

MERKBLATT 11 | 2021

Kühlung mit der Fussbodenheizung

Heizen im Winter und kühlen im Sommer? Mit einer Fussbodenheizung ist das möglich. Denn eine Flächenheizung kann Wärme nicht nur in die eigenen vier Wände einbringen, sie kann dem Raum im begrenzten Umfang auch Wärme entziehen. In diesem System gibt es zwei kritische Anlageteile, welche dieses Merkblatt besonders beleuchten will:

- Die Bereitstellung der Kälte in Bezug zu gesetzlichen Vorlagen und Gerätebeanspruchung.
- Die Verteilung und Abgabe der Kälte über den Boden im Zusammenhang mit der möglichen Bildung von Kondenswasser.



Warum kühlen

Grundsätzlich gilt die Regel, dass ein Wohngebäude nicht gekühlt werden muss (vgl. auch Norm SIA 180:2014). Dafür werden von den jeweiligen Planern die bautechnischen Vorgaben zur Vermeidung von Übertemperaturen umgesetzt: Mit aussenliegender und fester Verschattung wird der Wärmeeintrag im Sommer grösstmöglich reduziert, effiziente Geräte und Beleuchtung verhindern den internen Eintrag von Energie und eine möglichst hohe Speicherkapazität bricht mögliche Wärmespitzen mit der Einlagerung von Energie in der Gebäudemasse. Eine aktive Auskühlung der aufgestauten Wärme lässt sich am einfachsten über das Öffnen der Fenster während der kühleren Nacht (Nachtauskühlung) bewerkstelligen.

Ist trotzdem noch Bedarf nach einer Kühlung vorhanden, so muss dies unter Einhaltung der gültigen Gesetze und Vorgaben erfolgen. Im Wohnbau ist eine Kühlung über das Haustechniksystem eine reine Komfortangelegenheit. Aufgrund der Gewöhnung an die schon jetzt in vielen Bereichen eingesetzte Klimatisierung (z. B. im Auto, öffentlichen Verkehr oder in Geschäftshäusern) sowie des bereits messbaren Temperaturanstiegs im Zuge des Klimawandels wird die Nachfrage nach Kühlsystemen jedoch auch im Wohnungsbau immer grösser. Die Nutzung der Kühlmöglichkeit einer Fussbodenheizung-Wärmepumpen-Kombination liegt damit auf der Hand – ist aber eben auch begrenzt. Meist ist die Erweiterung der Heizfunktion der Wärmepumpe mit einer Kühlung finanziell ein kleiner Zusatzaufwand. Dieses Merkblatt will vor allem auf deren Grenzen hinweisen.

Kühlsysteme (Quelle und Umwandlung)

Kühlen mit dem Wärmeerzeuger / der Energiequelle

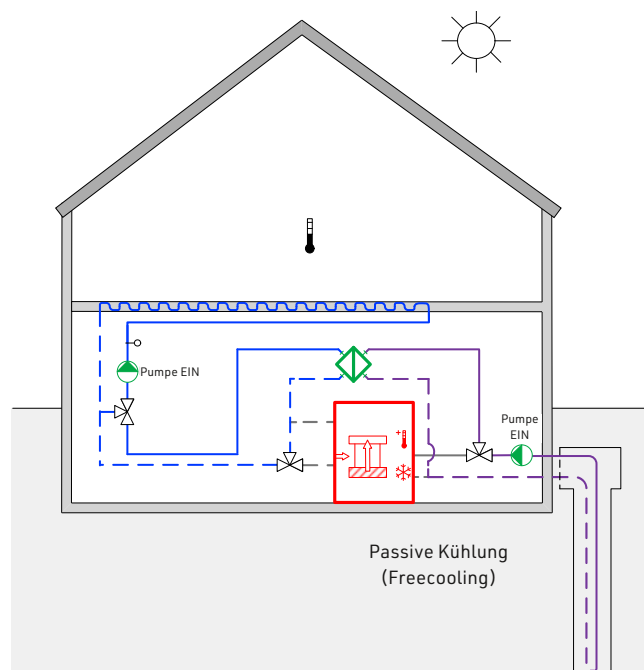
In diesem Merkblatt wird zum einen die natürliche Kühlung (Freecooling) direkt über einen Wärmetauscher beschrieben (bei Erdsonden und Grundwasser-Wärmepumpenanlagen). Zum anderen gibt es die Möglichkeit, mit einer Aussenluft-Wärmepumpe (im Umkehrmodus) über die Flächenheizung zu kühlen. Damit man letztere Variante korrekt einsetzt, sind die gültigen Energiegesetze und deren Anforderungen zu beachten. Weiter ist auch der hydraulischen Einbindung in das System grosse Beachtung zu schenken, um die Wärmepumpe nicht unnötig durch zu viele Schaltzyklen zu belasten, welche die Lebensdauer stark reduzieren.

