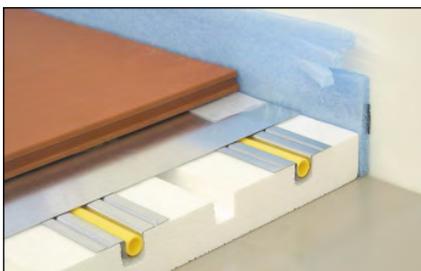
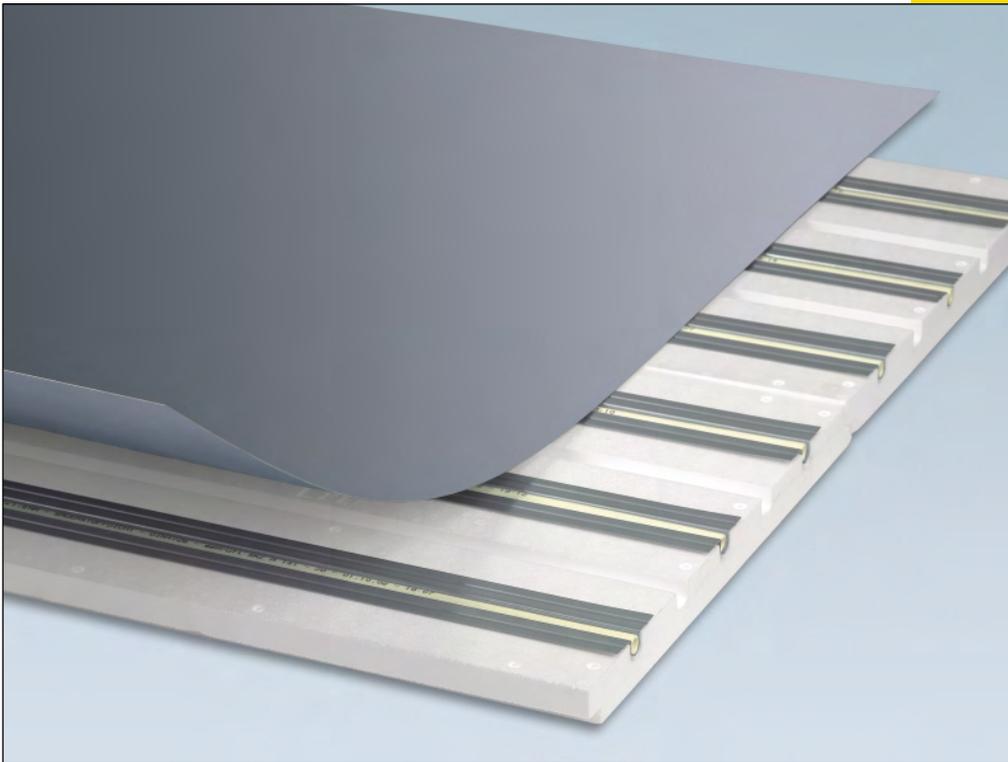


# THERMO LUTZ®

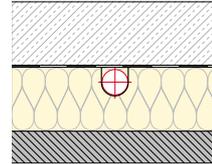
SYSTEM  
NE/TE

TECHNISCHES  
HANDBUCH



Warmwasser- Fußbodenheizung

Seite 3      **Planungshinweise**



Seite 5      **Systembauteile**



Seite 10     **Konstruktionsaufbauten**



Seite 16     **Verlegearbeiten - Montageabfolge**



Seite 21     **Formular:  
Inbetriebnahme THERMOLUTZ  
Warmwasser-Fußbodenheizung  
nach DIN EN 1264, Teil 4**

Seite 22     **Projektierung und Vorkalkulation**

Seite 27     **Kennlinien, Diagramme**

## Planungshinweise System NE/TE

Die Warmwasser-Fußbodenheizung mit Ihrer behaglichen Wärme hat sich mittlerweile zum Standardkomfort für zeitgemäß ausgestattete Gebäude etabliert.



Ihr gleichmäßiges Wärmeangebot, die uneingeschränkte Freiheit der Raumgestaltung, der sparsame Umgang mit Energie sowie die vorteilhaften hygienischen Aspekte sind nur einige wenige Gründe, die für den Einsatz einer Fußbodenheizung sprechen. Um diese Anforderungen zu erfüllen, müssen bei der Planung dieses Bauteils einige wichtige Aspekte beachtet werden. Diese Broschüre soll dem Gebäudeplaner und dem Ausführenden wertvolle Hinweise für die Planung der beheizten Fußbodenkonstruktion mit der THERMOLUTZ Warmwasser-Fußbodenheizung System NE/TE geben. Die folgenden Gesetze, Verordnungen und DIN-Normen haben zur Zeit Gültigkeit:

### Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die neue Energieeinsparverordnung (EnEV) ist am 01.02.2002 in Kraft getreten und dient der Einsparung von Energie beim Neubau von Gebäuden und in bestimmten Fällen auch bei Maßnahmen an und in vorhandenen Gebäuden. Das Hauptanliegen besteht darin, den Heizenergieverbrauch bei Neubauten um etwa 30% zu senken - und damit auch die energiebedingten Emissionen des Treibhausgases CO<sub>2</sub>. Das Niedrigenergiehaus wird zum Standard gemacht und gleichzeitig soll durch

Energiesparmaßnahmen bei Altbauten mehr Transparenz für den Verbraucher im Hinblick auf Energiesparmaßnahmen geschaffen werden. Grundsätzlich muß ein Gebäude so errichtet werden, daß es einen bestimmten rechnerisch ermittelten Bedarf an Primärenergie für Heizung, Lüftung und Warmwasser nicht überschreitet. Dabei bleibt es dem Bauherrn im Wesentlichen freigestellt, mit welchen Mitteln das vorgegebene Ziel erreicht wird, wie z.B.:

- **verstärkter Wärmeschutz**
- **anspruchsvollere Anlagentechnik**
- **Einsatz erneuerbarer Energien**
- **verbesserte Detailplanung zur Vermeidung von Wärmebrücken usw.**

Unter der Zielsetzung der ganzheitlichen Planung durch Integration des baulichen Wärmeschutzes und der Anlagentechnik innerhalb der EnEV werden für Flächenheizungen keine verbindlichen Mindestdämmwerte zur Begrenzung der Wärmeverluste gegen Außenluft, das Erdreich oder Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen vorgegeben. Als anerkannte Regel der Technik ist

### ! INFO

**Es gilt hier §6, Absatz 1 der EnEV:**

**„Bei zu errichtenden Gebäuden sind Bauteile, die gegen Außenluft, das Erdreich oder Gebäudeteile mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen abgrenzen, so auszuführen, daß die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes nach den anerkannten Regel der Technik eingehalten werden.“**

hierbei die DIN EN 1264-4 heranzuziehen. In Tabelle 1 dieser Norm sind Mindest-Wärmeleitwiderstände für Dämmschichten unter Fußbodenheizungen definiert. Diese Verordnung ist Bundesgesetz und kann nicht durch vertragliche Vereinbarungen eingeschränkt werden.

