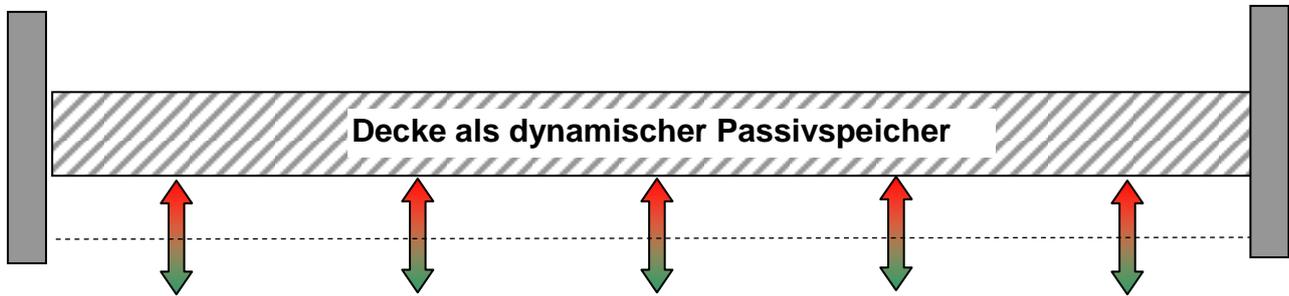
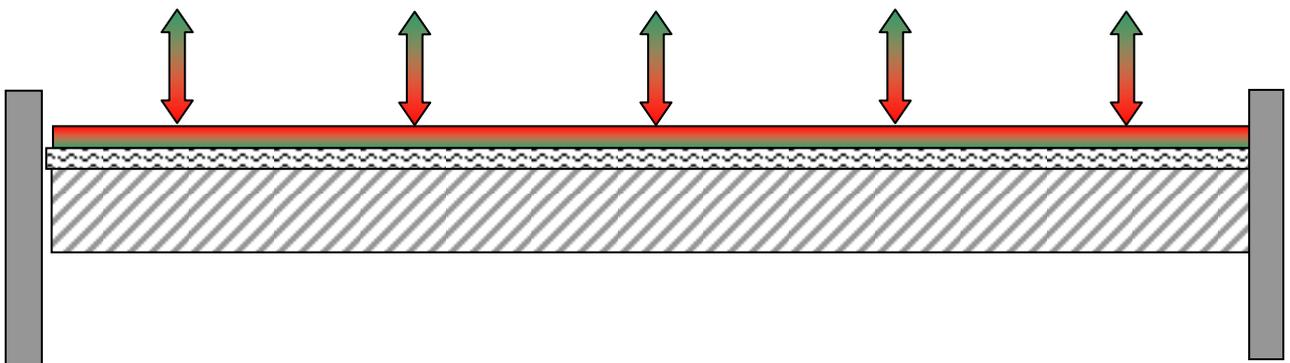


Fußbodenheiz- und Kühlsystem



- Integriert** passive Speicherflächen wie Decke und Wände
- Nutzt** Synergieeffekte mit Raumluftechnischen Anlagen
- Leistet** mehr durch unser patentiertes Verfahren
- Kostet** weniger nicht nur bei der Herstellung sondern auch beim Verbrauch
- Kann** gleichermaßen perfekt heizen und kühlen
- Ist** mit unseren Rechenprogrammen ausleg- und berechenbar
- Bewährt** Bestätigung durch Presse und Bauherr

Fußboden (Estrich) als Heiz- und Kühlfläche



weitere Informationen:

Peter Behr, Ingenieurberatung, Salzäckerstrasse 206, 70567 Stuttgart

Tel.: +49 (0) 711 728 87 27, Fax: 728 98 46, Mail: p.b.behr@arcor.de

Fußbodenheiz- und Kühlsystem

Fakten in Kurzform

Vorwort	Seite 3 - 4
Das Prinzip des optimierten Systems	Seite 5
Kostenvergleich	Seite 6
Leistungsvergleich	Seite 7 - 8
Leistungsbedarf – Lastverteilung	Seite 9 - 11
Erreichbare Spitzenkühlleistungen	Seite 13 - 14
Beispiel Temperaturverlauf (24 Stunden)	Seite 15
Messergebnisse	Seite 16
Berechnung des Systems	Seite 17 - 19
Einsatz von PCM´s	Seite 20
Sohlplattenkühlung	Seite 21 - 22
Vorhaltung für Zusatzheiz-/Kühlgeräte auch zum Nachrüsten	Seite 23 - 26

Vorwort

Es kann kaum einen Zweifel geben, dass die Kühlung von Geschäftshäusern heute unverzichtbar geworden ist. Die Gründe dafür sind die Klimaveränderung, architektonische Einflüsse, höhere innere Wärmelasten und gestiegene Ansprüche der Nutzer, welche sich auch in gesetzlichen Auflagen dokumentieren. Es geht also nur noch um das Wie.

Nach gründlicher Abwägung aller relevanten Argumente kommt man zum Ergebnis: Es gibt kein logischeres Kühlkonzept für einen Raum als die Fußbodenkühlung!

Warum:

- Der größte Teil der in einem Raum anfallenden Kühllast besteht in der Regel aus Wärmestrahlung. Diese trifft vermehrt den Fußboden. Wird sie dort abgeführt kann sie im Raum nicht wirksam werden.
Bei Deckenkühlsystemen funktioniert dies nicht bzw. nur indirekt. Erkennbar ist dies in den Diagrammen Seite 22
- Bei Kühldecken profitiert der Raum nicht von der Speicherfähigkeit der Raumdecke, welche in der Regel als Massivdecke ausgeführt ist und damit einen beachtlichen Wärmespeicher darstellt. Trotz günstigeren Wärmeübergangszahlen wird in der Summe keine höhere Kühlleistung an den Raum möglich als mit der Fußbodenkühlung. Durch den Wegfall des wichtigsten Wärmespeichers steigt die Spitzenkühllast an, was zu einer aufwändigeren Kälteversorgung führt.
- Thermisch aktivierten Massivdecken fehlt die Last ausgleichende Wirkung, da sie ausschließlich Leistungsbringer sind und damit nicht passiv, die Spitzenlast dämpfend, wirken. Dazu kommt, dass diese Technik äußerst träge reagiert und der ihr zugetraute Selbstregeleffekt gegenüber der Raumtemperatur meist nicht die erwartete Wirkung zeigt.
Auch ist die flexible Anpassung an von vornherein nicht festlegbare Nutzerzonen nicht möglich. Sie wäre auch bei kleinformatigen Einheiten z.B. fensterachsweise, durch die thermische Kopplung zu angrenzenden Räume über die Decke, nur eingeschränkt zu erreichen. Daran krankt auch eine nach Nutzerzonen getrennte Verbrauchskostenabrechnung.
- Ohne zusätzliche Leitungsführung ist der Anschluss von Gebläsekonvektoren für hohe Zusatzheiz-/kühlleistungen oder von Heizkörpern zur Heizungsunterstützung auch nachträglich möglich. Dies erfordert keinen zusätzlichen Heizkreis. Der Anschluss an die im Esrich verlegten Leitungen ist mit geringstem Aufwand möglich, siehe Seite 23 – 26.

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

Raumluftechnische Systeme wie z.B. Gebläsekonvektoren müssen über die Raumluf die Bauteile im Raum wie Boden, Wände und Decke kühlen, welche sich durch den Strahlungsanteil der Kühllast aufheizen. Das bedeutet, dass deren Oberflächentemperaturen stets höher sind als die Temperatur der Raumluf. Dies ist keine gute Voraussetzung für ein behagliches Raumklima (Beispiel: Autoklimaanlagen). Da die Raumtemperatur bei gleicher empfundener Temperatur niedriger liegen muss als bei Übertragungsflächen mit hohem Strahlungsanteil, wird hier die sonst meist entbehrliche Luftentfeuchtung zwingend. Dies kann zu einen etwa 30% höheren Energiebedarf führen.

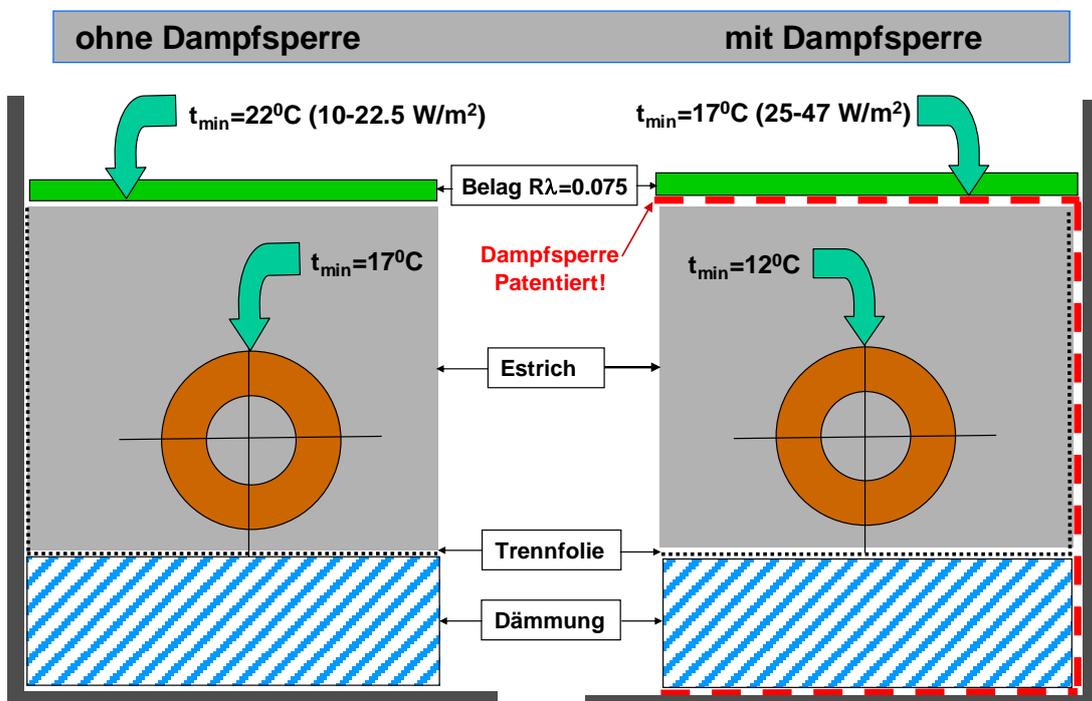
Das Prinzip des optimierten Systems

Die Taupunktproblematik setzt allen Systemen der Stillen Kühlung, (Strahlungskühlungen) enge Grenzen.

