

U4X HYBRIDSYSTEM



U4X HYBRIDSYSTEM

Das multifunktionale Klimadeckensystem
mit Gebäude Massenanbindung

Swegon 

“Feel good inside” ist unser Versprechen

feel
inside
good
inside
feel

Wir beraten unsere Partner in allen Phasen des Bauablaufs – vom ersten Entwurf bis zur Inbetriebnahme. In der Entwurfsphase Ihres Projektes stellen wir Ihnen Unterlagen zur nachhaltigen Gebäudeplanung, Empfehlungen für Niedrigenergiesysteme und Kostenschätzungen für die unterschiedlichen Lösungen zur Verfügung.

Beim Erarbeiten Ihres Gebäudekonzeptes unterstützen wir Sie bei der Definition von Raumklima, die sich aus den Nutzeranforderungen bezüglich der Raumbehandlichkeit ergeben.

Unsere Klimadecken überzeugen durch eine hohe Energieeffizienz. Dadurch können die Systemtemperaturen (Wasser, Luft) im Kühlfall höher gewählt werden als bei konventionellen Systemen. Im Heizfall können die Systemtemperaturen dagegen niedriger gewählt werden. Diese Vorteile führen zu sehr hohen Energieeinsparungen während der gesamten Betriebsphase der Anlage.

Ein weiterer Vorteil ist die Raumbehandlichkeit. Die Nutzer fühlen sich in Räumen, welche mit Klimadecken temperiert werden, sehr wohl, da es zu keinen Zugerscheinungen kommt und die Strahlungswärme- bzw. Kälte als sehr natürlich und angenehm empfunden wird.

- **Kompetente Unterstützung über alle Projektphasen** Kompetenz ist unser Fundament und Ihr Nutzen
- **Flexible Systeme**, welche individuell auf die unterschiedlichen Anforderungen Ihres Projektes angepasst werden können
- **Effiziente Umsetzung**, wovon Sie profitieren, denn Zeit ist ein bedeutender ökonomischer Faktor

Wir freuen uns auf eine lange und erfolgreiche Zusammenarbeit mit Ihnen!

U4X Hybridsystem

Effizient miteinbezogen

November 2025

INHALT

Systemfunktionen U4X Hybridsystem	6
Optische Aspekte	8
Konstruktion und Abmessungen	10
Kühlen	12
Gebäude Massenanbindung	14
Heizen	16
Kaltluftabfall-Kompensation	17
Zu- und Abluft	18
Akustik	20
Einbauten	21
Hydraulischer Anschluss	22
Regelung	23
Funktionaler Produkteinsatz	24
Planungsparameter	25

Symbol

Wasser



Kühlen / Heizen



Akustik



Einbauten



Gebäude Massenanbindung



Zugluftfrei



Kaltluftabfall



Optimaler Raumkomfort mit dem U4X Hybridsystem

Ein optimales Raumklima - das heisst eine angenehme Temperatur ohne Geräusche oder Zugluft. Man fühlt sich einfach wohl im Raum und kann sich auf seine Arbeit konzentrieren - ob im Büro, im Konferenzraum oder ganz entspannt im Hotelzimmer.

Unsere Klimadeckensysteme nutzen Wasser als Energieträger. Wasser ist unsere natürliche Lebensquelle und die Eigenschaften von Wasser als Kühl- und Heizmedium bieten die Möglichkeit, jeden Raum effektiv nach Bedarf zu heizen oder zu kühlen. Durch das Strahlungsprinzip temperieren die Deckensysteme die Oberflächen im Raum, ohne dass Zugluft entsteht.

Dieses Prinzip ermöglicht es, die Wasser- und Lufttemperaturen im Heizfall etwas niedriger und im Kühlfall etwas höher zu halten als bei konventionellen Systemen, gleichzeitig sinkt der Energieverbrauch signifikant. Die resultierende gefühlte Raumtemperatur wird als sehr komfortabel empfunden.

Das U4X Hybridsystem ist ein multifunktionales Klimadeckensystem und ideal, um die steigenden Anforderungen eines modernen Gebäudes zu erfüllen. Das Besondere am U4X ist der Miteinbezug der Gebäudemasse durch die direkte Bewirtschaftung der Betondecke. Daraus ergibt sich eine Massenspeicherleistung zusätzlich zur klassischen Wasser- und Luftkühlleistung. Damit lassen sich Betriebskosten und CO₂-Ausstoss erheblich senken.

**« Das beste Raumklima
für Mensch und Umwelt »**



Die Systemfunktionen des U4X Hybridsystem

Effizient miteinbezogen

Dank seiner Multifunktionalität sorgt das U4X Hybridsystem in jeder Umgebung für Behaglichkeit. Mit überzeugender Flexibilität kann es in jeden Raum integriert werden und lässt sich optional mit diversen Zusatzfunktionen ausrüsten.



Kühlen/Heizen

Eine intensive Raumnutzung bildet für die Kühlung eine grosse Herausforderung. Mit den Heiz-/Kühlmodulen werden die überschüssigen internen und externen Wärmelasten effizient abgeführt. Fein regulierbares und schnell reagierendes Heizen sichert die Behaglichkeit. Die Einhaltung der gewünschten Raumtemperatur erhöht die Leistungsfähigkeit der Mitarbeitenden.



Gebäude Massenanbindung

Das U4X Hybridsystem bezieht nach dem Prinzip des thermoaktiven Bauteilsystems die Speichermasse für die Abfuhr von Wärmelast in das raumthermische Gesamtkonzept mit ein. Damit lassen sich Betriebskosten und CO₂-Ausstoss erheblich senken.



Kaltluftabfall-Kompensation

Grosse Fensterflächen und auch der Trend zu Glasfassaden führen zu Kaltluftabfall im Fassadenbereich, welcher sich durch unangenehme Zugerscheinungen bemerkbar macht und die Arbeitsbedingungen negativ beeinflusst. Mit der Strahlungswirkung von den U4X Modulen lässt sich dieses störende Phänomen auf einfache Weise kompensieren.



Zugluftfrei

Das U4X Hybridsystem kann die Funktion der Zu- und Abluft in anspruchsvoller Weise bezüglich Optik und thermischen Komforts erfüllen. Die Abströmung der Frischluft in den Raum ist nicht sichtbar konzipiert, dennoch ist eine absolut zugfreie Lufteinführung innerhalb der normativen Grenzwerte mit hoher Lüftungseffizienz jederzeit gewährleistet.



Akustik

Die horizontale und grossflächige Anordnung der Schallabsorptionsfläche ermöglicht gute Raumakustik für die verschiedenen Nutzungsbedingungen.



Einbauten

Beleuchtungselemente in verschiedensten Varianten, Rauchmelder oder Sprinkler lassen sich problemlos und flexibel integrieren.



Optische Aspekte

Perforation

Die Perforation hat neben ihrer optischen und gestalterischen Wirkung auch akustische Eigenschaften. Standardmäßig sind folgende Lochungen erhältlich:

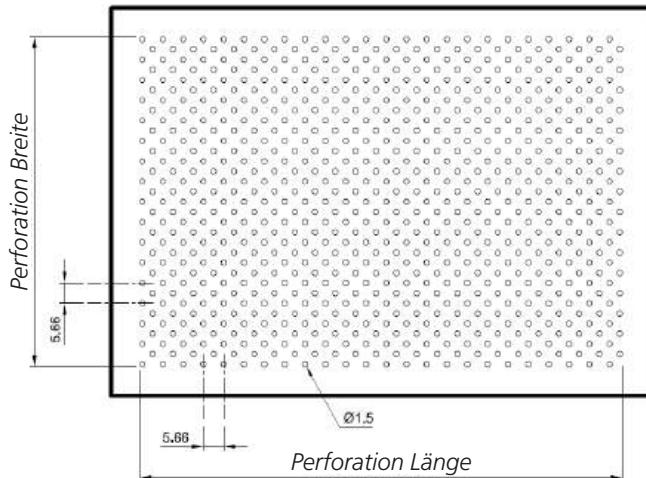
- Rd 1.5 – 11%, Rundlochung diagonal
- Rg 1.5 – 11%, Rundlochung geradreihig
- Rd 1.5 – 22%, Rundlochung diagonal

Abweichende Perforationsbilder auf Anfrage.

