RICHTLINIE 8

Herstellung beheizter und gekühlter Fußbodenkonstruktionen im Gewerbe- und Industriebau

INFORMATIONSDIENST FLÄCHENHEIZUNG UND -KÜHLUNG

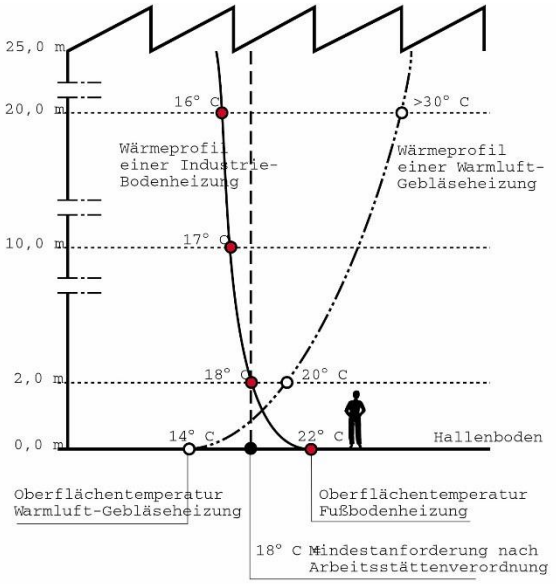
Inhalt

1. Einführung ... 3
2. Vorteile bei der Halleneinrichtung ... 4
3. Technische Regeln für Arbeitsstätten ... 4
4. Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz ... 5
5. Studie zur Behaglichkeit in Hallen ... 5
6. Thermische Behaglichkeit ... 7
7. Planung ... 7
8. Wärmedämmung ... 8
9. ITG-Studie „Genauere Berücksichtigung teilgedämmter Bodenplatten bei Hallenfußboden-heizungen in Energiebedarfsrechnungen nach DIN V 18599“ ... 9
10. Ausführungssysteme in Beton ... 12
10.1 Einleitung ... 12
10.2 Stahlbeton ... 12
10.3 Stahlfaserbeton ... 12
10.4 Unbewehrter Beton ... 12
10.5 Einbettung der Heizrohre bzw. Heizleitungen ... 13
11. Fugentechnik ... 14
11.1 Bewegungsfugen ... 14
11.2 Scheinfugen ... 14
11.3 Fugenanordnung ... 14
12. Normen ... 16
13. BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter ... 17

1. Einführung

Der Anteil von Hallen am gesamten Wärmebedarf in Gebäuden ist ein nicht unerheblicher Prozentsatz (20% Tendenz steigend) am gesamten Wärme- und Energiemarkt. Darüber hinaus wird für Unternehmen das Thema Energieeffizienz und CO2- Reduzierung ein zunehmend wichtiger Faktor sein, um dem wachsenden Preisdruck am Markt standhalten zu können und wettbewerbsfähig zu bleiben. Die Folge: Der Bau und die Sanierung von Hallengebäuden werden zukünftig eine große Rolle auf dem Heizungstechnik-Markt spielen.

Bei großer Raumhöhe ist es besonders wichtig, die Verteilung der gewünschten Raumtemperatur optimal und wirtschaftlich zu gestalten. Konvektiv erzeugte Wärmepolster unter der Hallendecke sind zu vermeiden. Diese Anforderung wird durch eine großflächige Beheizung über den Hallenboden mit einem günstigen vertikalen Temperaturprofil erfüllt.



Eine positive Resonanz verschiedenster Industriefußbodenheizungsbetreiber zeigt, dass es eine sehr komfortable und wirtschaftliche Möglichkeit der Flächentemperierung ist. Kaum ein anderes Wärmekonzept bietet so viele Möglichkeiten die verschiedenen Wärmeerzeuger- und Abwärmequellen intelligent zu nutzen.

Fußbodenheizungen werden in Gewerbe- und Industrie- bauten als Warmwasser-Fußbodenheizung ausgeführt. Bei der Warmwasser-Fußbodenheizung wer- den vom Heizwasser durchströmte Heizrohre in die Fußbodenkonstruktion integriert. Dabei kommen vorzugs- weise Kunststoff-, Kupfer-, oder Kupfer-Kunststoff- und Kunststoff-Alumium-Verbundrohre zum Einsatz. Industriefußbodenheizungen finden in folgenden Anwendungsgebieten ihren Einsatz:

- Produktionshallen
- Montage- und Wartungshallen
- Lagerhallen / Verteilzentren
- Hochregalläger / Logistikzentren
- Flugzeughangars
- Markt- und Messehallen
- usw……

Außerdem können Flächenheizungen als Untergefrierschutz von Kühlhäusern, sowie für die Eisfreihaltung von Nutzflächen in Kühlhäusern eingesetzt werden. Da diese Anwendungsbereiche spezielle Planungs- und Ausführungsmaßnahmen erfordern, werden sie in der vorliegenden Richtlinie nicht behandelt.

2. Vorteile bei der Halleneinrichtung

Auch wenn sich die Nutzung von Lager-, Fabrik- und Werkstatthallen unterscheidet, haben alle einige Gemeinsamkeiten. Sie verfügen über eine große Grundfläche und ein hohes Luftvolumen. Außerdem lassen sich die Bereiche, in denen Wärme erforderlich ist, meist genau definieren.

Um keine Energie zu verschwenden, muss eine Hallenheizung daher nur einzelne, genau definierte Arbeitsbereiche, auf höhere Temperaturen bringen. Hierfür können durch einzelne Heizkreise nach Bedarf unterschiedliche Temperaturniveaus in den Hallenbereichen erzielt werden.