Passive Kühlung (Freecooling)

Besonders sparsam und umweltfreundlich ist die passive oder natürliche Kühlung (Freecooling). Beim Freecooling wird die natürlich vorhandene Temperaturdifferenz ohne zusätzliche Maschine genutzt. Im Winter kann z. B. Abwärme durch einen Wärmetauscher an die Aussenluft abgegeben werden, im Sommer können Erdwärmesonden und Grund- oder Oberflächenwasser (Achtung: konzessionspflichtig) für die passive Kühlung verwendet werden. Passives Kühlen mit Erdwärmesonden wird GeoCooling genannt und ist bei Wohngebäuden mit Fussbodenheizung sehr beliebt. Dabei fliesst kaltes Heizungswasser durch die Fussbodenheizung, nimmt Energie aus dem Raum auf und erwärmt sich selbst. Das erwärmte Heizungswasser strömt zum Wärmetauscher (neben der Wärmepumpe), welcher die thermische Energie an die Sole überträgt. Diese zirkuliert zwischen Haus und Erdreich/Grundwasser und gibt die aufgenommene Wärme an das Erdreich ab.

Die Regelung der Wärmepumpe steuert Ventile und Umwälzpumpen und übernimmt auch die Überwachung und Einhaltung der Grenzwerte für die Vorlauftemperatur. Über eine eigene Kühlkennlinie erfolgt die Sollwertvorgabe für den Kühlkreis. Die Wärmepumpe (Verdichter) ist dabei nicht in Betrieb.

Die meisten Wärmepumpen mit integriertem Regelsystem beherrschen auch den Freecoolingbetrieb. Somit muss nur die Funktion «Freecooling» ausgewählt werden, um einen automatischen Betrieb der Kühlfunktion zu gewährleisten.



[ABB. 1] Passive Kühlung (Freecooling).

Dieses System hat die folgenden Vorteile:

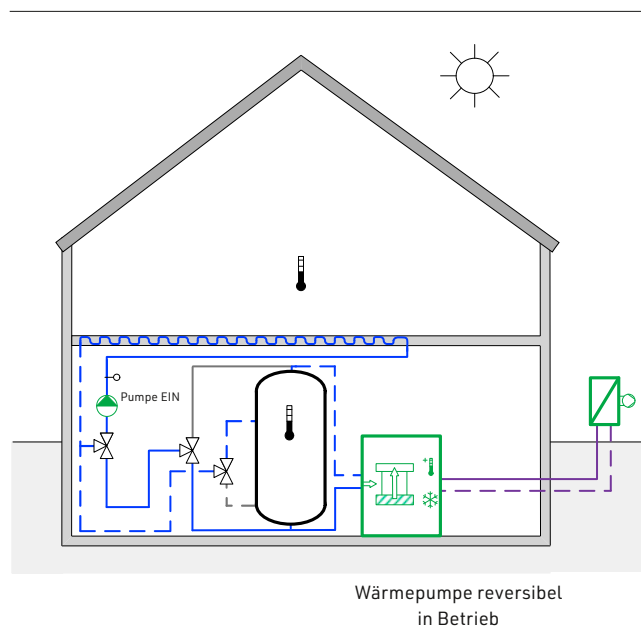
- Zum Kühlen wird fast kein Strom benötigt. Lediglich die Umwälzpumpen müssen betrieben werden.
- Es kann mit geringem (Primär-)Energieaufwand gekühlt werden. Im Vergleich zur aktiven Kühlung ist die mögliche Leistung allerdings begrenzt.
- Die dem Gebäude durch die Kühlung entzogene Energie kann beim GeoCooling wieder dem Erdreich zugeführt werden und regeneriert das Erdreich nach dem Wärmeentzug durch die Heizperiode im Winter. Dies optimiert die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe und reduziert die Heizkosten.
- Die Lebensdauer der Wärmepumpe wird nicht reduziert, da sie zum Kühlen nicht in Betrieb ist.

