

Einsatz der Industrieflächenheizung

Stark belastbar

Peter Wegwerth*

Die Fußbodenheizung erlebte mit der Einsatzmöglichkeit von Kunststoffrohren Ende der siebziger Jahre eine Renaissance. Leichte und schnelle Verlegung der Heizrohre ohne zu schweißen oder zu löten, gaben diesem in Vergessenheit geratenen Heizsystem neue Marktchancen. Bis in die frühen achtziger Jahre wurde dieses Heizsystem hauptsächlich im Wohnungsbau, vornehmlich im Eigenheimbau eingesetzt. Aus den gewonnenen Erkenntnissen über die thermischen Auswirkungen dieser Beheizungsart, insbesondere das stabile vertikale Temperaturniveau und weitere Nutzervorteile, war der Schritt zum Einsatz im Industriebereich mit großen und hohen Hallenbauten eine logische Schlussfolgerung.

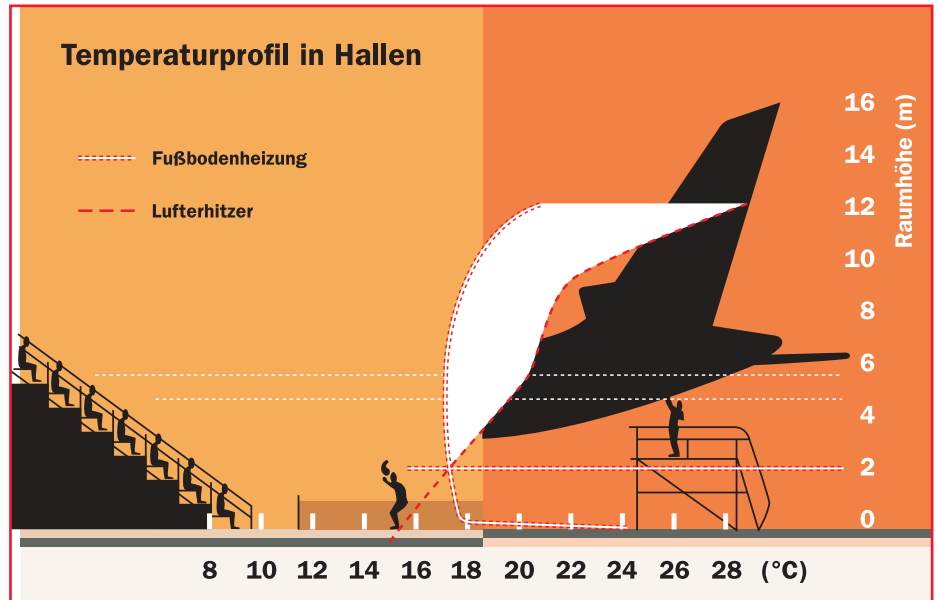


Bild 1 Temperaturprofil von Industrieflächenheizung und Luftheizter im Vergleich

Mit diesem Einsatzgebiet ergaben sich aber auch neue Anforderungen an die Systeme, die bisher nur im Wohnungsbau im Estrichbereich eingesetzt wurden. Jetzt galt es die Heizrohre in der hochbelasteten Betonsohle zu positionieren, was für manche Architekten zunächst Anpassungsprobleme brachte. Bis hin zu der sich wiederholenden Frage, ob die Kunststoffrohre den Belastungen einer Industrie-Betondecke standhalten. Dies ist jedoch bei richtiger Materialwahl problemlos. Entsprechende Kunststoffrohrmaterialien nehmen die Spannungsbewegungen der Betonplatte schadlos durch das kunststoffspezifische Relaxionsverhalten auf. In welchen Industriebereichen werden heute Industrieflächenheizungen eingesetzt? Es gibt kaum einen Industriebereich der für ihren Einsatz nicht geeignet ist. Überall wo es Betonsohlen und Betondecken gibt, läßt