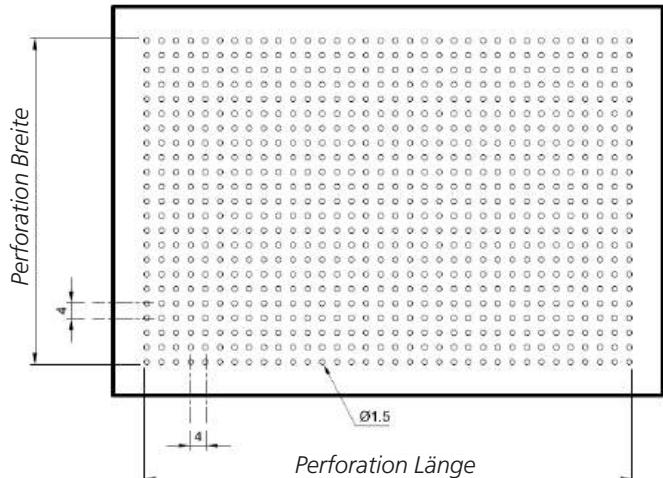
Farben

Bei der Farbgebung sind fast keine Grenzen gesetzt. Als Standardfarbe kommt RAL9010 zum Einsatz. Lieferbar ist jedoch die gesamte Palette an RAL-Farben. Auf Anfrage sind auch NCS-Farben möglich. Bei der Verwendung von Metallic-Farben sind aufgrund des Reflexionsgrades Leistungseinbussen zu beachten.

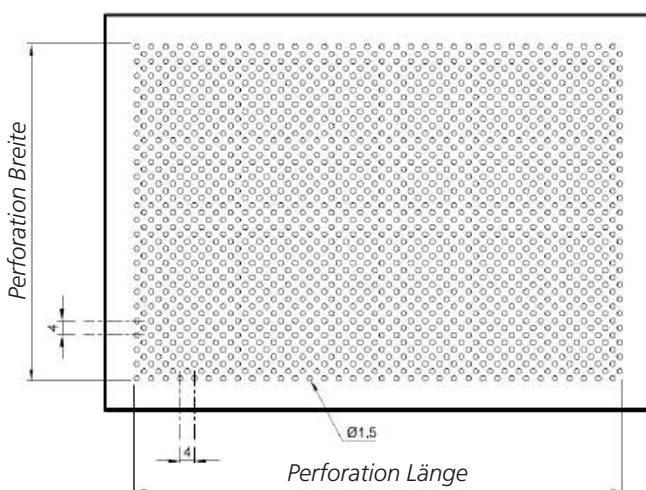
Rd 1,5 – 11 %

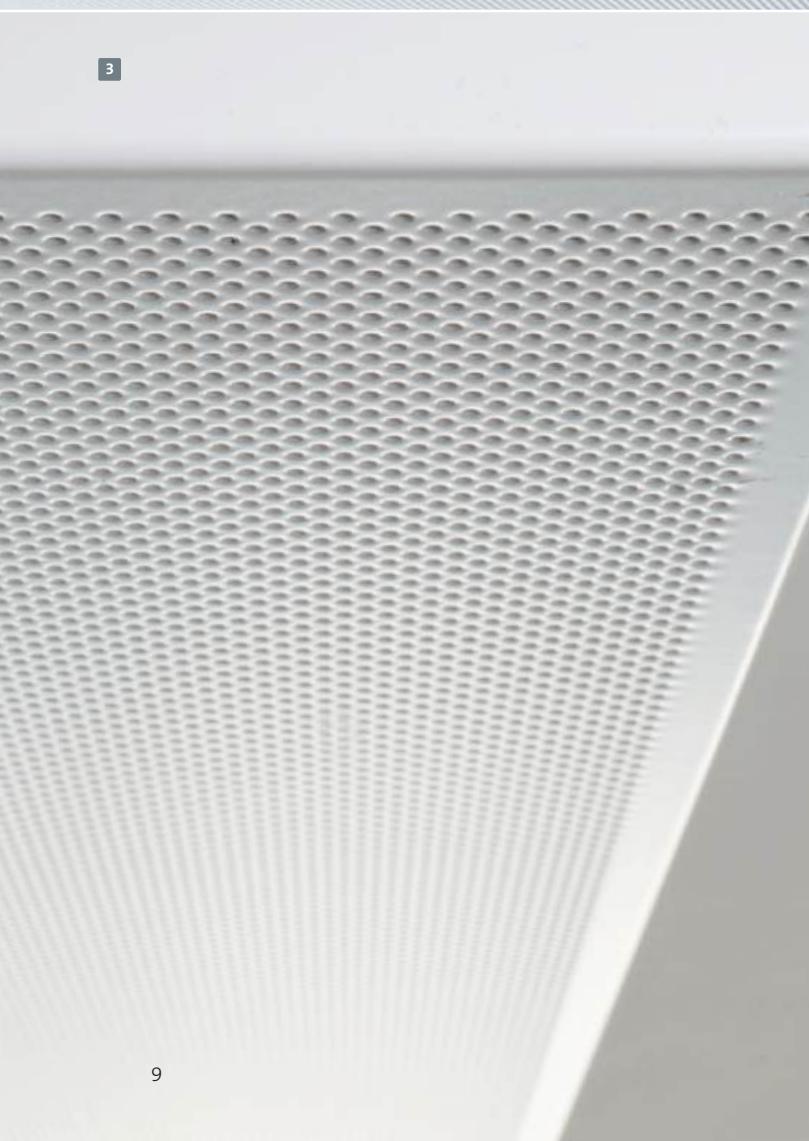


Rg 1,5 – 11 %



Rd 1,5 – 22 %





1 Rd 1.5–22%

2 Rg 1.5–11%

3 Rd 1.5–22%

Konstruktion und Abmessung

Konstruktion

Aufbau

Die Konstruktion des Hybridsystems besteht aus fünf Hauptelementen:

- Die Speichermassenanbindung ermöglicht erhöhte Leistungsfähigkeit.
- Der Rahmen macht das Modul montagefreundlich.
- Die Medienzuführung ermöglicht eine verdeckte und einfache Erschliessung.
- Die Akustikeinlage gewährleistet höchsten Komfort bezüglich der Nachhallzeit.
- Das Zusammenwirken von Heiz-/Kühlregistern und Deckenplatten sorgt für höchste Leistungen.

Insgesamt zeichnet sich die Konstruktion durch eine sehr kleine Aufbauhöhe aus, was besonders bei Renovierungen ein wichtiger Vorteil ist.

Höhe

Die Standardhöhe des Moduls beträgt nur 75 mm. Für spezielle Anwendungen (z.B. Einbauten wie Sprinkler und Leuchten) können die Module bis 125 mm Höhe gebaut werden.

Klassifikation

Das U4X Hybridsystem entspricht der Beanspruchungsklasse B nach der DIN-EN-13964- Tabelle 7/8 (Korrosion).

Die Deckenplatten und Unterkonstruktionen entsprechen den TAIM®-Qualitätsvorgaben.

Die luftführende Konstruktion ist hygienekonform nach VDI 6022, SWKI VA104-01 und DIN EN 16789.

Länge

Die Länge des Moduls setzt sich aus der Plattenanzahl und der Plattenlänge zusammen. Die maximale Plattenlänge beträgt 3000 mm. Maximal kommen pro Modul 5 Platten zum Einsatz, was eine Länge von höchstens 12.5 m pro Kühldeckenmodullänge ergibt. Sonderkonstruktionen über 12.5 m sind auf Anfrage möglich.

