktionsumfang	
Einbauort	Brüstung
Gerätetyp	Zu- und Abluftgerät (ZAB)
Außenluftfilter	F7
Abluftfilter	G3
Ventilator	Ja
Volumenstrombegrenzer	Ja
Wärmetauscher	4-Leiter
Wärmerückgewinnung mit Bypassklappe	Ja
Absperrklappe mit Federrücklaufantrieb	Ja
Rückschlagklappe	Ja
Regler FSL-CONTROL	Ja
Hydraulische Anschlüsse (Ventile, Ventilantriebe, Rücklaufverschraubungen)	Ja
Flexible Schläuche	Nein
Luftgitter oder Rollrost (Stahl / Edelstahl / Aluminium)	Nur bei Unterflurgeräten
Dampfbefeuchtung	Nein
Phase Change Material	Nein

Nach- oder Überströmgeräte

Serie FSL-B-60

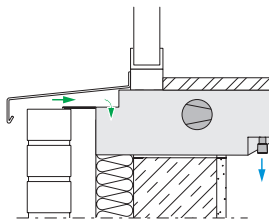
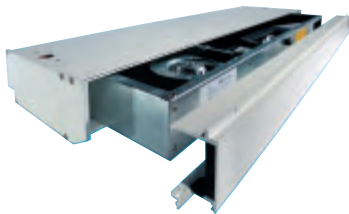


- Natürliche schallgedämmte Lüftung ohne Ventilator
- Einbau unter- oder oberhalb des Fensters sowie in Wänden
- Zu- oder Abluftstrom unregelt
- Luftlenkwalze zur manuellen Einstellung
- Thermische und akustische Auskleidung

▬ B: 200 – 3000 mm · H: 60 mm · T: 140 – 600 mm
 ↻ 3 – 42 l/s · 10 – 150 m³/h bei 12 Pa Druckdifferenz

Nach- oder Überströmgeräte Zu- oder Abluftgeräte

Serie FSL-B-100

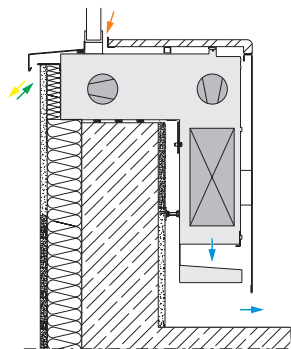
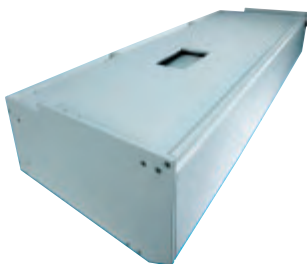


- Natürliche oder maschinelle schallgedämmte Lüftung
- Projektspezifische Varianten möglich
- Einbau unter-, oberhalb oder seitlich des Fensters
- Modularer Aufbau:
Zarge zum Einbau während der Bauphase
Funktionsbox zum späteren Einbau
- Thermische und akustische Auskleidung
- Feinstaubfilter möglich

▬ B: 1000 – 3000 mm · H: 100 mm · T: 230 – 600 mm
 ↻ 8 – 22 l/s · 30 – 80 m³/h Außenluft

Zu- und Abluftgeräte (ZAB)

Serie FSL-B-190

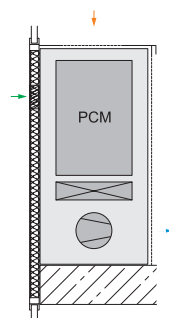


- Maschinelle schallgedämmte Lüftung
- Mit Wärmerückgewinnung
- Optional mit Wärmetauschereinheit
- Einbau auf der Brüstung, unterhalb des Fensters
- Modularer Aufbau:
Zarge zum Einbau während der Bauphase
Funktionsbox zum späteren Einbau
- Auch für statischen Heizbetrieb geeignet