Zum Unterschied von einer konventionellen Kühlfläche z.B. als Fußboden wird die Taupunktgrenze, von der Rohroberfläche am Eintritt des Kühlmediums in die Kühlfläche, an die Estrichoberfläche verlagert. Dies ist der wesentliche Inhalt des auf dieses Verfahren erteilten Patents Nr. 102 05 668.

Dieses System ist durch eine sich im Raum einstellende optimale Strahlungssymmetrie das wohl komfortabelste Raumkühlsystem. Es baut weniger auf erzielbare Spitzenleistungen als auf die Wirkung passiver Speicherflächen. Trotzdem werden Kühlleistungen erreicht die denen von Kühldecken entsprechen.

Prinzip des patentierten System



Raumtemperaturen 22-26 °C

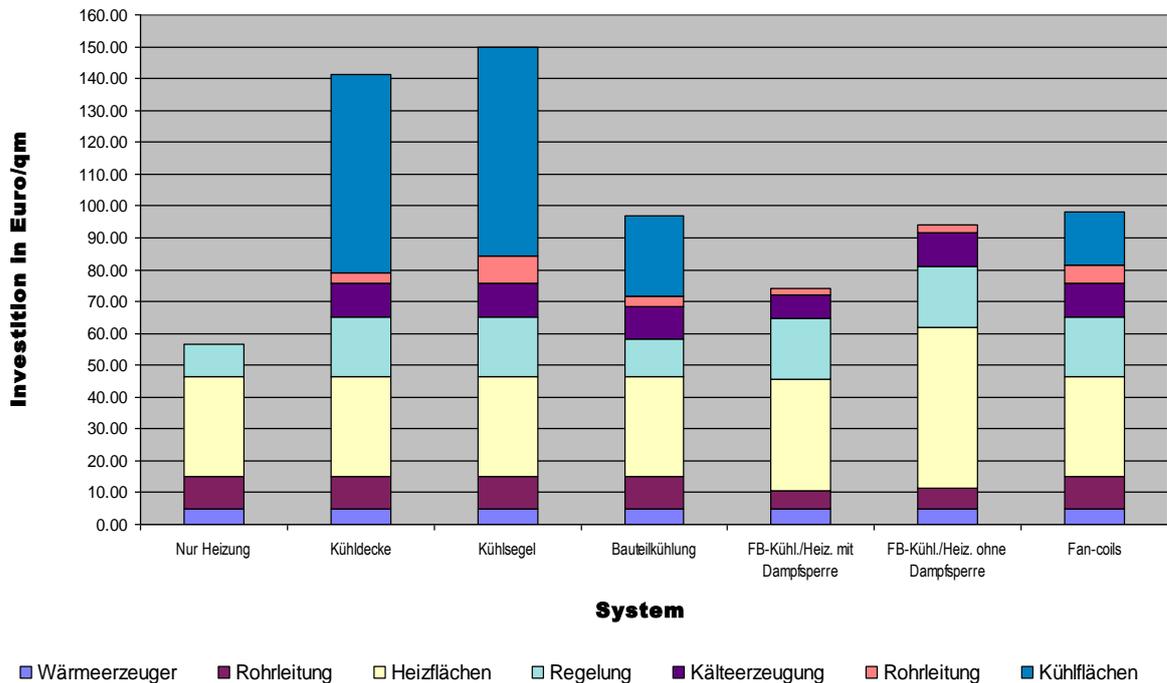
Peter Behr Beratender Ingenieur

Kostenvergleich: - geringste Investitionskosten

Ausgehend von dem Gedanken, über die Heizflächen in den Räumen neben Wärme auch Kälte zu übertragen, kommt man automatisch zur Fußbodenheiz- bzw. Kühlfläche. Wegen der Doppelfunktion des Fußbodens als Heiz- und Kühlfläche schneidet das neue System im Vergleich zu anderen Systemen der „Stillen Kühlung“ kostenmäßig wesentlich günstiger ab.

Günstigste Werte aller „Stillen Kühlungen“

Kühlsysteme - Kostenvergleich



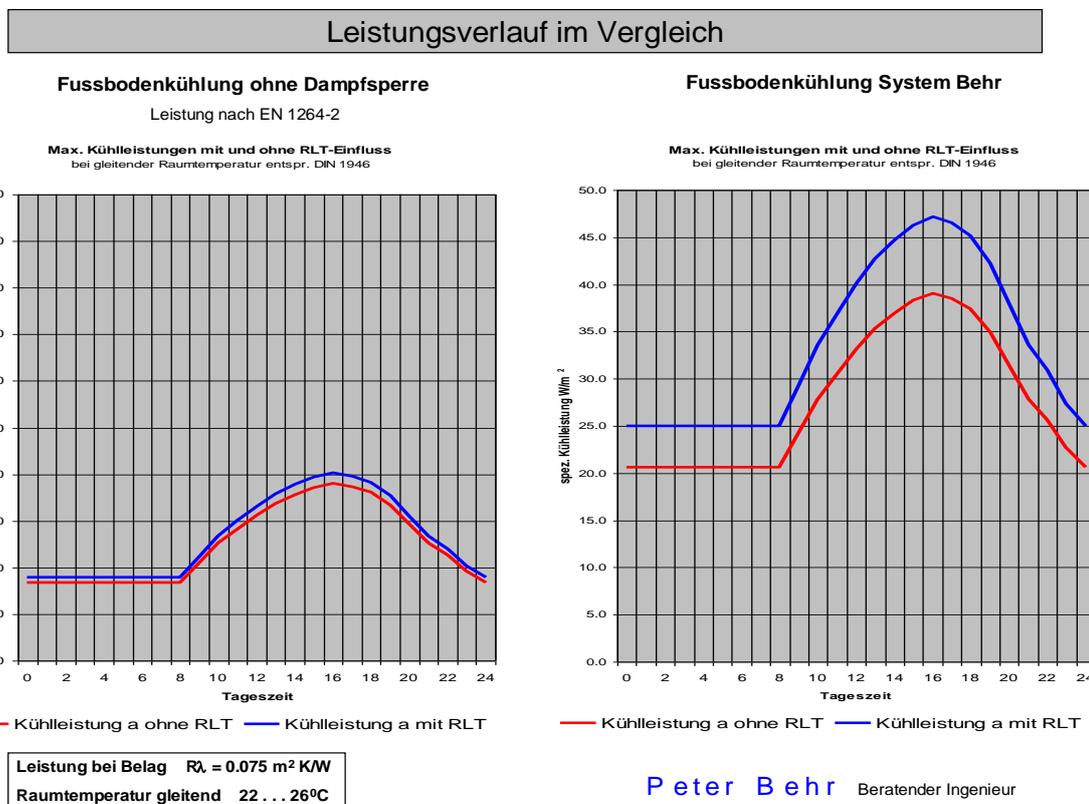
Kostenberechnung eines Gebäudes mit 17 000 m² Bürofläche

Peter Behr Beratender Ingenieur

Leistungsvergleich erhöhte Leistung der Fußbodenkühlung

Gegenüber nicht optimierten Fußbodenkühlungen werden wesentlich höhere Kälteleistungen bei gleichen (ev. sogar größeren) Verlegeabständen als bisher möglich. Da bei niedrigen Raumtemperaturen (z.B. 22 °C) noch relativ hohe spezifische Kühlleistungen im Vergleich zu nicht optimierten Systemen möglich sind, wird unter Berücksichtigung der Speicherfähigkeit des Raums eine Verstärkung der Kühlleistung möglich (s. Systemabhängige Kälteleistungen im Vergleich). Mit dem von uns erhältlichen Rechenprogramm lassen sich die Verhältnisse im Stundentakt über 24 Stunden dynamisch darstellen.

Großen Einfluss hat der Bodenbelag für die erreichbare Kühlleistung. Diesen Zusammenhang zeigt ein weiteres Diagramm. Auch der leistungssteigernde Einfluss der Luftbewegung durch eine Lüftungsanlage ist dargestellt.