Eine Befestigung am Fußboden ist durch eine zugesicherte Bohrtiefe gegeben. Eine nachträgliche Umgestaltung der Arbeitsbereiche ist jederzeit möglich. Der uneingeschränkte Einsatz von Hallenkränen ist gewährleistet. In gewerblich und industriell genutzten Gebäuden wer- den Einrichtungen wie z.B. Hochregallager oder Maschinen auf dem Betonboden oft erst nachträglich verankert. Der Heizungs-Fachplaner muss darüber informiert sein, wie tief diese Verankerungen in die Betonplatte eindringen. Selten besteht die Gefahr, dass die Verankerungen bis zur Heizrohr- bzw. Heizleitungsebene in die Betonplatte eindringen.

Sollte dies aufgrund einer nicht ausreichenden Dicke der Betonplatte doch der Fall sein, so sind Heizrohr bzw. Heizleiter in diesem Bereich auszusparen. Die Gewerbe- und Industrieflächenheizung kann auch als beheizte Estrichkonstruktion ausgeführt werden.

Die Ausführung kann als schwimmender Estrich, Estrich auf Trennschicht oder Verbundestrich ausgeführt werden. Die Dämmung für einen schwimmenden Estrich muss für die auftretenden Nutzlasten ausreichend druckfest sein. Art und Dicke des Estrichs und der Dämmschicht sind vom Bauwerksplaner festzulegen. Voraussetzung für einen Verbundestrich ist ein absolut kraftschlüssiger Verbund zum Betonuntergrund.

Diese Arten der Ausführung eignen sich insbesondere zum nachträglichen Einbau einer Industriefußbodenheizung auf bestehenden Betonflächen.

3. Technische Regeln für Arbeitsstätten

In Arbeitsräumen muss die Lufttemperatur in Abhängigkeit von der Arbeitsschwere und Körperhaltung mindestens den Werten in Tabelle 1 entsprechen, wobei diese Lufttemperatur während der gesamten Arbeitszeit zu gewährleisten ist.

Überwiegende Körperhaltung	Sitzen	Stehen, Gehen
Arbeitsschwere leicht	+20°C	+19°C
Arbeitsschwere mittel	+19°C	+17°C
Arbeitsschwere schwer	–	+12°C

Tabelle 1: Mindestwerte der Lufttemperaturen in Arbeitsräumen

Fußböden an Arbeitsplätzen müssen so gegen Wärme und Kälte gedämmt sein, dass ein ausreichender Schutz sowohl gegen eine unzuträgliche Wärmeableitung als auch gegen eine unzuträgliche Wärmezuführung besteht. Dies kann beispielsweise mit geeigneten

Fußbodenkonstruktionen, Baustoffen, Fußbodenauflagen oder Heiz- und Kühleinrichtungen erreicht werden. Ein ausreichender Schutz gegen Wärmeableitung oder Wärmezuführung liegt in Arbeitsräumen vor, wenn die Oberflächentemperatur des Fußbodens nicht mehr als 3°C unter oder 6°C über der Lufttemperatur liegt. So- fern die Oberflächentemperatur des Fußbodens +29°C bei Fußbodenheizungen überschreitet oder ein ausreichender Schutz gegen Wärmeableitung, z. B. aus hygienischen oder betriebstechnischen Gründen, nicht möglich ist, sind geeignete Ersatzmaßnahmen vorzusehen.

Fußböden an Arbeitsplätzen müssen so eingerichtet sein, dass es nicht zu Durchfeuchtungen oder einem Aufsteigen von Feuchtigkeit aus dem Untergrund kommen kann.

Eine Industriefußbodenheizung erfüllt alle Anforderungen der Norm. Die Normativen und gesetzlichen Rahmenbedingungen sind gegeben. Der geringe vertikale Temperaturunterschied ist ein eindeutiges Anzeichen für hohen Komfort und thermische Behaglichkeit.

4. Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz

Für zukünftige Gebäudekonzepte spielt der Energieverbrauch eine wichtige Rolle. Eine Flächenheizung ist ein wirtschaftliches und energieeffizientes Wärmeverteilungssystem. Die Betriebskosten sind kontinuierlich planbar, eine Wartung nicht erforderlich. Die Lebensdauer der Heizungsrohre entspricht der Lebensdauer des Gebäudes. Am Hauptverteiler wird die Vorlauftemperatur auf ca. 40°C reguliert. Bei einer daraus resultierenden Rücklauftemperatur von 30 °C kann das System mit einer Temperaturspreizung von 10 Kelvin betrieben werden. Die Wärmeabgabe erfolgt dort, wo sie benötigt wird. Durch die Nutzung von Abwärmequellen kann der Einsatz von Primärenergie reduziert werden. Eine Kombination zwischen Flächenheizung und regenerativer Wärmeerzeugern gern mit niedriger Vorlauftemperatur wie Wärmepumpen, Photovoltaik oder Geothermie ist eine sehr wirtschaftliche und Co2-schonende Möglichkeit der Raumtemperierung.

Wenn man über die Temperierung von Gebäuden spricht, ist die Kühlung im Sommer ein wichtiges Thema. Die Fußbodenheizung kann mit geringem anlagentechnischem Aufwand auch zur Kühlung eingesetzt werden. Auf diese Weise können innere Kühllasten effizient abgeführt und das Objekt gekühlt werden. Zusätzliche Wartungskosten entfallen

5. Studie zur Behaglichkeit in Hallen

In einer ausgewählten Produktionshalle wurde von Januar bis März eine Behaglichkeitsmessung durchgeführt. Ziel der Studie war es, den Raumkomfort und die Behaglichkeit zu untersuchen.