▬ B: 1200 mm · H: 190 mm · T: 450 – 600 mm
 ↻ 17 – 33 l/s · 60 – 120 m³/h Außenluft
 ❄️ Kühlleistung bis 560 W
 🔥 Heizleistung bis 1735 W

Zuluftgeräte mit Phase Change Material

Serie FSL-B-PCM

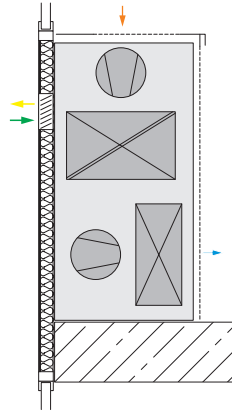


- Zuluftbetrieb und Sekundärluftbetrieb möglich
- CO₂-neutrale Kühlung ohne Kältemittel
- Mit Wärmetauscher für Heizbetrieb
- Projektspezifische Abmessungen möglich
- Ideal für Sanierungen

▬ B: 1200 mm · H: 600 mm · T: 300 mm
 ↻ Bis 42 l/s · bis 150 m³/h Außenluft
 ❄️ Kühlleistung ca. 280 W bei 5 Stunden Nutzung
 🔥 Heizleistung bis 2000 W

Zu- und Abluftgeräte (ZAB) und Sekundärluftgeräte (SEK)

Traungasse, Wien, Österreich

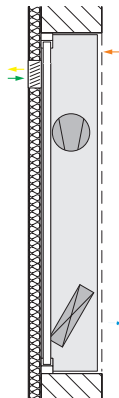


- Maschinelle Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Sekundärluftgerät (SEK) zur Abfuhr thermischer Lasten
- Wärmetauschereinheit zum Kühlen und Heizen
- Einbau vor der Brüstung
- Quellluftartige Luftführung
- Energieeffiziente Radialventilatoren
- Geregelter/begrenzter Außenluftstrom, unabhängig vom Winddruck
- Niedrige Schalleistung

B: 1200 mm · H: 630 mm · T: 320 mm
 28 – 33 l/s · 100 – 120 m³/h Außenluft (ZAB)
 Kühlleistung bis 780 W, SEK: 580 W
 Heizleistung bis 1780 W, SEK: 790 W

Zuluftgeräte mit Sekundärluftfunktion (ZUS)

Feldbergstraße, Frankfurt am Main, Deutschland

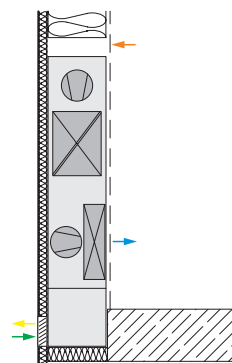


- Maschinelle Lüftung
- Einbau vertikal auf der Brüstung neben dem Fenster
- Quellluftartige Luftführung mit zwei Ausblasrichtungen
- Wärmetauschereinheit zum Kühlen und Heizen
- Energieeffizienter Radialventilator
- Leistungsanpassung mit 3 Ventilatorstufen
- Geregelter/begrenzter Außenluftstrom, unabhängig vom Winddruck
- Niedrige Schalleistung

B: 352 mm · H: 1880 mm · T: 301 mm
 21 – 58 l/s · 75 – 210 m³/h Außenluft
 Kühlleistung bis 835 W
 Heizleistung bis 2150 W

Zu- und Abluftgeräte mit Sekundärluftfunktion (ZAS)

