

# INFORMATIONSDIENST FLÄCHENHEIZUNG



# + KÜHLUNG

## Herstellung beheizter und gekühlter Fußbodenkonstruktionen im Gewerbe- und Industriebau

Stand: April 2010

## Richtlinie Nr.: 8

Herausgegeben vom:  
Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V.  
Hochstraße 115 • 58095 Hagen  
Tel.: +49 (0) 23 31 / 20 08 50 • Fax: +49 (0) 23 31 / 20 08 17  
[www.flaechenheizung.de](http://www.flaechenheizung.de)  
[info@flaechenheizung.de](mailto:info@flaechenheizung.de)



Bis in die frühen achtziger Jahre wurde die Fußbodenheizung hauptsächlich im Wohnungsbau, vornehmlich im Ein- und Zweifamilienhaus, eingesetzt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen über die thermischen Auswirkungen dieser Beheizungsart, insbesondere das günstige vertikale Temperaturniveau und weitere Nutzervorteile, bilden die Grundlage für den Einsatz auch im Gewerbe- und Industriebereich.

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. Daher werden Fußbodenheizungen in zunehmendem Maße im Gewerbe- und Industriebereich mit großen und hohen Hallenbauten eingesetzt.

Die Fußbodenheizung ermöglicht eine freie und flexible Raumgestaltung, da keine störenden Heizaggregate vorhanden sein müssen. Die Reinigung der Fußböden bedeutet gleichzeitig die Reinigung des Wärmeverteilsystems.

Eine Fußbodenheizung im Gewerbe und Industriebau ist ein wirtschaftliches und energieeffizientes Wärmeverteilsystem. Die Fußbodenheizung kann mit geringem anlagentechnischem Aufwand auch zur Kühlung eingesetzt werden. Auf diese Weise können innere Kühllasten effizient abgeführt werden.

Die vorliegende Richtlinie gibt den derzeitigen Stand der Technik für die Herstellung beheizter und gekühlter Fußbodenkonstruktionen im Gewerbe- und Industriebau wieder.

Fußbodenheizungen werden in Gewerbe- und Industriebauten als Warmwasser- und Elektro-Fußbodenheizung ausgeführt. Bei der Warmwasser-Fußbodenheizung werden vom Heizwasser durchströmte Heizrohre in die Fußbodenkonstruktion integriert. Dabei kommen vorzugsweise Kunststoff-, Kupfer- oder Kupfer-Kunststoff- und Kunststoff-Aluminium-Verbundrohre zum Einsatz. Bei Elektro-Fußbodenheizungen erwärmen stromdurchflossene elektrische Heizleitungen die Fußbodenkonstruktion.

Fußbodenheizungen werden z.B. eingesetzt in:

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

Ferner werden Flächenheizungen als Untergriefschutz von Kühlläusern sowie für die Eisfreihaltung von Nutzflächen in Kühlläusern eingesetzt. Diese Anwendung erfordert spezielle Planungs- und Ausführungsmaßnahmen, die in der vorliegenden Richtlinie nicht behandelt werden.

Die Gewerbe- und Industriefußbodenheizung erfüllt die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung/-Richtlinie ohne die bei anderen Heizungsarten z.T. erforderlichen Unterstützungsmaßnahmen (z.B. Bodenroste gegen Fußkälte) in vorteilhafter Weise.

● **Auszug aus der Arbeitsstätten Verordnung:**

§ 6 Raumtemperaturen

(1) In Arbeitsräumen muss während der Arbeitszeit eine unter Berücksichtigung der Arbeitsverfahren und der körperlichen Beanspruchung der Arbeitnehmer gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur vorhanden sein. Satz 1 gilt auch für Bereiche von Arbeitsplätzen in Lager-, Maschinen und Nebenräumen.

(2) Es muss sichergestellt sein, dass die Arbeitnehmer durch Heizungseinrichtungen keinen unzuträglichen Temperaturverhältnissen ausgesetzt sind.

Erläuterungen zu Absatz 2

Bei der Wahl, Auslegung und Anordnung der Heizeinrichtungen muss darauf geachtet werden, dass die Arbeitnehmer nicht gesundheitsschädlichen thermischen Einflüssen ausgesetzt sind.

Das kann z.B. bei Warmluftgebläsen, Heizstrahlern oder anderen wärmeabgebenden Betriebseinrichtungen der Fall sein, die unmittelbar auf den Arbeitsplatz gerichtet sind.

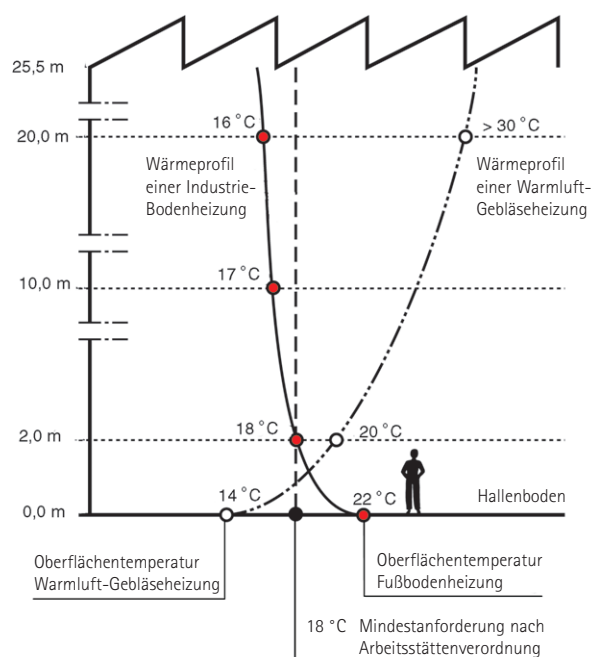


Bild 1: Typische vertikale Temperaturprofile in einer Industriehalle mit unterschiedlicher Beheizung unter gleichen Bedingungen

## ● Arbeitsstätten Richtlinie 8/1 Kapitel 2.2

Ein ausreichender Schutz gegen Wärmeableitung ist ferner gegeben, wenn eine Oberflächentemperatur des Fußbodens von nicht weniger als 18°C gewährleistet ist, z.B. durch Heizungsanlagen oder andere geeignete betriebliche Einrichtungen.

## Allgemeine Konstruktionsprinzipien

### ● Planungshinweise

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 jede Betonplattenkonstruktion – Stahl-, Spann-, Stahlfaser-, Vakuum-, Walzbeton etc. – kann eine Flächenheizung eingebaut werden. Die Dimensionierung der Betonplatte erfolgt immer durch den Statiker.

Bei statisch richtig dimensionierten Betonplatten werden die Heizrohre und Heizleitungen durch die Lasten auf die Betonplatte nicht beansprucht. Eingebettete Heizrohre und Heizleitungen haben keinen Einfluss auf die Druckfestigkeit des Betons.

## Wärmedämmung

Die Notwendigkeit einer Wärmedämmung unterhalb der Heizebene regelt die Energieeinsparverordnung (EnEV). Hier gilt nach § 4 – für Nichtwohngebäude mit niedrigen Innentemperaturen (>12° C, <19° C) – die generelle Anforderung: Bei zu errichtenden Gebäuden mit niedrigen Innentemperaturen darf der nach Anhang 2 Nr. 2 zu bestimmende spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust die Höchstwerte in Anlage 2 Nr. 1 nicht überschreiten. Nach der EnEV gelten für die Wärmedämmung unterhalb der Heizebene keine spezifischen Grenzwerte. Vielmehr ist, durch den

Bauwerksplaner, eine ganzheitliche Bewertung des Baukörpers, unter Berücksichtigung des § 6 vorzunehmen.

EnEV, § 7 Mindestwärmeschutz, Wärmebrücken

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 nach den anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden. Hier ist im Besonderen die DIN 4108-2 zu beachten.

Eine Wärmedämmung ist jedoch gem. EnEV nicht notwendig, in

- Industriebauten mit einer Norm-Innentemperatur  $\leq 12^\circ\text{C}$
- Industriebauten mit einer Norm-Innentemperatur von mehr als  $12^\circ\text{C}$  und weniger als  $19^\circ\text{C}$ , die weniger als 4 Monate im Jahr beheizt und weniger als 2 Monate gekühlt werden
- Werkstätten, Werkhallen und Lagerhallen, soweit sie nach ihrem üblichen Verwendungszweck großflächig und lang anhaltend offen gehalten werden müssen
- Industriebauten, in denen der Einbau einer Wärmedämmung einen unangemessenen Aufwand nach § 25 Befreiungen darstellt.

Anmerkung

Durch eine Amortisationsrechnung kann ein unangemessener Aufwand nachgewiesen werden.

Es ist zu beachten: erfolgte eine Befreiung gem. § 25 Befreiungen, so ist trotzdem gem. DIN 4108-2 ein R-Wert von  $\leq 0,90 \text{ m}^2\text{K/W}$  einzuhalten.

Hinweis:

Dämmschichten, die unterhalb der Betonplatte auf Erdreich, also außerhalb einer Bauwerksabdichtung, eingesetzt werden, müssen gem. DIN 4108-2 die Zulassung als „Perimeterdämmung“ haben. Nur dann dürfen die Wärmedurchgangswerte verwendet werden.

## Ausführung des Betons

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.

Stahlfaserbeton

besteht aus Beton unter Zugabe von Stahlfasern. Bei dieser Betonausführung wird auf eine Mattenbewehrung verzichtet, so dass ein Trägerelement für die Befestigung der Heizrohre und Heizleitungen einzuplanen ist. Die gleichmäßig verteilten Fasern verbessern die Druck-, Biege- und Zugfestigkeit gegenüber einem unbewehrten Beton.

Vakuumbeton

erhält seinen Namen durch die abschließende Behandlung des bereits verdichteten und nivellierten Betons. Hierdurch wird dem Beton ein großer Teil des Anmachwassers entzogen, was eine Verbesserung der Früh- und Endfestigkeit der oberflächennahen Betonschicht mit sich bringt. Zur Vakuumbehandlung werden Filtermatten und Saugschalungen auf die Betonoberfläche aufgelegt. Mit einer Vakuumpumpe wird über der Betonoberfläche ein Unterdruck erzeugt, der das Anmachwasser absaugt. Je nach Ausführung der Bewehrung besteht Vakuumbeton aus Stahlbeton, Spannbeton, Stahlfaserbeton, o. ä.

Einbettung der Heizrohre bzw. Heizleitungen

Die Positionierung der Heizrohre bzw. Heizleitungen ist von der Nutzung und den statischen 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 2).

Wird der Beton ohne Mattenbewehrung ausgeführt (Stahlfaserbeton, Spannbeton, unbewehrter Beton), so wird das Heizrohr bzw. die Heizleitung auf System- oder Trägerelementen befestigt (siehe Bild 3).



Bild 2: Betonkonstruktion mit Mattenbewehrung



Bild 3: Betonkonstruktion ohne Mattenbewehrung

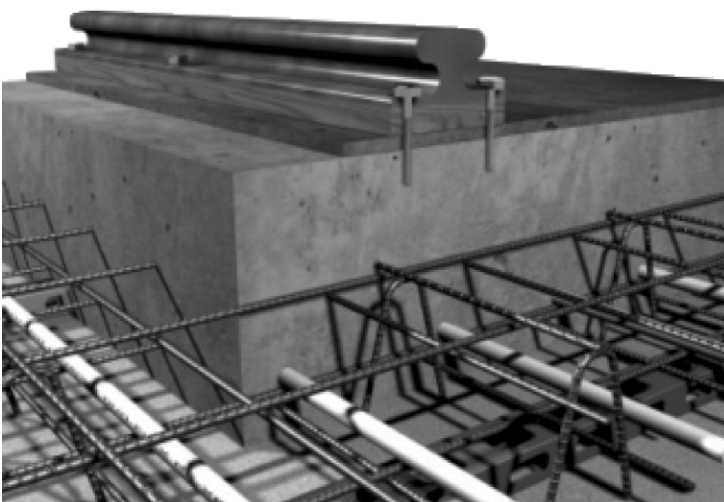


Bild 4: Befestigungsbeispiel von Halleneinrichtungen

## Halleneinrichtung

In gewerblich und industriell genutzten Gebäuden werden oft Einrichtungen wie z.B. Hochregallager oder Maschinen auf dem Betonboden 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 ist das Heizrohr bzw. die 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.

## Beton-Fugentechnik:

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 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 Fugfelder 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.

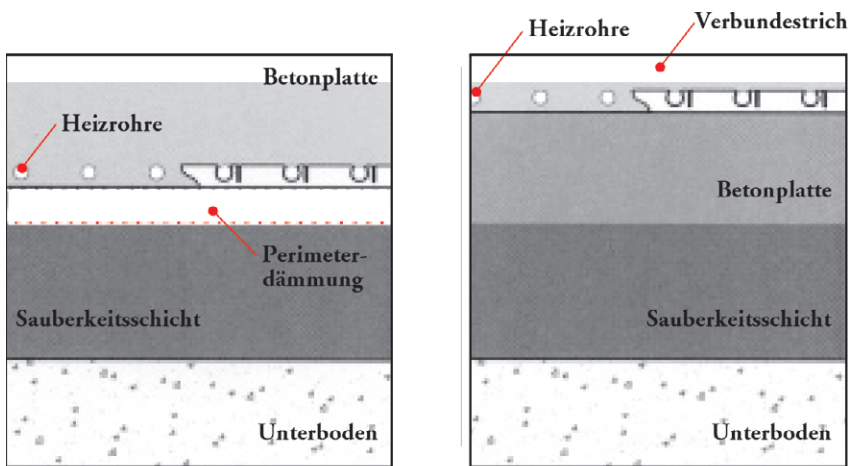


Bild 5: Industrieflächenheizung im Beton und Verbundestrich

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 Statiker – unabhängig vom Vorhandensein einer Fußbodenheizung – festzulegen.

#### Scheinfugen

werden nachträglich in die Betonplatte eingeschnitten und dienen als Sollbruchstelle für das baustoffbedingte Schwinden der Betonplatte. Sie sind ca. 3–4 mm breit und werden je nach Lage der Heizrohre und Heizleitungen in einer Einschnitttiefe von ca. 25–30 % der Plattendicke ausgeführt.

### 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. Anbindelungen zu berücksichtigen. Die Art und Lage der Fuge ist im Wesentlichen abhängig von z.B.:

- Art des Betoneinbaues, des Untergrundes und der Tragschicht
- Plattendicke
- örtliche Verhältnisse (Stützen, Wände, Kanäle)
- langfristig wirkende Lasten bzw. Nutzen

## Regelung von Industriefußbodenheizungen

Industriefußbodenheizungen fallen unter die Vorschriften der EnEV nach § 14 Verteilungseinrichtungen und Warmwasseranlagen. Die Anforderungen an die Einrichtungen zur Steuerung und Regelung aus dieser Verordnung 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.

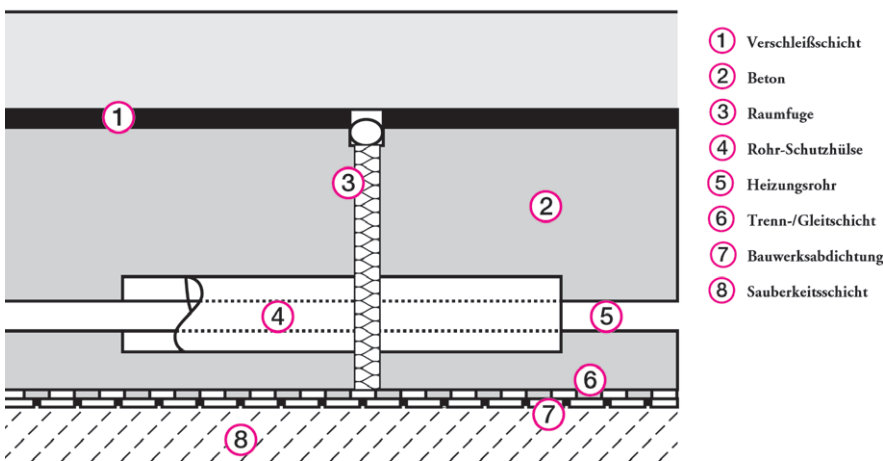


Bild 6: Darstellung einer Raumfuge als Bewegungsfuge

## Normen und Richtlinien

### 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

Herausgegeben vom:  
Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V.  
Hochstraße 115 · 58095 Hagen  
Tel.: +49 (0) 23 31 / 20 08 50 · Fax: +49 (0) 23 31 / 20 08 17  
[www.flaechenheizung.de](http://www.flaechenheizung.de)  
[info@flaechenheizung.de](mailto:info@flaechenheizung.de)

**Hinweis:**

Das 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, vorbehalten.