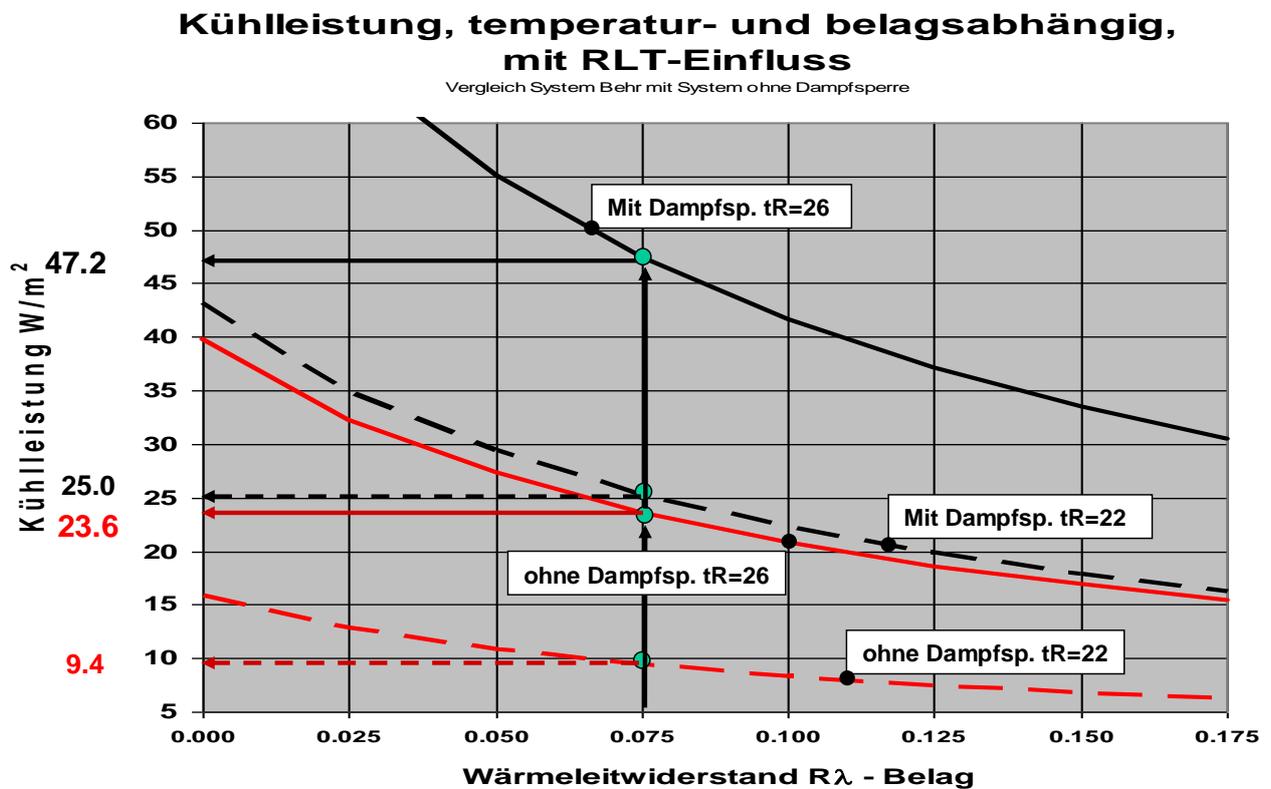


Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

Nachfolgendes Diagramm zeigt deutlich die Leistungssteigerung des Fb-Kühlsystems durch die Optimierung. Die Kurven wurden mit RLT-Einfluss berechnet.

Höhere Leistung durch Optimierung

Leistungsvergleich: **konventionell** - optimiert



Wichtiges Ergebnis ist, dass das optimierte System selbst bei einer Raumtemperatur von 22°C etwa die gleichen Leistungen bringt wie ein nicht optimiertes System bei 26°C . Insgesamt wird die mögliche Kühlleistung des Bodens durch die Optimierung etwa verdoppelt.

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

Leistungsbedarf – Lastverteilung **geringere Kälteleistung durch Bauteilspeicherung**

Zur Minimierung des Leistungsbedarfs der Kühlfläche haben 3 Faktoren Anteil:

Eine noch relativ hohe Leistung der Fußbodenflächen in der Speicherregenerierungsphase bei Raumtemperaturen von z.B. 22 °C verlagert große Teile der täglichen Kühlleistung in die Nachtstunden. Siehe vorangehendes Diagramm.

Der Temperaturverlauf im Raum, mit ansteigenden Temperaturen von z.B. 22 ... 26 °C, macht dabei die Wärmespeicherfähigkeit eines Raumes über die passiven Umschließungsflächen, besonders zur Minderung der erforderlichen Spitzenlast des Kältebedarfs, wirksam. Massivbauteile sollten daher möglichst unverkleidet bleiben, was besonders für die Decke aber auch für massive Fassadenteile gilt (s. „Strategisches Berechnungsprogramm“).

In den nachfolgenden Diagrammen wird zum einen der Einfluss einer hohen Leistung in den Nachtstunden und zum anderen der Einfluss der passiven Speicher im Raum auf die erforderlichen Kühlleistungen dargestellt.

Die Speicherwirkung als Entlastung der vorzuhaltenden Kühlleistung wird aus den weiteren Diagrammen ersichtlich.

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

Bei unverkleideten Massivbauteilen wird die auftretende Spitzenkühllast auf einen längeren Zeitraum verteilt. Im folgenden Diagramm auf ca. 19 Stunden, ohne dass die im Raum zulässigen Temperaturen überschritten werden.

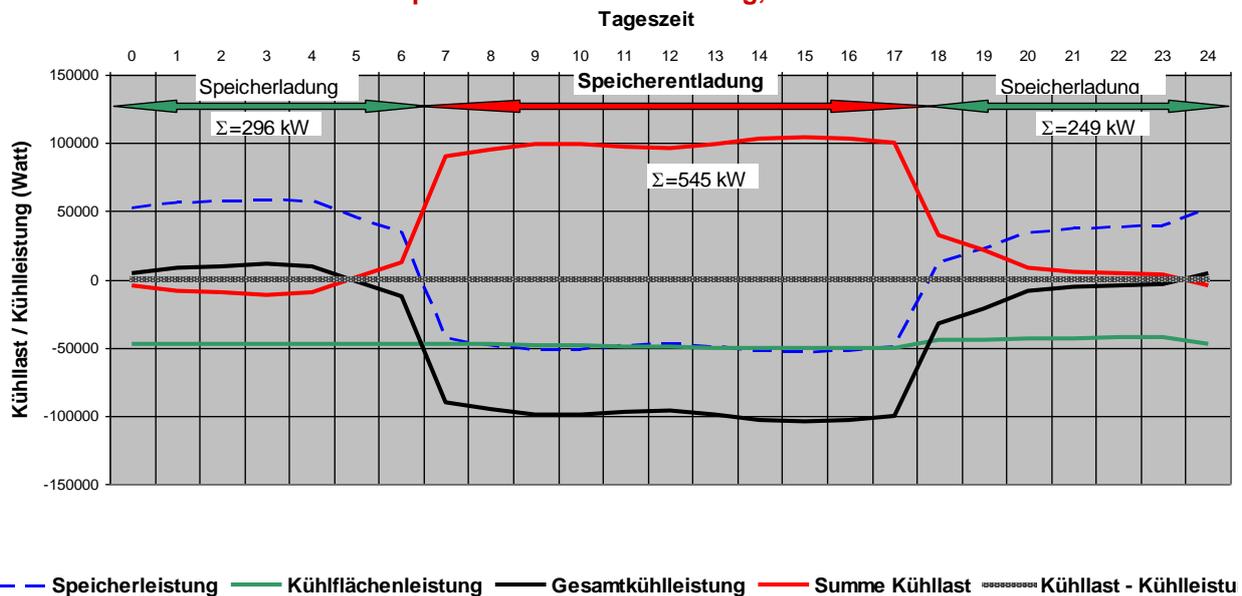
Dadurch ergibt sich eine

Hohe Wirtschaftlichkeit

Kleinerer Kühlbedarf durch große passive Bauteilspeicher

Kühllast = Gesamtkühlleistung (Speicherleistung + Kühlflächenleistung)

Optimierte Fußbodenkühlung, Decke unverkleidet



Durch diese last ausgleichende Wirkung der passiven Wärmespeicherung in Bauteilen (Decke) wird die erforderliche Kühlleistung auf weniger als die Hälfte der Kühllast reduziert. (schwere Bauweise – Kathedralenklima)

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

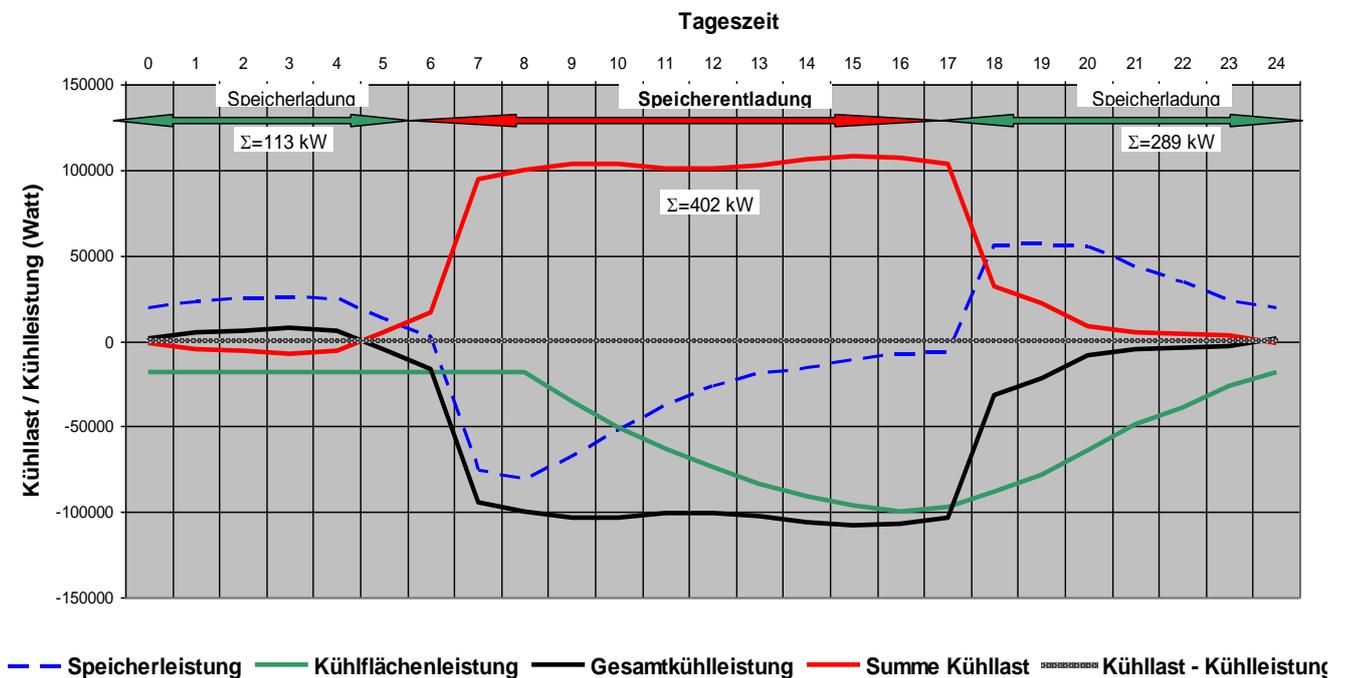
Bei leichter Bauweise oder Wärme dämmenden Verkleidungen von Wärme speichernden Bauteilen z.B. Abhangdecken sind die Folgen

Höhere Investitionskosten, geringere Wirtschaftlichkeit

Größerer Kühlbedarf bei kleineren passiven Bauteilspeichern

Kühllast = Gesamtkühlleistung (Speicherleistung + Kühlflächenleistung)

Nicht optimierte Fußbodenkühlung



Durch das rasche Absinken der Wärmespeicherung in passiven Bauteilen erreicht die erforderliche Kühlleistung in etwa die maximale Kühllast. (Leichtbauweise – Baracken-klima). Sie kann, wie im Belastungs-Diagramm des der Berechnung zugrunde gelegten Raumes erkennbar, den doppelten Wert wie im Beispiel des gleichen Raumes bei hoher Wärmespeicherfähigkeit erreichen.