sich auch ein Kunststoffheizrohr positionieren. Voraussetzung ist, wie schon erwähnt, ein robustes und vom Grundmaterial her hochwertiges, für die rauhe Baustellensituation geeignetes Rohr mit einer DIN Certo Registrierung sowie Sauerstoffdichtigkeit gemäß DIN 4726. Im Bereich von chemikalienverarbeitenden Industrien muß daß Kunststoffheizrohr eine hohe Chemikalienbeständigkeit des Rohrwerkstoffes aufweisen. Aus Bild 1 läßt sich auch schon die Einsatzbreite der Industrieflächenheizung ablesen, die vom Flugzeughangar bis zur Mehrzweckhalle reicht. Der Vorteil für den Bauherrn und Nutzer liegen u. a. in der Wirtschaftlichkeit der Industrieflächenheizung durch Raumfreiheit, im gleichmäßigen Temperaturprofil, geringe Luftbewegung, in der wartungsfreien Heizfläche etc. Die

* Peter Wegwerth, Technisches Marketing,
D. F. Liedelt „Velta“, 22851 Norderstedt, Telefon
(0 40) 5 29 02-0, Telefax (0 40) 52 90 25 99,
Internet: www.velta.de; Hinweis: Eine 54seitige
technische Information zum Thema „Industrieflächen-
heizung“ ist kostenlos abrufbar.

Besonderheiten einer Industrieflächenheizung liegen in der Berücksichtigung der Verkehrslast, Prüfung der Dämmfornernis, Betonarten, Rohrpositionierung, Einschraubtiefe bei der Befestigung der Haleneinrichtung, Beton-Fugentechnik. Die Industrieflächenheizung ist unabhängig von der Verkehrslast, da keine Verkehrslast einschränkenden Systemkomponenten wie, z. B. Dämmungen integriert sind. Bild 2 zeigt den die Heizrohre nicht beeinflussenden Kraftverlauf bei Belastung.

Wärmedämmung nicht immer sinnvoll

Obwohl die Wärmeschutzverordnung unter bestimmten Bedingungen eine Wärmedämmung fordert, braucht diese energetisch nicht immer sinnvoll zu sein. In vielen Fäl-

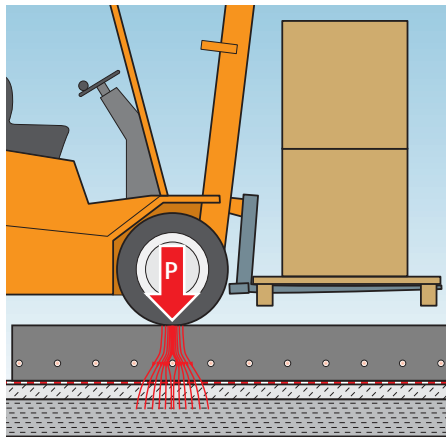


Bild 2 Eingebettet in Beton verlaufen die Kraftlinien um das Heizrohr

len kann auf die Wärmedämmung verzichtet werden. Ist der Grundwasserspiegel weniger als 2 m von der Betonsohle entfernt, so sollte in Abhängigkeit der Anforderungen eine Wärmedämmung berücksichtigt werden.

Die WSchV (Wärmeschutzverordnung) gibt Grenzwerte vor, die die Wärmeabgabe von Gebäuden an die Umgebung bei gegebenen thermischen und baulichen Randbedingungen einschränken. Für Industriebauten gilt bei Flächenheizungen, daß der Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteilschichten zwischen der Heizfläche und der Außenluft, dem Erdreich oder Gebäudeteilen mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen den Wert von $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ nicht



Bild 3 Stahlbeton mit Mattenbewehrung

überschreiten darf jedoch eingeschränkt und es bestehen Ausnahmeregelungen. Darüber hinaus müssen die Anforderungen gem. § 5 des Energieeinsparungsgesetzes wirtschaftlich innerhalb der üblichen Nutzungsdauer vertretbar sein.