Dieses System (Freecooling) erfüllt alle Anforderungen der aktuellen Energiegesetze und es müssen keine speziellen Abklärungen oder zusätzlichen Baueingaben zur Wärmepumpe gemacht werden. Je nach System/Kanton muss der Wärmerückgabe z. B. ins Grundwasser beim Konzessionsgesuch deklariert werden.

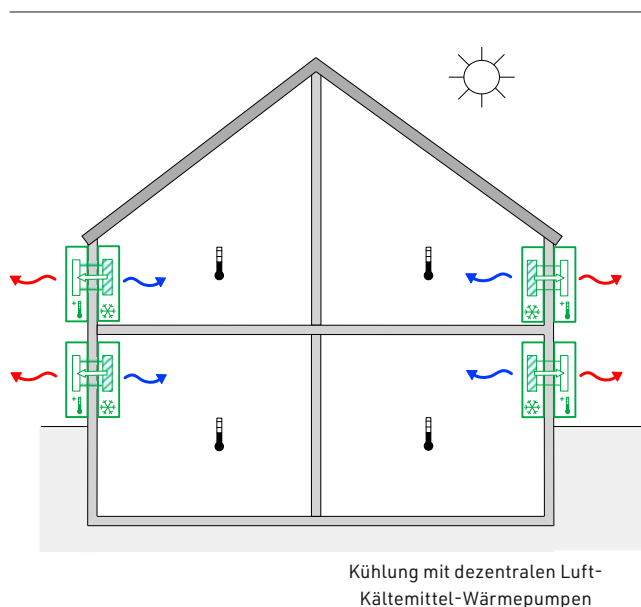
Aktive Kühlung mit der Wärmepumpe

Im Sommer bzw. wenn keine Wärme benötigt wird, kann die Luft-Wärmepumpe ihre Betriebsweise umkehren (reversibler Betrieb). Wärme wird dann aus dem Raum entzogen und an die Aussenluft abgegeben. Wärmepumpe und Umwälzpumpen sind für die Kühlung in Betrieb.

- Zum Kühlen wird viel (Primär-)Energie verbraucht.
- Die Kühlleistung ist nicht durch passive Komponenten begrenzt, jedoch weiterhin durch das Wärmeabgabesystem.
- Die Lebensdauer der Wärmepumpe wird durch die längeren Betriebszeiten reduziert. Da die Kühlleistung meist betriebsintensiver ist als die Heizleistung, taktet die Wärmepumpe sehr stark (auch Invertermaschinen) – die Lebensdauer wird dadurch teilweise signifikant verkürzt. Dies kann mit einem Speicher, der als Kältespeicher entsprechend gebaut, gedämmt und hydraulisch in das Heizungsnetz eingebunden ist, vermindert werden.
- Die Abwärmenutzung (z. B für Warmwassererwärmung) kann bei grösseren Anlagen gemäss den kantonalen Energiegesetzen vorgeschrieben sein.



[ABB. 2] Aktive Kühlung mit der zentralen Aussenluft-Wärmepumpe.



[ABB. 3] Kühlung mit dezentralen Luft-Kältemittel-Wärmepumpen (Split-Klima-Anlage).

Damit ein aktives Kühlsystem die gesetzlichen Anforderungen erfüllt, sind die Punkte gemäss **[ABB. 4]** einzuhalten und im Baugesuch auszuweisen.

Es ist zu beachten, dass auch mobile, nicht fest installierte Kühlgeräte als aktive Kühlung gelten. Auch wenn kein Baugesuch eingegeben werden muss.