Capricornhaus, Düsseldorf, Deutschland

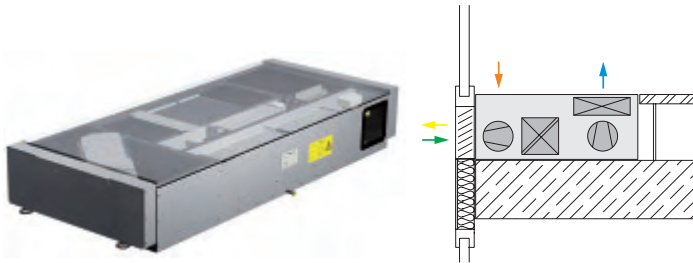


- Maschinelle Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Fassadenintegrierter modularer Aufbau: Geräteunterteil zum Einbau während der Bauphase Funktionsbox zum späteren Einbau
- Quellluftartige Luftführung
- Wärmetauschereinheit zum Kühlen und Heizen
- Energieeffiziente Radialventilatoren
- Leistungsanpassung mit 3 Ventilatorstufen
- Geregelter/begrenzter Außenluftstrom, unabhängig vom Winddruck
- Zu- und Abluftbetrieb, Sekundärluftbeimischung und Sekundärluftbetrieb möglich

B: 1065 mm · H: 1065 mm · T: 195 mm
 16 – 33 l/s · 60 – 120 m³/h Außenluft
 Kühlleistung bis 460 W
 Heizleistung bis 800 W

Zu- und Abluftgeräte

Serie FSL-U-ZAB

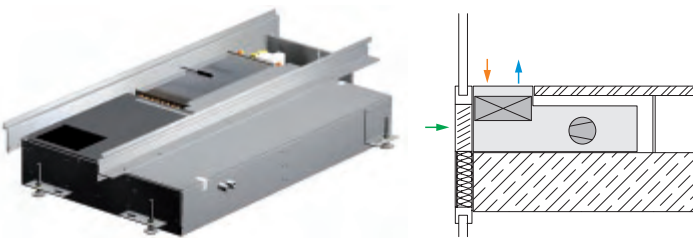


- Maschinelle Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Wärmetauschereinheit zum Kühlen und Heizen
- Statischer Heizbetrieb möglich
- Quellluftartige Luftführung
- Geregelter/begrenzter Außenluftstrom, unabhängig vom Winddruck

B: 1200 mm · H: 200 mm · T: 500 mm
 16 – 33 l/s · 60 – 120 m³/h Außenluft
 Kühlleistung bis 560 W
 Heizleistung bis 800 W

Zuluftgeräte mit Sekundärluftfunktion

Serie FSL-U-ZUS

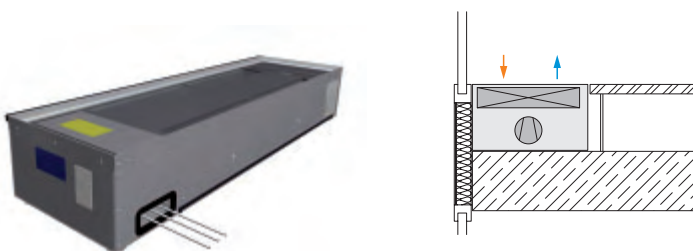


- Maschinelle Lüftung
- Wärmetauschereinheit zum Kühlen und Heizen
- Quellluftartige Luftführung
- Energieeffizienter Radialventilator
- Leistungsanpassung mit 3 Ventilatorstufen
- Geregelter/begrenzter Außenluftstrom, unabhängig vom Winddruck

B: ab 1100 mm · H: 180 – 230 mm · T: 550 – 640 mm
 22 – 56 l/s · 80 – 200 m³/h Außenluft
 Kühlleistung bis 930 W
 Heizleistung bis 1330 W

Sekundärluftgeräte

Serie FSL-U-SEK



- Zur Abfuhr thermischer Lasten
- Wärmetauschereinheit zum Kühlen und Heizen
- Quellluftartige Luftführung
- Energieeffizienter Radialventilator
- Niedrige Schallleistung

B: ab 1200 mm · H: 212 mm · T: 340 mm
 22 – 83 l/s · 80 – 300 m³/h Zuluft
 Kühlleistung bis 792 W
 Heizleistung bis 1613 W