Ausnahmeregelungen der WSchV

Der Anwendungsbereich der WSchV ist jedoch eingeschränkt und es bestehen Ausnahmeregelungen. Dazu gelten Ausnahmen und Befreiungen nach § 11 bzw. § 14. Im Einzelfall muß also geprüft werden, ob die Industriehalle eine Wärmedämmung im Bodenbereich benötigt. Der Verzicht auf eine Wärmedämmschicht gemäß § 14 Härtefall basiert auf dem Energieeinsparungsgesetz (EnEG) § 5 und beschreibt die Möglichkeit, bei unangemessenem Aufwand oder bei unbilliger Härte eine Befreiung zu bewirken. Gemäß § 5 des EnEG gelten Anforderun-



Bild 4 Spannbeton mit Spannstahl- und Mattenbewehrung

gen als wirtschaftlich vertretbar, wenn generell die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer durch die eintretenden Einsparungen erwirtschaftet werden können. Übersteigen die Kosten der Dämmung unterhalb der Betonplatte die sich durch diese Dämmung ergebenden Einsparungen an Heizkosten während der

Nutzungsdauer einer Industriehalle, so liegt hier in der Regel ein unangemessener Aufwand im Sinne des § 5 Härtefall vor. Die Landesbauordnungen der jeweiligen Bundesländer kommentieren diesen Sachverhalt auf ähnliche Art und Weise. Dieser Härtefall ist durch eine Amortisationszeitberechnung zu belegen und dem Freistellungsantrag beizulegen. In den meisten Fällen liegt diese Amortisationszeit bei weitem über der Nutzungsdauer der Industriehalle. Der formlose Antrag auf Verzicht der Bodendämmung wird bei der zuständigen unteren Behörde (z. B. Bauordnungsamt der Stadtverwaltung) gestellt. Die nach Landesrecht zuständigen Stellen können auf Antrag von



Bild 5 Vakuump-Teppich zur Entwässerung der Betonfläche

den Anforderungen dieser Verordnung befreien, soweit die Anforderungen im Einzelfall wegen besonderer Umstände durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte führen.

Ein wichtiger Planungshinweis für die Planung sei hier angemerkt: Ist die Raumtemperatur $> 19 \text{ }^\circ\text{C}$ und erfolgte eine Befreiung gem. § 14 Härtefall, so ist trotzdem gemäß DIN 4108 ein k-Wert von $(0,93 \text{ W/m}^2 \text{ K})$ einzuplanen.

Welche relevanten Betonarten gibt es?

In nahezu jede Betonplattenkonstruktion, wie Stahl-, Spann-, Stahlfaser-, Vakuumbeton etc. (außer Walzbeton), kann die Industrieflächenheizung eingebaut werden. Die Dimensionierung der Betonplatte erfolgt immer durch den Statiker.

Stahlbeton

Stahlbeton ist die für Industriefußböden klassische Betonausführungsart. Stahlbetonplatten sind mit einer Mattenbewehrung ausgestattet. Sie ist vielfach zweilagig, nämlich mit unterer und mit oberer Bewehrung im Beton eingebracht. Die beiden Bewehrungslagen sind aus Baustahlmatten aufgebaut, die durch spezielle Abstandhalter auf dem tragenden Untergrund aufgeständert sind.

Spannbeton

Spannbeton wird mit einer Spannstaahlbewehrung ausgeführt, die vielfach mit einer Mattenbewehrung kombiniert wird. Eine Spannstaahlbewehrung besteht aus kreuz-

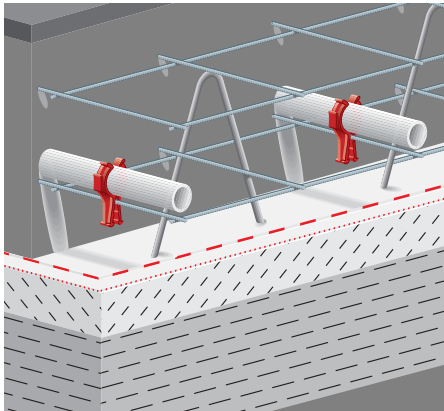


Bild 6 Konstruktionsart mit Mattenbewehrung

weise angeordneten Spanngliedern, die vorgespannt werden und zumeist mit einem Korrosionsschutz versehen sind (z. B. PE-Schutzmantel der Metallhüllrohre). Dadurch werden der Betonplatte Druckspannungen auferlegt, was dem Entstehen von Rissen vorbeugt. Die Spannstaahlbewehrung wird im Normalfall in Höhenmitte der Platte und durch Abstandhalter in der Höhenlage gesichert.

