

Beheizung von Hallen und hohen Räumen

Übersicht:

1. Anforderungen an Hallenheizsysteme
2. Strahlungsheizung
 - 2.1. Hellstrahler
 - 2.2. Dunkelstrahler
 - 2.3. Deckenstrahlplatten
 - 2.4. Einsatzbereiche
3. Warmluftheizung
 - 3.1. Warmlufterzeuger
 - 3.2. Warmluftherhitzer
 - 3.3. Einsatzbereiche
 - 3.4. Deckenventilatoren
4. Fußbodenheizung
5. Anwendungsbeispiele

1 ANFORDERUNGEN AN HALLENHEIZSYSTEME

Die Nutzung von Hallen erstreckt sich über ein breites Spektrum. So gibt es beispielsweise Werkhallen, Lagerhallen, Sporthallen oder Ausstellungshallen. Es werden jeweils unterschiedliche Anforderungen an die Beheizung von Hallen gestellt. Diese reichen von der gleichmäßigen Temperierung großer Luftvolumina bis hin zur gezielten Beheizung einzelner Arbeitsplätze.



Quelle 1)

Hallenheizsysteme müssen definierte raumklimatische Bedingungen gewährleisten, die folgende Faktoren berücksichtigen:

- das Behaglichkeitsempfinden, die gesundheitlichen Vorgaben und damit die Leistungsfähigkeit der im Betrieb arbeitenden Menschen
- die Temperaturempfindlichkeit der Produkte bei Lagerung und Transport
- die Anforderungen an Fertigungsprozesse und Produktionsanlagen

Neben diesen durch die Nutzung bestimmten Bedingungen ergeben sich weitere Anforderungen durch die Bauweise der Hallen. Abhängig von den Abmessungen, der Wärmedämmung und der Luftwechselrate müssen die einzelnen Komponenten der Heizsysteme aufeinander abgestimmt sein.

Durch das breite Spektrum der Hallenbauten und die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten kommen mehr Heizungsvarianten zum Einsatz als in Wohn- oder Bürogebäuden. Man unterscheidet dabei:

- **Strahlungsheizungen**, die sich in Hellstrahler, Dunkelstrahler und Deckenstrahlplatten untergliedern
- **Warmluftheizungen**, die direkt oder indirekt befeuert werden
- **Fußbodenheizungen**

Diese Systeme lassen sich durch Torluftschleier, Wärmerückgewinnungsanlagen oder Lüftungsanlagen zu optimalen Heizsystemen kombinieren, die jedem Anspruch gerecht werden.



Quelle 1)

2 STRAHLUNGSHEIZUNG

Unter Strahlungsheizungen versteht man Heizsysteme, die einen erhöhten Anteil an Wärmestrahlung erzeugen und dadurch direkt den im Strahlungsbereich befindlichen Körper erwärmen.

Wärmestrahlung

Bei der Wärmestrahlung wird Energie nicht wie bei der Konvektion durch Materie (z.B. Luft) transportiert, sondern durch elektromagnetische Vorgänge. Die ausgesandte Strahlung ist in ihrer Intensität abhängig von der Temperatur und von den physikalischen Eigenschaften des strahlenden Körpers.

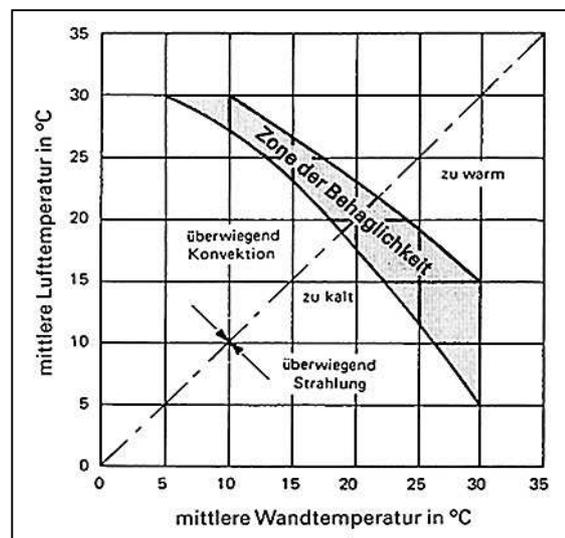
Die Strahlen werden nahezu verlustfrei transportiert und beim Auftreffen auf einen Körper von diesem zum Teil absorbiert, was zu einer Temperaturerhöhung des bestrahlten Körpers führt, ein anderer Teil wird in die Umgebung reflektiert.

Strahlungsenergie wird also durch elektromagnetische Wellen übertragen, die erst beim Auftreffen auf einen festen Körper in Wärme umgewandelt werden. Dadurch wird die umgebende Luft nicht direkt erwärmt. Durch die erwärmten Gegenstände findet eine indirekte Erwärmung der Luft ohne nennenswerte Luftbewegung statt.

Das Temperaturempfinden des Menschen wird in erster Linie durch die Lufttemperatur, die Strahlungstemperatur sowie die Luftgeschwindigkeit und die relative Feuchte bestimmt. In erster Näherung kann die empfundene Temperatur t_e durch eine Beziehung zwischen Lufttemperatur t_L und Strahlungsintensität I_S beschrieben werden:

$$t_e = t_L + 0,072 \cdot I_S$$

Für den Menschen ergibt sich demnach je nach Strahlungsintensität ein Temperaturempfinden, das deutlich über der gemessenen Umgebungsluft-Temperatur liegen kann. Man kennt diesen Effekt beispielsweise vom Sonnenbaden an kalten Wintertagen.



Quelle 2)

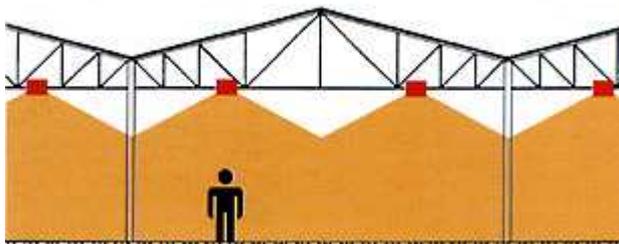


Strahlungswärmesysteme kommen erfahrungsgemäß mit 3 °C bis zu 5 °C geringerer Raumlufttemperatur bei gleichem körperlichen Wohlbefinden aus als Warmluftsysteme, wodurch sich die Wärmeverluste durch Lüftung und Transmission verringern.

Funktionsweise

In feuerungstechnischen Heizsystemen wird die Energie des Brennstoffs über Strahlung, Konvektion und das Abgas an die Umgebung abgegeben. Strahlungsheizungen wandeln den größten Teil der Energie in Wärmestrahlung um. Hierbei steigt der Strahlungsanteil der Wärmeübertragung mit zunehmender Oberflächentemperatur des Strahlers.

Die Beheizung von Hallen mit Strahlungsheizungssystemen erzielt im Vergleich zu anderen Systemen drei wesentliche Effekte:



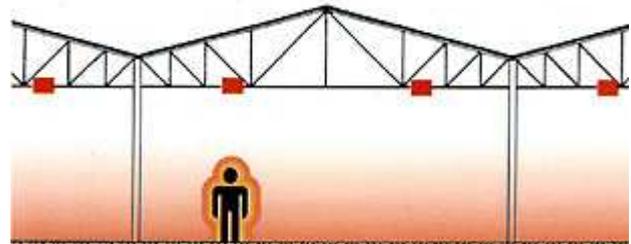
Quelle 1)

Erster Effekt:

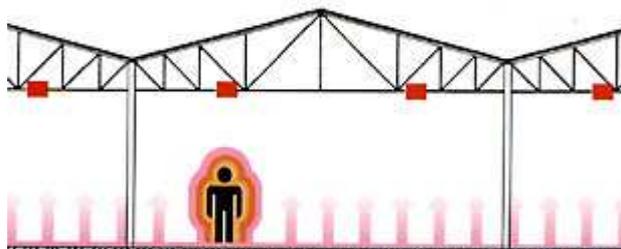
Die von der Strahlungsheizung emittierte Energie (Strahlungswärme) erwärmt die im Strahlungsbereich befindlichen Körper direkt.

Zweiter Effekt:

Die erwärmten Körper und Gegenstände strahlen aufgrund der Temperaturerhöhung selbst wiederum Wärme ab. Dadurch entstehen zusätzliche indirekte Heizflächen.



Quelle 1)



Quelle 1)

Dritter Effekt:

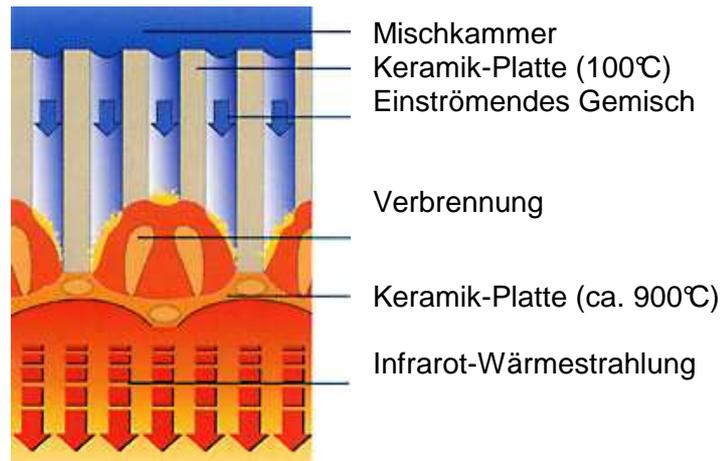
Die Hallenluft wird indirekt erwärmt. Es entstehen keine unnötigen, unangenehmen Luftbewegungen.

Heizsysteme

Strahlungsheizungen für Hallen lassen sich in Infrarot-Systeme und Warmwasser-Systeme untergliedern, wobei bei Infrarot-Strahlern je nach Oberflächentemperatur an den Strahlflächen noch zwischen Hell- und Dunkelstrahlern unterschieden wird.

2.1 HELLSTRAHLER

Hellstrahler werden durch einen atmosphärischen Brenner direkt beheizt und ausschließlich mit Gas betrieben. Das Gas/Luft-Gemisch wird elektrisch gezündet und verbrennt an der Oberfläche einer Keramikplatte. Dadurch erhitzt sich diese auf etwa 900°C und gibt Wärmestrahlung ab, die durch einen Reflektor gezielt nach unten gerichtet wird.



Quelle 1)

Kombistrahler verfügen über einen geschlossenen wärmeisolierten Reflektor, der durch die Abgase auf eine Temperatur von ca. 300 °C aufgeheizt wird. Sie emittieren dadurch zusätzlich langwellige Strahlung in den Aufenthaltsbereich der Halle. Das verringert den Abgaswärmeverlust und den Energieverbrauch.



Quelle 1)

Hellstrahler sind wartungsarm, da sie ohne bewegliche Teile arbeiten. Sie erreichen einen hohen Wirkungsgrad von ca. 95 %. Über unterschiedlich geformte Reflektoren kann die Strahlung großflächig verteilt oder auf bestimmte Bereiche konzentriert werden. Sie werden üblicherweise in höheren Hallen mit Deckenhöhen von mehr als 8 m eingesetzt.

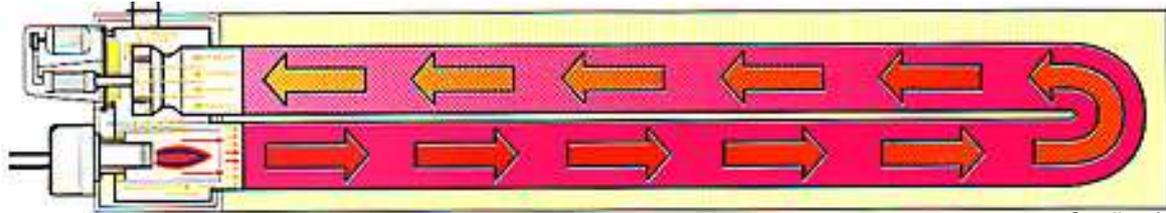
Die Lieferung der Geräte erfolgt als komplette Einheit. Zur Installation wird jeweils ein eigener Erdgasanschluss benötigt. Die Abgase von Hellstrahlern dürfen aufgrund der fast schadstofffreien Verbrennung indirekt über die Raumluft abgeführt werden. Es muss lediglich eine Frischluftzufuhr von 10 m³/h pro kW gewährleistet werden.

REGELUNG:

Die Strahler lassen sich entweder in Stufen oder modulierend in einem Bereich zwischen ca. 50 – 100 % der Nennleistung regeln. Eine Kombination mit Zeitschaltuhren und Temperaturfühlern, die zugleich auch die Strahlungsintensität messen, ist problemlos möglich.

2.2 DUNKELSTRAHLER

Dunkelstrahler bestehen aus Strahlrohren durch die bei der Verbrennung erzeugte heiße Abgase strömen. Als Brennstoff wird überwiegend Erdgas eingesetzt, es sind aber auch Modelle für den Einsatz von Heizöl erhältlich.



Quelle 3)

Ein U-förmig ausgebildetes Rohr dient als Strahlfläche. Der Brenner, der an einem Ende des Strahlrohres montiert ist, erzeugt eine Flamme, die relativ weit in das Rohr hineinreicht. Durch das Sauggebläse am anderen Ende entsteht ein Unterdruck, der die Verbrennungsprodukte durch das Strahlrohr transportiert. Die Rohroberflächentemperatur beträgt je nach Leistung und Ausführung zwischen 150 und 500 °C. Die Abgase werden über entsprechende Abgasleitungen direkt aus der Halle geführt.



Quelle 1)

Das Strahlungsrohr wird von einem Reflektor abgedeckt, der die Wärmestrahlung in den gewünschten Bereich lenkt. Zur Steigerung des Strahlungswirkungsgrades kann das Reflektorblech mit einer Wärmedämmung ausgestattet werden. Der Wirkungsgrad liegt bei ca. 90 %.

Weitere Bauarten von Dunkelstrahlern sind Multibrennereinheiten, bei denen auf einem Strahlungsrohr mehrere Brenner angebracht sind, oder Systeme mit Konverter, die ohne Gebläse arbeiten.

Dunkelstrahler strahlen in geringerer Intensität als Hellstrahler, versorgen aber ein größeres Strahlungsfeld. Aufgrund der geringeren Oberflächentemperatur können sie bereits in Räumen ab einer Deckenhöhe von ca. 4 m eingesetzt werden.

Die Lieferung erfolgt in montagefertigen Einheiten ab einer Länge von 5 m. Sie benötigen neben einem Erdgasanschluss auch eine Abgasanlage, die auch für mehrere Geräte gemeinsam genutzt werden kann.

REGELUNG:

Dunkelstrahler lassen sich entweder in Stufen oder modulierend in einem Bereich zwischen ca. 50 – 100 % der Nennleistung regeln. Eine Kombination mit Zeitschaltuhren und Temperaturfühlern ist problemlos möglich.

2.3 DECKENSTRAHLPLATTEN

Deckenstrahlplatten sind statische Heizsysteme aus Stahlblechprofilbändern mit eingeschweißten Rohren, die von einem Heizmedium durchströmt werden. Dabei wird hauptsächlich Wasser eingesetzt, aber auch der Betrieb mit Dampf oder Thermoöl ist möglich. Das Heizmedium wird in einem externen Wärmeerzeuger erwärmt. Die Heizmitteltemperaturen liegen zwischen 35 und 145 °C. Die eingebrachte Wärmeleistung wird zu etwa 70 % als Strahlung dem Raum zugeführt.

Ein Strahlblech, das mit den Registerrohren wärmeleitend verbunden ist, richtet die Wärmestrahlung nach unten. Um die Wärmeabgabe nach oben zu begrenzen ist die Oberseite der Deckenstrahlplatten mit einer Wärmedämmschicht ausgestattet.



Deckenstrahlplatten können als anschlussfertige Einheiten geliefert oder aus mehreren Elementen zu Bändern von bis zu 120 m Länge zusammengefügt werden. Zur Abdeckung des erforderlichen Wärmebedarfs müssen ca. 15 – 20 % der Deckenfläche mit Strahlplatten belegt werden. Die Montagehöhe liegt in der Regel zwischen ca. 3 und 40 m. Da die Beheizung indirekt über einen externen Wärmeerzeuger erfolgt, ist auch der Einsatz in explosionsgefährdeten Räumen möglich.

Quelle 4)

Im Sommer können Deckenstrahlplatten auch zur Kühlung eingesetzt werden, wobei die Kühlleistung etwa 25 % der installierten Heizleistung entspricht.

REGELUNG:

Die Regelung der Raumtemperatur kann über den zentralen Wärmeerzeuger sowie über die einzelnen Heizkreise erfolgen. Dabei sind z.B. ein witterungsgeführter Betrieb, Nachtabsenkung und die separate Schaltung einzelner Bereiche möglich.

2.4 EINSATZBEREICHE VON STRAHLUNGSHHEIZUNGEN

Strahlungsheizungen werden vor allem eingesetzt in:

- Produktionshallen
- Lagerhallen
- Werkstätten
- Sportstätten
- Verkaufsräume
- Kirchen

Die Vorteile gegenüber anderen Heizsystemen ergeben sich durch:

- niedrige Raumtemperaturen bei gleicher Behaglichkeit
 - geringe Transmissionswärmeverluste
 - BIS ZU 30 % GERINGERER PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH
 - geringere Heizleistung notwendig
 - vorteilhaft bei häufig geöffneten Hallentoren
- keine Verluste durch Wärmeverteilungsnetz (nur Hell- und Dunkelstrahler)
- kurze Aufheizzeiten
- auch geeignet bei großen Hallenhöhen, da kaum Temperaturschichtung über die Hallenhöhe
- keine Zuglufterscheinungen, keine Staubaufwirbelungen
- Beheizung von Teilflächen möglich
- geringer Hilfsenergiebedarf
- keine Einfriergefahr (nur Hell- und Dunkelstrahler)
- Deckenstrahlplatten können auch zur Hallenkühlung genutzt werden

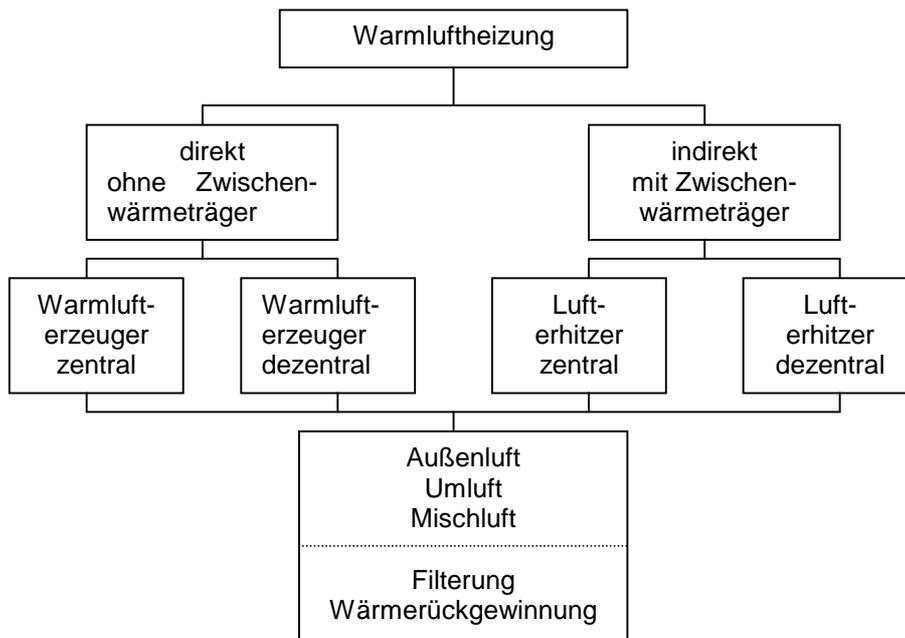
3 WARMLUFTHEIZUNGEN

Die Warmluftheizung fördert mechanisch mit Ventilatoren Luft in den zu beheizenden Raum. Die zirkulierende Luft wird dabei als Wärmeträger genutzt. Die erwärmte Luft wird in den zu beheizenden Raum entweder unmittelbar oder über Kanalleitungen geleitet, gibt dort die Wärme durch konvektiven Wärmeaustausch ab und wird dem Gerät je nach Außenluftanteil vollständig oder teilweise im Kreislaufprinzip zurückgeführt.

Heizsysteme

Man unterscheidet zwischen Warmluftherzeugern, bei denen eine direkte Erwärmung der Luft über Brenner erfolgt, und Luftherzern mit einer indirekten Aufheizung der Luft über einen Wärmeträger.

Beide Systeme gibt es für den Betrieb mit Außenluft oder mit Umluft. Häufig werden auch Mischluftgeräte eingesetzt bei denen je nach Bedarf der Außenluftanteil und der Umluftanteil verändert werden können.



Quelle 5)

3.1 WARMLUFTERZEUGER



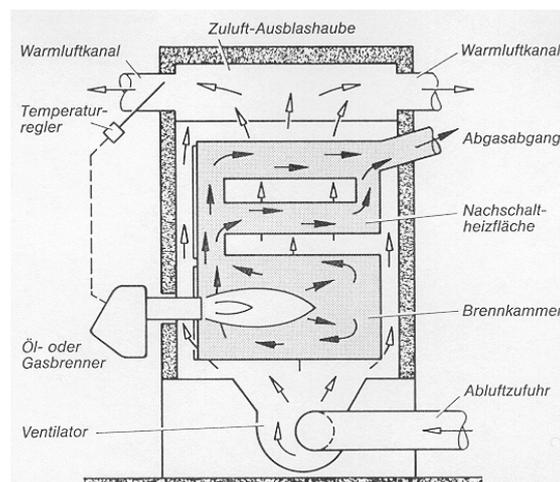
Bei **dezentralen Warmluftherzeugern** wird der gesamte Wärmebedarf auf mehrere kleine Geräte aufgeteilt. Diese bestehen aus einem Stahlblechgehäuse, Wärmetauscher, Gasbrenner, Abgassammelkasten und Abgasstutzen. Zudem ist der Warmluftherzeuger mit einem Ventilator und einem Ausblasrahmen mit verstellbaren Lamellen ausgestattet. Jedes Gerät benötigt weiterhin eine eigene Abgasführung.

In Abhängigkeit von der Nennwärmeleistung werden die Geräte mit atmosphärischen Brennern oder Gasgebläsebrennern (ab ca. 50 kW) ausgestattet. Dezentrale Warmluftherzeuger werden in Leistungsklassen von ca. 10 bis 400 kW

angeboten. Die Wirkungsgrade liegen bei normaler Ausführung bei etwa 90 %. Mit Brennwerttechnik können sogar mehr als 100 % erzielt werden

Bei **zentralen Warmluftherzeugern** wird der gesamte Wärmebedarf von einem Gerät abgedeckt und über einen zentralen Luftauslass verteilt. Diese Geräte lassen sich sowohl für freien Ausblas mittels Ausblashaube als auch für die Luftverteilung über Kanäle verwenden. Die Abgase müssen über eine Abgasanlage abgeleitet werden.

Das Marktangebot umfasst sowohl gas- als auch ölbefeuerte Warmluftherzeuger. Zentrale Warmluftherzeuger ohne Luftkanalsystem werden in einem Leistungsbereich von ca. 25 bis 1.000 kW angeboten, zentrale Warmluftherzeuger mit Luftkanalsystem sind sogar bis zu einer Wärmeleistung von ca. 1.500 kW erhältlich.



Quelle 6)

Bei der Aufstellung und beim Anschluss von gasbefeuerten Warmluftherzeugern sollten folgende Hinweise beachtet werden:

- Der Rauminhalt des Aufstellungsraumes muss mindestens 4 m³ je kW Gesamtnennwärmeleistung des Gaswarmluftherzeugers haben; im allgemeinen ist bei Hallen üblicher Dichtheit die ausreichende Verbrennungsluftversorgung erfüllt.
- Die obige Anforderung gilt nicht, wenn die Verbrennungsluftversorgung auf andere Art sichergestellt ist oder der Gaswarmluftherzeuger raumluftunabhängig betrieben wird.

REGELUNG:

Die Regelung der Raumtemperatur beim Einsatz von Warmluftgeräten wird über einen Raumthermostaten vorgenommen, der den Ventilator und die Gaszufuhr steuert. Ein Ventilatorbetrieb zur reinen Luftumwälzung ohne Heizung ist auch möglich.

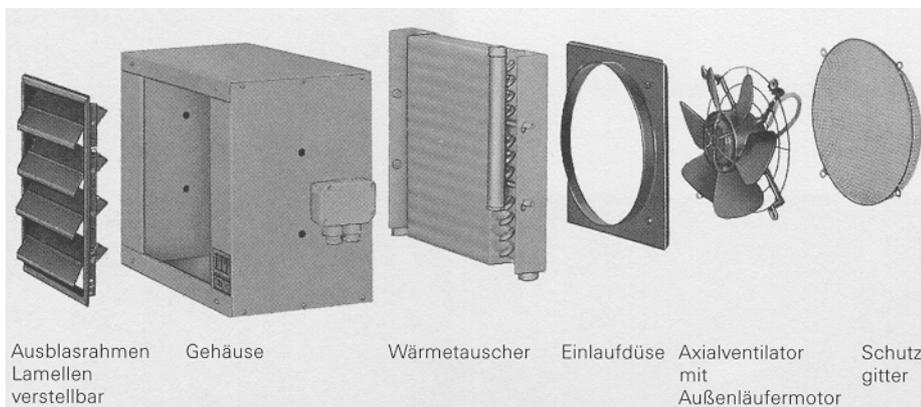
Die richtige Position des Raumthermostaten ist für den wirtschaftlichen Betrieb des Warmluftgeräts von großer Bedeutung. Er darf in keinem Fall zu weit vom Warmluftzeuger oder an Stellen, an denen Durchzug herrscht, installiert werden.

Sind mehrere Geräte zur Beheizung eines Raumes notwendig, so können diese zur Raumtemperaturregelung in Gruppen zusammengefasst und mit einem zentralen Regler gesteuert werden.

3.2 LUFTERHITZER

Bei **dezentralen Luftheritzern** wird in einer zentralen Heizkesselanlage Warmwasser oder Dampf erzeugt und über Rohrleitungen zu den einzelnen Geräten transportiert. Über ein Heizregister, welches entweder aus Kupferrohren mit Aluminiumlamellen oder aus verzinkten Stahlrippenrohren besteht, wird die Wärme abgegeben und per Ventilator dem Raum zugeführt. In Räumen mit hohen Staubbelastungen oder Luftverschmutzungen ist zusätzlich der Einbau von Filtern notwendig.

Dezentrale Luftheritzer sind in Leistungsgrößen von ca. 10 bis 150 kW erhältlich.



Quelle 5)

Zentrale Luftheritzer werden ebenfalls über eine separate Heizkesselanlage mit Wärme versorgt. Die Beheizung der Luft erfolgt jedoch über einen zentralen Wärmetauscher. Über ein Luftkanalsystem wird die erwärmte Luft dann in der Halle verteilt.

REGELUNG:

Die Regelung der Raumtemperatur bei Luftheritzern erfolgt i.d.R. über den Heizkreislauf in Abhängigkeit von der Außenluft- und Raumtemperatur. Weitere Regelungsmöglichkeiten bestehen vor Ort durch die Anpassung der Ventilator Drehzahl oder durch eine Klappen- bzw. Jalousieverstellung. Weitere Steuerungsmöglichkeiten bestehen beispielsweise in einer ablufttemperaturabhängigen Umschaltung auf Wärmerückgewinnung, dem Einfrierschutz sowie der Begrenzung der minimalen Luftausblasmenge und -temperatur.

3.3 EINSATZBEREICHE FÜR WARMLUFTHEIZUNGEN

Besondere Bedeutung kommt den Warmluftheizungen aufgrund ihrer vielseitigen Einsatzmöglichkeiten zu. Neben der Raumbeheizung können Warmluftheizungen auch zur Be- und Entlüftung verwendet werden.

Bevorzugte Einsatzbereiche der Warmluftheizung sind:

- Hallen mit kleinem bis mittleren spezifischen Wärmebedarf
- Hallen mit Höhen unter 15 m
- Hallen mit Feuchte- und Stofflasten

Folgende Warmluftheizungssysteme werden in Hallenbauten eingesetzt:

- Warmluftheizungen mit dezentral angeordneten Warmluftheizern oder Lufterhitzern als Wand,- Decken- und Standgeräte, z.B. in Fabriken, Werkstätten, Montagehallen usw.
- Warmluftheizungen mit zentraler Lufterwärmung und Luftverteilung über Luftkanäle, z.B. in Theatern, Kinos, Hallen usw.
Je nach Nutzung der Hallen können zentrale Lufterwärmungssysteme ergänzt werden durch
 - Wärmerückgewinnungsanlagen
 - Absaugvorrichtungen für emissionsbeeinträchtigte Arbeitsplätze

Warmluftheizungen zeichnen sich aus durch:

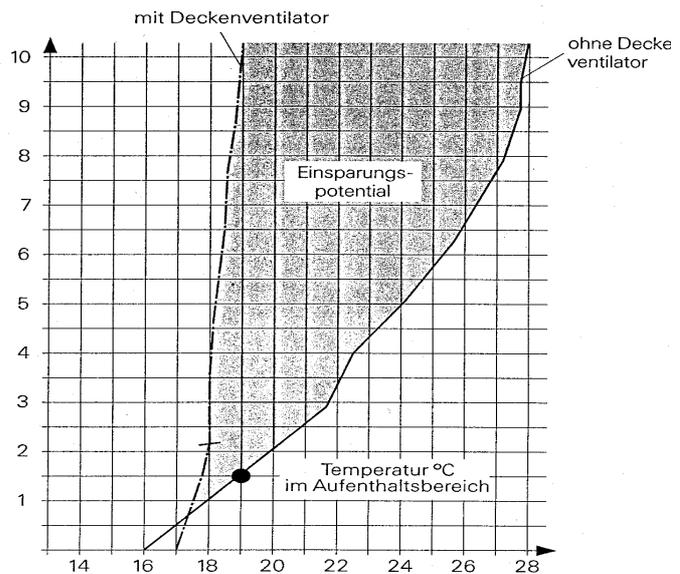
- eine gleichmäßige Wärmeverteilung bei raumerfassender Luftbewegung
- integrierbare Lufterneuerung bzw. Sommerlüftung /Außenluftzufuhr)
- nächtliche Kühlung im Sommer durch Zufuhr kühler Frischluft
- eine mögliche Ergänzung zusätzlicher Luftaufbereitungseinrichtungen, wie Staubfilter, Befeuchter, Luftkühler
- keine Einfriergefahr bei Warmluftheizern

3.4 DECKENVENTILATOREN

Auf Grund der geringeren Dichte hat die warme Luft das Bestreben, nach oben zu strömen. Nach unten gerichtete Lamellen im Luftauslass verhindern dies nur zum Teil. Die Folge ist eine meist recht hohe Temperatur im Deckenbereich. Mit steigendem Temperaturunterschied zur Außentemperatur steigt demzufolge der Wärmeverlust über die Hallendecke.

Durchgeführte Messungen in vergleichbaren Gebäudestrukturen haben ergeben, dass Warmluftheizungen Temperaturschichtungen von ca. 1 °C/m Raumhöhe haben. Dies bedeutet bei einer Halle von 10 m Höhe und 19 °C im Aufenthaltsbereich einen Temperaturanstieg auf 28 °C unter der Decke.

Abhilfe bietet hier der Einsatz von Deckenventilatoren. Im richtigen Abstand angeordnet und auf die optimale Drehzahl eingestellt, können diese Ventilatoren in Hallen bis zu 15 m Höhe den Temperaturunterschied zwischen Decke und Boden auf 1,5 °C bis 2 °C verringern.



Quelle 5)

Durch einen stufenlosen Drehzahlsteller kann die Ventilator Drehzahl so eingestellt werden, dass im Aufenthaltsbereich keine Zuglufterscheinungen auftreten. Der Deckenventilator wird in Abhängigkeit von einer Temperaturdifferenz (Aufenthaltsraum zu Deckenbereich) von einem Raumthermostaten geschaltet. Der Raumthermostat ist im Deckenbereich montiert und schaltet bei einer Temperaturdifferenz größer 2,0 °C den Ventilator ein.



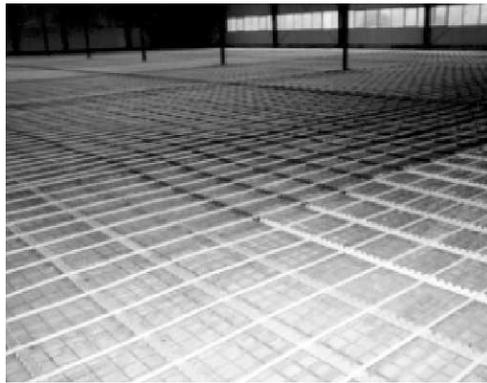
Quelle 7)

4 FUßBODENHEIZUNG

Bei der Fußbodenheizung werden im Boden verlegte Heizrohre mit warmem Wasser erhitzt, das über eine Zentralheizung erzeugt wird. Im industriellen Anwendungsbereich arbeitet sie mit Heizwassertemperaturen kleiner 45 °C. Es handelt sich daher um eine sogenannte Niedertemperaturheizung. Sie eignet sich besonders für Brennwertkessel, Wärmepumpen, Solarthermische Anlagen und Prozessabwärme mit niedrigen Temperaturen. Die Wärme wird vom Fußboden durch Konvektion und Strahlung nach oben an den Raum abgegeben. Die Wärmeverteilung erfolgt über möglichst zentral angeordnete Heizkreisverteiler. Von diesen lassen sich die einzelnen, parallel geschalteten Heizkreise separat regeln.

Systembeschreibung

Im Industriebau werden die Heizrohre direkt in der Betonplatte verlegt. Die Anordnung ist prinzipiell in verschiedenen Ebenen möglich. Auf die statische Berechnung hat der Einbau einer Fußbodenheizung unmittelbar in die Bodenkonstruktion bei den üblichen Wärmebedarfswerten keinen Einfluss.



Quelle 8)

Bei der Positionierung der Heizrohre sind Bohrtiefen von Verankerungen für Maschinen oder Regale zu beachten. Diese Bereiche müssen entweder ausgespart werden, oder die Heizebene muss in einer tieferen Lage innerhalb des Betons platziert werden.

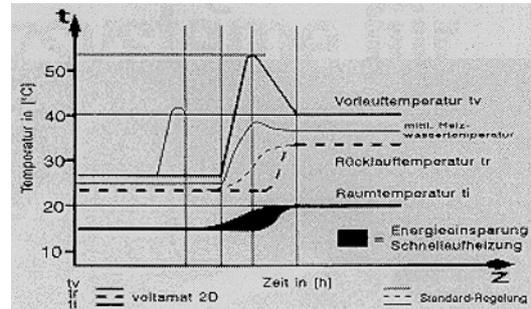
Beim nachträglichen Einbau einer Fußbodenheizung kann diese auch als beheizte Estrich-Konstruktion auf bestehenden Betonflächen ausgeführt werden

Als Heizrohre werden meistens Kunststoff- aber auch Kupfer- oder Mehrschichtverbundrohre eingesetzt. Es können Heizkreislängen von ca. 250 m realisiert und dadurch die Anzahl der Heizungsverteiler gering gehalten werden. Die Verlegung erfolgt schlangen- oder spiralförmig.

Regelung

Wenn der Warmwassererzeuger eine diskontinuierliche Fahrweise besitzt, kommt es zu starken Schwankungen der Vorlauftemperatur. Daher ist in diesen Fällen eine unabhängig vom Kessel arbeitende Vorlauftemperaturregelung notwendig. Bei Wärmeerzeugern mit einer gleitenden Heizwassertemperatur ist auch eine direkte Anbindung möglich. Diese Anforderungen erfüllen z.B. modulierende Brenner oder frequenzgeregelte Wärmepumpen.

Das Betriebsverhalten von Fußbodenheizungen ist anders als bei konventionellen Heizsystemen. Bei einer außentemperaturgeführten Heizungsregelung ist auf eine Erfassung der Vor- und Rücklauf-temperatur zu achten. So kann z.B. während der Aufheizphase durch die Messung der Rücklauf-temperatur die Vorlauf-temperatur überproportional angehoben werden, so dass es zu einem höheren Wärmepotenzial kommt. Dies verkürzt die Aufheiz- phase und spart Energie.



Quelle 9)

Eine zusätzliche Erfassung der Raumtemperatur ermöglicht die Berücksichtigung von Fremdwärmezufuhr, wie z.B. Sonneneinstrahlung oder innere Wärmequellen sowie eine unabhängige Steuerung verschiedener Heizkreise.

Mit dem heutigen Wärmedämmstandard liegt der Wärmebedarf bei etwa 25 bis 35 W/m². Damit wird lediglich eine Fußboden-Oberflächentemperatur von ca. 2 bis 4 K über der Raumtemperatur benötigt.

Einsatzbereiche

Die Einsatzbereiche für Fußbodenheizungen sind heute vor allem:

- Produktionshallen
- Montage- und Wartungshallen
- Lagerhallen, Verteilzentren, Hochregallager und Logistikzentren
- Flugzeughangars
- Markt- und Messehallen
- Sporthallen

Die Vorteile der Fußbodenheizung sind vor allem:

- günstiges Temperaturprofil über Hallenhöhe, daher besonders f. hohe Hallen geeignet
- angenehmes Wärmeempfinden bei niedrigeren Temperaturen (ca. 2 °C, => Energie- einsparung ca. 8 bis 10 % im Vergleich zu Konvektionsheizungen)
- geringere Temperaturen bedeuten höhere relative Feuchte und damit eine bessere Raumluftqualität im Winter
- bei Brennwert-Kesseln bis zu 10 % Energieeinsparung möglich, da niedriges Temperaturniveau
- Niedertemperatur-Prozessabwärme nutzbar
- optimal kombinierbar mit Wärmepumpen und Solarthermischen Anlagen
- geringe Staubaufwirbelung
- keine Probleme bei Arbeiten auf verschiedenen Ebenen
- freie und flexible Raumgestaltung

5 ANWENDUNGSBEREICHE

Bei der Installation einer Hallenheizung sollte die erzeugte Wärme möglichst zielgerichtet eingesetzt werden, um unnötigen Verluste zu vermeiden und die Betriebskosten niedrig zu halten.

Die Wärme muss genau zu den Stellen transportiert bzw. genau dort erzeugt werden, wo sie benötigt wird. Auch die zeitliche Spanne der Wärmeenergieerzeugung sollte die des Wärmebedarfs möglichst wenig überschreiten. Dabei ist es wichtig den Mitarbeitern stets ein angenehmes Wärmeempfinden bieten zu können.

Bei der Beheizung von Hallen gibt es einige Aspekte, die eine Erfüllung der oben genannten Kriterien erschweren:

⇒ HOHE HALLEN

Viele Produktions- oder Lagerhallen besitzen eine Höhe von mehr als 5 m. Aufgrund von natürlicher Konvektion steigt dort die warme Luft auf und bildet unter der Hallendecke ein Warmluftpolster. Somit liegt hier die Wärme nicht dort vor wo sie benötigt wird: nämlich am Hallenboden. Vielmehr geht durch die häufig besonders schlecht gedämmte Hallendecke besonders viel Heizenergie verloren. Die Temperaturzunahme pro Meter Hallenhöhe beträgt ca. 1 K.

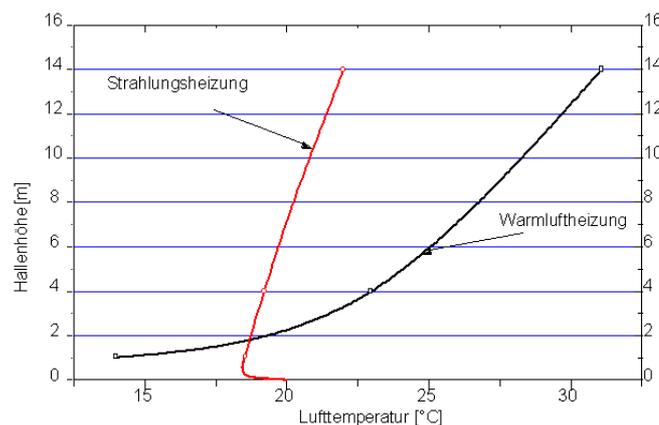
Zur Vermeidung dieses Problems bieten sich zwei verschiedene Lösungsansätze:

- Rückführung der Warmluft aus dem Deckenbereich zum Hallenboden

Dies kann zum einen über einen Deckenventilator realisiert werden, der bei Erreichen einer festgelegten Temperatur an der Hallendecke automatisch in Betrieb geht. Er erzeugt dann einen kontinuierlichen Luftstrom von der Hallendecke zum Hallenboden. Zum anderen ist die Installation des Warmluftheizers im Deckenbereich möglich, so dass dieser gleichzeitig die Luft erhitzt und einen Luftstrom in Richtung Hallenboden erzeugt.

- Erzeugung der Wärme im unteren Hallenbereich

Bei einer Fußboden- oder Strahlungsheizung wird die Wärme direkt am Hallenboden bzw. am Körper erzeugt. Dadurch ist eine Temperaturschichtung über die Hallenhöhe kaum vorhanden (s. Abb.). Zusätzlich kann auf den Einsatz elektrischer Hilfsenergie zur Rückführung der Warmluft verzichtet werden.



Quelle 1)

Bei Hallenhöhen von weniger als 4 m ist der Einsatz einer direktbefeueren Strahlungsheizung nicht möglich. Hier müssen entweder Warmluftheizung, Fußbodenheizung oder Warmwasser-Deckenstrahlplatten zum Einsatz kommen.

⇒ SCHLECHTE WÄRMEDÄMMUNG

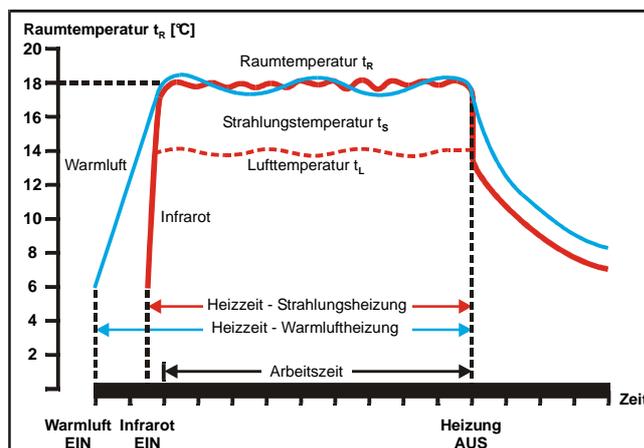
Ältere Hallen besitzen häufig gar keine oder eine nur unzureichende Wärmedämmung. Hier werden insbesondere über die Hallendecke große Wärmemengen an die Umgebung abgegeben. Die effektivste Maßnahme zur Verminderung dieser Verluste besteht in der Anbringung einer nachträglichen Dämmung insbesondere des Hallendachs aber auch der Außenwände.

Sollte aus finanziellen oder baulichen Gründen eine Wärmedämmung (noch) nicht möglich sein, so muss die Hallentemperatur auf einem möglichst niedrigen Niveau gehalten werden. Da über die Hallendecke häufig die höchsten Wärmeverluste entstehen, muss auf jeden Fall die Entstehung eines Warmluftpolsters im oberen Hallenbereich verhindert werden (s.o.). Eine Absenkung des gesamten Temperaturniveaus in der Halle ohne Verminderung des Behaglichkeitsempfindens der Mitarbeiter kann durch die Installation einer Strahlungsheizung erreicht werden. Die mögliche Reduzierung der Temperatur beträgt ca. 3 – 5 K und kann zu Einsparungen von bis zu 30 % der Energiekosten führen.

⇒ AUFHEIZZEITEN

Wird die Halle nicht rund um die Uhr genutzt, z.B. in einem Ein-Schicht-Betrieb, so ist eine längere Vorheizphase notwendig, um zu Arbeitsbeginn eine angenehme Temperatur in der Halle zu realisieren. Denn auch wenn die gewünschte Lufttemperatur erreicht ist, kann die Halle von den Mitarbeitern noch als zu kalt empfunden werden. Dies resultiert aus der Kältestrahlung der über Nacht abgekühlten Maschinen, Wände und Böden. Erst wenn diese wieder aufgeheizt sind ergibt sich ein angenehmes Temperaturempfinden. Der Anteil der Vorheizzeiten am gesamten Heizenergiebedarf steigt mit der Verminderung der täglichen Hallennutzungsdauer.

Zur Vermeidung langer Vorheizzeiten empfiehlt sich die Installation einer Strahlungsheizung. Da diese die Maschinen, Wände, Böden und Menschen direkt erwärmt stellt sich innerhalb kürzester Zeit eine angenehme Wärme ein (s. Abb.).



Quelle 1)

⇒ HOHE LUFTWECHSELRATEN

In einigen Werkhallen entstehen produktionsbedingt Dämpfe und schadstoffhaltige Gase, die schnell abtransportiert werden müssen. Dies geschieht über hohe Luftwechselraten. Mit der warmen Abluft werden erhebliche Mengen an Energie an die Umgebung abgegeben, die zur Aufheizung der zugeführten Frischluft wieder erzeugt werden müssen.

Eine Reduzierung der Wärmeverluste und der daraus entstehenden Betriebskosten lässt sich erreichen durch:

- Installation einer Warmluftheizung mit Wärmerückgewinnungsanlage, mit der die in der Abluft vorhandene Wärmeenergie zur Aufheizung der Frischluft genutzt werden kann. Die ohnehin benötigte Lüftungsanlage kann hier gut mit der Warmluftheizung kombiniert werden.
- Installation einer Strahlungsheizung. Durch die niedrigere Lufttemperatur in der Halle sind die Wärmeverluste über die Abluft geringer als bei einer Warmluftheizung. Selbstverständlich ist auch die Kombination der Strahlungsheizung mit einer Wärmerückgewinnungsanlage in vielen Fällen wirtschaftlich darstellbar.

⇒ OFFENE HALLENTORE

Ist es betriebsbedingt notwendig die Hallentore häufig zu öffnen oder über eine längere Zeitdauer geöffnet zu halten, so entstehen im Winter hohe Wärmeverluste. Bei einem Hallentor mit einer Fläche von 9 m², das täglich eine Stunde geöffnet ist, ergibt sich bei einer Raumtemperatur von 17 °C ein Wärmeverlust von jährlich ca. 70.000 kWh. Das ergibt bei einem Energiepreis von 3 Ct/kWh Mehrkosten in Höhe von ca. 2.100 €/a.

Zur Verringerung dieser Wärmeverluste können die folgenden Maßnahmen evtl. auch in Kombination beitragen:

- Einbau von Schnellauftoren

Mit Hilfe von Schnellauftoren können die Toröffnungszeiten deutlich gesenkt werden, da hier ein schnelles und bequemes Schließen möglich ist. Bei Verringerung der Öffnungszeiten eines Hallentores mit einer Fläche von ca. 9 m² um ca. eine Stunde pro Tag können so Kosten in Höhe von ca. 2.100 €/a eingespart werden (s.o.). Die Mehrkosten für ein solches Tor betragen ca. 5.000 bis 7.000 €.
- Einbau von Torluftschleieranlagen

Durch die Anbringung von Düsen neben oder über dem Tor, die von Luft durchströmt werden, bildet sich eine „Luftwand“. Diese vermindert das Eindringen von Kaltluft und kann aber gleichzeitig problemlos von Menschen und Fahrzeugen durchschritten werden. Diese Technik ist besonders vorteilhaft bei ständig bzw. sehr lange geöffneten Toren.
- Erwärmung der Raumluft über eine Strahlungsheizung

Bei einer Strahlungsheizung liegt die Raumtemperatur um ca. 3 – 5 K unter der Temperatur die bei einer Beheizung mittels Warmluftheizung benötigt wird. Durch die geringere Temperaturdifferenz zwischen Hallen- und Außenluft können die

Wärmeverluste über geöffnete Hallentore deutlich verringert. Trotzdem kann eine Kombination von Strahlungsheizung mit Schnelllauftoren oder Torluftschleieranlagen sinnvoll sein.

⇒ BEHEIZUNG VON TEILBEREICHEN

In einigen Betrieben werden innerhalb einer Halle verschiedene Temperaturen benötigt. Dies kann z.B. bei der punktuellen Beheizung einzelner Arbeitsplätze oder –bereiche aber auch bei Abschnitten mit verschiedenen Arbeitsanforderungen der Fall sein.

Hier bietet sich die Installation einer Strahlungsheizung an, die direkt die entsprechenden Bereiche erwärmt wobei die übrigen Bereiche kühler bleiben und keine Zugerscheinungen auftreten. Bei einer Warmluftheizung sind diese Temperaturunterschiede nur durch die Einbringung von Zwischenwänden oder Vorhängen zu realisieren.

⇒ BRAND-/EXPLOSIONSGEFAHR

Sind in einer Halle brennbare Baustoffe, Einrichtungen oder Lagergut vorhanden, so müssen bei Warmluftherzeugern, Dunkel- und Hellstrahlern Mindestabstände eingehalten werden.

Bei feuergefährlicher oder explosiver Umgebungsluft dürfen diese Heizsysteme nicht installiert werden. Hier kommt nur der Einsatz von indirekt beheizten Systemen wie Deckenstrahlplatten, Luftheritzern und Fußbodenheizung in Frage.

Quellenverzeichnis:

- 1) www.gogas.de
- 2) Ruhrgas AG
- 3) www.pender.de
- 4) www.best-bredemann.de
- 5) Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (Hrsg.): Heizung im Gewerbe, Bonn 1996
- 6) Buderus Heiztechnik GmbH (Hrsg.): Handbuch der Heizungstechnik, Berlin 1994
- 7) Fenne KG
- 8) www.ikz.de
- 9) www.flaechenheizung.de