Kenndaten der Werkshalle:

- Größe ca. 15 000 m²
- mittlere Raumhöhe ca. 11 m
- keine Raumlufttechnischen Anlagen vorhanden
- vollflächig verlegte Industriefußbodenheizung

Das Gebäude ist in drei Hallenbereiche aufgeteilt, die verschiedene Wärmeanforderungen und Einflussfaktoren haben. Temporäre Einflüsse wie das Öffnen und Schließen großer Hallentore wurden berücksichtigt. Interne Lasten im Hallenbereich werden maßgeblich aus Maschinenabwärme, Deckenbeleuchtung und Personen verursacht.

Folgende Messwerte wurden erfasst:

- Außentemperatur/- feuchte
- Solarstrahlung
- Windgeschwindigkeit

Zur Bewertung der Behaglichkeit wurden zusätzliche Parameter ermittelt:

- Lufttemperatur/-feuchte
- Operative Raumtemperatur
- Luftgeschwindigkeit
- Erfassung an vier Positionen in 7 Höhen bzw. bei textilen und elastischen Belägen erst nach der Erhärtung der Spachtelmasse, abgeschnitten werden.

Die Auswertungen dieser Messungen wurden in einer Studie zusammengefasst. Folgende Ergebnisse ergeben sich daraus:

- Auch unter Berücksichtigung der Lüftungswärmeverluste durch Schließen und Öffnen der Tore sind die Anforderungen an die Komfortnorm erfüllt.
- Die Lüftungswärmeverluste werden durch die thermische Speichermasse und die internen Lasten ausgeglichen und die Temperatur annähernd konstant gehalten.
- Eine thermische Behaglichkeit ist dann gegeben, wenn weder die Hauttemperaturschwelle von etwa 34 °C unterschritten noch die Stammhirntemperatur von etwa 37 °C überschritten wird.

• Um ein thermisch-behagliches Arbeitsumfeld zu schaffen ist die vertikale Lufttemperatur ein wichtiger Punkt. Durch die geringe Übertemperatur und Strahlungsasymetrie ist eine niedrige Luftbewegung im Raum gewährleistet.

• Die Temperatur nimmt mit steigender Höhe nur geringfügig zu.

Die Messkampagnen bestätigen einen sehr guten thermischen Raumkomfort in den einzelnen Hallenbereichen. Der Prozentsatz zufriedener Nutzer liegt bei 92,2% und ist damit sehr hoch.

Fazit der Studie:

Alle Rahmenbedingungen und Anforderungen wurden in vollem Umfang erfüllt.

6. Thermische Behaglichkeit

Unter thermischer Behaglichkeit versteht man die Zufriedenheit des Menschen mit der thermischen Umgebung. Die thermische Behaglichkeit ist sehr stark vom Wärmeaustausch des Körpers abhängig.

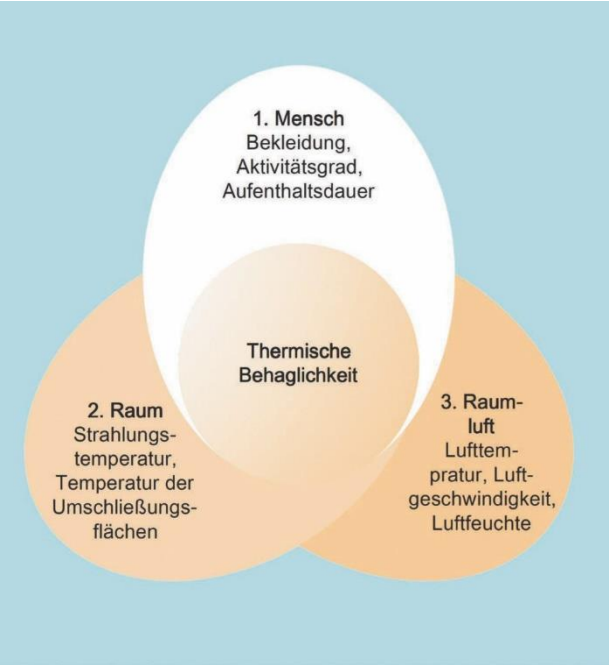


Abb. 1 1Einflussgrößen der thermischen Behaglichkeit.

Dies kann durch folgende Faktoren beeinflusst werden:

- Temperatur der Raumluft
- Temperatur der Umschließungsflächen
- Luftgeschwindigkeit
- Luftfeuchte
- Körperliche Betätigung und Bekleidung

Die im Körper produzierte Wärme muss im Gleichgewicht zur abgegebenen Wärme des Raumes stehen, dann ist die gewünschte Behaglichkeit erreicht. Dieses Gleichgewicht wird in der ISO 7730:2003-10 definiert.

Sie enthält Verfahren, anhand deren allgemeine menschliche Wärmeempfinden und der Grad der Unzufriedenheit von Menschen mit ihrer thermischen Umgebung statistisch vorausgesagt werden können.