Walzbeton

Walzbeton ist ein sehr steifer Beton und kann deshalb mit Glattmantel- oder Gummiradwalzen verdichtet werden, ohne daß diese im Beton einsinken. Da die Fahrwe-

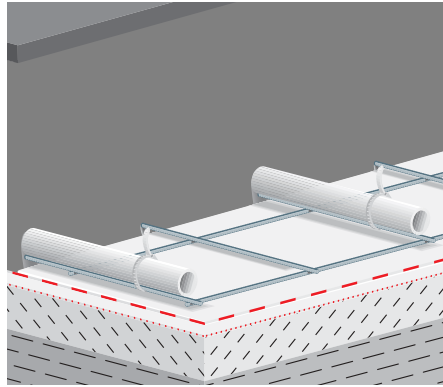


Bild 7 Konstruktionsart ohne Mattenbewehrung

ge dieser schweren Baufahrzeuge die bereits verlegten Heizrohre kreuzen würden, ist diese Betonart nicht in Verbindung mit Flächenheizungen einsetzbar.

Stahlfaserbeton

Stahlfaserbeton besteht aus Beton unter Zugabe von Stahlfasern. Bei dieser Betonart wird gänzlich auf eine Mattenbewehrung verzichtet, so daß ein Trägerelement für die Befestigung der Heizrohre einzuplanen ist. Die gleichmäßig verteilten Fasern bewirken eine dreidimensionale Verankerung des Betons und verbessern die Druck-, Biege- und Zugfestigkeit eines unbewehrten Betons. Je nach Hersteller sind die Fasern unterschiedlich profiliert und die Zugabemenge variiert in Abhängigkeit der geforderten Betonqualität im Bereich von 30–80 kg/m². Da die Fasern dem Fahrmischer oder einer Estrichpumpe zugegeben werden, erfolgt mit der Betoneinbringung zeitgleich die Bewehrungseinbringung. Nach Abziehen der Oberfläche wird üblicherweise Hartstoff als Verschleißschicht eingestreut und die Oberfläche mit Glättern nachbehandelt.

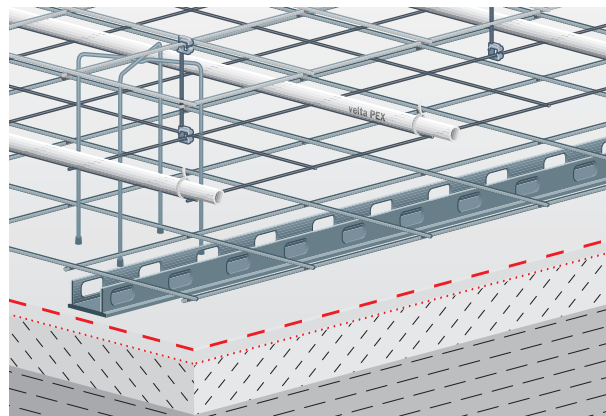


Bild 8 Konstruktionsart mit Aufzugsträgerelementen-Methode

Vakuumbeton

Vakuumbeton erhält seinen Namen durch die abschließende Vakuumbehandlung 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 etc.

Positionierung des Heizrohres

Die Rohrpositionierung ist von den statischen Gegebenheiten in der Betonplatte abhängig. Wird der Beton mit Mattenbewehrung ausgeführt (Stahlbeton oder Spannbeton), so wird das Heizrohr an der unteren Bewehrungsmattenebene befestigt. Bei Ausführungen von Beton ohne Mattenbewehrung (Stahlfaserbeton, Spannbeton, unbewehrter Beton) befestigt man das Heizrohr auf Trägerelementen, die auf dem Betonuntergrund ausgelegt werden (z. B. Q131). Um die Heizrohre möglichst in die statisch neutrale Zone der Betonkonstruktion zu bringen, werden sie in der mittleren Konstruktionsebene der Betonplatte platziert. Dies erfordert, wenn der Montageaufwand im üblichen Kostenrahmen bleiben soll, einen speziellen patentierten Aufhängemechanismus und einen besonders abzustimmenden Montageablauf.