Breite

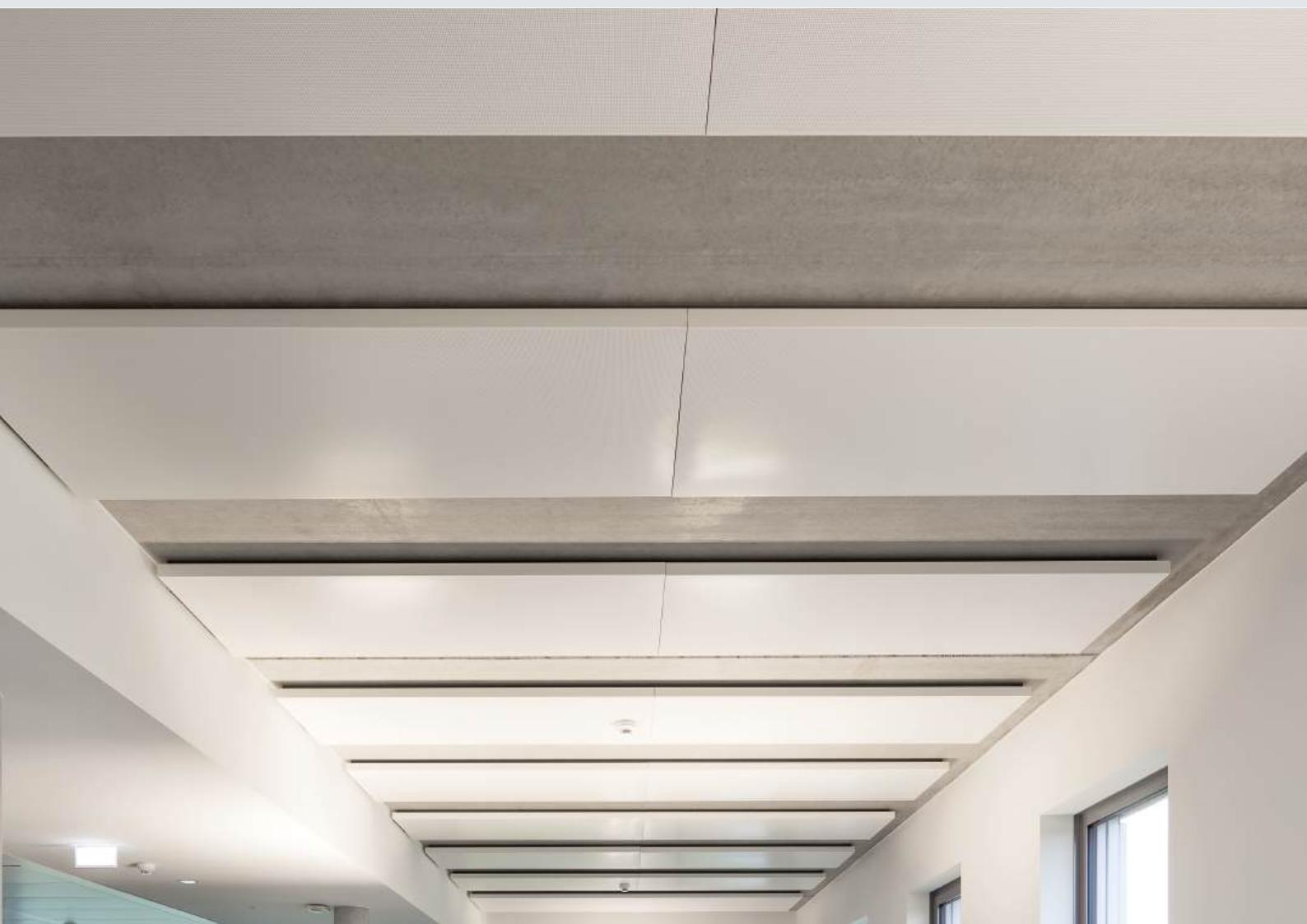
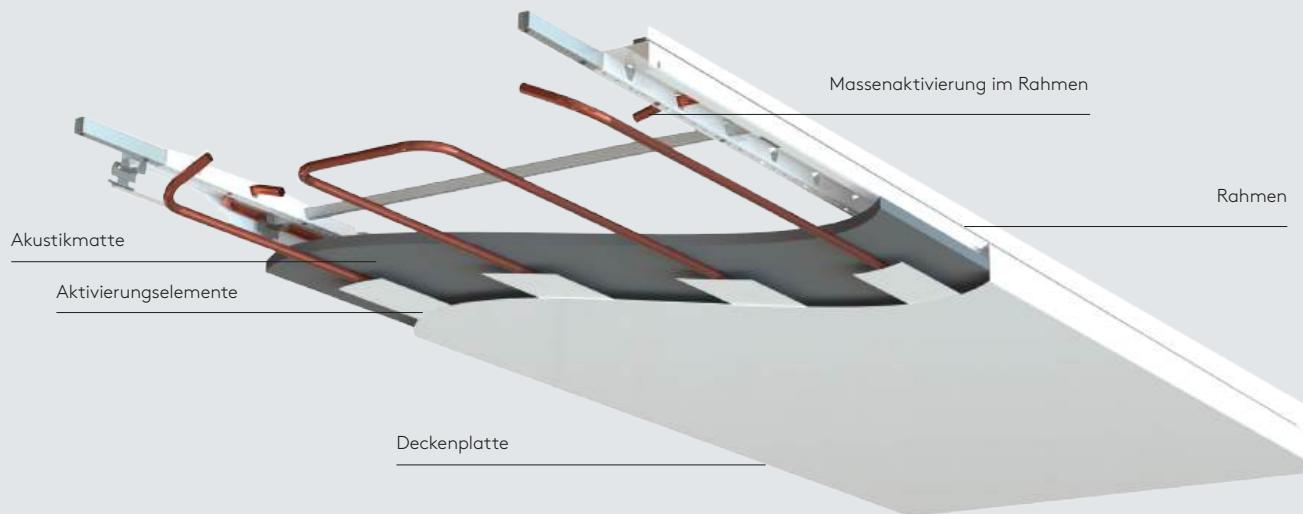
Die Breiten der Module sind mit einem Breitenraster von 10 mm standardisiert und variieren in einem Bereich von 400 bis 1200 mm. Breitere Module auf Anfrage.

Abmessungen

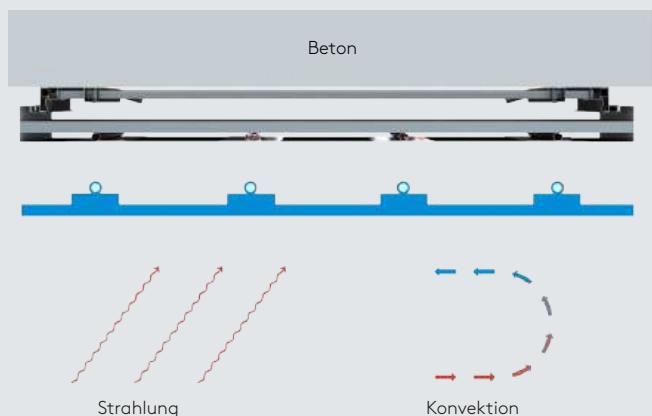
Plattenlänge	Modulbreite	Modulhöhe	Platten pro Modul	Modullänge
min. 800 mm	min. 400 mm	min. 75 mm	min. 1	min. 1000 mm
max. 3000 mm	max. 1200 mm	max. 125 mm	max. 5	max. 12500 mm

Sondermasse auf Anfrage.

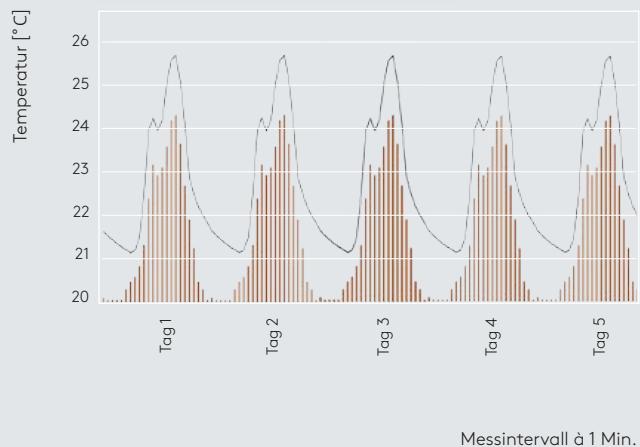
U4X Hybridsystem



Kühlen (Abb. 1)



Temperaturverlauf im Raum bei Vollastbetrieb (Abb. 2)
unter Einhaltung der Behaglichkeitskriterien nach SIA 382/1:2014



Tagbetrieb

Die auslegungsrelevante Heiz- / Kühldeckenleistung setzt sich aus drei Teilleistungen zusammen:

Deckenplattenkühlleistung

Die aktivierte Modulfläche (MF) nimmt durch Strahlung und Konvektion direkt Wärme aus dem Raum auf, und ist auch schon bei geringen Temperaturdifferenzen (Raum-Kühlwasser) hoch effizient. Garant dafür ist die Wahl des Werkstoffes Aluminium für die Wärmeleitschienen und von Kupfer für die wasserführenden Teile, welche zu einer gleichmässigen Deckenoberflächentemperatur führen.