Systemabhängige Kälteleistungsbedarf

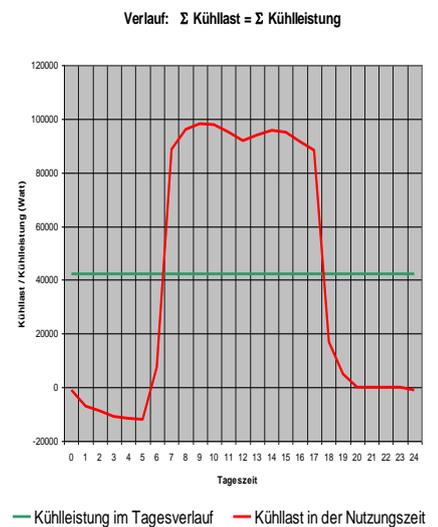
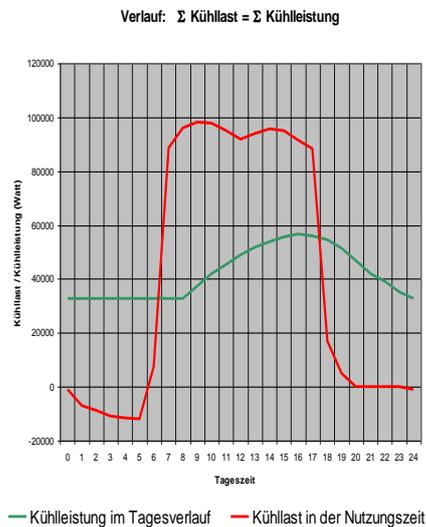
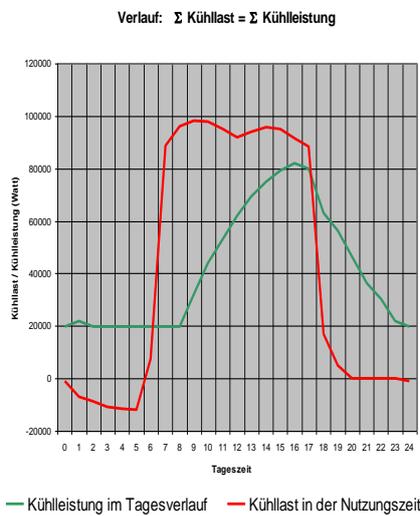
Die Spitzenlast ist von der Möglichkeit der Verstetigung der Kühlleistung über 24 Stunden abhängig. Neben einer hohen Wärmespeicherfähigkeit des Raumes wird durch eine möglichst hohe Kühlleistung auch noch bei 22 °C Raum- bzw. Oberflächentemperatur der Raumumschließungsflächen die erforderliche Spitzenkühllast beeinflusst. Die Kühlleistung bei z.B. 22 °C Raumtemperatur ist durch die Taupunkttemperatur der Raumluft und Komfortmerkmale (min. 19 °C Oberflächentemperatur der Kühlfläche im Aufenthaltsbereich) eingeschränkt. Innerhalb dieser Grenzen haben die Eigenschaften von unterschiedlichen Systemen einen erheblichen Einfluss.

Systemabhängige Kälteleistung im Vergleich

Fußbodenkühlung ohne Dampfsperre

Thermoaktive Decke

Fußbodenkühlung System Behr



Min.-Temp. von 22°C nicht erreicht!

aktivierte Decke – kein Passivspeicher

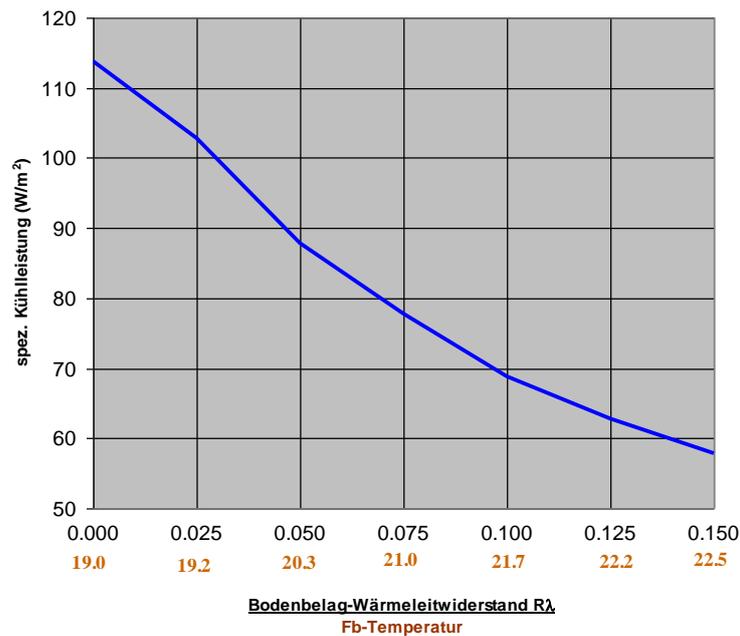
Verstetigung durch Passivspeicher

Peter Behr Beratender Ingenieur

Erreichbare Spitzenkühlleistungen

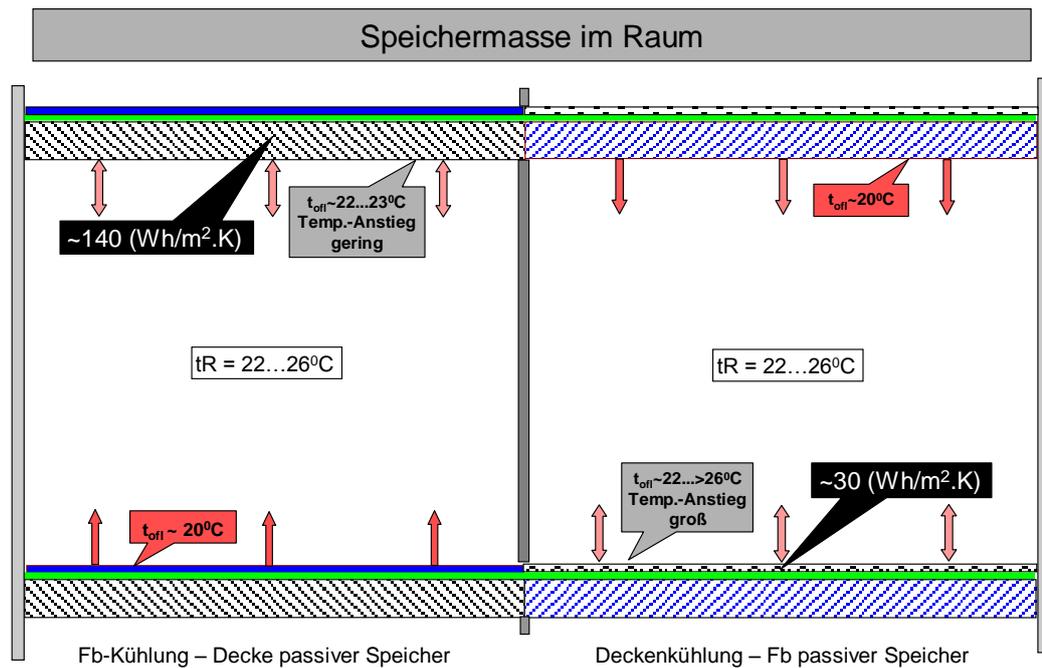
Durch die mögliche Einbeziehung vorhandener, passiver Bauteilspeicher zur Kühllastdeckung werden Spitzenkühlleistungen möglich, welche auch von Deckenkühlsystemen nicht übertroffen werden. Das nachfolgende Diagramm zeigt die möglichen Werte für einen Standard-Raum in Abhängigkeit vom Bodenbelag.

Kühlleistung in Abhängigkeit vom Bodenbelag



Peter Behr Beratender Ingenieur

Das Gebäude als Wärmespeicher



12

Linke Seite:

Hier wirkt die Decke als Wärmepuffer für den Raum und damit als zusätzliche Kühlfläche. Dies ermöglicht eine über 24 Stunden weitgehend konstante Kältezufuhr. Abschaltzeiten z.B. aus Tarifgründen oder wegen erforderlichen Lastabwurfs sind in der Regel für mehrere Stunden möglich bei nur geringem Temperaturanstieg im Raum.

Das System ist je nach Fb-Aufbau gut bis sehr gut individuell in jedem Raum regelbar.

