BDH
Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie

Informationsblatt Nr. 79

Dezember 2022

Flächenheizung/-kühlung in Hallen

Die Klimaziele der EU und in Deutschland sehen vor, dass Gebäude bis spätestens 2050 klimaneutral sein sollen. Dementsprechend müssen auch Nicht-Wohngebäude, wozu Hallen zählen, zum einen die Energieeffizienz und zum anderen den Einsatz Erneuerbarer Energien steigern. Zur Realisierung dieser Ziele ist eine optimierte Strategie für die Planung und Ausführung von Hallengebäuden zur Erfüllung der benötigten Funktionen (Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwassererwärmung und Beleuchtung) und des gewünschten Nutzens (z.B. Produktion/Fertigung, Lagerung, Sport oder Misch-Nutzung) notwendig. Dies gilt sowohl für Neubauten als auch für den Bestand.

Die Kosten für die Integration Erneuerbarer Energien bei Nicht-Wohngebäuden wie z. B. Gewerberäumen werden zur Hälfte zwischen Mieter und Vermieter aufgeteilt. Im Gebäudebereich soll der CO_2-Preis Vermieter motivieren, energetische Sanierungen ihrer Gebäude voranzutreiben und Mieter dazu, sparsam mit Energie umzugehen. Vor dem Hintergrund der stärkeren Nutzung von Erneuerbaren Energien auch im Nicht-Wohngebäudebereich, sollte zum einen eine optimierte Planung mit dem Ziel den Einsatz erneuerbarer Energien zu maximieren durchgeführt werden. Zum anderen sollte die Energieeffizienz der im Nicht-Wohngebäude eingesetzten technischen Anlagen optimiert werden. Die entsprechenden Berechnungen zur Energieeffizienz werden auf Basis der Normenreihe DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung“ durchgeführt. Ein die genannten Zielsetzungen unterstützendes Wärmeübergabesystem ist die Flächenheizung/-kühlung.

Bei der Berechnung der Fußbodenheizung/-kühlung in Nicht-Wohngebäuden kann die Ausführung der Wärmedämmung erdreichberührender Hallenbodenplatten einen wesentlichen Einfluss auf die Wärmeverluste haben. Dabei wird empfohlen im Rahmen von Energiebedarfsberechnungen nach DIN V 18599 für Hallen mit Fußbodenheizungen – einschließlich deren Wärmedämmung – in der Wärmebilanz des Gebäudes nach Teil 2 den Wärmeverlustkoeffizienten als stationären Wärmetransferkoeffizienten nach DIN EN ISO 13370 „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Wärmetransfer über das Erdreich – Berechnungsverfahren“ zu berechnen. In einer Studie des ITG Dresden [1] wurde nachgewiesen, dass diese detaillierte Berechnung einen um bis zu 30% geringeren Endenergiebedarf gegenüber der vereinfachten Berechnung mit Korrekturfaktoren ergibt und somit eine Überschätzung der Wärmeverluste über das Erdreich vermieden werden kann.

Neben den energetischen Anforderungen ist die Wirtschaftlichkeit ein weiterer entscheidender Faktor. Die Investitions- und Betriebskosten bestimmen die Wirtschaftlichkeit, wobei der Faktor Heizung besonders stark ins Gewicht fällt. Das einmal installierte Heizsystem einer Halle soll möglichst flexibel sein, damit es an betriebliche oder technologische Nutzungsänderungen angepasst werden kann. Außerdem sind die typischen Nutzungsbedingungen, z.B. Schicht-Betrieb, bei dem die Halle nur zeitweise genutzt wird, oder nur Teil-Bereiche beheizt werden müssen oder schnelle Lastwechsel (Toröffnungen, Materialtransporte, innere Wärmequellen) bei der Planung zu berücksichtigen.

In diesem Informationsblatt werden die Grundlagen für die Planung einer Fußbodenheizung/-kühlung in Hallengebäuden beschrieben.