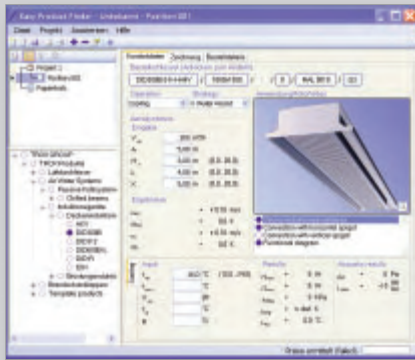
Norm/Richtlinie	Titel	Relevanter Inhalt
DIN EN 13779 2007	Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung von Luftarten • Klassifizierung der Abluft, Fortluft, Außenluft und der Raumluftqualität • Klassifizierung der spezifischen Ventilatorleistung (SFP) • Definition des Aufenthaltsbereiches • Empfohlene Mindestfilterklassen (im informativen Anhang)
DIN EN 15251 2007	Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik	<ul style="list-style-type: none"> • Empfohlene Lüftungsraten für Nichtwohngebäude bei Standardbelegungsdichte • Empfohlene Auslegungskriterien für die Feuchte in Aufenthaltsbereichen • A-bewertete Auslegungs-Schalldruckpegel
DIN EN ISO 7730 2007	Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Höchstzulässige mittlere Luftgeschwindigkeit als Funktion der Lufttemperatur und des Turbulenzgrades • Vertikaler Lufttemperaturunterschied zwischen Kopf und Fußgelenken • Energieumsätze
VDI 3804 2009	Raumlufttechnische Anlagen für Bürogebäude	<ul style="list-style-type: none"> • Luftführungssysteme differenziert nach dem Ort der Luftzufuhr • Typischer Verlauf der Raumtemperaturen unterschiedlicher Lüftungssysteme • Zulässiger Bereich der Raumluftgeschwindigkeit • Auffeuchtung von Büroräumen durch Personen • Vergleich von Lüftungssystemen mit Heiz- und Kühlfunktion
VDI 6022 Blatt 1 2006	Hygiene-Anforderungen an raumlufttechnische Anlagen und Geräte	<ul style="list-style-type: none"> • Hygienische Anforderungen an Planung, Fertigung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung • Qualifikation und Schulung des Personals • Checklisten
VDI 6035 2008	Raumlufttechnik – Dezentrale Lüftungsgeräte – Fassaden-Lüftungsgeräte (VDI-Lüftungsregeln)	<ul style="list-style-type: none"> • Einteilung der Geräte in verschiedene Bauarten • Anforderungen, Einsatzmöglichkeiten und -grenzen • Planungsgrundlagen: Fassade, Raum, Gerät • Inbetriebnahme und Abnahme, Bedienung, Instandhaltung • Windeinwirkungen • Merkmale der dezentralen Klimatisierung
VDMA 24390 2007	Dezentrale Lüftungsgeräte, Güte- und Prüfrichtlinie	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsanforderungen • Prüfeinrichtungen und -verfahren • Definition der Herstellerangaben (Vergleichbarkeit)
DIN EN 14240 2004	Lüftung von Gebäuden – Kühldecken – Prüfung und Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung von Prüfbedingungen und Verfahren zur Bestimmung der Kühlleistung • Bereitstellung vergleichbarer und reproduzierbarer Produktkennwerte
DIN EN 14518 2005	Lüftung von Gebäuden – Kühlbalken – Prüfung und Bewertung von passiven Kühlbalken	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung von Prüfbedingungen und Verfahren zur Bestimmung der Kühlleistung • Festlegung des Verfahrens zur Bestimmung der örtlichen Luftgeschwindigkeit und der Lufttemperatur unter dem Kühlbalken • Bereitstellung vergleichbarer und reproduzierbarer Produktkennwerte
DIN EN 15116 2008	Lüftung von Gebäuden – Kühlbalken – Prüfung und Bewertung von aktiven Kühlbalken	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung von Verfahren zur Bestimmung der Kühlleistung • Bereitstellung vergleichbarer und reproduzierbarer Produktkennwerte



Druckschriften



Projektinformationen



Auslegungsprogramm



Internet

Druckschriften

Gerätedruckschriften

Gerätebeschreibung, Materialien, strömungstechnische und akustische Daten sowie Abmessungen sind in den Druckschriften enthalten.