### Die folgenden DIN Normen sind bei der Planung und Ausführung der THERMOLUTZ Flächenheizung System NE/TE zu beachten:

|              |  |
|--------------|--|
| DIN 1055     | Lastannahmen für Bauten  |
| DIN 4102     | Brandschutz im Hochbau   |
| DIN 4108     | Wärmeschutz im Hochbau   |
| DIN 4701-10  | Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen                       |
| DIN EN 1264  | Warmwasser-Fußbodenheizung   |
| DIN EN 12831 | Heizungssysteme in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast           |
| DIN 18164    | Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauwesen                                  |
| DIN 18195    | Bauwerksabdichtungen   |
| DIN 18202    | Toleranzen im Hochbau  |
| DIN 18336    | Abdichtarbeiten  |
| DIN 18353    | VOB, Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen, Estricharbeiten |
| DIN 18560    | Estriche im Bauwesen   |

|  | Darunter liegender beheizter Raum | Unbeheizter oder in Abständen beheizter darunter liegender Raum oder direkt auf dem Erdreich *) | Darunter liegende Außenluft-Temperatur               |  |  |
|--|-----------------------------------|---|--|--|--|
|  |                                   |   | Auslegungsaußentemperatur<br>$T_d \geq 0 \text{ °C}$ | Auslegungsaußentemperatur<br>$0 \text{ °C} > T_d \geq -5 \text{ °C}$ | Auslegungsaußentemperatur<br>$-5 \text{ °C} > T_d \geq -15 \text{ °C}$ |
| Wärmeleitwiderstand (m <sup>2</sup> K/W) | 0,75                              | 1,25  | 1,25   | 1,50   | 2,00   |

\*) Bei einem Grundwasserspiegel < 5 m sollte dieser Wert auf ca. 2,3 m<sup>2</sup>K/W erhöht werden.

DIN EN 1264-4, Tabelle 1 Mindest-Wärmeleitwiderstände der Dämmschichten unter der Fußbodenheizung

## Bemessung der Wärmedämmung

Die EnEV verzichtet im Bereich „zu errichtende Gebäude“ auf eine Festlegung von U-Werten. Damit entfällt der in der früheren Wärmeschutzverordnung (WSchV) für Flächenheizungen festgelegte U-Wert von 0,35 W/m<sup>2</sup>K für die Bauteilschichten zwischen Heizebene und Außenluft, dem Erdreich oder Gebäudeteilen mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen.

Anstatt der U-Wert-Begrenzung ist nun der spezifische zusätzliche Wärmeverlust aus diesen Bauteilsituationen gemäß DIN V 4108-6, Ziffer 6.1.4 zu berechnen.

Da dieser Wert in die Gesamtbewertung des Energiebedarfs für das Gebäude einbezogen wird, entsteht eine größere Planungsfreiheit für die Dämmung von integrierten Flächenheizungen in Bauteilen. Eine Befreiung von diesem geforderten Einzelnachweis gemäß DIN V 4108-6 erfolgt nach Vorgabe des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) durch Einsatz einer Dämmschicht mit einem Wärmedurchlasswiderstand von 2,0 m<sup>2</sup>K/W (entspricht 8 cm Dämmung mit einer

Wärmeleitfähigkeit = 0,04 Wm<sup>2</sup>K). Entscheidend ist jedoch eine sinnvolle Gestaltung der thermischen Hülle, um den von der EnEV geforderten Höchstwert des Jahres-Primär-Energiebedarfs einzuhalten. Da die Einhaltung des Mindestwärmeschutzes auch in der EnEV im § 6 für alle zu errichtenden Gebäude eingefordert wird, erfüllt die Befreiungsgrundlage des DIBt exakt den Mindestdämmwert für die Flächenheizung in Gebäuden mit normalen Innentemperaturen gegen Außenluft gem. DIN EN 1264-4 entsprechend dem in der Tabelle 1 festgelegten Mindest-Wärmeleitwiderstand für die Dämmschicht unter der Fußbodenheizung. Dies dokumentiert und bestätigt die Vorgabe des DIBt.

Die Mindestanforderung an den Wärmeschutz unterhalb von Fußbodenheizungen regelt die DIN EN 1264-4. Tabelle 1 enthält die Mindestanforderungen für die geschilderten Einbausituationen.

## Rahmenbedingungen in bestehenden Gebäuden

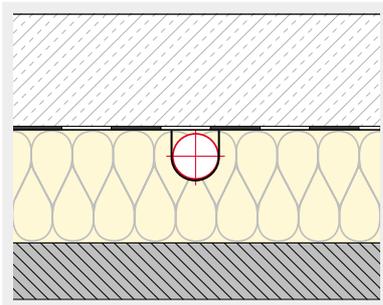
Die THERMOLUTZ Warmwasser-Fußbodenheizung System NE/TE eignet sich aufgrund der Systemtechnik in Trockenbauweise sehr gut zum Einbau in bestehende

Gebäude. Beim nachträglichen Einbau der Fußbodenheizung sind die baulichen Gegebenheiten zu beachten:

- *Verfügbare Aufbauhöhe*
- *Beschaffenheit des Untergrundes*
- *Tragfähigkeit des Untergrundes*

Insbesondere der Wärmeschutz des bestehenden Gebäudes ist hinsichtlich der Energieeinsparverordnung (EnEV) zu prüfen. In der EnEV gibt §8 "Änderung von Gebäuden" Hinweise auf einzuhaltende Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen. Die Anforderungen der EnEV gelten nicht, wenn weniger als 20% der Außenbauteile des Gebäudes geändert werden. Bei einer Erweiterung des bestehenden Gebäudes um zusammenhängend mindestens 30 m<sup>3</sup> müssen die Anforderungen der EnEV an neu zu errichtende Gebäude erfüllt werden.