Neubau

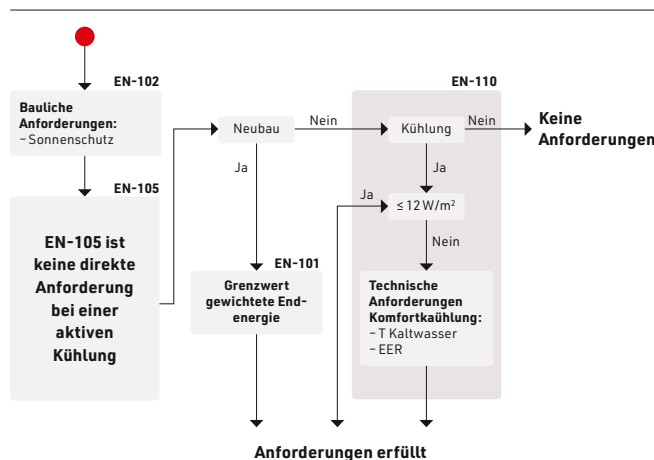
- Einhaltung der Rahmenbedingungen an das Gebäude gemäss **[ABB. 5]** Vollzugshilfe EN-102 «Wärmeschutz von Gebäuden» (Basis Normen SIA 180 und 382/1:2014).
- Einhaltung des Grenzwertes an die gewichtete Energie pro Jahr mit der gesamtheitlichen Berücksichtigung von Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klimatisierung. Berechnung des Wertes mit dem Tool EN-101b «Rechnerische Lösung» der Energiedirektorenkonferenz (EnDK).
- Die Kühlung muss unter 26,0°C Raumlufttemperatur regeltechnisch abgeriegelt werden.

Sanierung, Instandstellung

- Auch bei der Sanierung gelten die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz (siehe Neubau).
- Ebenfalls wird auch in der Sanierung eine Automatisierung des Sonnenschutzes gefordert. (Ausnahmen in einzelnen Kantonen bei einer Kühlung nur eines einzelnen Raumes)
- Wird der elektrische Leistungsbedarf für die Medienförderung (Luft- und Wasserförderung) und die Medienaufbereitung von 12 W/m² überschritten, so müssen die energetischen Anforderungen der Kälteerzeugung (Norm SIA 382/1:2014) eingehalten werden, was bei aktiven Systemen daher fast immer notwendig wird.
- Betrieblich muss auch hier die Kühlung unter 26,0°C Raumlufttemperatur verriegelt werden.

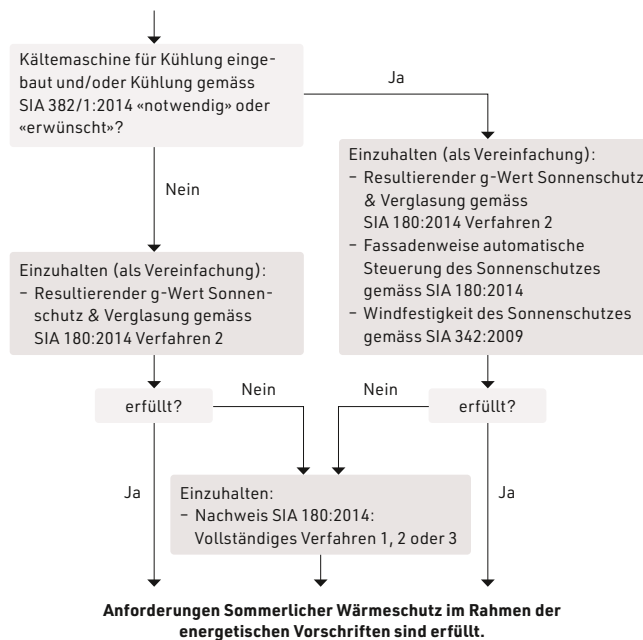
Weiter sind bei Aussenluft-Einheiten die umweltrechtlichen Anforderungen (Lärmschutz) einzuhalten. Hier gilt es jeweils neben der Erfüllung des Grenzwertes auch der lärmrechtlichen Vorsorgepflicht Rechnung zu tragen (Berechnung durch Akustiker oder z. B. Cercle Bruit). Für die Einhaltung der Lärmschutzverordnung sind grundsätzlich die Kantone zuständig.

Andere Nachweise, mit denen ein den Vorschriften entsprechender Energiebedarf ausgewiesen werden kann, sind zulässig, jedoch immer mit der zuständigen Behörde im Voraus abzustimmen: Dazu gehören Gebäudesimulationen, Energie- und Abwärmenutzungskonzepte sowie die Nachweise der Minergie-Standards.