Alle wichtigen Eigenschaften der Geräte sowie die verbauten Materialien sind in den Ausschreibungstexten beschrieben. Mit diesen Texten ist sichergestellt, dass nur qualitativ hochwertige Geräte den Zuschlag erhalten.

Projektinformationen

Viele projektspezifische Fassaden-Lüftungsgeräte sind in Projektinformationen dokumentiert. Die darin aufgeführten Funktionsbeschreibungen, Konstruktionsvarianten und technischen Daten bieten eine gute Basis für die Konzeption neuer Projekte.

Auswahl der Geräte mit dem Auslegungsprogramm

Die neue Generation des Auslegungsprogramms **Easy Product Finder** wird künftig alle Produkte in einer Software zusammenfassen und zu dem jeweils ausgewählten Produkt alle wichtigen Informationen bieten.

- Technische Daten
- Produktfoto, Funktionsschema, Strömungsbild
- CAD-Zeichnung (3D-Modell nach VDI 3805, DXF und andere Formate)
- Produkt- und variantenbezogener Ausschreibungstext
- Produktanordnung im Gebäude

TROX im Internet

www.trox.de

Die gesamte Dokumentation ist im Internet veröffentlicht. Zusätzlich finden Sie eine Vielzahl von Einbaubeispielen und Referenzen zu unseren Produkten und Systemen.

Integrale Planung und kooperativer Gestaltungsprozess

Luft-Wasser-Systeme sind in der Regel projektspezifische Lösungen mit gewerkeübergreifendem Funktionsumfang. Daher ist die gemeinsame Planung der Leistungen, Geräte und Schnittstellen, von der Konzeption bis zur Ausführungsplanung, unumgänglich. Eine termintreue Projekterstellung, verbunden mit der Realisierung der spezifizierten Leistungen, ist nur durch einen kooperativen Gestaltungsprozess zu erreichen.



Capricornhaus, Düsseldorf, Deutschland

Gebäudekonzept



- **Aufgaben**
Definition der Nutzung und Flächenplanung, Abmessungen, Form und Fläche des Gebäudes, Konzepte der technischen Gebäudeausrüstung, Fassadensystem und -design
- **Beteiligte**
Bauherr, Architekt und Projektentwickler
- **TROX CUSTOMER SUPPORT**
Unterstützung bei Systemanalyse und -auswahl
Machbarkeitsstudie

Geschossplanung



- **Aufgaben**
Definition der Raumtypen und Regelgeschosse, Festlegung der Decken-, Boden- und Fassadenkonstruktion, Ableitung der Gerätefunktionen, Berechnung der benötigten Kühl- und Heizleistungen, Festlegung möglicher Einbauorte und zulässiger Abmessungen, Schnittstellendefinition zu anderen Gewerken
- **Beteiligte**
Architekt und Fachplaner
- **TROX CUSTOMER SUPPORT**
Erstellung eines Gerätekonzeptes auf Basis der projektspezifischen Anforderungen

Gerätedesign



- **Aufgaben**
Konstruktion und Leistungsbestimmung der Geräte
Montage- und Anschlussplanung (Luft, Wasser, Elektro)
Regelungstechnik und Gebäudeleittechnik
- **Beteiligte**
Fachplaner aller beteiligten Gewerke und Generalunternehmer, ausführende Installationsunternehmen und Regelungsunternehmen
- **TROX CUSTOMER SUPPORT**
Detaillierte Geräteentwicklung und Gerätedimensionierung, Prototypenbau und Leistungsmessung, Erstellung der Ausschreibungsunterlagen mit Gerätebeschreibung, technischen Daten und Zeichnungen