Die neu eingebauten oder geänderten Bauteile der Gebäudehülle dürfen bestimmte, in der Anlage 3 der EnEV festgeschriebene, Wärmedurchgangskoeffizienten nicht überschreiten. So ist für Decken und Wände gegen unbeheizte Räume bzw. Erdreich mit Dämmung auf der Kaltseite ein max.



Bauart B nach DIN 18560, Teil 2

U-Wert von  $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  einzuhalten, während bei Verzicht der Dämmung auf der Kaltseite ein U-Wert von  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  einzuhalten ist.

### Bauarten von Fußbodenheizungen

Fußbodenheizungen werden von Ihrem Konstruktionsprinzip in zwei Hauptgruppen eingeteilt. Diese unterscheiden sich durch die Anordnung der Heizrohre und die Art der lastverteilenden Schicht. Man unterscheidet zwischen Trockensystemen und Naßsystemen. Bei den Trockensystemen handelt es sich normgerecht ausgedrückt um Fußbodenheizungen der Bauart B nach DIN 18560-2.

Unter dieser Bauart versteht man die lose Einbettung der Heizrohre

von Fußbodenheizungen in Kanälen der Dämmschicht. Die Verteilung der Wärme vom Heizrohr zum oben liegenden Estrich/Trockenstrich erfolgt über speziell geformte Wärmeleitbleche, die das Heizrohr umfangschlüssig umgreifen. Zusätzlich wird die gesamte Konstruktion vollflächig mit Blechtafeln aus verzinktem Stahlblech abgedeckt. Die Bleche dienen einerseits der guten Wärmeverteilung und trennen andererseits die Gewerke Estrich und Heizung klar voneinander.

Die THERMOLUTZ Fußbodenheizung NE/TE entspricht der Bauart B.

### Bauwerksabdichtungen

An das Erdreich grenzende Bauteile (Kellergeschossdecken bzw. Fußböden nicht unterkellerten Gebäude) müssen gem. DIN 18195, Teil 4 und 5 (Bauwerksabdichtungen) abgedichtet sein.

Die Ausführung erfolgt nach DIN 18336. Diese Bauwerksabdichtungen gehören nicht zum Umfang der Fußbodenheizung und müssen vom Bauwerksplaner festgelegt werden.

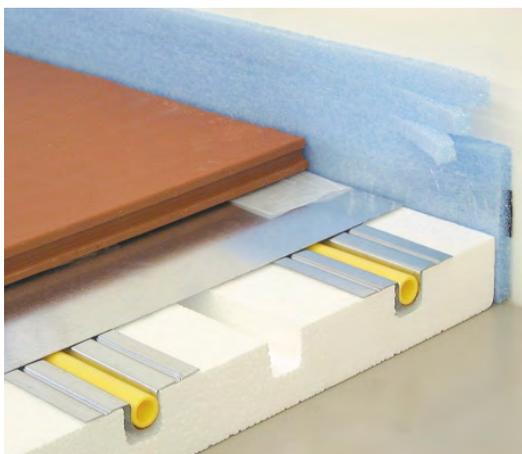
### Trittschalldämmung

Zur Bemessung der Trittschalldämmung sind die Anforderungen der DIN 4109 einzuhalten. In Tabelle 3 dieser Norm sind die zum Schutz von Aufenthaltsräumen gegen Schallübertragung aus fremden Wohn- oder Arbeitsbereichen geforderten Luft- und Trittschalldämmwerte von Bauteilen enthalten, die auch beim Einbau einer Fußbodenheizung erfüllt werden müssen.

### ! INFO

*Da Bauwerksabdichtungen überwiegend aus PVC oder bituminösen Materialien oder anderen Lösungsmittelhaltigen Stoffen ausgeführt werden, ist vor dem Einbringen der Wärme-, Trittschalldämmung oder Systemplatten grundsätzlich eine zusätzliche Trennschicht (z.B. PE-Schutzfolie) auszulegen. Hierdurch wird verhindert, daß die Polystyrol-Dämmstoffe durch Weichmacherwanderung zerstört werden.*

## Systembauteile Fußbodenheizung NE/TE



Fußbodenheizung System NE/TE, Randstreifen RS

### Randstreifen

An Wänden und anderen aufgehenden Bauteilen, z. B. Türzargen, Rohrleitungen, sind vor dem Einbau des Estrichs schalldämmende, durchgehende Randdämmstreifen (Randfugen) anzuordnen.

Die Randstreifen müssen vom tragenden Untergrund bis zur Oberfläche

des Belages reichen und bei Heizestrichen eine Bewegungsmöglichkeit von mindestens 5 mm zulassen. Bei mehrlagigen Dämmschichten muß der Randstreifen vor dem Einbringen der obersten Dämmschicht (THERMOLUTZ Systemplatten NE/TE) verlegt sein. Der Randstreifen ist gegen Lageveränderung beim Einbringen des Estrichs zu sichern. Der Randstreifen für das System NE/TE vom Typ RS gewährleistet die nach DIN 18560 geforderte Zusammen-

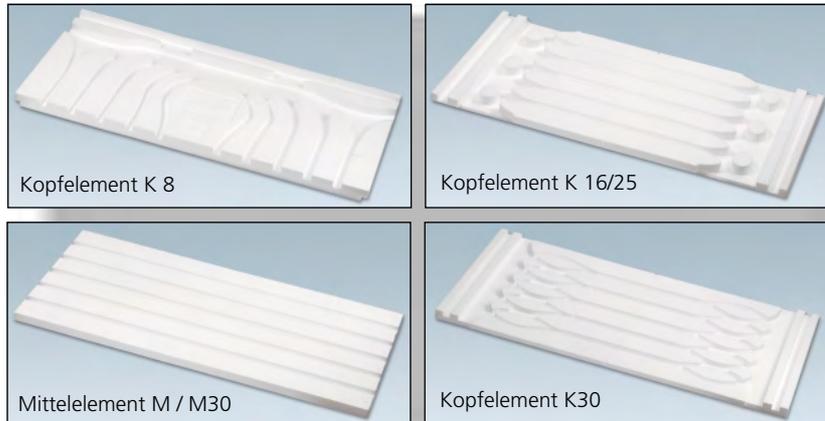
drückbarkeit um 5 mm und hat eine Gesamtstärke von ca. 10 mm. Der Randstreifen besitzt im oberen Bereich mehrere Einschnitte in Längsrichtung, die nach Fertigstellung des Fußbodenbelags ein einfaches Abziehen des überstehenden Randstreifens ermöglichen. Zusätzlich hat der Randstreifen Typ RS einen seitlich angebrachten Folienstreifen (zur Überlappung und Abdichtung der Stoßfugen zwischen Randdämmstreifen und Systemplatten NE/TE). Beim Einbringen von Fließestrichen ist darauf zu achten, daß der Folienstreifen von der Abdeckung überlappt wird.