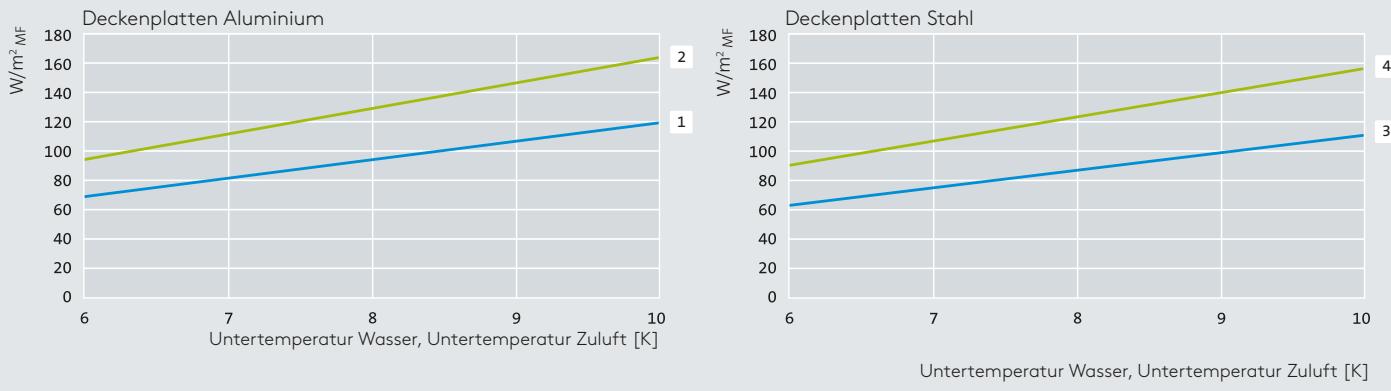
Luftkühlleistung

Zusätzlich zur Deckenplattenkühlleistung ist auch die durch Luftmenge und Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Abluft bestimmte Luftkühlleistung zu berücksichtigen.

Gebäude Massenspeicherleistung

Neben der Deckenplatten- und Luftkühlleistung ergibt sich durch die Anbindung der Gebäudemasse eine zusätzliche Leistung – die sogenannte Massenspeicherleistung, welche am Tag im Beton gespeichert und in der Nacht wieder entladen wird. Diese Leistung ist abhängig vom Bürotyp (Grossraumbüro oder Einzelbüro).

Hybridkühlleistung (Abb. 3)



Deckenplatten Aluminium:

- 1 Deckenplatten-/ und Massenspeicherleistung [W/m² MF]
- 2 Deckenplatten-/ und Massenspeicher-/ und Luftkühlleistung [W/m² MF] (Spezifischer Luftvolumenstrom = 6 m³/h m² BF)

Temperaturverlauf gemäss SIA 382/1: 2014 (21 – 26.5 °C)

Deckenplatten Stahl:

- 3 Deckenplatten-/ und Massenspeicherleistung [W/m² MF]
- 4 Deckenplatten-/ und Massenspeicher-/ und Luftkühlleistung [W/m² MF] (Spezifischer Luftvolumenstrom = 6 m³/h m² BF)

Auslegung Kühlen

Im Tagbetrieb setzt sich die Gesamtkühlleistung einer Klimadecke aus der Deckenplatten-, Luftleistung- und Massenspeicherleistung zusammen. Sie ist die auslegungsrelevante Kenngröße zur Abfuhr der berechneten Raumkühllast gemäss SIA 382/2.

Die Auslegung des Heiz-/ Kühldeckenmoduls erfolgt mit Hilfe dynamischer Simulationen. Damit wird die nötige Auslegungssicherheit erreicht. Die Auslegung erfolgt über Energiebilanzen, welche auf umfangreichen Labormessungen basieren.

Bei der Dimensionierung von Klimadeckensystemen setzen wir auf unsere speziell dafür programmierte Software „Clim@Tool“, die gemeinsam mit der Hochschule für Technik (Rapperswil, Schweiz) und mit Unterstützung von Innosuisse, der Schweizerischen Agentur für Innovationsförderung, entwickelt wurde.

Bei herkömmlichen nur abgehängten Klimadecken werden die Wärmelasten unmittelbar durch die Kühleistung der Kühldecke abgeführt. Das heisst, dass die Wasserkreise und die Kühldecke auf 100 % der höchsten Wärmelasten dimensioniert sein müssen.

Die Heiz-/ Kühldeckenmodule weisen den grossen Vorteil auf, dass die Speichermasse ausserhalb der Bürozeit (nachts) gekühlt werden kann. Folglich kann die Betondecke die überschüssige Wärme tagsüber aufnehmen. Neben dem grossen Vorteil der Energieeinsparung aufgrund des möglichen

Freecooling-Betriebs liegt der zweite grosse Vorteil der Heiz-/ Kühldeckenmodule in der kleineren Auslegung der Energieerzeugung und -verteilung der Kälte. Diese müssen lediglich auf ca. 70 % der höchsten Wärmelast dimensioniert werden. Die Dimensionierung des Kühlregisters erfolgt auf ca. 80 % der Kennlinie 1 (Abb. 3).

Wegen der zeitlich versetzten Abfuhr der Wärmelasten ist eine exakte Dimensionierung dieser Systeme nur aufgrund von umfangreichen Laborversuchen und Simulationen möglich. Die Auslegung erfolgt über Energiebilanzen. Die Summe der über 24 Stunden zugeführten Wärmeenergie in einem Raum ist identisch der Summe der abgeführten Energie im gleichen Zeitraum. Die dynamische Kühleistung des Systems ergibt sich aus der Gesamtsumme der abgeführten Energie über 24 Stunden dividiert durch die Büronutzungsdauer, z. B. 10 Stunden. Diese Berechnungsart ist für eine Büronutzungszeit von 10 bis 14 Stunden sehr genau. Bei einer längeren Büronutzungszeit wirkt sich die Trägheit des Betons negativ aus (Lade-/Entladevorgang). Dann ist eine statische Auslegung sinnvoll.

Die Abbildung 3 zeigt die dynamische Kühleistung für eine Büronutzungszeit von 10 Stunden auf. Bei Aluminium-Deckenplatten beträgt die Deckenplatten- und Massenspeicherleistung bei 8.5 K 101 W/m² MF (VL 16 °C). Die Gesamtkühlleistung wasser- und luftseitig beträgt 139 W/m² MF (VL 16 °C, ZUL 18 °C und 6 m³/h m² MF). Bei Stahl-Deckenplatten ergeben sich mit 92 W/m² MF und 130 W/m² MF leicht tieferen Werte. Die Angaben gelten für eine Modulbreite von 700 mm. Bei breiteren Modulen reduziert sich die Massenspeicherleistung.

Gebäude Massenanbindung

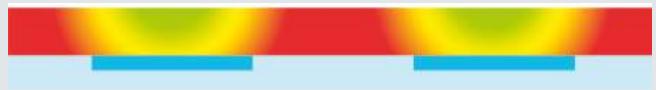
Massenanbindung U4X Hybridsystem (Abb. 4)



Temperaturverlauf im Beton zum Ende der Nacht
blau = gekühlte Aktivierungsfläche (Abb. 5)



Temperaturverlauf im Beton zum Ende des Tages (Abb. 6)



Das U4X Hybridsystem kann durch seine Kombination der Aktivierung der Deckenplatten und Massenspeicher als dezentrale Energiespeicher genutzt werden.