Projektrealisierung



- **Aufgaben**
Geräteproduktion, Einbau und Anschluss aller Geräte, Inbetriebnahme und Abnahme
- **Beteiligte**
Fachplaner und ausführende Installationsunternehmen aller beteiligten Gewerke
- **TROX CUSTOMER SUPPORT**
Fertigung und Lieferung, Montageunterstützung durch Montage- und Betriebsanleitungen, Inbetriebnahme



IBC, Frankfurt, Deutschland

Alu

Brixen, Italien

Antwerp Tower

Antwerpen, Belgien

Busbahnhof

Unna, Deutschland

Capricornhaus

Düsseldorf, Deutschland

Chambre de Commerce

Luxemburg, Luxemburg

City of Justice

Barcelona, Spanien

Constitution Center

Washington, USA

Daimler Chrysler

Sindelfingen, Deutschland

DEG Zentrale

Köln, Deutschland

Dexia BIL

Luxemburg, Luxemburg

EBH Bank

Dänemark

EIB

Luxemburg, Luxemburg

Feldbergstraße

Frankfurt am Main, Deutschland

Greater London Authority

London, Großbritannien

Helvea

Zürich, Schweiz

IBC

Frankfurt am Main, Deutschland

Imtech Haus

Hamburg, Deutschland

Post Tower, Bonn, Deutschland



Europäische Investitionsbank,
Luxemburg



Constitution Center, Washington, USA

City of Justice, Barcelona, Spanien



KIA
Frankfurt am Main, Deutschland

Laimer Würfel
München, Deutschland

Mannheimer Versicherungen
Mannheim, Deutschland

Messehalle 3
Frankfurt am Main, Deutschland

Messehalle 11
Frankfurt am Main, Deutschland

Messe
Salzburg, Österreich

Migros
Genf, Schweiz

Mondrian EU-Administration Building
Brüssel, Belgien

Neumühlequai
Zürich, Schweiz

Nestlé
Vevey, Schweiz

Post Tower
Bonn, Deutschland

Office am See
Bregenz, Österreich

Paul Scherrer Institut
Villingen, Schweiz

RAMADA Hotel
Solothurn, Schweiz

Schweizerische Post
Chur, Schweiz

Silkworks
Großbritannien

SKYLINK Flughafen
Wien, Österreich

Sky Office
Düsseldorf, Deutschland

St. Phillips Academy
New Jersey, USA

Swarovski
Wattens, Österreich

Telefónica
Madrid, Spanien

Thuringia Versicherungen
München, Deutschland

Traungasse
Wien, Österreich

Uni
Amsterdam, Niederlande

Universität
Fribourg, Schweiz

Universitäts-Spital
Zürich, Schweiz

WHG-Bürgleinstraße
München, Deutschland



Stammhaus Deutschland

TROX GmbH
Heinrich-Trox-Platz

D-47504 Neukirchen-Vluyn

Telefon +49(0)28 45 / 2 02-0
Telefax +49(0)28 45 / 2 02-2 65
E-Mail trox@trox.de
www.trox.de

TROX Deutschland GmbH

TROX Deutschland GmbH
Heinrich-Trox-Platz

D-47504 Neukirchen-Vluyn

Telefon +49(0)28 45 / 2 02-0
Telefax +49(0)28 45 / 2 02-2 65
E-Mail trox@trox.de
www.trox.de

Niederlassung Nord

Büro Hannover

Bothfelder Straße 23
D-30916 Isernhagen
Telefon +49(0)5 11 / 61 00 34-35
Telefax +49(0)5 11 / 61 98 20
E-Mail nln@trox.de

Niederlassung Süd

Büro München

Liebigstraße 2
D-85301 Schweitenkirchen
Telefon +49(0)84 44 / 9 25-0
Telefax +49(0)84 44 / 9 25-10
E-Mail nls@trox.de

Niederlassung Mitte

Büro Frankfurt

Kaiserleistraße 43
D-63067 Offenbach am Main
Telefon +49(0)69 / 9 85 56-0
Telefax +49(0)69 / 9 85 56-111
E-Mail nlm@trox.de