**! INFO**

**Der überstehende Teil des Randstreifens darf erst nach Fertigstellung des Fußbodenbelages bzw. bei textilen und elastischen Belägen erst nach Erhärtung der Spachtelmasse abgeschnitten werden (DIN 18560 Teil 2, Abs. 5.2).**

**Systemplatten NE/TE**

Die Systemplatten bestehen aus Polystyrol-Hartschaum EPS 035 DEO dh mit speziell ausgebildeten Rillen für die Aufnahme der Wärmeleitbleche, und speziell geformten Freiräumen für die Rohrführung im Umkehrbereich der THERMOLUTZ - Heizrohre. Da bei gleicher Heizwassertemperatur der Verlegeabstand zwischen den Heizrohren die spezifische Wärmeleistung bestimmt, wurden vier Verlegearten mit unterschiedlichem Rohrabstand gewählt, die mit den Systemplatten



K8, K16/25 und M verlegbar sind. Die Dicke der Systemplatten K8, K16/25 und M beträgt 40 mm. Der nach DIN EN 1264 geforderte Mindest-Wärmeleitwiderstand von  $R_{\lambda, Da} = 0,75 \text{ m}^2\text{KW}$  für den Einsatz auf Decken mit Räumen gleichartiger Nutzung (beheizte Wohnräume) wird von diesen Systemplatten ohne zusätzliche Dämmschichten erreicht.

Für die Realisierung von extrem niedrigen Aufbauhöhen sind zusätzlich die Systemplatten K30 und M30 erhältlich. Die Dicke dieser Systemplatten beträgt 30 mm (EPS DEO dh 200 kPa).

Die Systemplatten NE/TE können mit allen zusätzlichen Wärme- und Trittschall-Dämmschichten kombiniert werden. Die Dämmschichten müssen im Verband verlegt und dicht gestoßen werden. Bei mehrlagigen Dämmschichten sind diese versetzt gegeneinander zu verlegen. Beim Ein-

satz von Trittschall-Dämmschichten dürfen höchstens zwei Lagen aus Trittschalldämmstoffen bestehen. Nach DIN 18560-2 ist die Zusammendrückbarkeit aller Dämmschichten in Abhängigkeit von der Nutzlast auf max. 5 mm bzw. 3 mm begrenzt. Bei einer kombinierten Anwendung von Trittschall- und Wärmedämmplatten sollte der Dämmstoff mit der geringeren Zusammendrückbarkeit oben liegen. Ausgenommen davon ist der Höhenausgleich von Elektro-Leerrohren, Wasserleitungen usw. mit nicht zusammendrückbaren Wärmedämmplatten.

Zur Berechnung der wirksamen Wärmeleitwiderstände gem. EnEV sind in den folgenden Tabellen typische Kombinationen von Zusatzwärmedämmungen bzw. Trittschalldämmungen in Verbindung mit den Systemplatten NE/TE aufgeführt.

| Verlegeart | Rohrabstand | Systemplatte                 | Typ                    |
|------------|-------------|------------------------------|------------------------|
| A8         | 8 cm        | Kopfelement<br>Mittelelement | K8<br>M                |
| A16        | 16 cm       | Kopfelement<br>Mittelelement | K16/25, K 30<br>M, M30 |
| A25        | 25 cm       | Kopfelement<br>Mittelelement | K16/25, K30<br>M, M30  |

1

| Schicht                   | $\lambda_{\text{Dämmung}}$<br>(W/mK) | Wirksame Dicke<br>(m) | $R_{\text{Dämmung}}$<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--|
| Systemplatten NE/TE 40 mm | 0,035                                | 0,035                 | 1,000  |
| EPS 040 DEO dh            | 0,040                                | 0,040                 | 1,000  |
| <b>Summe</b>              |                                      | <b>R =</b>            | <b>2,000</b>                                 |

Berechnung des  
 Wärmeleitwiderstandes für  
 Aufbauten mit Systemplatten  
 NE/TE 40 mm

2

| Schicht                   | $\lambda_{\text{Dämmung}}$<br>(W/mK) | Wirksame Dicke<br>(m) | $R_{\text{Dämmung}}$<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--|
| Systemplatten NE/TE 40 mm | 0,035                                | 0,035                 | 1,000  |
| EPS 035 DEO dh            | 0,035                                | 0,035                 | 1,000  |
| <b>Summe</b>              |                                      | <b>R =</b>            | <b>2,000</b>                                 |

3

| Schicht                                   | $\lambda_{\text{Dämmung}}$<br>(W/mK) | Wirksame Dicke<br>(m) | $R_{\text{Dämmung}}$<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|---|--------------------------------------|-----------------------|--|
| Systemplatten NE/TE 40 mm                 | 0,035                                | 0,035                 | 1,000  |
| Zusatzdämmung Polyurethan<br>alukaschiert | 0,025                                | 0,025                 | 1,000  |
| <b>Summe</b>                              |                                      | <b>R =</b>            | <b>2,000</b>                                 |

4

| Schicht                                      | $\lambda_{\text{Dämmung}}$<br>(W/mK) | Wirksame Dicke<br>(m) | $R_{\text{Dämmung}}$<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--|--------------------------------------|-----------------------|--|
| Systemplatten NE/TE 40 mm                    | 0,035                                | 0,035                 | 1,000  |
| Zusatzdämmung Polyurethan<br>papierkaschiert | 0,030                                | 0,030                 | 1,000  |
| <b>Summe</b>                                 |                                      | <b>R =</b>            | <b>2,000</b>                                 |