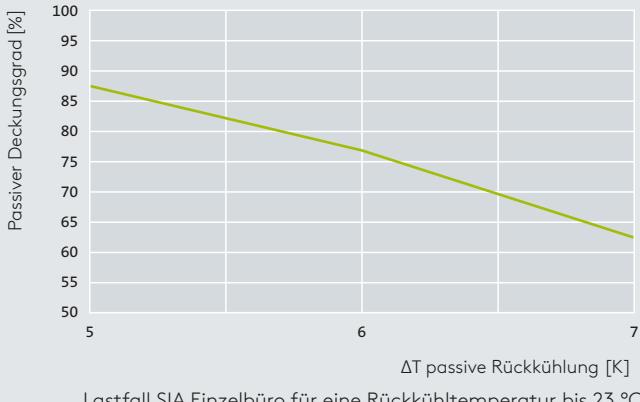
Daraus ergeben sich zwei Vorteile:

- Sie ermöglichen die Speicherung von regenerativ erzeugter Energie, womit sich Lastspitzen am Tag reduzieren. Auch die SIA 180 empfiehlt eine Wärmespeicherfähigkeit in Räumen von mindestens $45 \text{ Wh/m}^2 \text{ K}$. Mit herkömmlichen Klimadecken ist dieser Wert in der Regel nicht erreichbar.
- In Verbindung mit dem Gebäude Massenspeicher ermöglicht das Hybridsystem die geforderte Wärmespeicherfähigkeit. Dabei kann der Kühlenergieaufwand bis zu ca. 80 % während der Nacht und 65 % tagsüber aus Freecooling (erneuerbarer Energie) gedeckt werden und so die Vorgaben des Schweizer Energiegesetzes ohne hohe Investitionen erfüllen.

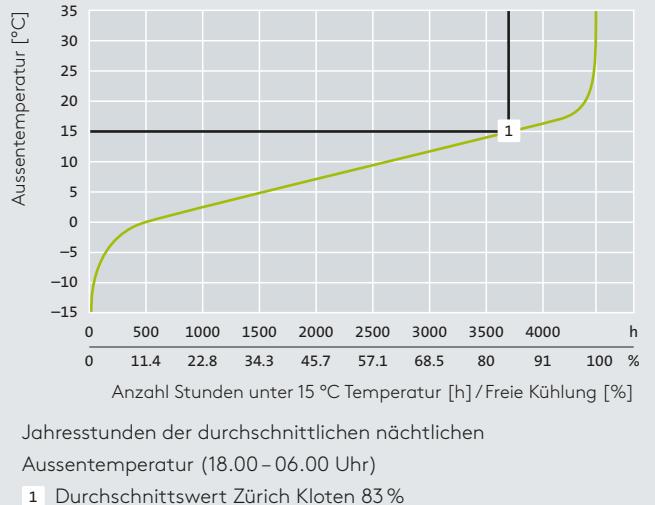
Zur Verdeutlichung dient das auf Seite 15 aufgeführte Beispiel, welches für einen typischen Lastfall gilt (SIA 2024, Einzelbüro).

Prozentualer Deckungsgrad mit Freecooling (Abb. 7)

Quelle: IET Institut für Energietechnik, HSR Hochschule für Technik Rapperswil



Nächtliche Temperaturstunden pro Jahr, Zürich (Abb. 8)



Die Speichermasse wird in der Nacht entweder mit dem Kühlwasser aus Freecooling oder der Kältemaschine auf 21 °C heruntergekühlt.

Für einen effektiven Wärmeübergang beträgt die Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Kühndecke auf der einen Seite und zwischen Rückkühlfläche und Aussentemperatur (Kühlturm) in der Regel 3K.



Beispiel:

Bei einer Vorlauftemperatur von 18 °C ist eine Außenlufttemperatur von 15 °C notwendig. In Abbildung 8 ist daraus ersichtlich, dass während 83 % der Nacht-Jahresstunden die Vorlauftemperatur 18 °C mit Freecooling erbracht werden kann.



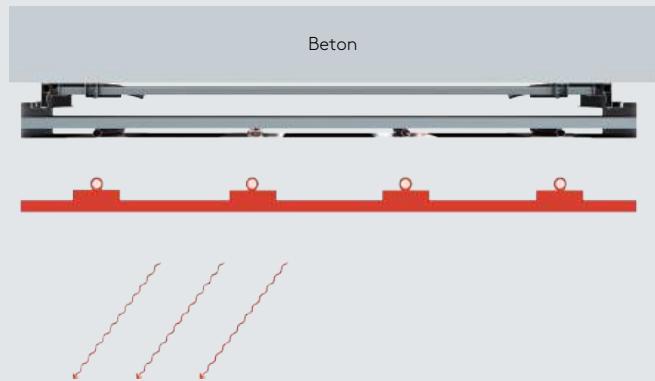
Die Abbildung 7 zeigt den erreichbaren passiven Deckungsgrad für eine Rückkühlung auf 23 °C für ein Einzelbüro mit Lasten nach SIA 2024 (2006).

Diese Rückkühltemperaturen reichen in diesem Lastfall aus, um behagliche Raumtemperaturen zu erreichen. Bei höheren Rückkühltemperaturen steigt das Potenzial für den Freecooling-Betrieb.

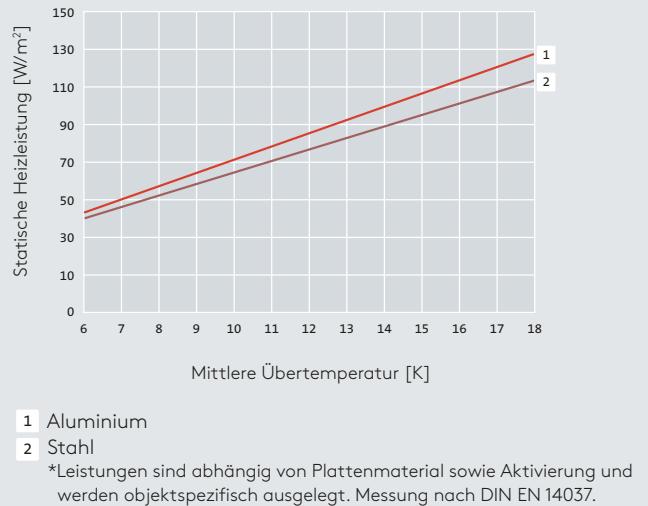


Die Abbildung 7 zeigt zudem, wieviel Prozent im Jahresdurchschnitt die Außenluft zur Kühlung des Gebäudes beiträgt. Diese prozentuale Deckung ist abhängig von der Dimensionierung des U4X Hybridsystems und der Kältemaschine.

Heizen (Abb. 9)



Statische Heizleistung* (Abb. 10)

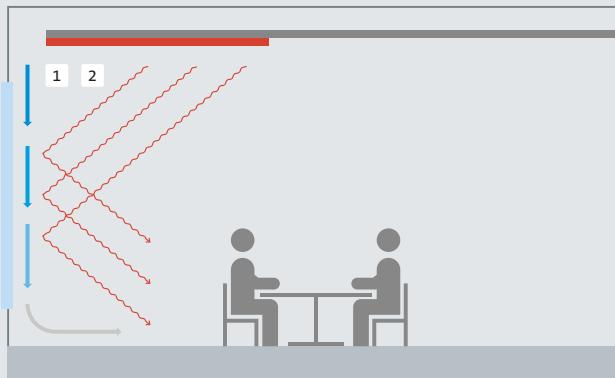


Auslegung Heizen

Die schnell reagierende und dem Raum zugewandte Strahlungsfläche sichert den thermischen Komfort auch bei niedrigen Heizwassertemperaturen. Auf eine statische Heizung am Fenster kann normalerweise verzichtet werden (Abb. 12, Seite 15).