In gewerblich genutzten Gebäuden werden oft Fundamente von Halleneinrichtungen – wie z. B. Hochregallager- oder Maschinen-

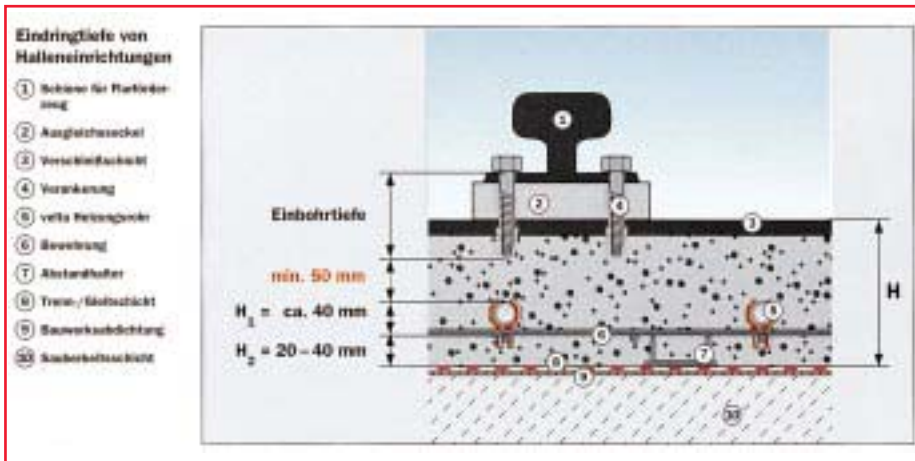


Bild 9 Befestigungsbeispiel von Halleneinrichtungen

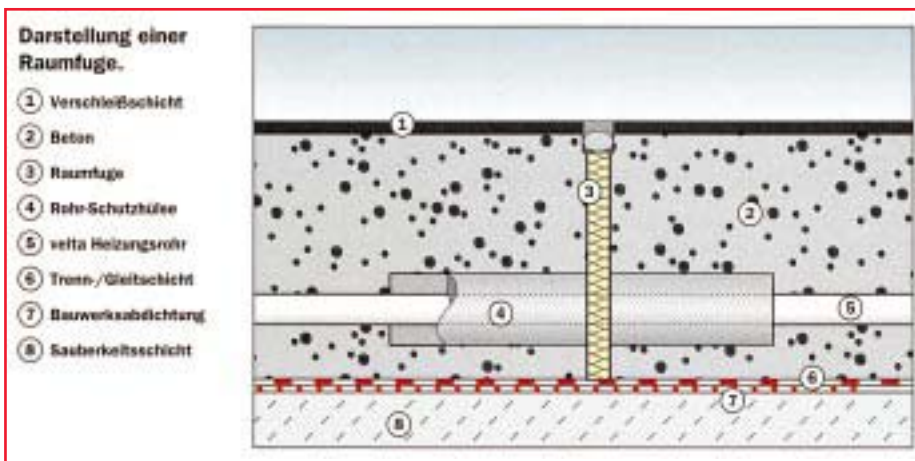


Bild 10 Darstellung einer Raumfuge als Bewegungsfuge

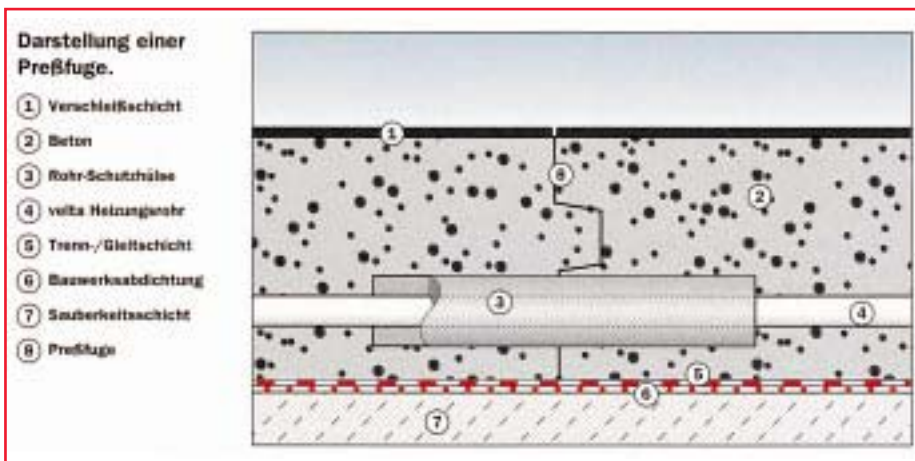


Bild 11 Darstellung einer Preßfuge

fundamente – im Betonboden verankert. Der Heizungsfachmann muß darüber informiert sein, wie tief diese Fundamente bzw. Verankerungen in die Betonplatte eindringen. Selten besteht die Gefahr, daß sie bis zur Heizungsrohrebene in die Betonplatte eindringen. Sollte dies aufgrund einer nicht ausreichenden Dicke der Betonplatte doch der Fall sein, so ist das Heizungsrohr in diesem Bereich auszuspären, es entsteht eine sogenannte Blindfläche.