1

| Schicht                   | $\lambda_{\text{Dämmung}}$<br>(W/mK) | Wirksame Dicke<br>(m) | $R_{\text{Dämmung}}$<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--|
| Systemplatten NE/TE 30 mm | 0,035                                | 0,025                 | 0,714  |
| EPS 045 DES sm 20-2       | 0,045                                | 0,020                 | 0,444  |
| <b>Summe</b>              |                                      | <b>R =</b>            | <b>1,159</b>                                 |

Berechnung des  
 Wärmeleitwiderstandes für  
 Aufbauten mit Systemplatten  
 NE/TE 30 mm

2

| Schicht                   | $\lambda_{\text{Dämmung}}$<br>(W/mK) | Wirksame Dicke<br>(m) | $R_{\text{Dämmung}}$<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--|
| Systemplatten NE/TE 30 mm | 0,035                                | 0,025                 | 0,714  |
| PE - Schaumfolie 5 mm     | 0,045                                | 0,005                 | 0,111  |
| <b>Summe</b>              |                                      | <b>R =</b>            | <b>0,825</b>                                 |

3

| Schicht                                   | $\lambda_{\text{Dämmung}}$<br>(W/mK) | Wirksame Dicke<br>(m) | $R_{\text{Dämmung}}$<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|---|--------------------------------------|-----------------------|--|
| Systemplatten NE/TE 30 mm                 | 0,035                                | 0,025                 | 0,714  |
| Zusatzdämmung Polyurethan<br>alukaschiert | 0,025                                | 0,035                 | 1,400  |
| <b>Summe</b>                              |                                      | <b>R =</b>            | <b>2,114</b>                                 |

4

| Schicht                                      | $\lambda_{\text{Dämmung}}$<br>(W/mK) | Wirksame Dicke<br>(m) | $R_{\text{Dämmung}}$<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--|--------------------------------------|-----------------------|--|
| Systemplatten NE/TE 30 mm                    | 0,035                                | 0,025                 | 0,714  |
| Zusatzdämmung Polyurethan<br>papierkaschiert | 0,030                                | 0,040                 | 1,333  |
| <b>Summe</b>                                 |                                      | <b>R =</b>            | <b>2,048</b>                                 |

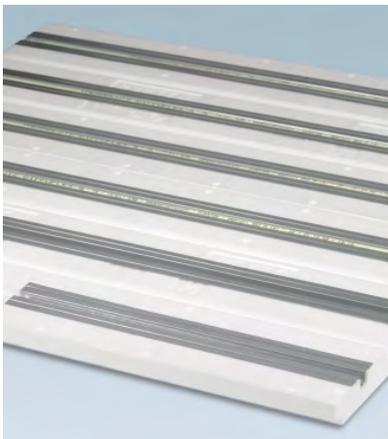
## Wärmeleitbleche

Die Wärmeleitbleche vom Typ P 705, P 710, P 14/500 und P 14/1000 bestehen aus verzinktem Stahlblech in der Stärke 0,5 mm. Sie sind in den Längen 500 mm und 1000 mm lieferbar.

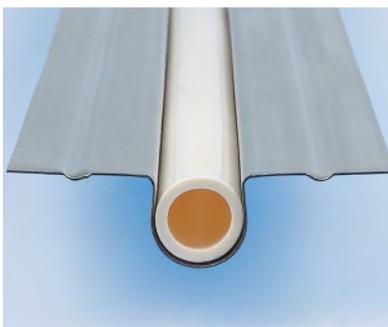
| Kurzbez.  | Breite | Länge   | Heizrohr-Durchmesser |
|-----------|--------|---------|----------------------|
| P 705     | 65 mm  | 500 mm  | Ø 14,5 x 1,8 mm      |
| P 710     | 65 mm  | 1000 mm | Ø 14,5 x 1,8 mm      |
| P 14/500  | 65 mm  | 500 mm  | Ø 14 x 2 mm          |
| P 14/1000 | 65 mm  | 1000 mm | Ø 14 x 2 mm          |

Durch Aneinanderlegen oder auch durch Ineinanderstecken der Bleche können diese in beliebigen Längen verlegt werden.

Die Wärmeleitbleche sind omega-förmig profiliert. Dadurch gewährleisten sie einen optimalen Wärmeübergang und einen sicheren Halt des Heizrohrs.



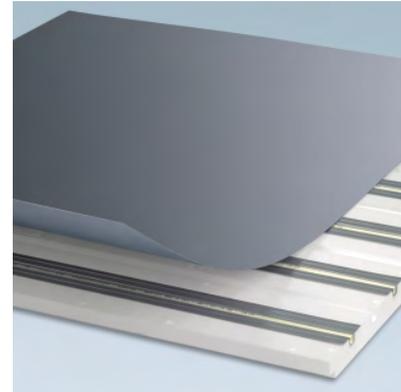
Wärmeleitbleche in der Länge 500 mm bzw. 1000 mm



Wärmeleitblech mit eingelegtem Heizrohr

## Abdeckbleche

Ein wichtiger Bestandteil der Konstruktion ist die vollflächige Abdeckung des gesamten Systems mit verzinkten Abdeckblechen Typ ADB. Die Abdeckbleche weisen eine Dicke von 0,4 - 0,6 mm auf.



Abdeckblech ADB

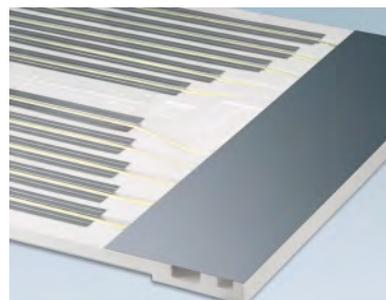
## Abdeckfolie

Vor dem Beginn der Estricharbeiten ist auf dem Abdeckblech als Abdeckung eine Polyethylenfolie von mindestens 0,15 mm Dicke zu verlegen. Dazu ist vor der Verlegung der Abdeckung das Abdeckblech auf geschlossene, überlappende Verlegung sowie der korrekte Sitz und die verbleibende Höhe des Randstreifens entsprechend DIN 18560-2 zu überprüfen. Die einzelnen Bahnen der Polyethylenfolie müssen sich an den Stößen mindestens 8 cm überdecken.