[ABB. 4] Zusammenstellung der Anforderungen (bei Kantonen mit Energiegesetzen auf der Basis MuKE n 2014, vorbehaltlich kantonaler Zusatzbedingungen) an den sommerlichen Wärmeschutz (Anforderungen Lüftung nur Bestandteil, wenn eine Lüftungsanlage im Gebäude vorhanden). (Quelle: Kanton Aargau, Merkblatt «Kühlung in Wohnbauten»)

Sommerlicher Wärmeschutz der energetischen Vorschriften



[ABB. 5] Bauliche Anforderungen. (Quelle: Vollzugshilfe EN-102, EnDK)

Fazit

Mit dem aktuellen Stand der Technik ist die Investition in eine aktive Kühlung im Wohnbau tief. Zusatzkosten und Aufwand für ein aktives System sind aber nicht zu unterschätzen, denn die gesetzlichen Vorgaben sind einzuhalten. Systeme dürfen die Lebensdauer der Anlage nicht ungewollt reduzieren und müssen entsprechend geplant werden (u. a. durch Einbindung eines Kältespeichers).

Wenn irgendwie möglich, soll ein passives System zur Kühlung genutzt werden.

Fussbodenheizung

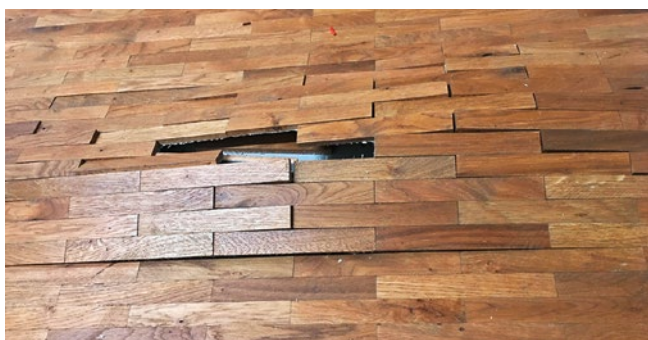
Funktion – Heizen und Kühlen mit einem System

Eine Fussbodenheizung besteht aus Heizungsrohren, die sich im Fussbodenaufbau befinden. Strömt warmes Heizungswasser hindurch, übertragen sie die transportierte Wärme zunächst an den Boden und anschliessend an die Räume. Diese Strahlungswärme empfinden viele Bewohner als besonders angenehm. Aber auch das Kühlen ist mit der Flächenheizung möglich. Dazu strömt kaltes Wasser durch die Leitungen im Fussboden. Dieses nimmt über den Bodenaufbau thermische Energie aus dem Raum auf, erwärmt sich selbst und senkt damit die Innentemperatur an heissen Sommertagen.

Die Wärmeabgabe wie auch die Wärmeaufnahme sind hauptsächlich durch die geringen Temperaturunterschiede zwischen dem Heizungswasser und der Raumtemperatur leistungsmässig begrenzt. Vor allem auf der Seite der Kühlung ergibt sich durch die Kondensation der Raumluft an kalten Oberflächen eine zwingend einzuhaltende minimale Wasservorlauftemperatur in Abhängigkeit vom Taupunkt.

Kondensat-Problematiken (an Leitungen und auf/im Boden)

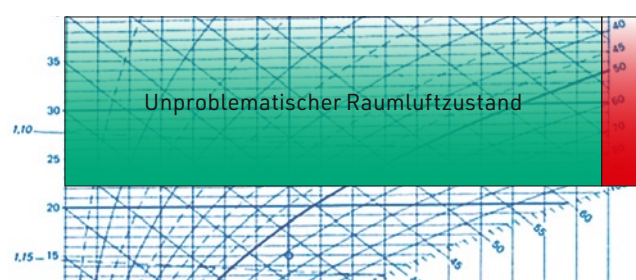
Bei der Kühlung über die Fussbodenfläche ist es zwingend, dass eine Unterschreitung des Taupunkts der Raumluft vermieden wird, da es sonst zu Auskondensation von Wasser auf der Kühlfläche kommen könnte. Zur Vermeidung von Kondensatbildung auf der Kühlfläche wird ein Raumtemperatur- und Raumfeuchtefühler eingesetzt, der an den Wärmepumpenregler angeschlossen ist. So kann vom Regler die minimal zulässige Kaltwassertemperatur berechnet werden. Hier soll die Vorlauftemperatur mindestens 3 Kelvin – für Werkstoffe mit hygroskopischen Eigenschaften wie Holzparkettböden 4–5 Kelvin – über der Taupunkttemperatur liegen. Eine Entfeuchtung der Raumluft ist bei der Verwendung von Kühlflächen nicht möglich. Es muss auch unbedingt berücksichtigt werden, dass unter bestimmten, selten auftretenden Bedingungen (z. B. Regenperiode im Sommer) die Kühlleistung begrenzt werden muss (Gefahr der Taupunktunterschreitung).