Rechte Seite:

Ist die Decke aktives Kühlelement, ist diese zwar für die Kälteversorgung als Kältespeicher kalkulierbar. Die Wärmespeicherfähigkeit des Raumes wird bei voller Kühlbelastung jedoch drastisch geringer (nur noch 20...25%). Damit muss die erforderliche Kühlleistung des Raumes jederzeit bedarfsabhängig zur Verfügung gestellt werden, was gegenüber dem Fb-System zu deutlich höheren (Spitzen-) Kühlleistungen führt. Das bedeutet, eine höhere Leistung der Kältemaschine wird erforderlich incl. der gesamten Kälteversorgung.

Ein Kühlsystem mit ausschließlich thermisch aktivierten Bauteilen ist praktisch nicht regelbar, was die Betriebserfahrungen mit ausgeführten Anlagen beweisen.

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

Temperaturverlauf Bauteile und Raumluft

Das folgende Diagramm zeigt, wie sich die Bauteiltemperaturen im 24-Stunden-Verlauf bei den beispielhaft angenommenen Kühlleistungen verhalten. Dabei zeigt es sich, dass selbst bei relativ hohen spezifischen Wärmebelastungen die Grenzwerte bei Weitem nicht erreicht werden. Es stecken also noch hohe Reserven im System. Daher könnte die Raumtemperatur bei Bedarf z.B. auf einem Maximalwert von ca. 23°C gehalten werden.

Auch die als komfortrelevant angesehenen Fußbodenoberflächentemperaturen liegen weit höher als die zulässige untere Temperatur von 19°C.

Fußbodenkühlung

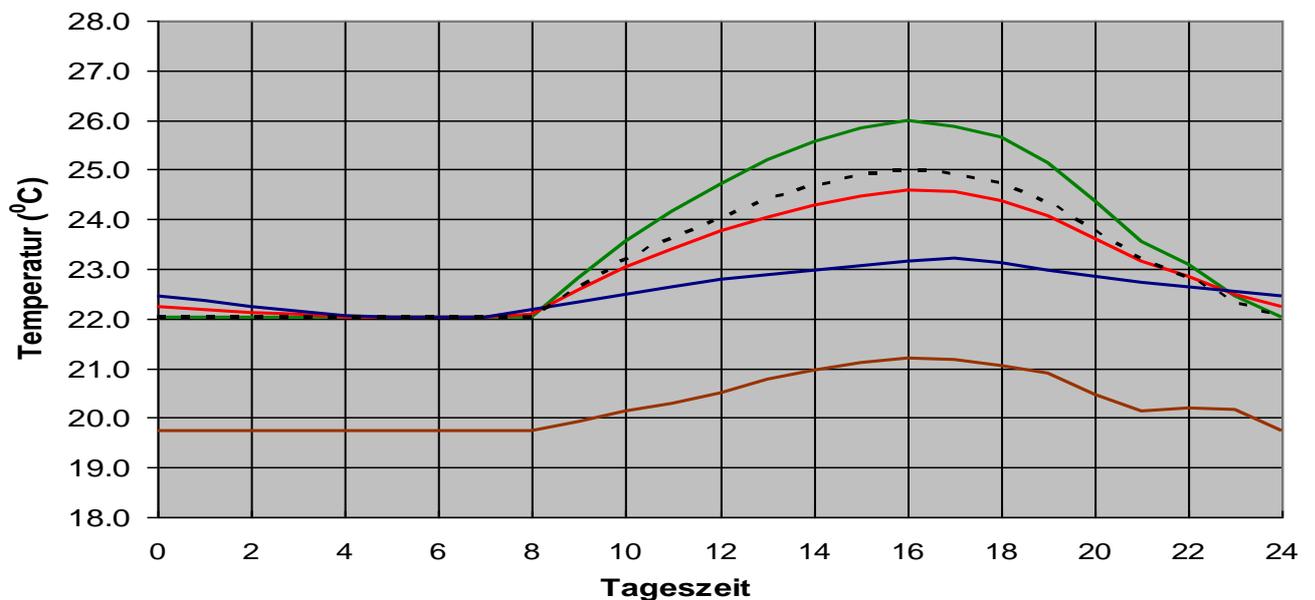
Temperaturverlauf der Bauteile (Beispiel)

Max. spez. Kühllast: 79.8 (W/m²);

Bodenbelag $R_{\lambda} = 0.075$ (m² K / W)

Bei unverkleideter Massivdecke

Temperaturverlauf im Raum



— Raumtemp. Soll — Raumtemp. operativ — Bauteiltemp. berechn. - - - Bauteiltemp. Soll — result. Fb-Temp

Messergebnisse

Einhaltung der Raumtemperatur bei Extremtemperaturen

Das Messergebnis in der heißesten Woche im Jahr 2003 zeigt, dass das System auch bei extremen Außentemperaturen die Vorgaben erfüllt. Die dazu vorgesehenen Kaltwassertemperaturen als Kühlmedium sind nur mit dem patentierten Verfahren möglich.

Die am 4.Tag gemessene höchste Raumtemperatur ist auf geöffnete Fenster zurückzuführen. Durch die Wärme speichernde Bauart des Raumes ging in der wärmsten Phase des Messtages (um 16⁰⁰) die Temperatur nach schließen der Fenster wieder auf angenehme 24 °C zurück.

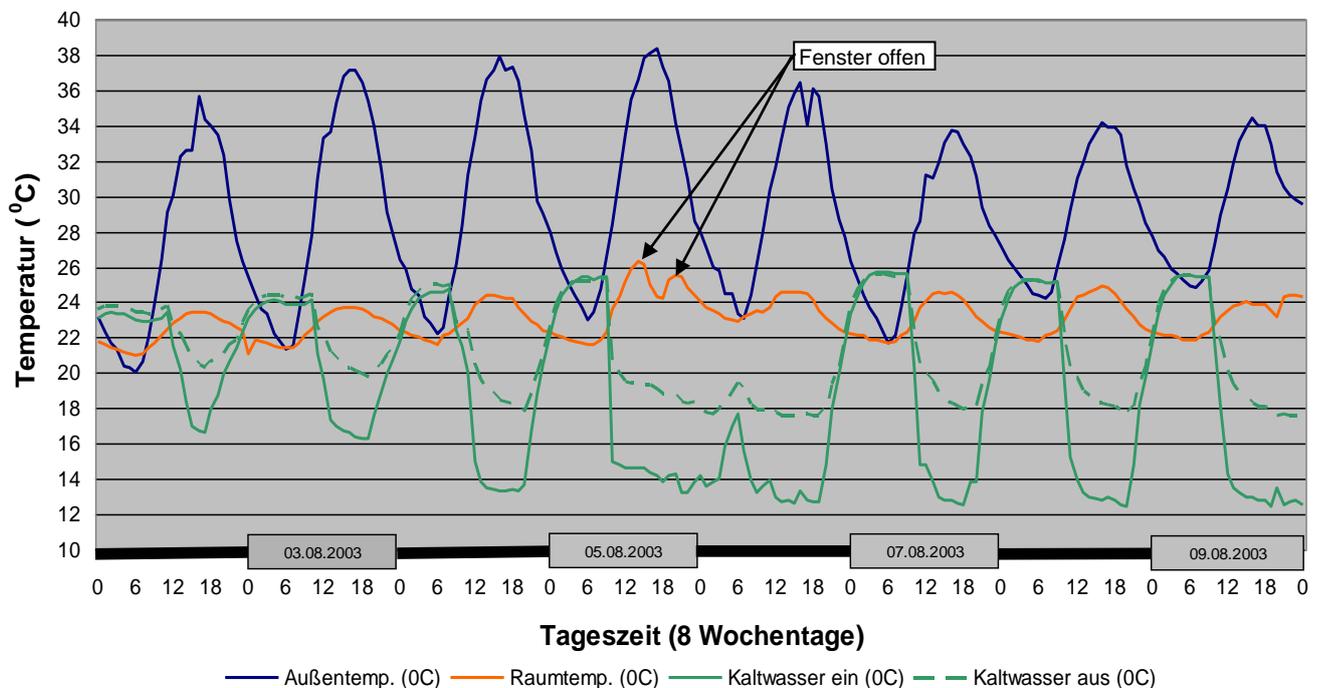
Betriebsergebnisse eines Referenzobjektes

Aufzeichnung durch SSB Stuttgarter Straßenbahnen AG, Abt. Liegenschaften vom 02.08. – 09.08.2003

Projekt: Bürger-Service-Center Stuttgart Ost

Raum: Veranstaltungssaal / Speiseraum, Bereich Arbeiterwohlfahrt (3.OG)

Verlauf der Temperaturen (heißeste Sommerwoche im Jahr 2003)



Berechnung

Das „strategische“ Berechnungsprogramm

Unser neuartiges, sehr einfach zu handhabendes Berechnungsprogramm für die Kühllast und deren Verstetigung ist für die Auslegung von Kälteerzeuger und Kühlflächen unerlässlich. Anhand der Leistungsdaten des patentierten Systems ermöglicht es eine den Gebäudeeigenschaften angepasste Auslegung der Kühlflächen. Es liefert im Ergebnis den Lastverlauf der Kälteerzeugung und die Basis der raumweisen Auslegung der Kühlflächen.

Es berücksichtigt darüber hinaus die Nutzungszeiten des Gebäudes und den Einfluss einer RLT-Anlage (Frischluftersatzanlage) mit allen Optimierungsvarianten.

Das „technische“ Berechnungsprogramm

Zur Auslegung der Heiz- und Kühlflächen – Rohrverlegeabstand, Heiz- und Kühlwassertemperaturen, Temperaturspreizung und Wassermengen steht ein ergänzendes Programm zur Verfügung. Dieses ist auf das „Strategische“ Programm abgestimmt. Es ermöglicht die Auslegung der Flächenheiz- und Kühlsysteme abgestimmt für beide Betriebsfälle.

Als zusätzliches Ergebnis wird eine überschlägige Dimensionierung der Versorgungsleitungen (Verteilleitungen) bis zum Gruppenabgang (Verteilkreis) vorgenommen.