Niederlassung Süd-West

Büro Stuttgart

Hohentwielstraße 28
D-70199 Stuttgart
Telefon +49(0)7 11 / 6 48 62-0
Telefax +49(0)7 11 / 6 48 62-20
E-Mail nls@trox.de

Niederlassung West

Büro Neukirchen-Vluyn

Heinrich-Trox-Platz
D-47504 Neukirchen-Vluyn
Telefon +49(0)28 45 / 202-611
Telefax +49(0)28 45 / 202-612
E-Mail nlw@trox.de

Niederlassung Ost

Büro Berlin

Rotherstraße 18
D-10245 Berlin
Telefon +49(0)30 / 2 61 80 51
Telefax +49(0)30 / 2 62 90 78
E-Mail nlobb@trox.de

Büro Dresden

Zur Wetterwarte 50, Haus 337/G
D-01109 Dresden
Telefon +49(0)3 51 / 8 89 09 11-12
Telefax +49(0)3 51 / 8 89 09 10
E-Mail nlobb@trox.de

TROX Austria GmbH

TROX Austria GmbH

Lichtblaustraße 15
Postfach 57
1220 Wien

Telefon 01 / 2 50 43-0
Telefax 01 / 2 50 43-34
e-mail trox@trox.at
www.trox.at

Vertretung Inland

Steiermark

Klötzl Vertriebs GmbH
Feldkirchner Straße 87
A-8055 Graz/Seiersberg
Telefon 0316-29 68 30
Telefax 0316-29 68 30-6
e-mail klima@kloetzl.at
home www.kloetzl.at

Kärnten

Klötzl Vertriebs GmbH
Emil-Hölzel-Weg 55
A-9073 Klagenfurt/Viktring
Telefon 0463-28 15 78
Telefax 0463-28 15 78-26
e-mail klima@kloetzl.at
home www.kloetzl.at

Niederlassungen und Verkaufsbüros Ausland

Bulgarien

TROX Austria GmbH
Office Sofia
123 G. Rakovski Str.
P.O.Box 518
BG-1000 Sofia
Telefon (00359)-2-981 25 74
Telefax (00359)-2-986 20 65
e-mail office@trox.bg
home www.trox.bg

Kroatien

TROX Austria GmbH
Predstavništvo u Republici Hrvatskoj
Ulica grada Vukovara 237b
HR-10000 Zagreb
Telefon (00385)-1-61 55 401
Telefax (00385)-1-61 58 598
e-mail office@trox.hr
home www.trox.hr

Polen

TROX Austria GmbH (Spółka z o.o.)
Oddział w Polsce
ul. Techniczna 2
PL-05-500 Piaseczno k/Warszawy
Telefon (0048)-22-717 14 70
Telefax (0048)-22-717 14 72
e-mail biuro@trox.pl
home www.trox.pl

Rumänien

TROX Austria GmbH
Office Bucharest
14A Vergului St., Corp.C, Sector 2
RO-Bucharest
Telefon (0040)-3182 43 040
Telefax (0040)-3182 43 041
e-mail office@trox.ro
home www.trox.ro

Serbien

TROX Austria GmbH
Predstavništvo Beograd
Marsala Birjuzova 29
RS-11000 Beograd
Telefon (00381)-11-2622 543
Telefax (00381)-11-2624 150
e-mail office@trox.rs
home www.trox.rs

Tschechische Republik

TROX Austria GmbH
Organizacní složka Praha
Dáblická 2
CZ-182 00 Praha 8
Telefon (00420)-2-83 880 380
Telefax (00420)-2-86 881 870
e-mail trox@trox.cz
home www.trox.cz

Ungarn

TROX Austria GmbH
Magyarországi Fiótelep
Krisztina krt. 93-99
H-1016 Budapest I
Telefon (0036)-1-212 1211
Telefax (0036)-1-212 0735
e-mail trox@trox.hu
home www.trox.hu