Zur Abdeckung sind auch andere Maßnahmen zulässig, wenn eine den oben genannten Stoffen gleichwertige Funktion nachgewiesen wird. Die Abdeckung ist bis an den Randstreifen auszulegen. Der seitlich angebrachte Folienstreifen des Randstreifens ist herunterzuklappen und muß unter der Folie liegen. Falls erforderlich, ist bei Fließestrichen die Abdeckung durch Verkleben so auszubilden, daß sie eine geschlossene Wanne ergibt und bis zum Erstarren des Estrichs wasserundurchlässig ist. Abdeckungen können nicht als geeignete Maßnahme zum dauerhaften Schutz der Dämmschicht gegen Feuchtigkeit angesehen werden (DIN 18560-2, Abs. 5.1.2).

Mit dieser Blechlage wird eine völlig gleichmäßige Temperaturverteilung auf der Oberfläche des Bodens erreicht. Zusätzlich bietet die Blechschicht eine mechanische Schutzfunktion der verlegten Fußbodenheizung und ergibt einen soliden Unterbau für den anschließend schwimmend aufgebauten Estrich bzw. Trockenestrich. Die Trennung der Gewerke Heizung und Estrich ist somit an dieser Stelle.

Zusätzlich empfehlen wir vor der vollflächigen Verlegung des Abdeckblechs die Abdeckung der Kopfelemente mit den Blechstreifen BS. Hier wird der Hohlraum im Bereich der Kopfelemente mit einer weiteren Blechschicht überbrückt, was besonders beim Einsatz von Trockenestrichen die Stabilität der Konstruktion erhöht.



Abdeckung Kopfelement K8 mit Blechstreifen BS

## THERMOLUTZ-Heizrohre aus Polybuten

THERMOLUTZ setzt seit über 30 Jahren Kunststoff-Heizrohre aus Polybuten (PB) ein. Polybuten ist ein technischer Kunststoff, der speziell für Fußbodenheizungen und konventionelle Zentralheizungen entwickelt wurde. Als Basismaterial kommt Polybuten-1 Typ DP 4235 von Lyondell Basell zum Einsatz. Die aus Polybuten gefertigten Rohre zeichnen sich aufgrund ihrer Materialkomponenten durch eine unübertroffene Kombination von Spannungsrißbeständigkeit und geringer Kriechneigung - auch bei erhöhter Temperatur - sowie Kältefestigkeit aus. Diese Eigenschaften bilden die Basis für die gute Innendruck-Zeitstandsfestigkeit der Rohre bei hohen und niedrigen Temperaturen sowie bei Temperatur-Wechselbeanspruchungen. Aufgrund des günstigen Langzeit-Elastizitätsmoduls (Kriechmodul) ist eine gute Formbeständigkeit - wichtig für dichte Verschraubungen - zu erwarten.



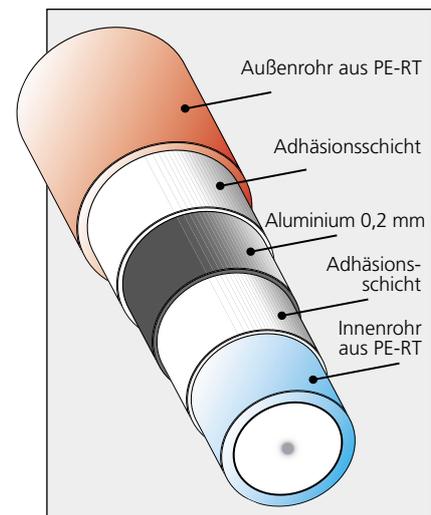
SKZ A 141 geprüfte Sicherheit: THERMOLUTZ Diffuflex-S-Heizrohr aus Polybuten

Das sauerstoffdichte THERMOLUTZ Heizrohr Diffuflex-S aus Polybuten (Typ PBDF-S) in der Dimension 14,5 x 1,8 mm ist kontinuierlich geprüft und fremdüberwacht nach SKZ Richtlinie HR 3.4. Die THERMOLUTZ Polybuten-Heizrohre entsprechen der Anwendungsklasse 4 + 5 gem. DIN EN ISO 15876. Die Rohrdimension 14,5 x 1,8 mm ergibt für den Planer hydraulische Vorteile, kombiniert mit der ausgezeichneten Flexibilität des Heizrohres, was besonders für den Verarbeiter bei der Montage der Fußboden-

heizung wichtig ist. Der Verbraucher erhält ein Qualitätsprodukt: Das „SKZ A 141“-Zeichen garantiert höchste Sicherheit und Langlebigkeit.

## THERMOLUTZ Mehrschicht-Verbundrohre

Als Alternative zum Voll-Kunststoffrohr kann das THERMOLUTZ Mehrschicht-Verbundrohr MVR 14-L eingesetzt werden. Dieses Rohr in der Abmessung 14 x 2 mm vereint die Vorteile eines Metallrohres mit denen eines Kunststoffrohres:



Schnittbild THERMOLUTZ Mehrschicht-Verbundrohr MVR-14 L

Neben der 100%igen Sauerstoffdichtheit und der absoluten Korrosionssicherheit ist das Rohr durch die 0,2 mm starke Aluminiumschicht flexibel und verlegefreundlich „von der Hand“ drallfrei von der Rohrhaspel abwickelbar. Trotzdem entwickelt es nach der Verlegung keine Rückstellkräfte und bleibt form- und passgerecht liegen.



THERMOLUTZ Diffuflex-S-Heizrohr aus Polybuten

## Konstruktionsaufbauten System NE/TE

### Aufbau mit Trockenestrichen

Die Vorteile der Trockenbauweise gegenüber Fließ- und Zementestrichen liegen auf der Hand: Zum einen hat die Kombination Trockenestrich/Fußbodenheizung mit einer Gesamthöhe von nur 50-60 Millimetern eine wesentlich geringere Aufbauhöhe. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Estrich-Elemente nur 20 - 25 Millimeter dick sind und direkt auf dem Fußbodenheizungs-System verlegt werden können. Außerdem ist Trockenestrich dadurch auch viel leichter, pro Quadratmeter bringt er je nach verwendetem Trockenestrichsystem ein Viertel des Gewichtes einer vergleichbaren Nass-Estrichkonstruktion auf die Waage. Bedingt durch die geringe Dicke des Trockenestrichs ist die Reaktionszeit eines so beheizten Fußbodens sehr schnell. Auf dem Markt sind eine Vielzahl von Trockenestrichsystemen erhältlich, die sich für den Einsatz in Verbindung mit Fußbodenheizungen eignen.

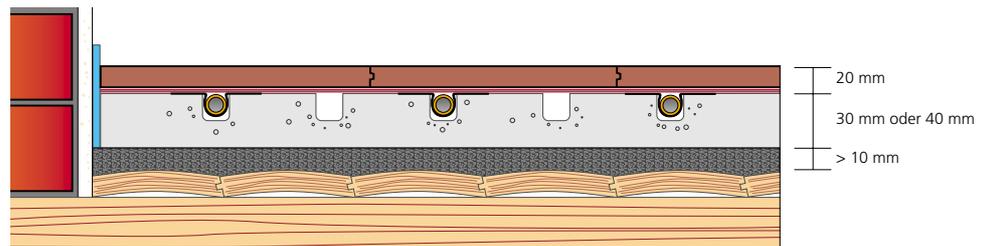
Der tragende Untergrund muß ausreichend trocken sein und eine ebene Oberfläche aufweisen, die den Anforderungen der DIN 18202, Tabelle 3, Zeile 4 entspricht. Erfüllt der Untergrund nicht die Ebenheitstoleranzen, ist eine Niveaueinbauschicht einzubauen. Diese Forderung gilt für Beton- und für Holzdecken. Voraussetzung bei Holzdecken ist, daß die Dielenbretter festliegen und genügend tragfähig sind. Für Niveaueinbauschichtdicken von  $\leq 1$  cm empfehlen wir die Verwendung von selbstnivellierenden Spachtelmassen. Bei Unebenheiten von  $>1$  cm wird der Niveaueinbau mit der Thermolutz-Blähschieferschüttung

ausgeführt. Diese mineralische Trockenschüttung bietet die perfekte Ergänzung und optimale Grundlage für den Einsatz der Thermolutz-Fußbodenheizung System NE/TE in Verbindung mit Trockenestrichen bei unebenen Untergründen. Die gebrochenen und scharfkantigen Körner neigen nicht zum „Wandern“. Nachfolgende Dämmschichten bzw. Systemplatten der Fußbodenheizung NE/TE können direkt auf die Schüttung aufgelegt werden.

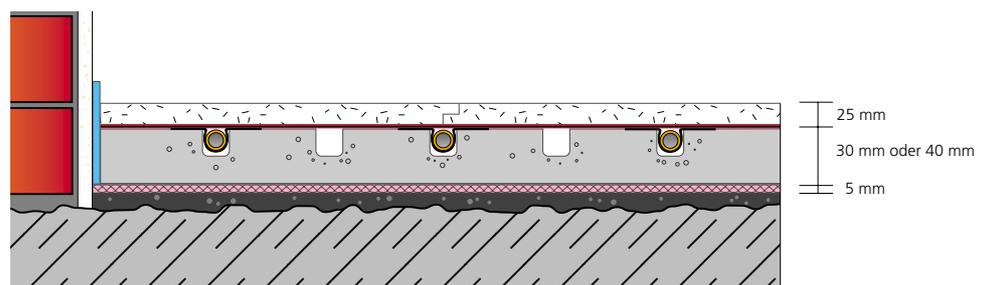


Die Trockenschüttung wird in einer Schichtdicke von 2 - 3 cm mit Hilfe von Abziehlehren planeben abgezogen

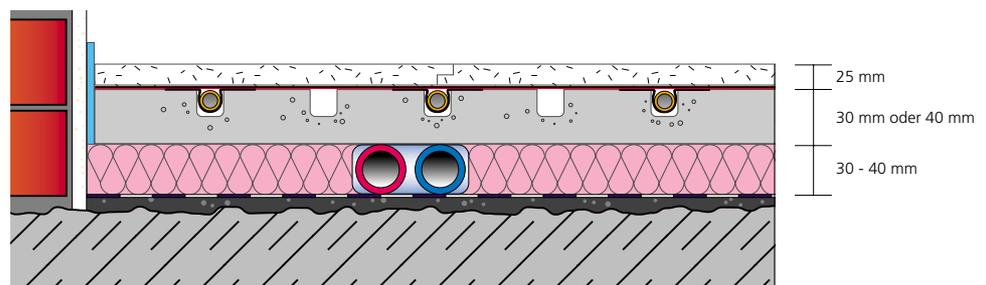
### Aufbau System NE/TE mit Estrichziegel und Blähschieferschüttung als Höhenausgleich auf alten Holzböden.



### Aufbau System NE/TE mit Trockenestrich und Spachtelmasse als Höhenausgleich auf unebener Rohbetondecke. Zusätzlicher Trittschallschutz mit PE-Schaumfolie 5 mm.



### Aufbau System NE/TE mit Trockenestrich und Spachtelmasse als Höhenausgleich auf Rohbetondecke gegen Erdreich mit Feuchtigkeitssperre. Zusätzliche Wärmedämmung und Höhenausgleich vorhandener Rohrleitungen.



**Geeignete Trockenestriche für THERMOLUTZ Fußbodenheizung NE/TE**

|                             |                                     |                         |                                     |  |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Bezeichnung</b>          | Fermacell Estrich-Element 2E 22     | Creaton Estrichziegel   | Aquapanel TE                        | Best Fertig-Estrich  |
| <b>Hersteller</b>           | Fels Werke                          | Creaton AG              | Perlite                             | Henkel-Thomsit   |
| <b>Baustoff</b>             | Gips + Zellulosefaser               | gebrannter Ton          | Zement                              | Zement   |
| <b>Dicke</b>                | 25 mm                               | 20 mm                   | 25 mm                               | 20 mm  |
| <b>Verbindungs-technik</b>  | Stufenfalz verschraubt und verklebt | Nut-/Feder verklebt     | Stufenfalz verschraubt und verklebt | kantenumlaufend verklebt, bzw. 2-lagig versetzt vollflächig verklebt |
| <b>Flächengewicht</b>       | 24 kg/m <sup>2</sup>                | 34 kg/m <sup>2</sup>    | 34 kg/m <sup>2</sup>                | 50 kg/m <sup>2</sup>   |
| <b>Wärmeleit-widerstand</b> | 0,09 m <sup>2</sup> K/W             | 0,03 m <sup>2</sup> K/W | 0,07 m <sup>2</sup> K/W             | 0,01 m <sup>2</sup> K/W  |
| <b>Plattenformat</b>        | 62,5 x 125 cm                       | 18 x 40 cm              | 60 x 85 cm                          | 20 x 20 cm   |