Schlussendlich werden die für die Systeme erforderlichen Massen ermittelt.

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

Durch Berechnung gesicherte Planung

Nach Eingabe der Räume mit Bedarfswerten:

Außenluftzustände

Berechnungsmonat

RLT-Grunddaten

Gebäude – Nutzungszeiten

Verglasung und Art des Sonnenschutzes

Innere Wärmelasten – Beleuchtung/Maschinen

Gewünschte Raumtemperaturen

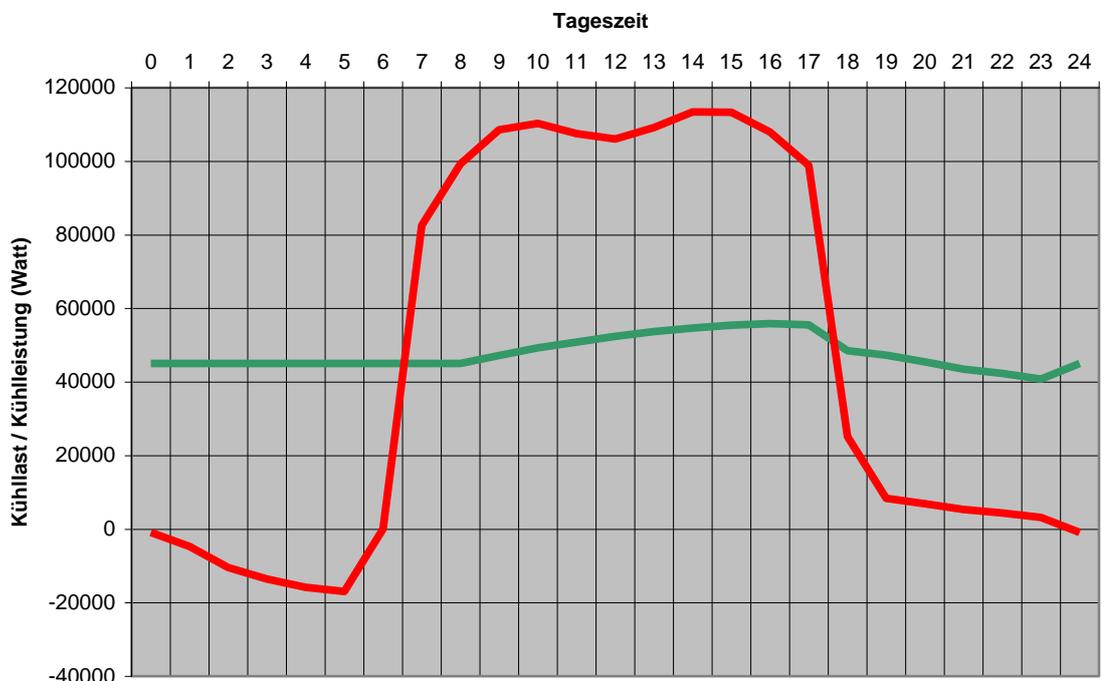
Bodenbelag (Wärmeleitwiderstand)

Flächen mit Bewertung der Speicherwirkung

Auswertung mit Lastkurve

Siehe Berechnungsprogramm „Das Strategische“

Verlauf: Σ Kühllast = Σ Kühlleistung



— Kühlleistung im Tagesverlauf

— Kühllastverlauf über 24 Stunden

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

Durch Berechnung gesicherte Planung

Eingabe aller wichtigen Daten wie:

Raum, Raumgrundfläche, Wärme- und Kühlbedarf
Heizwasser- und Kühlwassertemperaturen
Rohrdurchmesser und zulässige Druckverluste

Berechnung der:

Verlegeabstände, Heiz- und Kühlwasserdurchfluss
Randzonen und Zusatzheizkörper
Estrich- und Bodenoberflächentemperaturen
Rohrweiten der Sammel- und Anschlussleitungen
Voreinstellwerte der Drosselorgane
Detaillierter Massenauszug

Siehe Berechnungsprogramm „Das Technische“

Das Auslegungsprogramm wird den technischen Daten der Hersteller angepasst. Unterschiedliche Verlegesysteme werden berücksichtigt und eine hydraulische Berechnung durchgeführt.

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

Vorteil durch Integration von PCM's

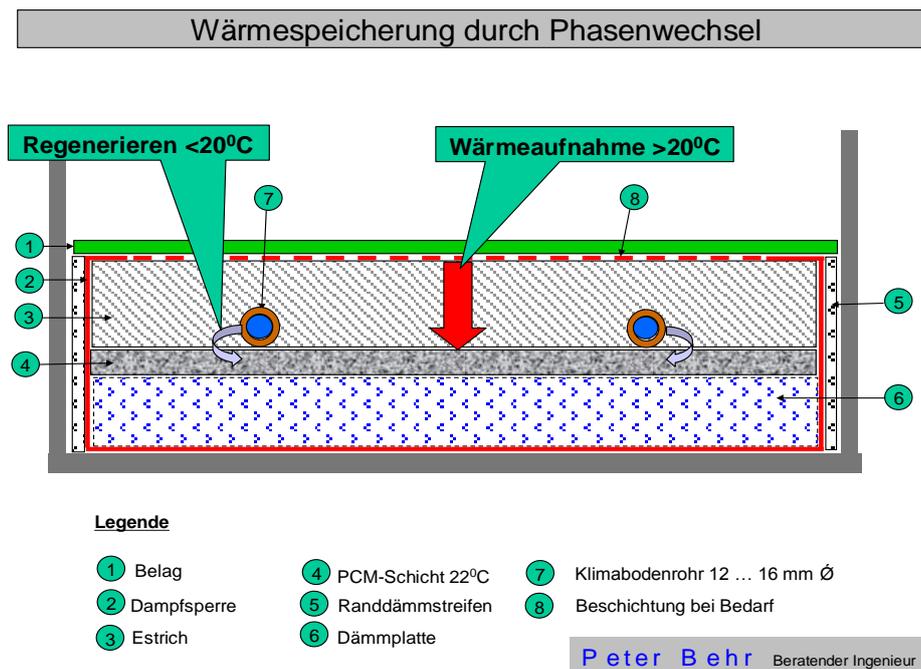
PCM's (phase change material) lassen sich in ein Fußbodenkühlsystem gemäß nachfolgender Skizze integrieren. Der Vorteil liegt darin, dass bei einer Änderung des Aggregatzustandes fest/flüssig und umgekehrt bei nahezu gleich bleibender Temperatur wesentliche Wärmemengen gespeichert bzw. abgegeben werden können. Dies ist vor allem dort hilfreich, wo Lastspitzen bei der Bodenkühlung in einem Temperaturbereich über der Phasenwechseltemperatur auftreten. Die notwendige Regenerierung wird in Schwachlastzeiten verlagert in denen vorzugsweise die Nachtkühle genutzt werden kann.

Nachteile einer wenig speichernden Bauweise lassen sich damit kompensieren. Abhängig vom Wärmeleitwiderstand des Bodenbelags übernimmt das PCM teilweise oder ganz die Kühlfunktion im Zeitraum mit erforderlichen Fußbodentemperaturen oberhalb 21...22 °C. So lange die Außentemperaturen in den Nacht- bzw. frühen Morgenstunden spürbar unter Phasenwechseltemperatur liegt kann über ein einfaches Wärmeübertragungssystem die Regenerierung erfolgen.

Die Masse des PCM's und die Phasenwechseltemperatur ist jedoch dem Einzelfall durch Berechnung anzupassen.

Neben der gezeigten Anordnung können PCM-Platten auch z.B. als Deckenverkleidung eingesetzt werden.

Fußbodenkühlung mit PCM

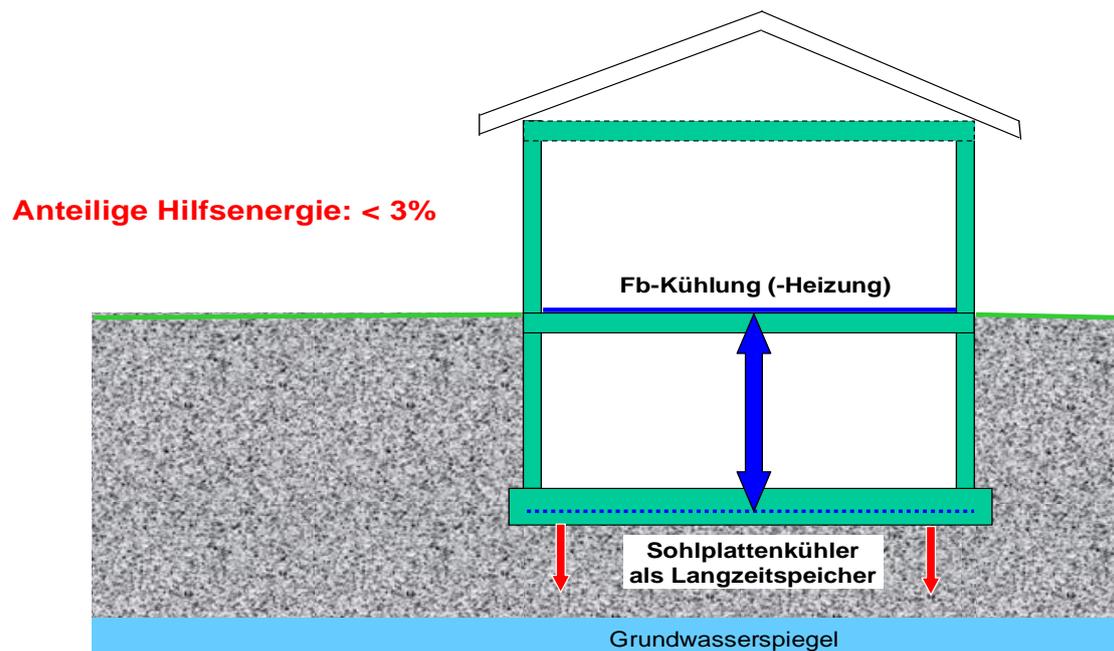


Sohlplattenkühlung

In Verbindung mit der Fußbodenheiz-/Kühlfläche lässt sich auf einfache Weise dem Erdreich unter der Bodenplatte des Untergeschosses die in den Wohnräumen anfallende Wärme zuführen. Damit lassen sich in 1-2-geschoßigen Wohnhäusern wesentliche Verbesserungen beim Abbau von Temperaturspitzen im Sommer erreichen. Nachfolgende Diagramme zeigen die Ergebnisse eines Forschungsberichtes des Ing.-Büro Prof. Dr. Hauser.