Beton-Fugentechnik

Bewegungsfugen

Bewegungsfugen werden in der Betontechnik 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 Betonvergießen fixiert wird. Raumfugen werden im Normalfall nur als Übergang zu Bauteilen (z. B. Schächte, Kanäle, Stützen, Wände) angebracht. Die Fußbodenheizung beeinflusst die Planung der Raumfugen nicht. Heizungsrohre, die Raumfugen durchqueren, sind aufgrund der zu erwartenden mechanischen Belastungen im Fugenbereich mit Rohrschutzhülsen von 1 m Länge zu schützen.

Preßfugen

Preßfugen verbinden benachbarte Plattenfelder. Diese sind keine Bewegungsfugen, sie entstehen lediglich durch zeitlich versetztes Aneinanderbetonieren einzelner Felder. Um die Querkraftübertragung von einer Platte auf die nächste zu gewährleisten, werden diese durch Nut-und Feder-Verbindungen oder durch Verdübeln formschlüssig miteinander kombiniert. Preßfugendurchquerende Heizungsrohre sind mit Rohrschutzhülsen von 1 m Länge zu versehen, wenn das Heizungsrohr vor dem Betonieren mechanischen Belastungen ausgesetzt wird, z. B. durch Aufstellen der Schalung auf dem Heizungsrohr.

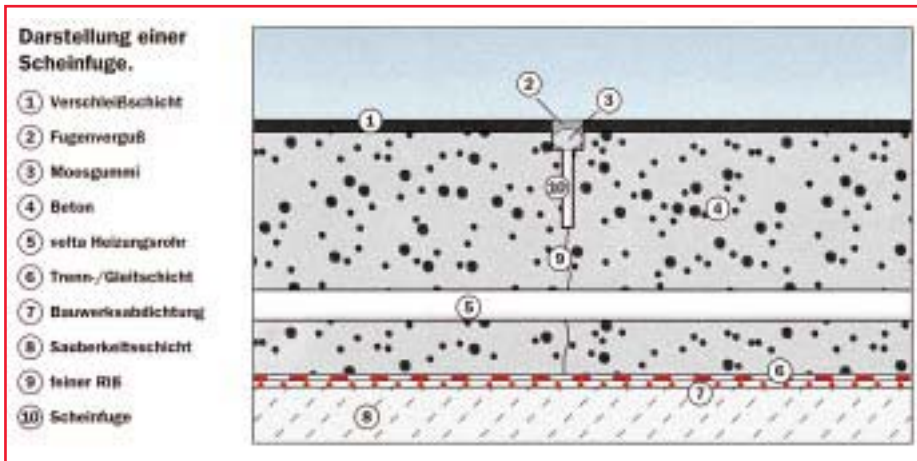


Bild 12 Darstellung einer Scheinfuge

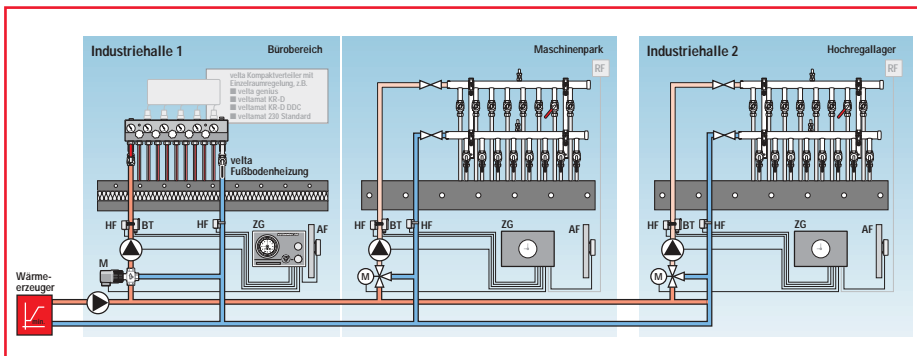


Bild 13 Anschluß an einen Wärmeerzeuger mit Mindeststrücklauftemperatur bei einer Industriehalle mit Büro und Lager

Scheinfugen

Scheinfugen werden nachträglich in die Betonplatte eingeschnitten und dienen als Sollbruchstelle. Sie sind ca. 3–4 mm breit und werden in einer Einschnitttiefe von ca. 25–30 % der Plattendicke ausgeführt. Der unterhalb des Einschnittes entstehende gewollte Riß hat eine gewisse Rißverzahnung, so daß Querkräfte von Betonplatte zu Betonplatte übertragbar sind. Eine Rohrschutzhülse ist für Scheinfugen nicht erforderlich. Durch einen ca. 8 mm breiten und ca. 25 mm tiefen Nachschnitt und eine speziell geeignete Vergußmasse sowie durch teilweises Ausfüllen mit Moosgummi können Scheinfugen auch „verschlossen“ werden.

Fugenanordnung

Die Fugenplanung unterliegt dem Statiker und ist aufgrund der niedrigen Heizebenen-temperatur unabhängig von der Industrieflächenheizung. Der Heizungs-Fachplaner sollte einen Fugenplan anfordern, um die Anordnung der Heizkreise bzw. Anbindungen darauf abzustimmen. Die Art und Lage der Fuge ist von mehreren Punkten abhängig, z. B. von Plattendicke, örtlichen Verhältnissen (Stützen, Wände, Kanäle), langfristig wirkende Lasten, Art des Beton-einbaues etc.

Die Feldgröße ist von verschiedenen Faktoren abhängig, z. B. von der guten, tragfähigen Unterkonstruktion, und kann daher auch nur von einem Statiker bestimmt werden. Randfugen um die Betonplatte oder Fugen an Einbauten in der Betonplatte werden als Raumfugen ausgeführt und müssen gleichfalls im Fugenplan dargestellt werden.

Vorschriften zur Regelung

Auch Industrieflächenheizungen fallen unter die Vorschriften der HeizAnV. Die Anforderungen nach § 7 dieser Verordnung sind zu erfüllen, lediglich bei der Raumtemperatur-Regelung ist für „Raumgruppen gleicher Art und Nutzung“ Gruppenregelung zulässig.

Der hydraulische Abgleich der einzelnen Heizkreise ist entsprechend der VOB DIN 18 380 durchzuführen, was den Einsatz von Verteilergruppen mit Abgleicharmaturen für jeden Heizkreis erfordert. Für die einzelnen Regelgruppen bieten die meisten Hersteller von Industrieflächenheizungen kompakte Regelstationen an.

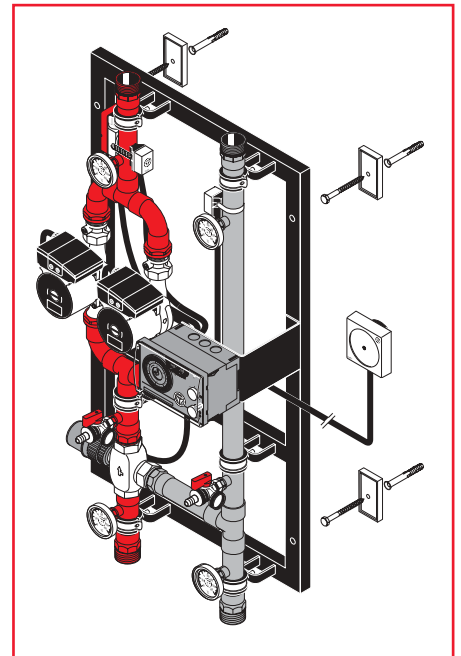


Bild 14 Vorgefertigte kompakte Regelstation

Die Heizwassertemperaturen sind durch die geringe Flächenbelastung aus dem günstigen Verhältnis von Hüllfläche und Grundfläche relativ gering. Sie liegen im Jahresmittel – je nach erforderlicher Raumtemperatur – bei 20 bis 28 °C. □