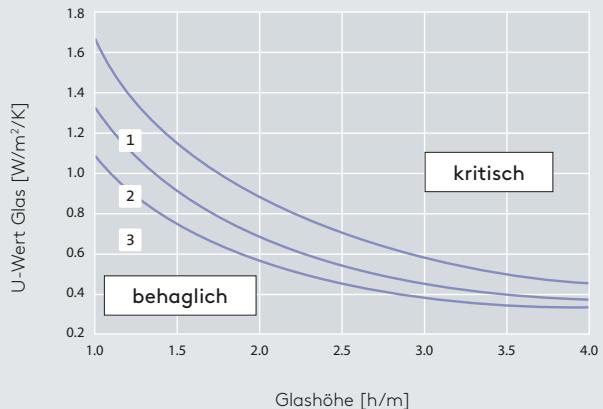
Kaltluftabfall-Kompensation

Kaltluftabfall-Kompensation im Fassadenbereich (Abb.11)



- 1 Kaltluftabfall
- 2 Wärmestrahlung

U-Wert der Fensterverglasung*/Fensterhöhe (Abb. 12)



* SIA 180-2014 S. 57

Maximal zulässiger U-Wert eines Bauteils in Abhängigkeit von der Bauteilhöhe bei Außentemperaturen von 0 °C 1, -5 °C 2 und -10 °C 3

Kaltluftabfall-Kompensation

Die kalte Fassade wird über Strahlung von der geheizten Deckenplatte erwärmt und somit der Kaltluftabfall schon am Entstehungsort wesentlich reduziert.

Kaltluftabfall tritt dann auf, wenn sich bei tiefen Außentemperaturen auf den Innenseiten von Verglasungen mit schlechten Dämmegenschaften (U-Werten) niedrige Temperaturen einstellen. Die Raumluft kühlte an der Verglasung stark ab und strömt entlang der Scheibe mit hoher Geschwindigkeit zum Boden. Dort wird die kühle Luft mit zunehmender Geschwindigkeit umgelenkt, breitet sich über den Fußboden aus und bewirkt bei Personen an fensternahen Arbeitsplätzen Zugerscheinungen. Der Kaltluftabfall hat also unangenehme Auswirkungen auf die thermische Behaglichkeit.

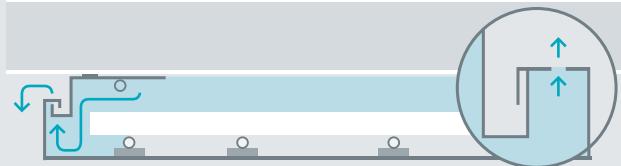
Die Lösung besteht im Betrieb von kombinierten Heiz-/Kühldecken. Der Wärmestrom der Heizdecke im Fassadenbereich erwärmt die Innenseite der Verglasung, zudem steht der Fußboden in direktem Strahlungsaustausch mit der Heizdecke. Durch beide Effekte wird der Kaltluftabfall wirksam reduziert (Abb. 11).

Wir bilden kritische Räume in der Simulation nach und untersuchen alle behaglichkeitsrelevanten Strömungen. Eine Verifizierung der Ergebnisse erfolgt in Laborversuchen, bei denen die Klima- und Behaglichkeitsparameter gemessen werden. Die Messergebnisse werden mit den Vorgaben aus Normen wie SIA 382-1, SN EN 15251 und SN ISO 7730 sowie den spezifischen Anforderungen des Anwenders verglichen.

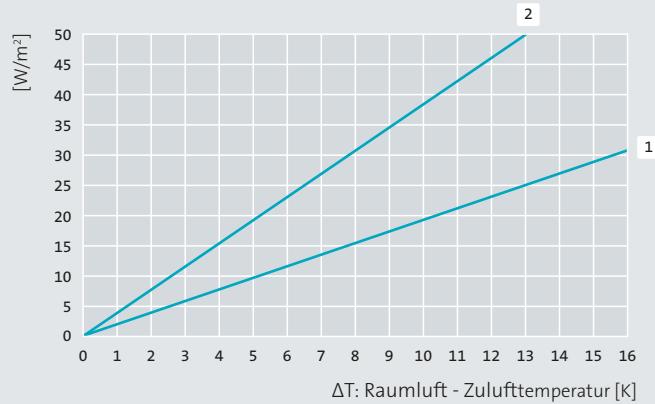
Die Kurve zeigt:
Je höher die Verglasung, umso grösser werden die Anforderungen an die Wärmedämmegenschaften des Glases, d.h., umso geringer muss der U-Wert werden (Abb. 12).

Zu- und Abluft

Zuluft über Deckenplattenaufkantung nach oben (Abb. 13)



Luftleistung (Abb. 14)



1 $6 \text{ m}^3/\text{h m}^2_{\text{BF}} 15.4 \text{ W/m}^2_{\text{BF}}$ bei $\Delta T = 8 \text{ K}$

2 $12 \text{ m}^3/\text{h m}^2_{\text{BF}} 30.8 \text{ W/m}^2_{\text{BF}}$ bei $\Delta T = 8 \text{ K}$

Verdeckte Zuluft

Zusätzlich zur thermischen Behaglichkeit ist die Raumluftqualität – auch «olfaktorische Behaglichkeit» genannt – eine bedeutende Komponente, die die Gesundheit, Zufriedenheit und Arbeitseffizienz von Personen in Räumen stark beeinflusst.

Wie Untersuchungen von vielen Forschern belegen, kommt es bei unzureichender Luftqualität zur Minderung der relativen Leistungsfähigkeit (Abb. 15, Seite 17). Eine mechanische Lüftung sollte daher vorgesehen werden.

Der Zuluftauslass in den Raum kann ohne sichtbare Lüftungsinstallationen im Heiz-/Kühldeckenmodul realisiert werden. Es ermöglicht eine zugfreie Zulufteinführung in den Raum und eine Lüftungseffektivität von 1.2 bis 1.7. Somit kann ein hygienischer Luftwechsel erreicht werden, welcher nationalen und internationalen Standards entsprechen soll.

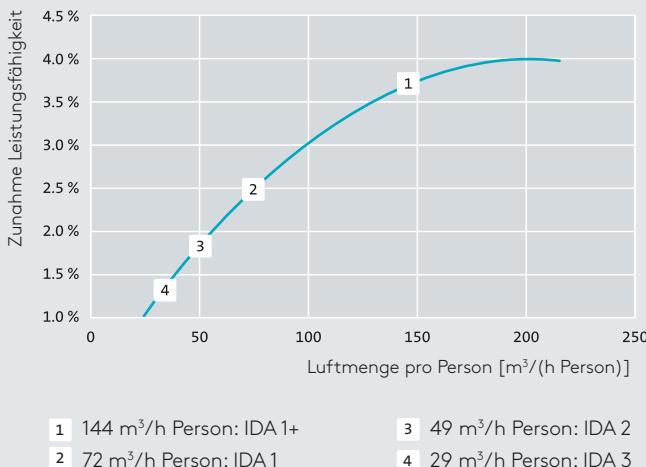
Luftzuführung

Die Zuluft wird über einen flachen Kanal zum Deckenmodul geführt. Bei Neubauten besteht die Möglichkeit, die Zuluft verdeckt von oben durch einen im Beton verlegten Kanal/Rohr einzubringen.

Zuluftauslass über die obere Aufkantung der Deckenplatte

Die Luft strömt über die ganze Modullänge entlang des Rahmens durch die Perforation in der oberen Abkantung der Deckenplatte in den Raum (Abb. 13). Dafür wird kein Luftkasten im Modul integriert, dieser bildet sich oben durch den Beton, unten durch die Akustikmatte und seitlich durch den Modulrahmen. Der Luftwiderstand beträgt ca. 15 Pa.

Relative Leistungsfähigkeit (Abb. 15)



Luftmengen für Standardhöhe 75 mm (Abb. 16)

Modulbreite [mm]	Max. Zuluftmenge im Luftanschlusskasten [m³/h]*	Max. Zuluftmenge pro lfm Modul [m³/h]
600	95	35 m³/h lfm (ΔT = 8 K)
800	145	
1000	195	
1200	245	

*Die maximalen Zuluftmengen im Luftanschlusskasten erhöhen sich bei höheren Modulen, da damit eine Vergrößerung der Kanalhöhe möglich wird.