[ABB. 6] Schadenbild durch Kondensat bei zu tief eingestellter Vorlauftemperatur. (Quelle: EnerHaus Engineering GmbH)

Sollte das Kühlsystem keinen Taupunkt berechnen können, soll beim Regler eine nach Aussentemperatur steigende Kühlkurve mit einem Fusspunkt von 19°C eingestellt werden. Ist dies auch nicht möglich, so ist ein minimaler Fixwert für den Vorlauf der Kühlung vorzugeben. Die Erfahrung zeigt, dass eine Vorlauftemperatur über 20°C während der meisten Zeit eine vernünftige Grösse darstellt (Oberflächentemperatur um 22°C).

Zur Vorlaufüberwachung wird analog zur Heizperiode ein Sicherheitsthermostat empfohlen, welcher die Umwälzpumpe beim Unterschreiten von 17°C konsequent abstellt.



[ABB. 7] Lufttemperaturbereich, welcher mit einer Oberflächentemperatur von 22°C unkritisch in Bezug auf den Anfall von Kondensat ist.

Um ein Kondensieren der Steig- und Verteilungen sowie der Leitungen von Erzeuger und Verteiler zu verhindern, werden diffusionsdichte Dämmungen von mindestens 19 mm Stärke empfohlen (siehe auch suissetec, Merkblatt «Technische Dämmung in der Gebäudetechnik»). Ist eine Kühlung in naher Zukunft denkbar, sollen die Dämmungen ebenfalls von Beginn an diffusionsdicht ausgeführt werden.

Leider ist im Sanierungsfall eine nachträgliche umfassende Leitungsdämmung nur sehr schwer umsetzbar.

Leistungen – Die Leistung zum Heizen und Kühlen ist begrenzt

Geht es um den Heizfall, sind es vor allem die maximal zulässigen Oberflächentemperaturen (Behaglichkeit und zulässige Temperaturen des Estrichs und des Bodenaufbaus), die die Leistung begrenzen. Auch im Kühlfall ist die Leistung der Heiz- bzw. Kühlflächen durch die Oberflächentemperaturen begrenzt. Dieser Umstand beeinflusst die Behaglichkeit und bietet auch einen Schutz vor Kondensation. Denn sinkt die Temperatur des Bodens sehr stark ab, wird sich Wasser aus der Luft an diesem absetzen.

Verwendet man eine Fussbodenheizung/-kühlung zur Wärmeabfuhr aus dem Raum, so kann eine Kühlleistung von etwa $7 \text{ W/m}^2\text{K}$ übertragen werden (gegenüber $11 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei Deckenkühlung). So ergibt sich beispielsweise bei einer Fussbodentemperatur von 22°C und einer Raumtemperatur von 26°C eine Kühlleistung von ca. $25 - 28 \text{ W/m}^2$. Aufgrund der verhältnismässig hohen Fussbodentemperatur im Kühlbetrieb wird die thermische Behaglichkeit («kalte Füsse») nicht beeinträchtigt.

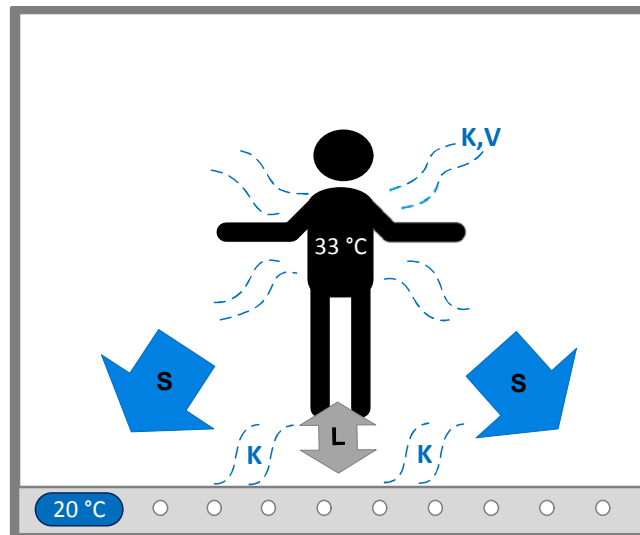
Die grossen Vorteile gegenüber einer Kühlung mit Gebläsekonvektoren: Die Kühlung über die Fussbodenfläche ist völlig zugfrei und geräuscharm. Darüber hinaus ergibt sich der architektonische Vorteil einer freien Raumgestaltung

Die Leistung, die eine Fussbodenheizung in Form einer Wärmeabgabe (heizen) oder Wärmeaufnahme (kühlen) erzielen kann, setzt sich aus drei Komponenten zusammen.