Temperaturgrenzwerte in den Räumen können allerdings nicht garantiert werden. Trotzdem kann sich die Wirkung des Verfahrens sehen lassen.

Einfache Kühlmethode für 1-2 – geschoßige Häuser. Keine garantierte Max-Temperatur



Die Effizienz des Verfahrens wird mit der Rechengröße der Übertemperaturgradstunden verdeutlicht. Die Minderung dieses Wertes, speziell in wenig Wärme speichernden Räumen, ist beachtlich

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH

Wärme, Energie, Feuchte, Schall, Tageslicht

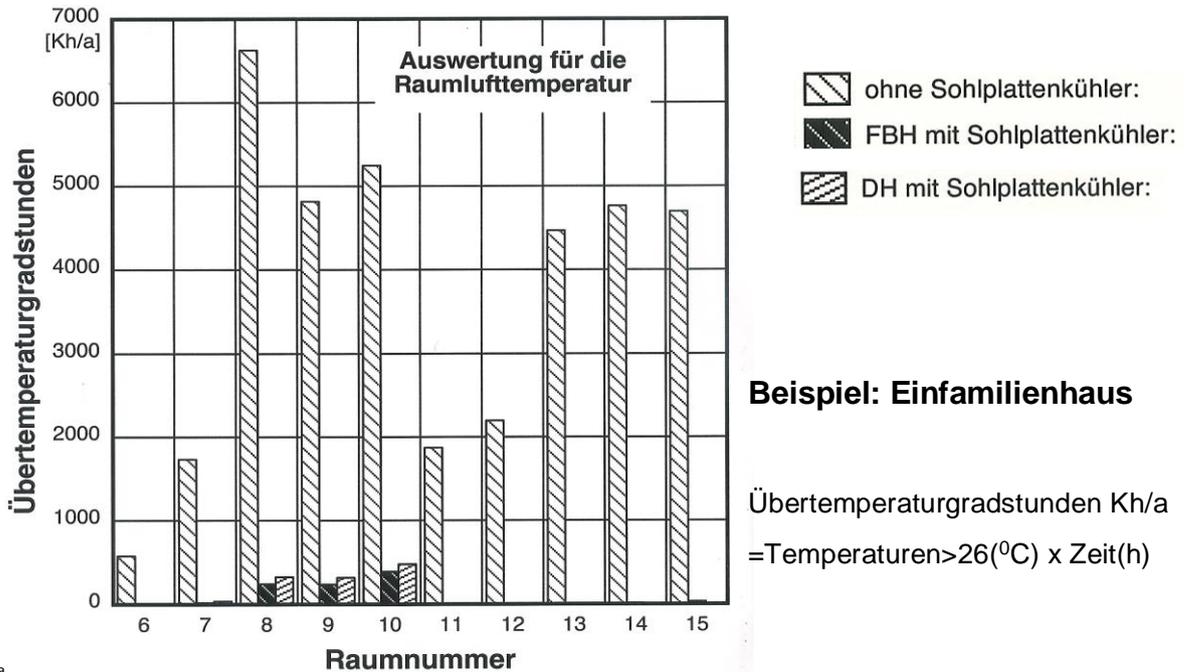
Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH · D-34225 Baunatal · Hessenbergstraße 71 · Tel.:(0561) 49 49 05 · Fax: (0561) 49 49 35

Aktenz.: IBH 296/99

Datum: 13. Feb. 2002

Seite: 59

I
B
Haus



Ha

Das nachfolgende Diagramm beweist die höhere Effizienz der Fußbodenkühlung gegenüber der Deckenkühlung.

Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH

Wärme, Energie, Feuchte, Schall, Tageslicht

Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH · D-34225 Baunatal · Hessenbergstraße 71 · Tel.:(0561) 49 49 05 · Fax: (0561) 49 49 35

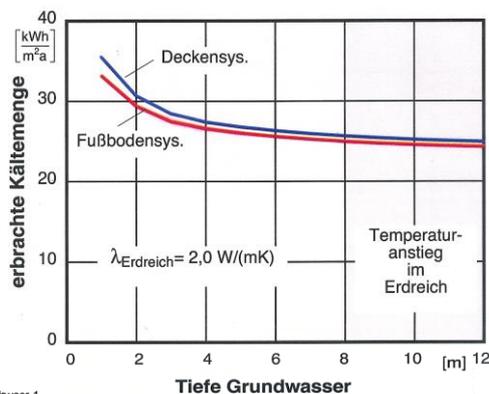
Aktenz.: IBH 296/99

Datum: 13. Feb. 2002

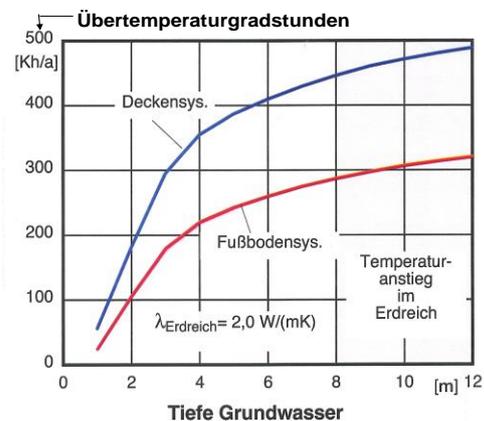
Seite: 63

I
B
Hauser

Sohlplattenkühler Einfluß der Grundwassertiefe Fußboden- und Deckensystem



Hauser 1



Sonderlösung für Zusatzheiz- oder Kühlgeräte

Bei extremen Heiz- oder Kühllasten in einzelnen Räumen lassen sich allen Flächenelementen Zusatzgeräte installieren. Dies gilt auch für den Fall eines späteren Nachrüstbedarfs.

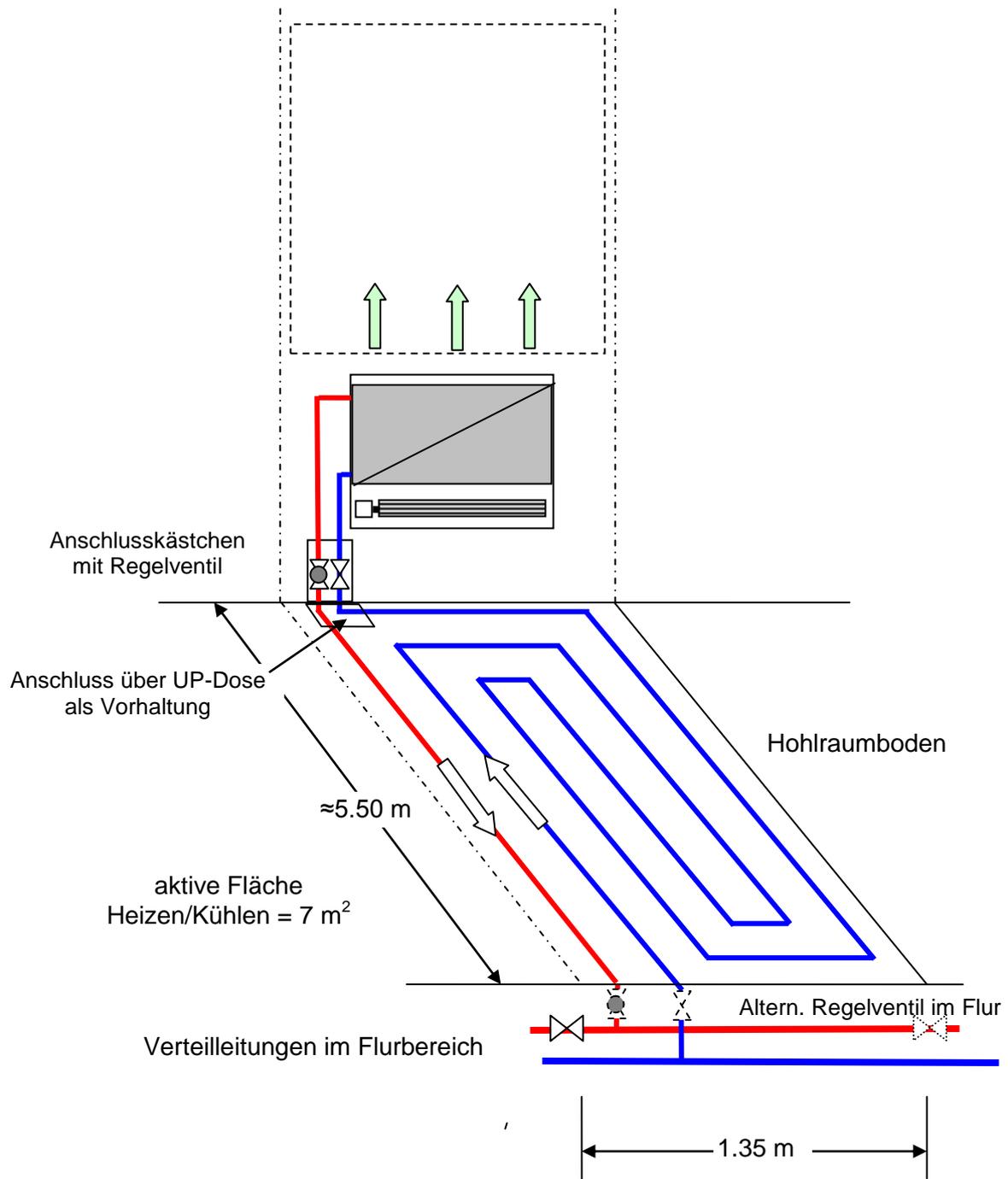
Dabei ist als Beispiel an Besprechungsräume mit hoher Belastung durch Personen oder durch Maschinen in EDV-Räumen gedacht. Auch für einen intermittierenden Betrieb in solchen Räumen wird so ein besonders wirtschaftlicher Betrieb möglich. Das Versorgungssystem lässt sich mit unwesentlichen Mehrkosten für entsprechende Nachrüstung vorbereiten. Empfehlenswert sind Heizflächenrohre mit 14...16 mm I. Weite. Für die Versorgungsleitungen ist eine Reserveleistung für die Leistungserhöhung mit dem Auftraggeber zu vereinbaren – in der Regel 15...20%.