Zunahme der Leistungsfähigkeit einer Person in Abhängigkeit vom Außenluftvolumenstrom und von der Raumluftqualität IDA 3 bis IDA 1+ (IDA = Indoor Air Quality = Raumluftqualität) (Quelle: Fanger, DK 1970)

Erforderliche Filterklassen

Um eine saubere Zulufteinführung zu garantieren, muss die Zuluft mit folgenden Filterklassen gemäss DIN EN ISO 16890 aufbereitet sein: Zuluftauslass über obere Abkantung der Deckenplatte (Abb. 13): ISO ePM1.

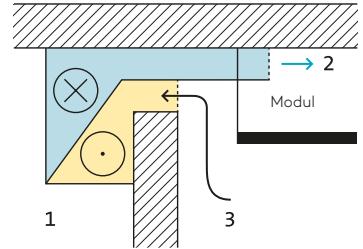
Luftmengen

Das maximale Zuluftvolumen hängt von den Abmessungen des Zuluftkanals und den Dimensionen pro Modul ab. Die Luftmengen für die Standardmodulhöhe 75 mm sind der obenstehenden Abbildung 16 zu entnehmen.

Mit der Abströmung durch die perforierte Platte können max. 35 m³/h pro Laufmeter Modul (ΔT 8 K) eingeblassen werden. Falls grössere Luftmengen erforderlich sind, kann die Kanalhöhe zusammen mit der Deckenplattenhöhe vergrössert werden, sofern nicht gleichzeitig die Abluftfunktion gewünscht wird.

Abluft

Es besteht die Möglichkeit, neben der Zuluft- auch die Abluftfunktion mit dem U4X Hybridsystem zu realisieren. Dazu wird ein spezieller zweiteiliger Zu-/Abluftkasten eingesetzt (Abb. 17).

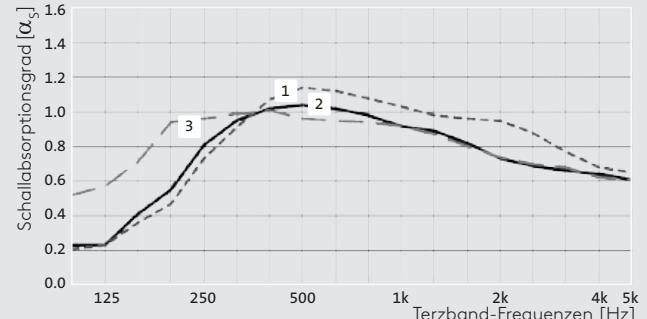


- 1 Zweiteiliger Zu-/Abluftkasten
 - 2 Zuluft über Zuluftkanal
 - 3 Abluft über Abluftkanal
- (Abb. 17)

Dämmmaterial (Abb. 18)



Schallabsorptionsfläche (Abb. 19)



Terzband-Frequenz [Hz]		250	500	1000	2000	4000	α_w	*Klasse
1 mit Barcol-Air Soundabsorber	α_p	0.70	1.00	1.00	0.95	0.70	0.90	A
2 mit Mineralwolle in PE	α_p	0.75	1.00	0.95	0.75	0.65	0.80	B
3 mit Mineralwolle in PE + Zusatz	α_p	0.95	0.95	0.90	0.75	0.65	0.80 (L)	B

*Schallabsorberklasse gemäss EN ISO 11654

Schallabsorption

Akustische Aspekte sind eine wichtige, oft unterschätzte Funktion einer abgehängten Decke. Hohe Schallabsorption ist besonders bei Grossraumbüros oder Sitzungszimmern gefordert.

Da die Klimadeckenmodule in der Regel nur zwischen 40 und 60 % der Deckenfläche belegen und die restliche Deckenfläche praktisch schallhart ist, ergeben sich erhöhte akustische Anforderungen an die Deckenmodule. Die von uns entwickelten Systemlösungen erfüllen genau diese Anforderungen.

Telefonieschalldämpfung

Um akustische Überströmung von einem Raum in den Anderen zu vermeiden, können die Luftanschlusskästen von Hybridmodulen mit innenliegendem Dämmstoff ausgerüstet werden. Die durch diese Massnahmen zu erreichenden Normschallpegeldifferenzen $D_{n,e,w}$ sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Die Normschallpegeldifferenz $D_{n,e,w}$ ist eine Messgröße, die anstelle des Schalldämm-Massen R dann angewendet wird, wenn eine Beziehung auf eine Prüffläche S (Decke oder Wand) nicht möglich oder mit Fehlern behaftet wäre, z.B. bei der Übertragung zwischen nicht direkt aneinander liegenden Räumen (Diagonalübertragung) oder bei einer zu kleinen Messfläche.

Normschallpegeldifferenz (Telefonieschalldämpfung)	nur Zuluft (Abb. 20)	Kombination Zu- und Abluft (Abb. 21)
mit Innendämmung	$D_{n,e,w} = 62 \text{ dB}$	$D_{n,e,w} = 55 \text{ dB}$

Einbauten

Einbauten und Einbauhöhen (Abb. 22)



Modulhöhe x	Max. Einbauhöhe y
75-125 mm	60-110 mm

Die maximale Einbauhöhe ist 15 mm kleiner als die gewählte Modulhöhe

In das U4X Hybridsystem lassen sich alle gängigen Deckeneinbauten integrieren, wie zum Beispiel:

- Leuchten
- Sprinkler
- Sensoren (Helligkeitssensoren, Bewegungs- und Rauchmelder)
- Sender (WiFi)

Bei einer gesamten Bauhöhe von 75 mm stehen beim Standardmodul 60 mm für Einbauten zur Verfügung. Die Deckenplattenhöhe kann bei Bedarf von 50 auf 100 mm erhöht werden, was Raum für Einbauelemente mit einer Einbauhöhe von bis zu 110 mm bietet.

Grossflächige Einbauten verringern die aktive Kühlfläche. Dies ist bei der Dimensionierung der Module zu berücksichtigen.

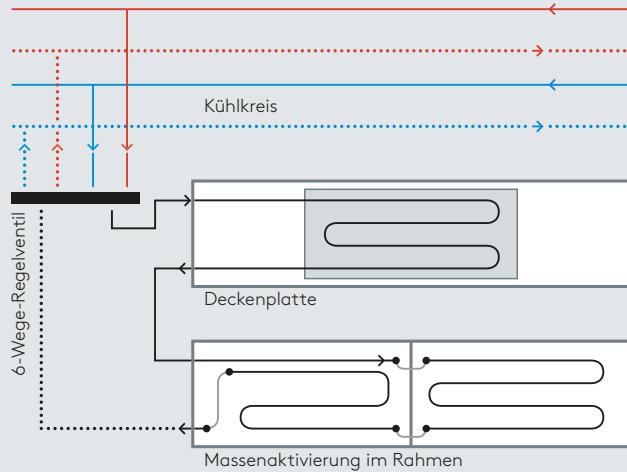


Einbaubeispiele:

Leuchte mit Rahmen
Sprinkler
Bewegungsmelder

Hydraulischer Anschluss

Hydraulischer Anschluss (Abb. 23)



Bei dieser Lösung ist die Betonmassenaktivierung in Reihe mit den Deckenplatten geschaltet, um im Kühlfall die Betondecke möglichst lang zu kühlen, ohne dabei den Raum zu unterkühlen.

Hydraulik

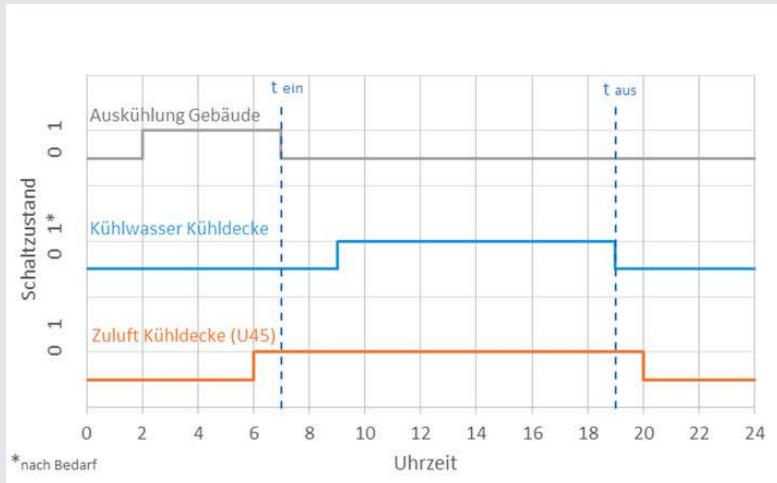
In einer hydraulischen Regelzone können sich ein oder mehrere Klimadeckenmodule befinden. Alle Module in der Regelzone sind im gleichen Betriebszustand. Es wird empfohlen, jeden Wasserkreis mit einem Kugelhahn vom Hauptwassernetz zu trennen, was bei der Inbetriebnahme und für den Betrieb/Ersatz von Vorteil ist.