Die Fussbodenheizung ist ein Wärmeabgabesystem mit überwiegendem Wärmestrahlungsanteil «S». Der Anteil der Wärmestrahlung beträgt ca. 60 – 95 %. Dies bedeutet, dass die Abgabe über die Luft, Konvektion bzw. die Wärmeleitung eine untergeordnete Rolle spielen.

Wird mit der Fussbodenheizung gekühlt, reduziert sich die Kühlleistung fast gänzlich auf den Strahlungsanteil. Sie ist abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen dem Fussboden, den anderen Oberflächen (Wände, Möbel, Mensch etc.) und der Raumlufttemperatur. Je nach Differenz bewegt sich die Kühlleistung zwischen 5 und 50 W/m^2 . Die Kühlung des Wohnbereichs spielt sich in der Regel zwischen $10 - 30 \text{ W/m}^2$ ab (abhängig von den vorher genannten Faktoren). Erfahrungsgemäss kann damit unter Einhaltung der oben erwähnten Randbedingungen eine Raumtemperaturabsenkung von 3 bis maximal 4 Kelvin erreicht werden.

In schwülwarmen Klimata (z. B. Tessin im Sommer) kann jedoch eine Kühlung über die Fussbodenheizung auch zu einer Verschlechterung der Behaglichkeit führen, wenn die Raumlufttemperatur ohne Entfeuchtung gesenkt wird und sich damit eine sehr hohe relative Raumluftfeuchte einstellt. Je nach Taupunktregelung wird die Kühlung dabei schon frühzeitig zum Schutze vor Kondensat abgestellt. Hier sind dann weitere Abklärungen und gegebenenfalls andere Kühlkonzepte anzustreben (z. B. mit einer Entfeuchtung über die Lüftung).



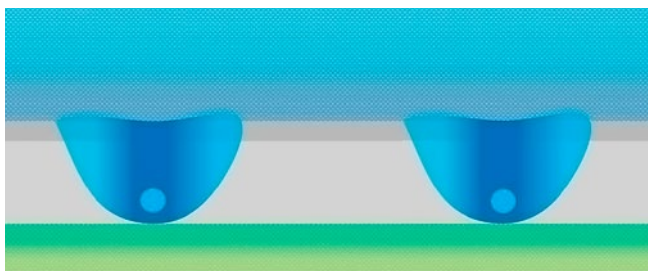
- K, V Konvektion und Verdunstung am Körper
- S Strahlungswärme
- L Wärmeleitung über Füsse
- K Konvektion am Boden

[ABB. 8] Aufteilung der Wärmeabgabe von der Person auf den Boden.

Regulierungsstrategien/Optimierungen Wärmeverteilung

Will man mit der Fussbodenheizung mit hohem Komfort kühlen, so sollte dies vorausschauend erfolgen. Die Kühlung sollte nicht erst aktiviert werden, wenn es im Gebäude zu warm ist. Idealerweise sollte ein Aufheizen des Gebäudes von vornherein verhindert werden. Moderne Regulierungen lösen diese Aufgabe, indem einer Erwärmung des Gebäudes schon frühzeitig entgegengewirkt wird. Jedes Watt an überschüssiger Energie wird laufend abgeführt. Meist auch hier – analog der Heizung – mit einer gemittelten Aussentemperatur, welche beim Überschreiten der Kühlgrenze die Kühlung aktiviert. Heiz- und Kühlgrenze sollten aber mit ausreichendem Abstand gewählt werden – mindestens 4 Kelvin, gemittelt über 24 Stunden – damit nicht nur die Masse des Estrichs (Unterlagsboden) thermisch bewirtschaftet wird.

Eine nicht gleichmässige Kälteverteilung über die Bodenfläche wird vom Nutzer im Kühlfall noch schneller bemerkt als im Heizfall. Aus diesem Grund empfehlen sich eine Verlegung mit «Schnecken», eher kleine Abstände (15 cm) oder die Verwendung von Wärmeleitblechen. Diese Massnahmen müssen dann auch wieder bei der Dimensionierung der Wärmeabgabe berücksichtigt werden.