7. Planung

Das Hauptargument für den Einsatz von Flächenheizungen in Hallengebäuden ist deren leichte Kombinierbarkeit mit Niedertemperatur-Technik. Dazu zählt sowohl die Wärmeerzeugung durch Umweltwärme als auch die Nutzung anfallender Ab- oder Prozesswärme aus der Produktion. Nur beim Einsatz eines Flächenheizungssystems hat der Betreiber zu einem späteren Zeitpunkt die Möglichkeit, auf unterschiedliche Weise regenerative Energien einzubinden. Denkbar sind hier Windenergie, Bioenergie, Solarenergie oder Geothermie.

Die Dimensionierung der gesamten Bodenkonstruktion wird bestimmt durch die bei späterer Nutzung auftretenden statischen und dynamischen Lasten, wie z.B. Punktlasten von Maschinen, Regalen und Radlasten von Fahrzeugen. Die Nutzlasten sind in Gewerbe- und Industriebauten erheblich höher als im Wohnungsbau. Der Fußbodenaufbau wird objektbezogen vom Planer und Statiker vorgegeben. Die Heizrohre werden in der Regel direkt in die lastaufnehmende Betonplatte integriert.

Nahezu in jeder Betonplattenkonstruktion – Stahl-, Spann-, Stahlfaser-, Vakuum-, Walzbeton etc. – kann eine Flächenheizung eingebaut werden. Bei statisch richtig dimensionierten Betonplatten werden die Heizrohre und Heizleitungen durch auftretende Lasten auf die Betonplatte nicht beansprucht. Eingebettete Heizrohre und Heizleitungen haben keinen Einfluss auf die Druckfestigkeit des Betons.

Regelung von Industriefußbodenheizungen

Industriefußbodenheizungen mit Wasser als Wärmeträger fallen unter die Vorschriften des GEG-Teil 4.2 Verteilungseinrichtungen und Warmwasseranlagen. Die Anforderungen an die Einrichtungen zur Steuerung und Regelung aus dem GEG sind zu erfüllen. Bei der Raumtemperatur-Regelung ist für „Raumgruppen gleicher Art und Nutzung“ Gruppenregelung zulässig. Der hydraulische Abgleich der einzelnen Heizkreise ist entsprechend der VOB DIN 18380 durchzuführen.

Sollte die Industriefußbodenheizung auch zur Kühlung eingesetzt werden, ist durch geeignete regelungstechnische Einrichtungen die Unterschreitung des Taupunkts zu verhindern. Dies soll bereits bei der Regelung der Vorlauftemperatur berücksichtigt werden, ansonsten bei Gruppenregelung pro Regelzone.

12 Heizzonen und je 19 Heizkreisen ermöglicht je nach Bedarf unterschiedliche Temperaturniveaus in den Hallenbereichen

8. Wärmedämmung

Bei zu errichtenden Gebäuden sind Bauteile, die gegen die Außenluft, das Erdreich oder Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen abgrenzen, so auszuführen, dass die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes (GEG § 11) nach den anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden. Hier ist im Besonderen die DIN 4108-2 zu beachten.

Eine Wärmedämmung der Bodenplatte ist jedoch nicht notwendig bei:

- Industriebauten mit einer Norm-Innentemperatur ≤12°C
- Industriebauten mit einer Norm-Innentemperatur von mehr als 12°C und weniger als 19°C

Grundsätzlich wirkt sich jedoch eine Bodendämmung positiv auf die Betriebskosten der Anlagentechnik aus. Darüber hinaus danken es auch die Beschäftigten in einer Industriehalle, wenn das Raumklima konstant und angenehm ist. Die Mitarbeiter/innen werden durch das optimierte Klima seltener krank und die Zufriedenheit am Arbeitsplatz steigt. Nicht zuletzt erfüllen Sie zudem auch die gesetzlichen Anforderungen an die Arbeitsstättenverordnung.

Im Bereich des gedämmten Sockels liegt bei Industriehallen in der Regel eine Sandwichkonstruktion vor. Diese Fertigteile werden meist (wegen der Frostsicherheit) bis in eine Tiefe von 80 cm unter Gelände geführt. Die Beton-Bodenplatte der Halle wird dann gegen den Fertigteilsockel betoniert, wobei umlaufend ein Randdämmstreifen zwischen Sockel und Bodenplatte eingelegt wird, um Zwängungen und Rissbildungen zu vermeiden.

9. ITG-Studie „Genauere Berücksichtigung teilgedämmter Bodenplatten bei Hallenfußboden-heizungen in Energiebedarfsrechnungen nach DIN V 18599“

Die Ausführung der Wärmedämmung erdreichberührender Hallenbodenplatten kann wesentlichen Einfluss auf die Wärmeverluste haben. Im Rahmen von Energiebedarfsberechnungen nach

DIN V 18599 für Hallen mit Fußbodenheizungen wirkt sich die Ausführung von Bodenplatten – einschließlich deren Wärmedämmung – an zwei Stellen aus, einmal in der Wärmebilanz des Gebäudes nach Teil 2 und einmal in der darauf aufbauenden Ermittlung ggf. zusätzlicher Verluste der Anlagentechnik (Teil 5). Die Norm bietet sowohl in Teil 2 als auch in Teil 5 einen gewissen Unterscheidungsspielraum hinsichtlich der Ausführung der Bodendämmung – u. a. durch pauschale Kategorisierungen der Ausführung von Bodenplatten und ihrer Dämmungen (siehe Temperatur-Korrekturfaktoren nach Tabelle 6 DIN V 18599-2:2018-09).

Die ITG-Studie untersucht die bestehenden Möglichkeiten des Verfahrens nach DIN V 18599:2018-09 zur Abbildung teilgedämmter Bodenplatten sowie im Vergleich das alternative

Verfahren nach DIN EN 13370 „Berechnungsverfahren der Wärmeübertragung über das Erdreich“.