Gebäude Massenanbindung U4X Hybridsystem

Massenanbindung und Deckenplatten werden seriell geschaltet (Abb. 23).

Im Heizbetrieb findet aufgrund der oft programmierten Nachabsenkung, sowie der leicht grösseren Spreizung zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperatur gegenüber dem Kühlfall ein leichtes Aufheizen der Betondecke statt. Der überwiegende Teil der Heizlast wird durch die Deckenplatte im Raum abgegeben.

Regelung



Grundsätzliche Auslegungsparameter

Die operative Raumtemperatur wird mit Hilfe des Massenstroms des Heiz-/Kühlwassers in der Klimadecke und der Zulufttemperatur geregelt.

Um Kondensation im Kühlfall zu verhindern, stehen drei Strategien zur Wahl:

- Fensterkontakt: Die Heiz-/Kühldeckenmodule werden ausgeschaltet, sobald ein Fenster geöffnet wird.
- Taupunktfühler im Raum: Die Raumfeuchte wird permanent überwacht. Die Module werden ausgeschaltet, sobald eine kritische Raumfeuchte erreicht wird.
- Geschobene Vorlauftemperatur: Die Kühlwasservorlauftemperatur beträgt tagsüber $\geq 16^{\circ}\text{C}$ und wird so geregelt, dass sie die zu erwartende Raumlufttaupunkttemperatur um $+1\text{ K}$ nicht unterschreitet. Diese wird über die Außentemperatur und die Raumluftfeuchte ermittelt. Diese Strategie ist kostengünstiger. Außerdem ist der Komfort besonders an schwülen Tagen merklich höher.

Regelung der Raumtemperatur

Für die Regelung der operativen Raumtemperatur kommt ein PI-Regler zur Anwendung, welcher die Stellglieder der jeweiligen raumbezogenen Situation anpasst. Werden die Ventile per Pulsweitenmodulation (PWM) angesteuert, wird das Tastverhältnis über die abzugebende Kälteleistung bestimmt.

Regelung zum optimalen Einbezug der Massenspeicherleistung

Um die Betondecke – also den durch die Heiz-/Kühldeckenmodule aktivierten Massenspeicher – optimal zu nutzen, empfiehlt sich eine Regelung, bei welcher die Module nachts so lange in Betrieb sind, bis die gewünschte Starttemperatur für den Morgen erreicht wird. Diese liegt für gewöhnlich bei 21°C (Abb. 2).

Auf diese Weise kann für einen überwiegenden Teil des Tages eine komfortable Raumtemperatur eingehalten werden, ohne die Module überhaupt einzuschalten. Durch die nächtliche Kühlung des Betons (Abb. 5/6) kann ein beträchtlicher Anteil der tagsüber anfallenden Wärmelasten zwischengespeichert werden. Es kann somit auf den Einsatz von teurer Elektrizität am Tag weitestgehend verzichtet werden. Nachts ist nicht nur die Elektrizität günstiger, einen Grossteil des Jahres kann sogar im Freecooling-Betrieb ohne Einsatz der Kältemaschine gekühlt werden.

Luftmengenregelung

Die Luftmenge in den Modulen ist konstant, ausser bei Sitzungszimmern, wo sie über einen Präsenzmelder VOC und/oder CO_2 über eine VAV geregelt wird. Die Zulufttemperatur wird in der Regel saisonabhängig (Winter, Zwischensaison, Sommer) konstant gehalten.

Funktionaler Produkteinsatz



	Kühlen	Heizen	Kaltluftabfall-Kompensation	Zu- und Abluft		Massen-anbindung	Akustik	Ein-bauten
				Zuluft	Abluft			
Passive Deckenmodule							■	■
Passive Deckenmodule				■	□		■	■
Aktive Deckenmodule	■	■	■				■	■
Aktive Deckenmodule	■	■	■			■	■	■
Aktive Deckenmodule	■	■	■	■	□		■	■
Aktive Deckenmodule	■	■	■	■	□	■	■	■

□ Optional

Passive Deckenmodule

- Zu- und Abluftfunktion im Raum
- Effiziente akustische Dämpfung
- Erhöhung der akustischen Dämpfung bei Kombination von aktiven- und passiven Deckenmodulen
- Ergänzung mit Einbau von verschiedenen Einbauten

Aktive Deckenmodule

- Klassisches Deckenmodul mit Wasserkühlung
- Kühlen und Heizen von Räumen
- Speziell geeignet gegen Kaltluftabfall
- Zu- und Abluftfunktion im Raum
- Gute akustische Eigenschaften
- Steigerung der Energieeffizienz dank Hybridfunktion
- Ergänzung mit Einbau von verschiedenen Einbauten

Planungsparameter



Dienstleistungen

Wir begleiten Sie in allen Phasen Ihres Bauvorhabens mit umfangreichen Dienstleistungen.

Strategische Planung und Konzeption

Bei diesem vorentscheidenden Prozess helfen wir Ihnen, die optimale Lösung für Ihre Aufgabenstellung zu finden. Dabei sind nebst der Ästhetik Nachhaltigkeit, Energieeffizienz, Behaglichkeit, sowie Kosten-Nutzen-Verhältnisse die wichtigsten Größen. Bei Bedarf stellen wir die klimatechnischen Verhältnisse Ihres Gebäudes in einer Simulation oder in unserem Labor massstabsgetreu nach.

Projektierung und Ausschreibung

Mittels umfangreicher Produktdokumentationen zeigen wir Ihnen verschiedene Systemlösungen und Ausführungsvarianten auf. Wir erarbeiten für Sie umfassende Angebote von der Planung bis zur Inbetriebnahme.

Realisierung und Inbetriebnahme

Unsere erfahrenen Projektleiter koordinieren die Gewerke, optimieren die Auslegung und erstellen Ausführungs-, Werk- und Montagepläne. Sie überwachen und steuern die Produktion, die Lieferung und die Montage am Bau. Die Ergebnisse der Qualitätskontrollen und Tests (z.B. Infrarotaufnahmen) erhalten Sie mit den Revisionsunterlagen.

Bewirtschaftung und Umnutzungen

Mit unseren Sonderleistungen, wie zum Beispiel einem Servicevertrag, profitieren Sie von optimalen Betriebskosten und Betriebssicherheit und damit hoher Zufriedenheit der Nutzer und Betreiber. Bei Umnutzungen und Umbauten passen wir Ihre bestehende Anlage bedarfsgerecht und effizient den neuen Anforderungen an.

International

Barcol-Air Group AG

Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com

Schweiz



Barcol-Air AG

Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com

Barcol-Air AG

Via Bagutti 14
6900 Lugano
T +41 58 219 45 00
F +41 58 219 45 01
ticino@barcolair.com

Deutschland

Swegon Klimadecken GmbH

Schwarzwaldstrasse 2
64646 Heppenheim
T: +49 6252 7907-0
F: +49 6252 7907-31
vertrieb.klimadecken@swegon.de
swegon.de/klimadeckensysteme

Frankreich

Barcol-Air France SAS

Parc Saint Christophe
10, avenue de l'Entreprise
95861 Cergy-Pontoise Cedex
T +33 134 24 35 26
F +33 134 24 35 21
france@barcolair.com

Italien

Barcol-Air Italia S.r.l.

Via Leone XIII n. 14
20145 Milano
T +41 58 219 45 40
F +41 58 219 45 01
italia@barcolair.com





Feel good **inside**

Swegon 