1 Einleitung

Die Grundlagen für die Planung von Nicht-Wohngebäuden, inklusive Hallen, liefert das Gebäudeenergiegesetz (GEG). Das GEG ist nicht auf Betriebsgebäude anzuwenden, welche nach ihrem Verwendungszweck großflächig und lang anhaltend offen gehalten werden müssen.

Wer ein Gebäude nach GEG errichtet, hat dieses als Niedrigstenergiegebäude zu errichten. Dabei ist das Gebäude so zu errichten, dass der Gesamtenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und auch für eingebaute Beleuchtung, den jeweiligen Höchstwert nach GEG nicht überschreitet. Für das zu errichtende Nicht-Wohngebäude und das Referenzgebäude ist der Jahres-Primärenergiebedarf nach DIN V 18599 zu ermitteln.

BVF
Bundesverband Flächenheizungen
und Flächenkühlungen e.V.

Bundesverband Flächenheizung
und Flächenkühlung e.V.
Wandweg 1
44149 Dortmund
Tel.: +49 231 618121-30
Fax: +49 231 618121-32
E-Mail: info@flaechenheizung.de
Internet: www.flaechenheizung.de

Bundesverband der
Deutschen Heizungsindustrie e.V.
Frankfurter Straße 720–726
51145 Köln
Tel.: (0 22 03) 9 35 93 - 0
Fax: (0 22 03) 9 35 93 - 22
E-Mail: info@bdh-industrie.de
Internet: www.bdh-industrie.de

Zum Nachweis, dass die geforderten Grenzwerte eingehalten wurden, wird die Erstellung eines Anlagenschemas als Ausgangspunkt empfohlen. Daraus abgeleitet können die Anlagendetails z. B. die Einbindung von Photovoltaik und/oder Solarthermie, die Nutzung vorhandener Abwärme sowie die Planung mit möglichst niedrigen Vorlauftemperaturen durchgespielt, besprochen und auf die jeweiligen Bedürfnisse optimiert werden.

Wie Wohngebäude sind auch Nicht-Wohngebäude individuell zu planen. Sie unterscheiden sich von den Wohngebäuden in der Raumhöhe, welche höher als 4 m ist. Außerdem ist der Anwendungsbereich für Nicht-Wohngebäude sehr breit und reicht von Lager- über Sporthallen bis zu Werkstätten und Misch-Gebäuden (siehe Abbildung 1).

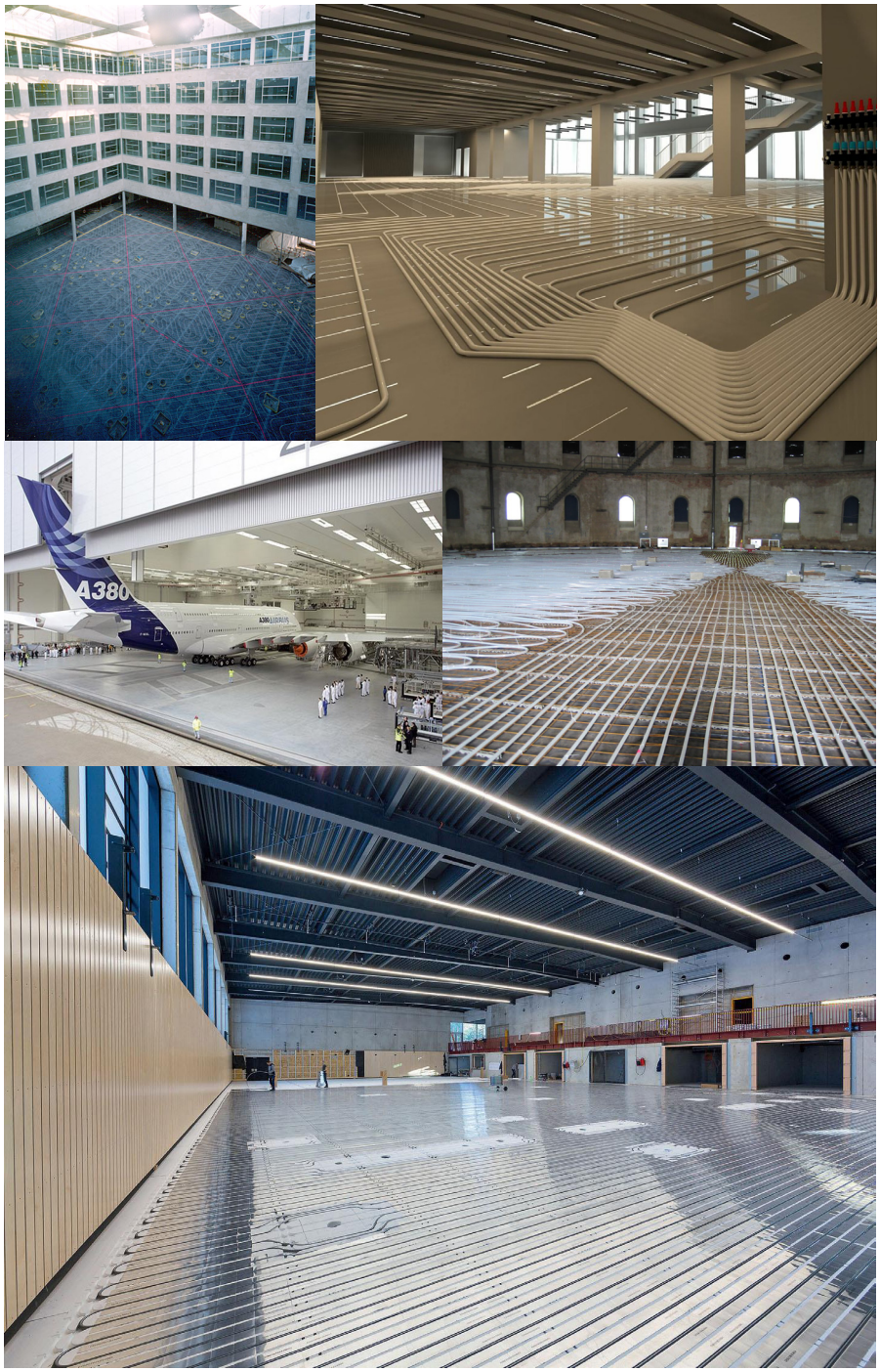

Abbildung 1: Beispiele für die Hallen-Varianten (Industrie, Sport-, oder Empfangshallen) mit variierten Fußbodenheizungen. Dabei können die Rohrregister-Anordnung, aber auch Verteiler/Sammler und Einbauten variiert werden

Bei all dieser Komplexität müssen die Aspekte Energieeffizienz, Einsatz Erneuerbarer Energien, Wirtschaftlichkeit, Planungssicherheit und Flexibilität ein Optimum erreichen. Mit einer Fußbodenheizung/-kühlung werden durch die flächige und gleichmäßige Verteilung der Wärme im gesamten Raum Kaltzonen vermieden. Es entsteht ein angenehmes Gefühl von Behaglichkeit. Eine große Bedeutung kommt der Wahl des geeigneten Heizsystems in Bezug auf die Gebäudestruktur und Nutzungsart der Halle zu. Die Entscheidung über die Auswahl eines Hallenheizsystems fällt in der Regel in einer sehr frühen Phase der Realisierung eines Bauprojekts – für den Energieausweis bereits bei der Abgabe des Bauantrags. Architekten, Bauingenieure, TGA-Planer und Bauherren sollten deshalb schon in den ersten Planungsphasen die Wechselwirkung von baulicher Beschaffenheit, beabsichtigter Nutzung, Investitions- und Betriebskosten sowie einer langfristigen Nutzungsperspektive des Hallengebäudes analysieren.

2 Planung

Nachfolgend noch einmal zusammengefasst die Planungsbesonderheiten bei Nicht-Wohngebäuden:

- große Raumhöhen,
- variierender Wärmebedarf,
- verschiedene Temperaturzonen/Teilbeheizung (wechselnd zu beheizende Arbeitsbereiche oder Nutzungstypen (Fertigung, Logistikzentrum, Kommissionierung, Lager usw.),
- hohe Luftwechselraten durch häufige oder längere Toröffnungszeiten (z. B. Kommissionierungsbereich in Lager- und Logistikzentren oder Belüftung bei Produktionsprozessen),
- eingeschränkte Nutzungszeiten (wird das Hallengebäude nicht durchgehend 24 Stunden/365 Tage genutzt, muss das Heizsystem schnell und flexibel auf die Bedarfszeiten reagieren),
- Investitions- und Betriebskosten (Wirtschaftlichkeit),
- Energieeffizienz nach DIN V 18599,
- möglichst hoher Anteil an Erneuerbaren Energien und
- langfristige Nutzungsflexibilität möglichst ohne Änderung der Installation.

In einem ersten Schritt sollten die für das Nicht-Wohngebäude relevanten gesetzlichen Vorgaben zusammengefasst und analysiert werden. Die sich daraus ergebenden Anforderungen sind die Basis für die weiteren Planungsschritte.

Als weiterer Schritt für eine optimierte Planung der Wärmeübergabe in der Halle liegt eine Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 „Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast“ zugrunde. Bei Hallen mit einer Deckenhöhe ≥ 4 m kann die erforderliche Heizlast signifikant durch wärmeübergabespezifische Wirkungen

- vertikaler Temperaturgradient,
- Unterschiede zwischen Luft- und Strahlungstemperatur und
- Wärmeverluste wegen beheizter Gebäude-Bauteile

beeinflusst werden und sind deshalb entsprechend (Abschnitt 4.5 in der DIN/TS 12831-1) zu berücksichtigen. Dadurch können sich geringere Heizlasten und somit geringere notwendige Wärmeleistungen der Fußbodenheizung ergeben. Dies ist insofern vertretbar, da moderne Hallen in der Regel mit hoher Luftdichtigkeit gebaut werden. Dadurch ergeben sich wiederum geringere notwendige Luftwechsel zwischen 0,1 und 0,3 h^{-1}. Ein wärmephysiologisch bzw. technisch bedingter erhöhter Luftwechsel (0,5 bis 2 h^{-1}) sollte durch eine mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung realisiert werden.

Ist überdies auch eine Kühlung zu realisieren, so sollte die Kühllast nach der VDI 2078 „Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation)“ berechnet werden. Die Deckung der Grundlast der benötigten Kühlleistung durch die Fußbodenkühlung ist als Vorteil des Systems bei der Planung zu berücksichtigen. Hierdurch können eventuell zusätzliche Anlagenkomponenten eingespart werden.

Werden auch die weiteren möglichen Funktionen „Lüftung“ und „Trinkwassererwärmung“ benötigt, so sind die Lasten nach der DIN 1946 „Raumlufttechnik - Teil 4: Raumlufttechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens“ inklusive des Beiblatt 1 „Checkliste für Planung, Ausführung und Betrieb der Gerätekomponenten“ bzw. der DIN EN 12831-3 „Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast - Teil 3: Trinkwassererwärmungsanlagen, Heizlast und Bedarfsbestimmung“ zu ermitteln.

Da Hallen eine Deckenhöhe von mehr als 4 m aufweisen, sollte möglichst nur die Nutzungszone entsprechend den Anforderungen beheizt oder gekühlt werden. Je kleiner das Verhältnis zwischen Nutzbereich und Gesamtvolumen, desto entscheidender ist die Qualität der Wärmeübertragung.

Ergibt sich aus einer genauen Analyse der Anforderungen an das Nicht-Wohngebäude die Notwendigkeit mehrere Wärmeübergabesysteme einzusetzen, so sind bei diesen so genannten hybriden Systemen die möglichen gegenseitigen Beeinflussungen zu berücksichtigen.

Beim Einsatz einer Fußbodenheizung/-kühlung wird bei der Planung häufig die Frage gestellt, ob durch die statischen und mechanischen Belastungen des Bodens sich eine höhere Schadensanfälligkeit ergibt. Die Abbildungen 2 und 3 verdeutlichen, dass mit ausreichender Betonüberdeckung der Rohre die zu tragenden Lasten abgefangen werden können, ohne Schäden zu verursachen. Die Fußbodenkonstruktion ist unter Betrachtung des Untergrundes und der statischen und dynamischen Belastungen zu planen, wobei dem Berücksichtigen des Fahrverkehrs eine besondere Bedeutung zukommt.

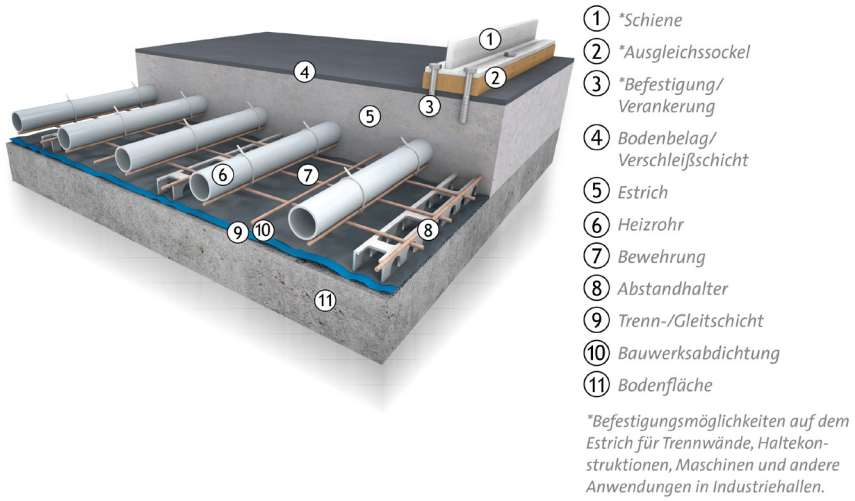

Abbildung 2: Schnittdarstellung einer typischen Fußbodenkonstruktion in einer Industriehalle.

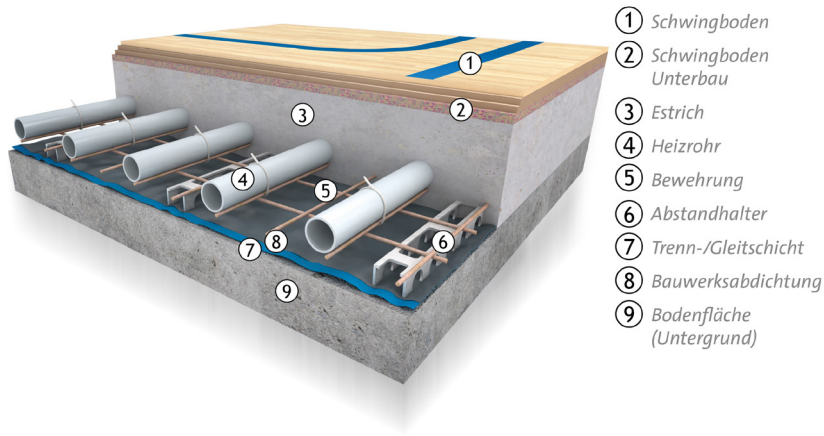

Abbildung 3: Schnittdarstellung einer typischen Fußbodenkonstruktion in einer Sporthalle.

Der Einsatz von digitalen Anlagenkomponenten, z.B.

- intelligente Regelungen, welche sich an die Nutzungsgewohnheiten anpassen oder
- eine Gebäudeautomation, welche die erforderlichen Anforderungen optimiert aufeinander abstimmen

kann aus wirtschaftlicher und energetischer Betrachtung sinnvoll sein und sollte geprüft werden. Überdies kann ein softwaregestütztes Betriebsmonitoring helfen, Energieverschwendungen auf die Schliche zu kommen.

Letztendlich sollte die Planung am Ende ein Optimum aus den wirtschaftlichen, energetischen und nutzungstechnischen Anforderungen ergeben sowie ein Maximum an Erneuerbaren Energien verwenden.

Im Einzelfall sind bei besonderen Nicht-Wohngebäuden, z.B. Sporthallen noch gesonderte Normen heranzuziehen, z.B. die DIN 18032-1 „Sporthallen - Hallen und Räume für Sport und Mehrzwecknutzung - Teil 1: Grundsätze für die Planung“.

Hinweis für große Bodenplatten
Für große bis sehr große Bodenplatten (B > 15 m) kann der Ansatz mit Temperaturkorrekturfaktoren nach Tabelle 6 nach DIN V 18599-2 zu einer merklichen Überschätzung der Wärmeverluste über Erdreich führen – insbesondere bei nur moderat gedämmter oder ungedämmter Ausführung ($U_{Boden} \geq 1$ W/m²K), wie sie unter anderem teils bei industriellen oder Logistikhallen zum Einsatz kommt. Daher wird für große Bodenplatten die detailliertere Berechnung nach Abschnitt 5.2 c (oder Anhang C) DIN EN ISO 13370 empfohlen – ggf. unter Berücksichtigung der Randdämmung nach Anhang D der DIN EN ISO 13370.

Der Nutzwärmebedarf einer Zone kann im Rahmen der Bilanz nach DIN V 18599-1 anteilig durch mehrere Übergabesysteme versorgt werden (siehe auch Abschnitt 5.3.1 DIN V 18599-1). Hierfür ist der energetische Deckungsanteil jedes beteiligten Übergabesystems festzulegen – sofern dieser nicht bereits aus Vorüberlegungen bekannt ist, können besonders folgende Indizien zur Festlegung herangezogen werden:

- Ggf. Un-/Gleichzeitigkeit des Betriebs der einzelnen Übergaben
- Leistungsanteile (z. B. aus Auslegungsunterlagen)
- Versorgte Flächenanteile

3 Fazit

Eine Hallenheizung muss schnell, punktgenau und besonders effizient sein. Eine Heizung beeinflusst mehr denn je die Wirtschaftlichkeit und Handlungsfreiheit von Unternehmen. Die Energiepreise steigen und die Umweltauflagen werden immer strenger. Daher sollte bei der Planung und der Entscheidung für eine Anlagentechnik eine möglichst zukunftsorientierte Auswahl getroffen werden.

Dementsprechend sollten folgende Punkte beachtet werden: intelligente Anlagenregelung, Möglichkeit der Anbindung zur Gebäudeautomation, punktgenaue Teilflächenbeheizung, kurze Aufheizzeiten und angenehme Temperaturen im Arbeitsbereich.

Deshalb ist es wichtig, dass das Heizsystem möglichst viel Planungsspielraum bietet. Es gibt Fälle, in denen spielen vorrangig gestalterische Aspekte eine Rolle (z.B. bei Ausstellungshallen, Kirchen, Konzerthallen etc.). In dem Fall kann die Flächenheizung/-kühlung „unsichtbar“ in die Raumgestaltung integriert werden.

Eine effiziente und behagliche Beheizung von Hallen ist mit einer Flächenheizung/-kühlung möglich. Dabei ist das System in der Lage sehr große Raumhöhen und auch große Flächenbereiche anforderungsgemäß zu temperieren.

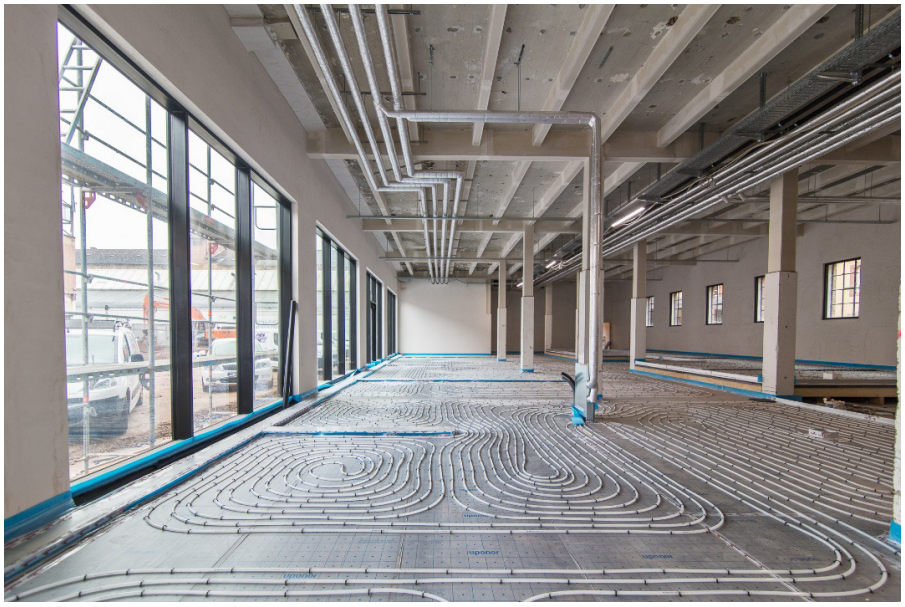

Abbildung 4: Beispiel einer Fußbodenheizung/-kühlung in einer Halle.

Für eine optimale Planung ist es empfehlenswert ein Pflichtenheft zu erstellen, in dem Punkt für Punkt die Anforderungen festgehalten werden, die zu erfüllen sind. Kriterien wie thermische Behaglichkeit, Nutzung erneuerbarer Energien, das Erschließen des technologisch variablen Potenzials der Abwärme, Aufwendungen für Montage, Wartung, Instandhaltung, Austausch und vieles andere werden über das geeignete Heizsystem müssen bezogen auf das individuelle Bauvorhaben entschieden werden. Nicht zuletzt sollte eine Wirtschaftlichkeitsberechnung unter Analyse sämtlicher Kosten zur optimalen Variante führen.

Hallengebäude weisen bei der Nutzung, beim Wärme- und Strombedarf und bei ihrer Einbindung in die Umgebung sehr heterogene Profile auf. Pauschale und nicht-technologieoffene Vorgaben zur Nutzung erneuerbarer Energien würden zu energetischen und wirtschaftlich ineffizienten Lösungen führen.

Alle Anforderungen können mit einer Flächenheizung/-kühlung erfüllt werden. Wird diese zudem detailliert wärmetechnisch unter Berücksichtigung der DIN EN ISO 13370 zur Ermittlung des Wärmebedarfs geplant, ist ein optimaler Einsatz möglich.

4 Literatur

[1] Studie der ITG Dresden zur energetischen Wirkung teilgedämmter Bodenplatten bei Hallenfußbodenheizungen in Energiebedarfsberechnungen nach DIN V 18599

BDH-Informationen dienen der unverbindlichen technischen Unterrichtung. Eine Fehlerfreiheit der enthaltenen Informationen kann trotz sorgfältiger Prüfung nicht garantiert werden.

Weitere Informationen unter:
www.bdh-industrie.de

Herausgeber:
Interessengemeinschaft
Energie Umwelt Feuerungen GmbH
Infoblatt 79 Dezember/2022