[ABB. 9] Darstellung des Kälteflusses im Estrich (Unterlagsboden).

Bei Neubauten sind die Raumthermostaten mit Umschaltfunktion Heizen/Kühlen auszurüsten. Bei Bestandesbauten müssten die Thermostate ohne entsprechende Nachrüstung auf den Maximalwert eingestellt sein, damit diese bei sommerlichen Temperaturen (Raumtemperaturen über 23/24°C) die Ventile nicht schliessen und so eine Kühlung ermöglicht wird. Erfahrungsgemäss ist jedoch eine entsprechend gute Nutzerinformation schwierig, Reklamationen zum Heizbeginn und Kühlbeginn sehr wahrscheinlich und darum von einer manuellen Umschaltung Heizen/Kühlen abzuraten. In Nasszellen sollte keine Kühlung erfolgen.

Kühlen mit der Fussbodenheizung – daran denke ich:

- Grundsätzlich muss ein Wohngebäude nicht gekühlt werden: Nachtauskühlung über die Fenster, Verschattungen, Gebäudemasse helfen.
- Eine passive Kühlung ist einer aktiven Kühlung vorzuziehen.
- Für eine aktive Kühlung mit einer Wärmepumpe / einem Splitgerät braucht es eine Baueingabe bzw. -bewilligung.
- Bei einer aktiven Kühlung mit einer Wärmepumpe müssen auch zusätzlich benötigte Komponenten wie Speicher, Ventile etc. berücksichtigt werden.
- Einzelraumregulierung: Raumthermostate mit Umschaltfunktion Heizen/Kühlen erforderlich.
- Verschiedene gesetzliche Vorgaben sind beim Einsatz einer aktiven Kühlung einzuhalten (egal ob Neubau oder Sanierung).
- Unterschreitung des Taupunkts muss vermieden werden*
 - Taupunktregelung (> 4 – 5 Kelvin)
 - Kühlkurve mit Fusspunkt 19°C
 - Fixe Vorlauftemperatur $\geq 20^\circ\text{C}$
- Diffusionsdichte Dämmung für Verteil- und Steigleitungen muss mindestens 19 mm betragen (siehe suissetec, Merkblatt «Technische Dämmung in der Gebäudetechnik»).

* Eine Unterschreitung der vorgeschlagenen Vorlauftemperaturen kann je nach Bodenbelag und entsprechender Absprache mit beteiligten Lieferanten, Unternehmern und der Bauherrschaft umgesetzt werden. Eine schriftliche Planungsvereinbarung wird dringend empfohlen.

Weitere Informationen

- Energiedirektorenkonferenz (ENDK), Vollzugshilfe EN-101
- «Deckung des Wärmebedarfs von Neubauten»
(www.endk.ch)
- Energiedirektorenkonferenz (ENDK), Vollzugshilfe
«Wärmeschutz von Gebäuden zu SIA 380/1:2016»
(www.endk.ch)
- Energiedirektorenkonferenz (ENDK), Vollzugshilfe EN-105
«Lüftungstechnische Anlagen»
(www.endk.ch)
- Kanton Aargau, Merkblatt «Kühlung in Wohnbauten»
(www.ag.ch/de/bvu/energie/bauen_energie/bauen_energie.jsp)
- EnergieSchweiz, Empfehlung «GeoCooling Einstellungen
bei Erdwärmesonden-Wärmepumpen-Anlagen in Wohnbauten
mit Fussbodenheizung»
(www.energieschweiz.ch)
- suissetec, Merkblatt «Technische Dämmung in der Gebäudetechnik»
- SIA, Norm 180:2014 «Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima
in Gebäuden»

Auskünfte

Für Fragen oder weitere Informationen steht Ihnen der Fachbereichsleiter
Heizung von suissetec gerne zur Verfügung: +41 43 244 73 33,
info@suissetec.ch

Autoren

Dieses Merkblatt wurde durch die technische Kommission Heizung von
suissetec erstellt.

Folgende Organisationen waren bei der Erarbeitung beteiligt

DIE PLANER – SWKI

DIE PLANER.
NETZWERK FÜR ENERGIE, UMWELT UND GEBÄUDETECHNIK

SVK Schweizerischer Verband
für Kältetechnik



GKS GebäudeKlima Schweiz



FWS Fachvereinigung
Wärmepumpen Schweiz



Dieses Merkblatt wurde überreicht durch: