

Eine neue Regel der Technik?

Montage von Heizrohren in Industriehallenböden im „Lohmeyer / Ebeling“

Es wurde auch Zeit. Denn die Energiewende erfasst die Konstruktion von Gewerbe- und Industriehallen. Und zwar insofern, dass viele Investoren, wenn nicht sofort so doch irgendwann, mit Erneuerbarer Energie heizen wollen. Ergo mit Niedertemperatur. Zumindest wollen sie die Option nicht verbaut sehen. Das heißt, die Auslegung der Bodenplatte als Großflächen-Strahlungsheizung nimmt zu – doch mangelte es an konkreten Ausführungshinweisen. Die liefert jetzt die Neuerscheinung der Bibel dieses Gewerks: „Betonböden für Produktions- und Lagerhallen – Planung, Bemessung, Ausführung“.

In welcher Höhe müssen die Heizungsrohre liegen? In welchem Maße schwächt die Einbettung die Belastbarkeit der Sohlplatte? Welche Zuschläge zur Dicke des Bodens sollten berücksichtigt werden? Wie verändern sich die statischen Verhältnisse von bewehrtem und unbewehrtem Beton? Was ist eine – nicht empfohlene – Linienunterstützung...?

Gottfried **Lohmeyer** und Karsten **Ebeling**, die Autoren, gelten schlechthin als die Kompetenzen in Sachen Betonböden.

Beide betreiben als Beratende Ingenieure und Sachverständige für Betontechnologie und Betonbau ein namhaftes Planungsbüro. Ihr anerkanntes Standardwerk „Betonböden für Produktions- und Lagerhallen“ erschien im Januar 2012 beim Verlag Bau+Technik, Düsseldorf, in der dritten Auflage. Für Architekten, Planer und Statiker ist es seit zwei Jahrzehnten die entscheidende Entwurfsunterlage für jenen Teil einer Halle, „auf dem der gesamte Betriebsablauf stattfindet. Aus Sicht des Auftraggebers muss deshalb der Betonboden sowohl alles können als auch lange halten – und darf nichts kosten“, so Gottfried Lohmeyer im Vorwort.

Lange halten – wie ausführen? Solche Angaben fehlten bisher für beheizte Böden mit Rohrschlangen im Beton. Die Richtlinie Nr. 8 „Herstellung beheizter und gekühlter Fußbodenkonstruktionen im Gewerbe- und Industriebau“ des Bundesverbands Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. (BVF) sagt dazu zum einen nichts Konkretes. Und zum anderen ist ihr Allgemeines auch nicht (mehr) richtig: Unter „Planungshinweise“ behauptet sie „Der Fußbodenaufbau wird objektbezogen vom Planer und Statiker vorgegeben... Eingebettete Heizrohre und Heizleitungen haben keinen Einfluss auf die Druckfestigkeit des Betons“. Das suggeriert, man müsse sich zum Boden keine Gedanken machen.

Eine Frage des Betons

Lohmeyer und Ebeling schreiben dagegen: „Ungünstig ist das Verlegen der Montage-Betonstahlmatte für Heizrohre direkt auf dem Unterbau, da hier eine Schwächung des Betonquerschnitts besteht.“ Die Empfehlungen in der aktuellen Auflage, die also erstmalig – unter anderem aus den im Vorspann genannten Gründen – in einem ausführlichen Kapitel „Betonböden mit Flächenheizung“ behandelt, könnten damit eines Tages, wenn sie die Fachwelt so akzeptiert, den Status einer „Regel der Technik“ haben. „Erstmalig“ bezieht sich in diesem Zusammenhang auf „ausführlich“: Die Vorgänger des Buches streiften lediglich die Fußbodenheizung und -kühlung für Industrie-, Lager- und Distributionshallen wie auch für Freiflächen (Plätze, Gehflächen, Rampen, Rollbahnen, Zufahrten). In Umfang ausgedrückt: Gegenüber der zweiten Auflage verdreifachten sich die Passagen zum Thema Flächenheizung und -kühlung.

Der „Lohmeyer/Ebeling“ macht die Dicke der Sohlplatte und die Höhenlage der Heizrohre von der Konstruktionsart des Betonbodens abhängig. Er differenziert zwischen

- bewehrten Betonbodenplatten (mit Baustahlmatte, damit ist nicht die dünne Fußbodenheizungs-Befestigungsmatte gemeint)
- unbewehrten Betonbodenplatten,
- faserbewehrten Betonbodenplatten und
- gewalzten Betonböden.

Zug- und Biegebeanspruchungen

Bezüglich der Betondicke ist zu unterscheiden, ob konstruktionsbedingt die Biegezugbeanspruchung des Hallenbodens durch die Zugfestigkeit der Bewehrung aufgenommen wird oder aber durch die Zugfestigkeit des Betons über sein Widerstandsmoment. Bei fachgerecht mit Baustahlmatten bewehrten Platten ergibt sich trotz Schwächung des Betonquerschnitts durch die Heizrohre keine Verringerung der Tragfähigkeit (hier spielt alleine die Druckfestigkeit eine Rolle). Anders ist dies etwa bei unbewehrten Platten, wenn die Heizleitungen den Zugquerschnitt verringern. Dadurch sinkt die Tragfähigkeit des Fundaments wegen des kleineren Widerstandsmoments.

Die Zuschläge zur Betondicke bei eingebauten Rohrleitungen errechnen sich bei



Immer mehr Investoren in Großhallen entscheiden sich für Flächenheizungen. (Foto: Kreilac)

bewehrten Platten durch die jeweils vorhandene statische Höhe von Mitte Bewehrung bis zum Druckrand (Oberfläche) der Betonplatte, bei unbewehrten Platten rechnerisch durch Berücksichtigung des jeweils vorhandenen Widerstandsmoments. Das klingt kompliziert, ist aber bereits in Tabelle 1 zusammengefasst.

Wie schon erwähnt, raten die Betonexperten generell von einer Verlegung der Spezial-Baustahl-Montagematte zur Befestigung der Heizrohre direkt auf dem Planum oder Unterbau ab. Verfährt man allerdings so, ist in jedem Fall diese Schwächung durch zusätzliche Millimeter Plattendicke auszugleichen. Um keine Missverständnisse aufkommen zu lassen: Mit Montagematte sind nicht die zwei Bewehrungsmatten gemeint, die bewehrtem Beton dieses Typs die Zugfestigkeit geben, sondern nur das relativ dünne Drahtgitter zum Fixieren der Heizrohre.

Heizrohre in mattenbewehrten Bodenplatten

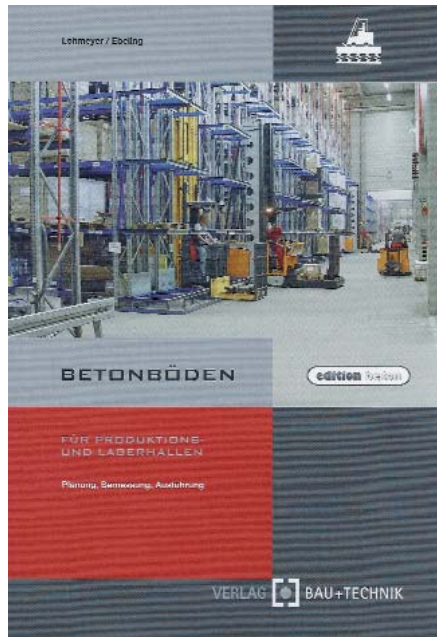
Generell untergliedern die Betonspezialisten nach Belastungszustand I und Belastungszustand II. Vereinfacht gesprochen heißt Zustand II: Die Fläche zwischen zwei Bewegungsfugen kann „schüsseln“, also aufbiegen. Dadurch entsteht an ihrer Unterkante Zug: Der Beton reißt hier und darf auch reißen. Und zwar bis zur unteren Bewehrungsmatte, die bei einem Hallenboden von 200 mm Dicke etwa 35 mm hoch liegen sollte. Ab hier nimmt der Stahldraht die Zugkräfte auf. Befänden sich Heizrohre unterhalb der Bewehrung, also direkt auf dem Unterbau, hätte das in Bezug auf die Reißfestigkeit (Zug) keine Bedeutung.

Anders sieht das dagegen bei einem entgegengesetzten Biegemoment aus, zum Unterbau hin. Beispielsweise, wenn im Bereich der Fugen oder am Rand der Platte schwere Lasten drücken. Dann muss der Beton unterhalb der Stahlmatte die Druckkräfte aufnehmen. Lügen jetzt hier elastische Kunststoffrohre, würden sie die Tragfähigkeit des Betons in der Biegedruckzone schwächen.

- Die Fußboden-Heizrohre gehören deshalb bei stahlmattenbewehrten Betonböden auf die untere Bewehrung (in Höhe von 35 mm). Ein Zuschlag auf die Plattendicke ist bei dieser Anordnung nach „Lohmeyer/Ebeling“ nicht notwendig.

Heizrohre in stahlfaserbewehrten und unbewehrten Bodenplatten

Eingemischte Stahlfasern statt der beiden Gitter haben nur geringen Einfluss auf die Zugfestigkeit. Deshalb gilt faserbewehrter



Der neue „Lohmeyer/Ebeling“ enthält erstmals Installationsempfehlungen für Flächenheizungen.

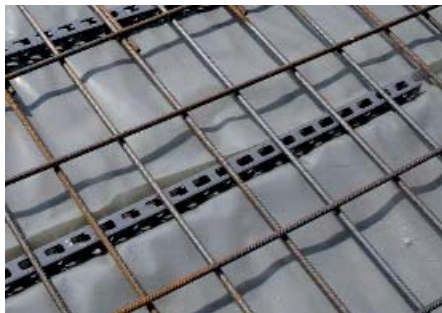
Beton nicht als bewehrter Beton nach DIN EN 1992. Die Drahtenden erhöhen in erster Linie die Schlagfestigkeit des Bodens und verbessern sein Reißverhalten nach entstandenen Anrissen, indem sie den Rissfortschritt hemmen.

Die Verringerung des Widerstandsmoments durch Rohre ist mithin bei beiden Bodenkonstruktionen – faserbewehrt und unbewehrt – weitgehend identisch. Deshalb unterscheidet der „Lohmeyer/Ebeling“ in seinen Hinweisen zur Flächenheizung/-kühlung nicht zwischen diesen Sohlplatten.

Da die – konstruktionsbedingte – Bewehrungsmatte als gleichzeitige Auflage für die Heizrohre fehlt, geht der Heizungsbau sowohl bei faserbewehrten als auch bei unbewehrten Böden nach zwei unterschiedlichen Ausführungsvarianten vor:



Biegebeanspruchungen mit hoher Druckbelastung im unteren Bereich eines Hallenbodens treten auf, wenn schwere Lasten auf den Rand der Betonplatte drücken. (Bild: Linde AG)



Linienförmige Auflagen (Schienen) für Matte und Rohr im Beton schwächen, genauso wie ein Heizungsrohr, das Widerstandsmoment. Deshalb rät der neue „Lohmeyer/Ebeling“ ausschließlich zu freistehenden punktförmigen Unterstützungen.

Variante 1

Matte/Rohre direkt auf dem Unterbau:

- Schwächung des Widerstandsmoments in der Größe der Dicke von Mattendraht plus Heizrohr (üblich etwa 30 mm). Zuschlag zur Plattendicke deshalb 30 mm. Es darf nur die Plattendicke oberhalb des Rohrscheitels als tragend angesetzt werden.

Variante 2

Matte/Rohre auf punktförmigen Abstandhaltern in mindestens 35 mm Höhe:

- Geringere Schwächung des Widerstandsmoments durch Dicke von Matte und Heizleitung. Zuschlag zur Plattendicke 15 mm.

Heizrohre in Walzbeton

Gewalzter Beton, der beim Aufbringen mit sehr geringem Wassergehalt auskommt („Trockenbeton“), eignet sich nicht für die Herstellung bewehrter Hallenböden. Er bleibt

deshalb im Allgemeinen unbewehrt. Die Dicke der Bodenplatte entspricht üblicherweise der anderer, unbewehrter Böden. Nachteilig gegenüber „Nassbeton“ – des besseren Verständnisses wegen seien hier einmal diese nicht normgerechten Begriffe verwendet – ist jedoch mangels Feuchtigkeit die äußerst zähe Viskosität.

Im Fall Walzbeton „muss davon ausgegangen werden, dass die Rohrleitungen nicht vollständig dicht vom Beton umschlossen werden. Unterhalb der Rohrleitungen verbleibende Fehlstellen im Betongefüge sind ungünstig für die Wärmeabgabe und sie sind auch für das Tragverhalten des gewalzten Betons von Nachteil“.

- Die Rohrleitungen sollten in Walzbeton erstens auf punktförmigen Abstandhaltern in mindestens 35 mm Höhe liegen. Zweitens sollte der Zuschlag zur Betondicke wegen der Querschnittsschwächung im Minimum 15 mm betragen.

Generelles zur Dicke von Betonböden

Für alle Böden gilt: Die evtl. Schwächung des Widerstandsmoments muss vollständig ausgeglichen werden. Die genannten zusätzlichen 30 mm Aufbauhöhe dürften zwar der Normalfall sein, sind aber trotzdem nur als Beispiel zu sehen. Wenn Matte, Befestigungsclip oder -schiene und Rohr über dieses Maß hinausgehen sollten, gilt als Zuschlag die Systemhöhe dieser drei Komponenten.

Punktförmige Abstandhalter stehen selbständig auf dem Unterbau und nicht in einer durchgehenden Schiene (linienförmig). Die Schiene wäre eine Schwächung und statisch wie ein Rohr zu behandeln.

Buch-Info:

Gottfried Lohmeyer, Karsten Ebeling
Betonböden für Produktions- und Lagerhallen
 Planung, Bemessung, Ausführung

3. Auflage, 2012, 566 Seiten,
 16,5 x 21 cm, gebunden,
 101 Abbildungen, 102 Tafeln
 ISBN 978-3-7640-0540-5
78,00 EUR

www.verlagbt.de

Allgemein ist zur Aufbauhöhe von Bodenplatten zu sagen, dass mattenbewehrter Beton – beheizt oder unbeheizt – in der Regel je nach Höhe und Dauer der Belastungen mit 20 bis 40 mm Dicke weniger auskommt als unbewehrter Beton. Der „Lohmeyer/Ebeling“ spricht sich trotzdem – schon wegen des Arbeitsaufwands – für mehrheitlich unbewehrte Böden aus, die mit vielleicht einer Festigkeitsklasse höher und den genannten Millimetern als Zuschlag identisches leisteten wie die mit Stahleinlage. Von Sonderfällen abgesehen. Eigentlich seien die untere und die obere Bewehrungsmatte nur aus der Tradition heraus immer noch sehr verbreitet.

Auf der anderen Seite übernimmt ja die Bewehrungsmatte mit wachsender Nachfrage nach Niedertemperatur-Großflächen-Strahlungsheizungen eine zweite Funktion. Erst eine genauere Wirtschaftlichkeitsberechnung weist für beheizte Sohlplatten folglich aus, was kostengünstiger ist: 20 mm mehr Beton bei einem Hallenboden ohne Bewehrung, trotzdem aber ein logistischer Aufwand für die Anlieferung eines (dünnere) Stahldrahtgitters zur Befestigung der Heizungsrohre plus dem Montageaufwand für die Fixierung des Drahtgeflechts oder aber dann doch gleich zwei etwas kräftigere Bewehrungsmatten, um als Kostenausgleich an Boden sparen zu können.

Immerhin kosten 10 mm Beton etwa 1,0 €/m². Die von Gottfried Lohmeyer und Karsten Ebeling angeratene Verdickung des Hallenbodens um 15 mm für die Variante 2 zieht folglich für eine Distributionshalle von 10.000 m² eine Mehrinvestition von rund 15.000 Euro nach sich, für die Variante 1 rund 30.000 Euro.

Der TGA-Planer sollte im Vorgespräch mit dem Architekten/Projektentwickler die spezifischen Kosten einholen. Der „Lohmeyer/Ebeling“ enthält Tabellen für die Dicke von bewehrten und unbewehrten Böden ohne Heizrohre sowie in Tafel 4.13 eine Zusammenfassung (Vorschlag, Tabelle 1) „Zusätzliche Plattendicken bei Betonbodenplatten mit einbetonierten Warmwasser-Flächenheizungen“. ■ [Bernd Genath]

Betonbodenplatten	Lage des Heizsystems	zusätzliche Betondicke [mm]
bewehrte Betonbodenplatten	Heizsystem auf der unteren Bewehrung mit punktförmigen Abstandhaltern 35 mm	0
unbewehrte Betonbodenplatten	Variante 1: Heizsystem auf Montage-Betonstahlmatten direkt auf dem Unterbau	≥ 30
	Variante 2: Heizsystem auf Montage-Betonstahlmatten mit punktförmigen Abstandhaltern 35 mm	≥ 15
faserbewehrte Betonbodenplatten	Variante 1: Heizsystem direkt auf dem Unterbau	≥ 30
	Variante 2: Heizsystem auf Montage-Betonstahlmatten mit punktförmigen Abstandhaltern 35 mm	≥ 15
gewalzte Betonböden	Heizsystem auf Montage-Betonstahlmatten mit punktförmigen Abstandhaltern 35 mm	≥ 15

Tabelle 1 · Zusätzliche Betondicken für beheizte Betonböden nach „Lohmeyer/Ebeling“.