Wärmeverluste an das Erdreich nach DIN V 18599 – Vereinfachte Berechnung mit Temperaturkorrekturfaktoren

Die Berechnung der Transmissionswärmeverluste an das Erdreich kann im Rahmen von Energiebedarfsberechnungen nach DIN V 18599 vereinfacht mit Temperaturkorrekturfaktoren erfolgen. Berücksichtigt werden hierbei folgende Einflussparameter in vergleichsweise grober Unterteilung:

- Bodenplattengeometrie durch das charakteristische Bodenplattenmaß B (4 Abstufungen)
- Wärmedurchlasswiderstand der Bodenplatte (4 Abstufungen)
- Randdämmung (3 Varianten: Ohne, 5 m horizontal, 2 m vertikal)
- Grundwasser (2 Varianten: Fließend, nicht fließend)

Das Bild 2 zeigt die einzusetzenden Faktoren für Bodenplatten auf Erdreich. Der Temperaturkorrekturfaktor kann als Minderungsfaktor der den Wärmestrom antreibenden Temperaturdifferenz verstanden werden; gleichermaßen gibt er das Verhältnis zwischen dem indirekt über Erdreich erfolgenden Wärmestrom und demjenigen Wärmestrom an, welcher sich ohne Erdreichwirkung direkt an Außenluft ergäbe. Beispielsweise bedeutet ein Faktor von 0,6 eine Verringerung des Wärmestroms durch Erdreich auf 60 % eines analogen Wärmestroms direkt an Außenluft. Deutlich wird hierbei allerdings, dass die hier angegebenen Bodenplattenmaße den in der heutigen Praxis üblichen nicht entsprechen.

Grundwasser	Randdämmung	Temperaturkorrekturfaktor F_X															
		Charakteristisches Bodenplattenmaß B [m]															
		B < 5				5 ≤ B ≤ 7,5				7,5 < B ≤ 10				10 < B			
		Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W] des Bauteils															
		R ≤ 0,3	0,3 < R ≤ 1	1 < R ≤ 3	R > 3	R ≤ 0,3	0,3 < R ≤ 1	1 < R ≤ 3	R > 3	R ≤ 0,3	0,3 < R ≤ 1	1 < R ≤ 3	R > 3	R ≤ 0,3	0,3 < R ≤ 1	1 < R ≤ 3	R > 3
Nicht fließend	Ohne	0,30	0,55	0,70	0,80	0,25	0,50	0,60	0,75	0,20	0,40	0,55	0,65	0,15	0,35	0,45	0,60
	Waagerecht 5 m	—	—	—	—	0,15	0,35	0,45	0,60	0,10	0,30	0,45	0,55	0,10	0,25	0,40	0,50
	Senkrecht 2 m	0,20	0,40	0,50	0,65	0,15	0,35	0,50	0,60	0,15	0,35	0,45	0,60	0,10	0,30	0,40	0,55
Fließend	—	wie oben, aber + 15 %															
Alternativ für alle Bauteile des unteren Gebäude-abschlusses ohne jedwede Differenzierung		0,8															

Bild 2: Temperaturkorrekturfaktoren nach Tabelle 6 DIN V 18599 für Bodenplatten auf Erdreich

Genauere Berechnung mit stationärem Wärmeübertragungs-koeffizienten Hg nach DIN EN ISO 13370

Gemäß DIN V 18599-2 stellt die Berechnung von Transmissionswärmeverlusten an das Erdreich mithilfe des stationären Wärmeübertragungskoeffizienten HG aus der DIN EN ISO 13370 den Standard-Rechenweg dar.

$$Q_{T,s} = H_{T,s} * (\vartheta_i - \vartheta_e) * t$$

Gleichung 2
Transmissionswärmesenken über das Erdreich mit stationärem Wärmetransferkoeffizient

$Q_{T,s}$	Transmissionswärmeverlust an/über das Erdreich
$H_{T,s}$	Wärmetransferkoeffizient über das Erdreich; entsprich H_g nach DIN EN ISO 13370
$\vartheta_i - \vartheta_e$	Differenz zwischen Bilanzinnen- und monatsmittlerer Außentemperatur
t	Zeitschritt

Der Wärmetransferkoeffizient $H_{T,s}$ wird detaillierter nach DIN EN ISO 13370 ermittelt. Der hierbei heranzuziehende Wärmedurchgangskoeffizient $U_{fg,sog}$ bildet die thermische Wirkung der Bodenplatte und des Erdreichs gemeinsam ab. Bild 3 zeigt die zugrundeliegende Idee vereinfacht als elektroanaloges Widerstandsmodell.