Weitere Varianten ergeben sich in Verbindung mit Gebläsekonvektoren für die Be- und Entlüftung der Räume durch Außenluftzufuhr über die Fassade. Dies entweder als Ersatz für eine zentrale Raumluftechnische Anlage oder zur temporären Unterstützung derselben bei hohen Belastungen.

Nachfolgende Skizzen mit Angaben zu möglichen Leistungen im Heiz- oder Kühlfall sollen die Installation verdeutlichen.

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

mit Gebläsekonvektor



Mögliche Leistung (Fensterachse)

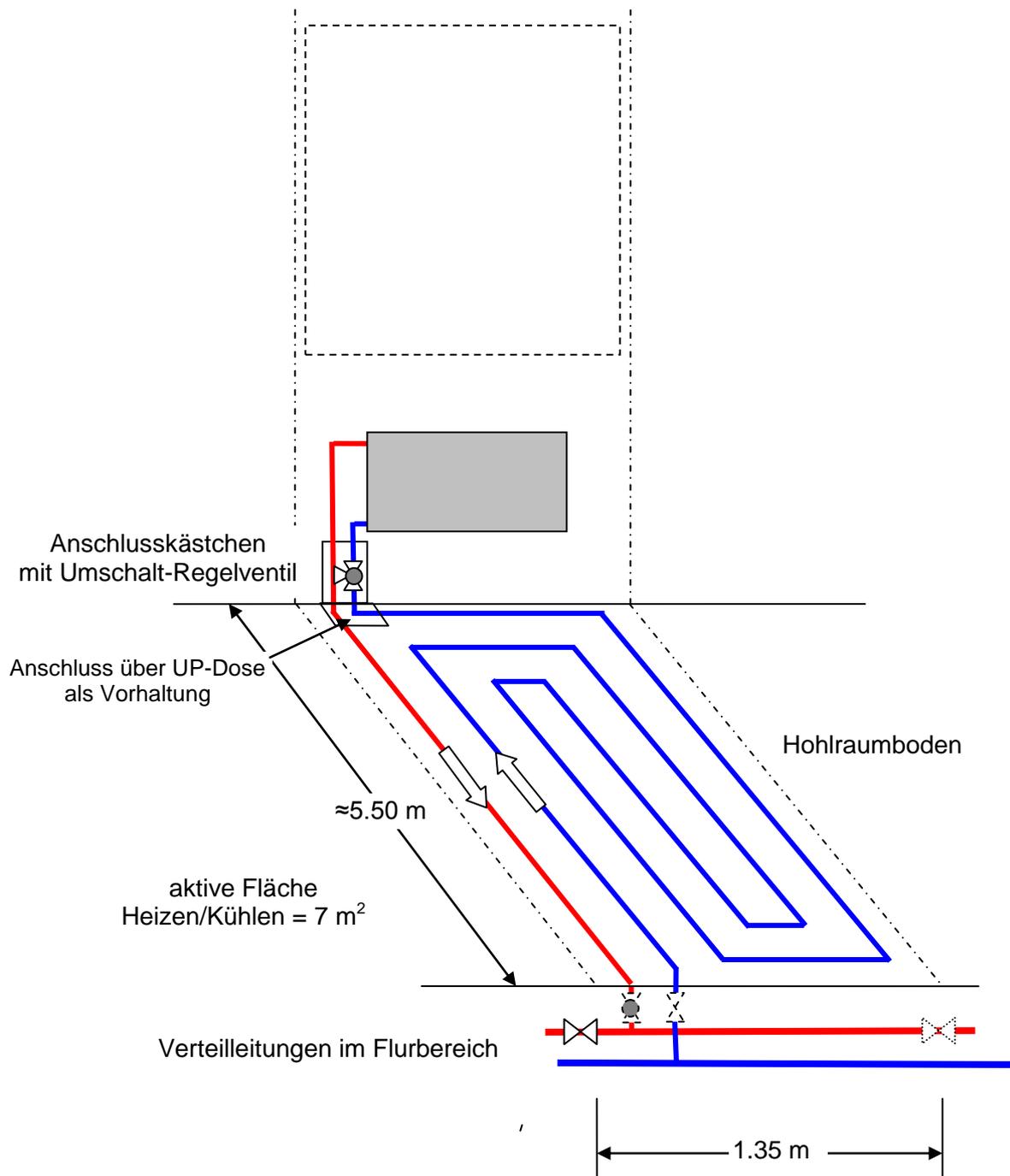
Heizen $\approx 330 \text{ W/m}^2$

Kühlen $\approx 230 \text{ W/m}^2$

Max. Kühllast $\approx 270 \text{ W/m}^2$

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

mit Zusatzheizkörper



Mögliche Leistung (Fensterachse)

Heizen ≈ 330 W/m²

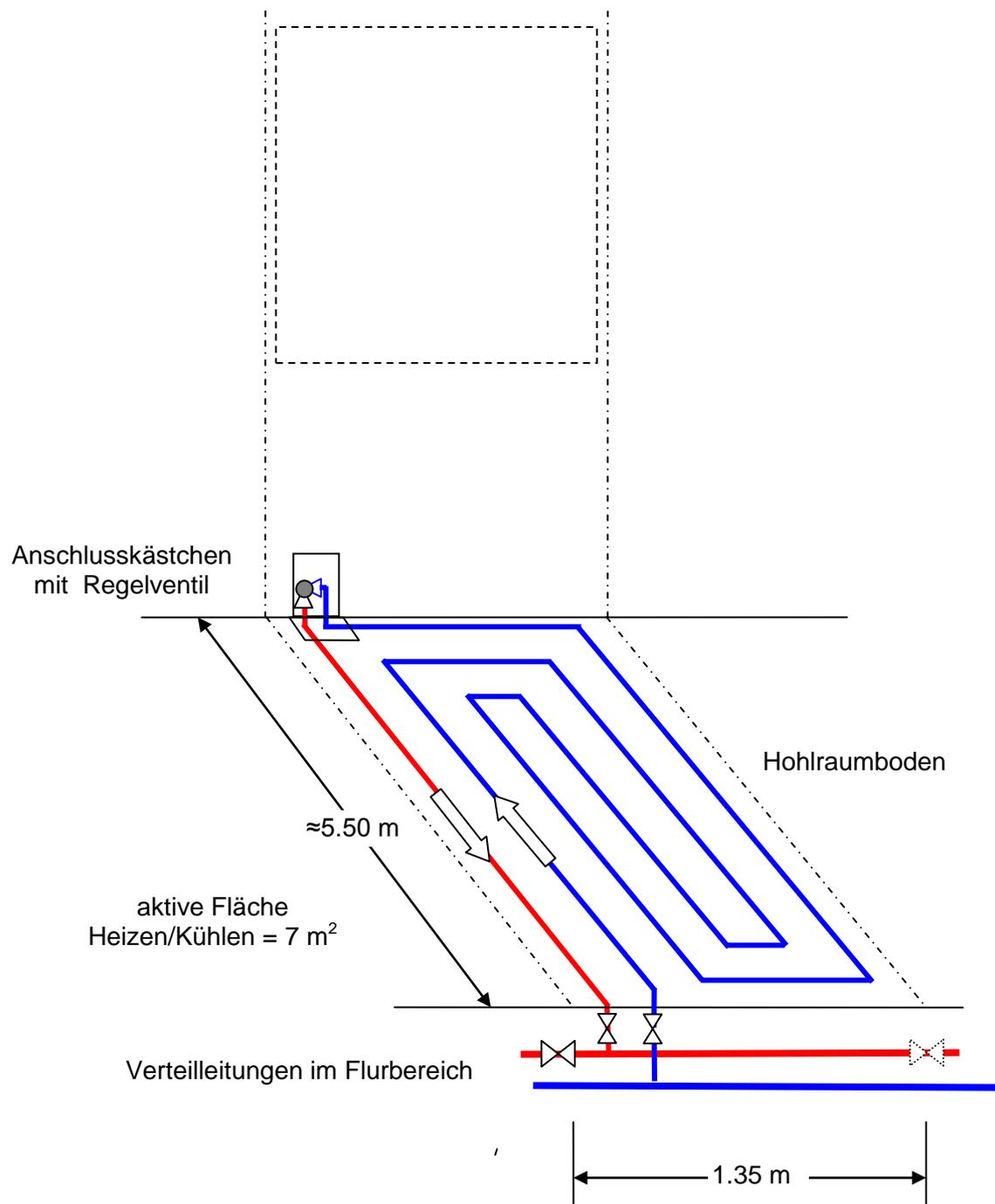
Kühlen ≈ 47 W/m²

Max. Kühllast ≈ 80 W/m²

Gebäudekühlung System Behr - mit vielen Vorteilen

mit

Regel- und Anschlußkästchen



Mögliche Leistung (Fensterachse)

Heizen $\approx 80 \text{ W/m}^2$

Kühlen $\approx 47 \text{ W/m}^2$

Max. Kühllast $\approx 80 \text{ W/m}^2$