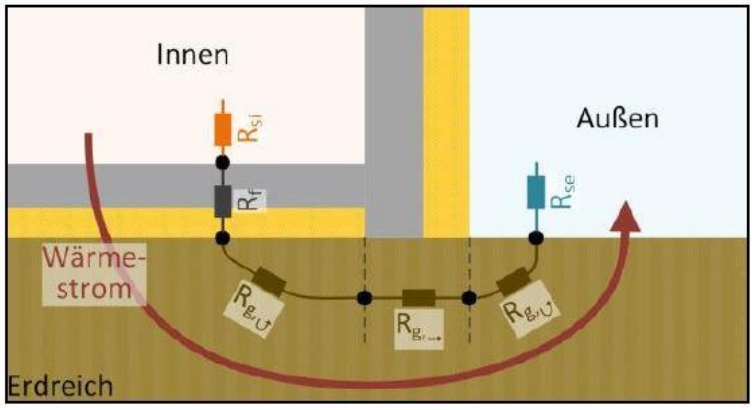


Bild 3: Bodenplatte und Erdreich als Widerstandsnetz, ITG-Studie

Der stationäre Wärmetransferkoeffizient Hg nach DIN EN ISO 13370 ist aus Anwendersicht problemlos anwendbar auf folgende Fälle:

- Vollflächig ungedämmte und vollflächig gedämmte Bodenplatten ohne (zusätzliche) Randdämmung
- Vollflächig ungedämmte und vollflächig gedämmte Bodenplatten mit (zusätzlicher) Randdämmung beliebiger Ausführung und Abmessungen

Die Randdämmung kann mit ihren tatsächlichen Abmessungen (Dicke sowie Tiefe/Breite) und ihrem Wärmeleitwert berücksichtigt werden. Die einzige Beschränkung für eine rechnerisch möglichst gute Abbildung ergibt sich aus der linienförmigen Modellierung der Randdämmung in der Berechnung: Die Breite bzw. Tiefe der Randdämmung sollte im Verhältnis zu den Bodenplattenabmessungen klein sein. Der Berechnungsansatz nach DIN EN ISO 13370 liefert gute Näherungsergebnisse bei der Bewertung von Randdämmungen sowie ungedämmter Bodenplatten und bei zusätzlichen Randdämmungen an bereits flächig gedämmten Bodenplatten. Damit ist der Ansatz für beide Fälle anwendbar.

Die Studie zeigt, dass bei der Auslegung der Heiz- und Anlagentechnik einer Halle eine genauere Ermittlung des Primärenergiebedarfs Sinn macht. Die Berechnung mittels Temperaturkorrekturfaktoren führt besonders bei mittleren und großen Bodenplatten, wie bei Lager- und Logistikhallen gängig, mit nur moderater oder gänzlich ohne Dämmung zu einer deutlichen Überschätzung der Wärmeverluste über Erdreich gegenüber der exakteren Betrachtung nach DIN EN ISO 13370. Um eine Überdimensionierung der Fußbodenheizung

und auch des Wärmeerzeugers wie beispielsweise einer Wärmepumpe zu verhindern und damit eine wirtschaftliche sowie CO2- reduzierte Betriebsweise zu garantieren, empfiehlt der BVF bei mittleren und großen Bodenplatten den Primärenergiebedarf nach DIN EN ISO 13370 zu berechnen.

10. Ausführungssysteme in Beton

10.1 Einleitung

Die nachfolgenden Ausführungen in Bezug auf die Einbettung der Rohrleitungen in das jeweilige Betonbodensystem beziehen sich im Wesentlichen auf die Ausführungen des Hr. Dipl.-Ing. Karsten Ebeling (ISVP Lohmeyer Ebeling). Herr Ebeling ist ausgewiesener Fachmann für Industrieböden aus Beton und hat unter anderem das Fachbuch Betonböden für Produktions- und Lagerhallen verfasst.

10.2 Stahlbeton

Eine verbreitete Betonausführung für Industrieböden ist Stahlbeton. Stahlbetonplatten sind mit einer Mattenbewehrung ausgestattet. Die Bewehrung ist vielfach mit unterer und oberer Bewehrung im Beton ausgeführt. Die beiden Bewehrungsebenen bestehen aus Baustahlmatten, die durch spezielle Abstandhalter auf dem tragenden Untergrund aufgeständert sind.

Eine Bewehrungslage kann zur Befestigung der Heizrohre oder Heizleitungen genutzt werden. Rohrleitungen schwächen den Betonquerschnitt in der Höhenlage. Im allgem. liegen die Rohrleitungen auf der unteren Bewehrung. Durch die Schwächung der Rohre in der Zugzone entsteht bei dieser Bauweise keine Schwächung der Tragfähigkeit des Betonbodens. Erst bei sehr stark beanspruchten Bauteilen ist eine statische Überprüfung notwendig. Fugen und Plattenränder sind immer gesondert zu betrachten.

10.3 Stahlfaserbeton

Stahlfaserbeton besteht aus Beton unter Zugabe von Stahlfasern. Bei dieser Betonausführung kann evtl. auf eine Mattenbewehrung verzichtet werden so dass ein Trägerelement für die Befestigung der Heizrohre und Heizleitungen einzuplanen ist. Die gleichmäßig verteilten Fasern verbessern die Druck-, Biege- und Zugfestigkeit des Betons. Jedoch gilt der Stahlfaserbeton statisch als unbewehrtes System. Aufgrund der geänderten Bemessungregeln, muss die durch die Rohrleitungen er- zeugte Schwächung der Bodenplattendicke, berücksichtigt werden. Der Dickenbereich über dem Rohrscheitel fehlt für das Tragverhalten der Betonbodenplatte. Als Trägerelement für die Rohrleitungen wird eine Montage- Betonstahlmatte empfohlen. Diese kann entweder direkt auf den Unterbau oder auf einen z.B. 35 mm starken Abstandshalter gelegt werden

10.4 Unbewehrter Beton

Industrieflächenheizungen können auch innerhalb völlig unbewehrter Systeme angewendet werden. Hierbei gelten die Bedingungen wie beim Stahlfaserbeton. Durch die bemessungsrelevante Minderung der statisch an- setzbaren Dicke des Betons, muss immer eine entsprechende Überprüfung der statischen Bemessung durchgeführt werden. Bei den mittlerweile sehr verbreiteten Walzbetonsystemen ist zudem besonderes Augenmerk auf die Einbausituation zu legen, da die Heizrohre nicht überfahren werden können. Walzbetone sind

völlig unbewehrte Bodensysteme bei denen der erdfeuchte Beton mit Sattelzügen in die Halle gefahren und mit einer Straßenwalze bearbeitet wird.

Bei allen Ausführungsystemen im Beton muss äußerst gewissenhaft gearbeitet werden, um Beschädigungen der Rohrleitungen zu vermeiden.

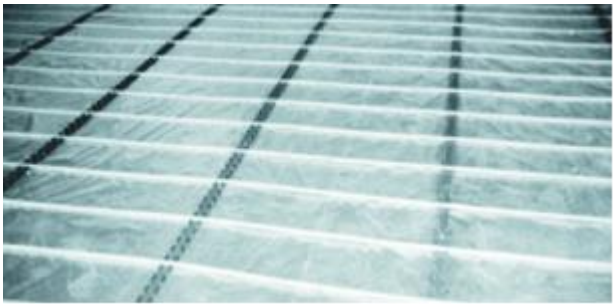


Bild 5: Betonkonstruktion ohne Mattenbewehrung

10.5 Einbettung der Heizrohre bzw. Heizleitungen

Die Positionierung der Heizrohre bzw. Heizleitungen ist von der Nutzung und den Gegebenheiten in der Betonplatte abhängig.

Bei der vertikalen Positionierung der Heizrohre und Heizleitungen ist die Bohrtiefe z.B. für Regal- und Maschinenverankerungen zu beachten. Soll aus diesen Gründen die Heizebene in einer anderen Höhenlage platziert werden, so ist dies technisch möglich.

Wird der Beton mit Mattenbewehrung ausgeführt (Stahlbeton oder Spannbeton), so kann das Heizrohr bzw. die Heizleitung an den Bewehrungsmatten befestigt werden (siehe Bild 6).

Bild 6: Befestigungsbeispiel von Halleneinrichtungen

Wird der Beton ohne Mattenbewehrung ausgeführt (Stahlfaserbeton, unbewehrter Beton), so wird das Heizrohr bzw. die Heizleitung auf System- oder Trägerelementen befestigt (siehe Bild 7).

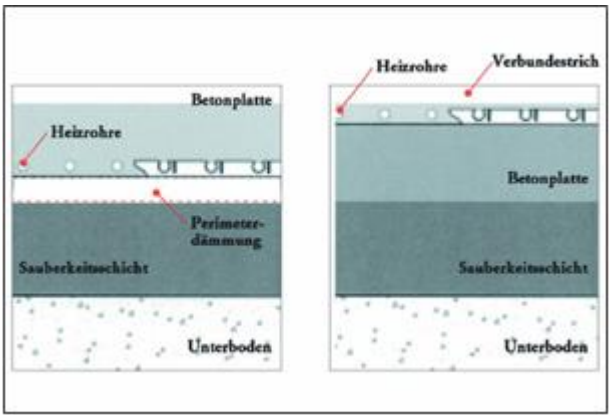


Bild 7: Industrieflächenheizung im Beton und Verbundestrich

11. Fugentechnik

11.1 Bewegungsfugen

Bewegungsfugen werden in der Betontechnik auch als Raumfugen bezeichnet. Sie trennen die Betonplatten durchgehend mit einem Abstand von ca. 20 mm und haben eine weiche Fugeneinlage mit einer Dicke von 20 mm als Füllstoff (z.B. Schaum- oder Faserstoffplatte), die schon vor dem Einbringen des Betons fixiert wird. Raumfugen werden im Normalfall zu angrenzenden, aufgehenden und durchdringenden Bauteilen angebracht. Die Fußbodenheizung beeinflusst die Planung der Raumfugen nicht, da die Fugenfelder im Allgemeinen immer wesentlich größer als die Heizkreise und die thermischen Bedingungen von untergeordneter Bedeutung sind. Zusätzliche Raumfugen sind bei beheizten Bodenkonstruktionen in der Regel nicht notwendig.

Heizrohre bzw. Heizleitungen, die Raumfugen durchqueren, sind aufgrund der zu erwartenden mechanischen Belastungen im Fugenbereich mit Schutzhülsen zu schützen. Art und Anordnung der Raumfugen sowie ggf. eine erforderliche Verdübelung ist vom Planer der Bodenplatte – unabhängig vom Vorhandensein einer Fußbodenheizung – festzulegen.

11.2 Scheinfugen

Scheinfugen werden nachträglich in die Betonplatte ein- geschnitten und dienen als Sollbruchstelle für das baustoffbedingte Schwinden der Betonplatte. Sie sind ca. 3-4 mm breit und werden in einer Einschnitttiefe von ca. 25-30 % der Plattendicke ausgeführt. Befinden sich Heizrohre bzw. Heizleitungen im oberen Drittel der Betonplatte, so ist die Anordnung von Scheinfugen gesondert zu prüfen.

11.3 Fugenanordnung

Die Fugenplanung ist von dem Bauwerksplaner bzw. Statiker unabhängig von der Fußbodenheizung vorzugeben. Der Heizungs-Fachplaner hat die Fugen bei der Anordnung der Heizkreise bzw. Anbindeleitungen zu berücksichtigen. Die Art und Lage der Fuge ist im Wesentlichen abhängig von z.B.:

- Art des Bodensystems
- Eigenschaften des zu verwendenden Betons
- Art des Betoneinbaues, des Untergrundes und der Tragschicht

- Nachbehandlung / äußere Einflüsse
- Plattendicke
- örtliche Verhältnisse (Stützen, Wände, Kanäle)
- langfristig wirkende Lasten bzw. Nutzen

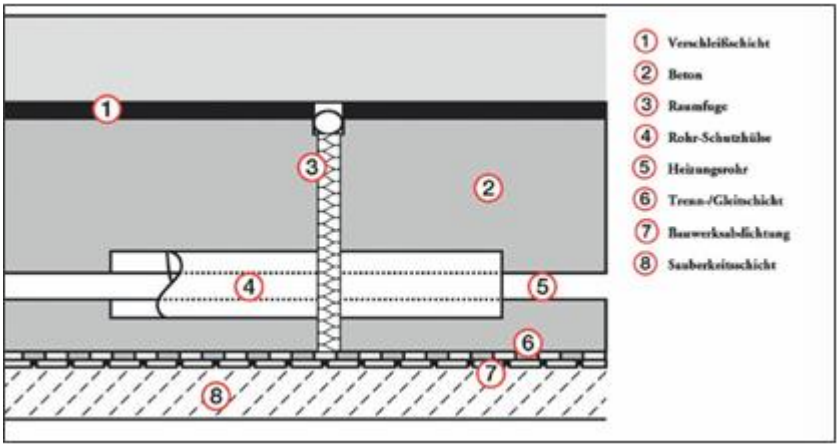


Bild 8: Darstellung einer Raumfuge als Bewegungsfuge

12. Normen

Folgende DIN-Normen müssen bei der Planung und Ausführung von Flächenheizungen und Flächenkühlungen beachtet werden:

Energieeinsparverordnung (EnEV)

DIN 1045	Beton und Stahlbeton
DIN 1055	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1264	Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wasserdurchströmung
EN 1991-1-1	Einwirkungen auf Tragwerke- Teil 1-1 Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN 4108	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden
DIN EN 12831	Heizanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast
DIN EN 13162	Wärmedämmstoffe für Gebäude – werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW)
DIN EN 13163	Wärmedämmstoffe für Gebäude – werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS)
DIN EN 13164	Wärmedämmstoffe für Gebäude – werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) DIN EN 13165 Wärmedämmstoffe für Gebäude – werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR)
DIN EN 13166	Wärmedämmstoffe für Gebäude – werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharzhartschaum (PF) DIN EN 13167 Wärmedämmstoffe für Gebäude – werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (CG)
DIN 18195	Bauwerksabdichtungen
DIN 18202	Toleranzen im Hochbau
DIN 18336	VOB, Teil C: Abdichtungsarbeiten
DIN 18380	VOB, Teil C: Heizanlagen und Zentrale Warmwassererwärmungsanlagen
DIN 18560	Estriche im Bauwesen
DIN V 44576	Elektrische Raumheizung, Fußbodenheizung
VDE 0100	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
DIN ISO 7730:2005	Berechnung des PMV- und PPD-Indexe (thermische Behaglichkeit) DIN EN 15251:2007-08 Eingangsparameter Raumklima (Europäische Komfortnorm)

Lohmeyer/Ebeling, Betonböden für Produktions- und Lagerhallen, Planung, Bemessung, Ausführung; Düsseldorf, 2012, Kapitel 4.11, S. 174 f

13. BVF Gütesiegel und spezialisierte Anbieter

Das BVF-Gütesiegel soll allen Beteiligten – vom Fachplaner über den Fachhandwerker bis hin zum Endkunden – Orientierung und Sicherheit im stetig wachsenden Marktsegment der Flächenheizungen und Flächenkühlungen bieten.

Die Hersteller, die das Siegel tragen dürfen, garantieren damit, dass sie den umfangreichen Kriterien- Katalog des BVF erfüllen.

Das BVF-Gütesiegel ist beim Deutschen Patent- und Markenamt unter der Nummer 30 2018 105 344 eingetragen und europaweit geschützt. Es steht für die gesicherte, zertifizierte Systemqualität der Produkte mit Gewährleistung. Sie profitieren von individuellen Lösungen aus einer Hand und erhalten damit ein effizientes, normgerechtes sowie innovatives Flächenheizungssystem. Das erleichtert dem Installateur die Arbeit und der Endverbraucher darf sich über eine dauerhaft effiziente und behagliche Flächenheizung freuen, bei der auch der langfristige technische Service sichergestellt ist. Durch die Vorgabe und Überprüfung strenger und transparenter Standards verhilft das BVF Siegel zu einer klaren Orientierung, es schafft Vertrauen und Sicherheit bei allen Beteiligten – vom Planer, über den Fachhandwerker bis zum Endkunden.

Weitere Informationen über den Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. sind unter:

www.flaechenheizung.de

www.bvf-siegel.de

www.flaechenheizungsfinder.de

Disclaimer:

Die in dieser Broschüre genannten relevanten Normen und Arbeitsblätter sind auf dem Stand Januar 2023.

Urheberrechtshinweis:

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Weg und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, erhalten:

Falls nicht anders angegeben alle Bilder Quelle: BVF

Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V.

Wandweg 1 · 44149 Dortmund

Telefon: +49 231 618 121 30 ·
Telefax: +49 231 618 121 32

www.flaechenheizung.de · www.bvf-siegel.de www.flaechenheizungsfinder.de