**Auszug aus Tabelle 3, DIN 18202 - Ebenheitstoleranzen**

| Zeile | Bezug   | Stichmaße als Grenzwerte in mm bei Messpunktabständen in m |             |             |              |              |
|-------|---|--|-------------|-------------|--------------|--------------|
|       |   | 0,1 m  | 1 m         | 4 m         | 10 m         | 15 m         |
| 1     | Nichtflächenfertige Oberseiten von Decken, Unterbeton und Unterböden  | 10 mm  | 15 mm       | 20 mm       | 25 mm        | 30 mm        |
| 2     | Nichtflächenfertige Oberseiten von Decken, Unterbeton und Unterböden mit erhöhten Anforderungen, z.B. zur Aufnahme von schwimmenden Estrichen, Industrieböden, Fliesen- und Plattenbelägen, Verbundestrichen<br>Fertige Oberflächen für untergeordnete Zwecke, z.B. in Lagerräumen, Kellern | 5 mm   | 8 mm        | 12 mm       | 15 mm        | 20 mm        |
| 3     | Flächenfertige Böden, z.B. Estriche als Nutzestriche, Estriche zur Aufnahme von Bodenbelägen, Fliesenbelägen, gespachtelte und geklebte Beläge  | 2 mm   | 4 mm        | 10 mm       | 12 mm        | 15 mm        |
| 4     | <b>Flächenfertige Böden mit erhöhten Anforderungen, z.B. mit selbstverlaufenden Spachtelmassen</b>  | <b>1 mm</b>  | <b>3 mm</b> | <b>9 mm</b> | <b>12 mm</b> | <b>15 mm</b> |
| 5     | Nichtflächenfertige Wände und Unterseiten von Rohdecken   | 5 mm   | 10 mm       | 15 mm       | 25 mm        | 30 mm        |
| 6     | Flächenfertige Wände und Unterseiten von Decken, z.B. geputzte Wände, Wandbekleidungen, untergehängte Decken  | 3 mm   | 5 mm        | 10 mm       | 20 mm        | 25 mm        |
| 7     | Wie Zeile 6, jedoch mit erhöhten Anforderungen  | 2 mm   | 3 mm        | 8 mm        | 15 mm        | 20 mm        |

## Aufbau mit Heizestrichen nach DIN 18560, Teil 2

Auf die THERMOLUTZ Warmwasser-Fußbodenheizung System NE/TE können Zement- oder Anhydrit-estriche sowie Fließestriche aufgebracht werden.

Der Estrich ist nach DIN 18560-1 herzustellen. Voraussetzungen für den Einbau einer Warmwasserfußbodenheizung und des Heizestrichs sind der Abschluß der Innenputzarbeiten sowie der zug-

gleichen Anschlüsse muß in jedem Raum ein Meterriß angelegt werden.

Hierbei ist von dem Höhenbezugspunkt auszugehen, der vom Bauwerksplaner bzw. von der Bauleitung vorzugeben ist. Falls Rohrleitungen auf dem tragenden Untergrund verlegt sind, müssen sie fixiert sein. Durch einen Ausgleich ist wieder eine ebene Oberfläche zur Aufnahme der Dämmschicht - mindestens jedoch der Trittschall-

dämmung - zu schaffen. Die dazu erforderliche Konstruktionshöhe muß eingeplant sein. Hohlstellen sind durch geeignete Maßnahmen zu beseitigen. Die Dicke, Festigkeit bzw. Härte von Estrichen muß, in Abhängigkeit von der Nutzlast bzw. der lotrechten Einzellast nach DIN 1055-3, der Art des Estrichs und der Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht nach Tabelle 1 bis 4, der DIN 18560-2 entsprechen. Die Estrich-Nennstärken sind

### ! INFO

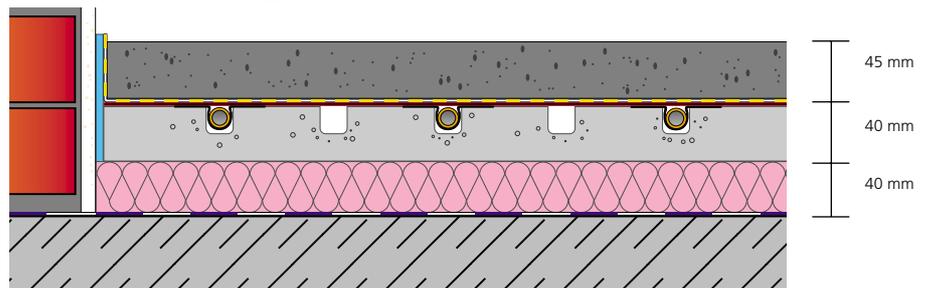
#### Achtung!

**Gussasphaltestriche dürfen auf die THERMOLUTZ Warmwasserfußbodenheizung System NE/TE nicht aufgebracht werden!**

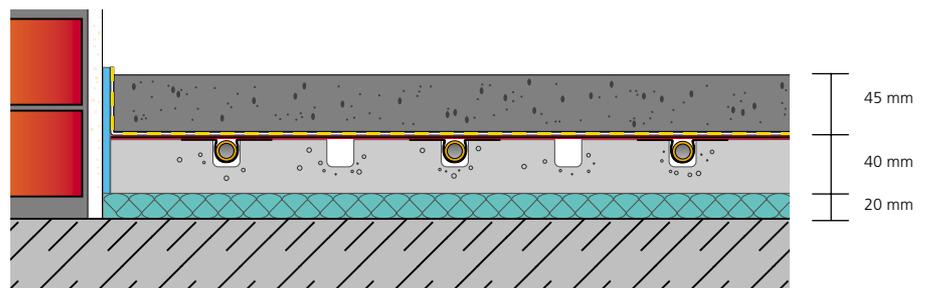
freie Verschuß aller Fenster und Außentüren (DIN EN 1264 Teil 4). Der tragende Untergrund muß zur Aufnahme des schwimmenden Estrichs ausreichend trocken sein und eine ebene Oberfläche haben. Er darf keine punktförmigen Erhebungen, Rohrleitungen oder ähnliches aufweisen, die Hohlräume unter den Systemplatten bilden können.

Die Höhenlage und die Ebenheit des tragenden Untergrundes bezüglich der Winkeltoleranzen und der Ebenheitstoleranzen müssen der Anforderungen der DIN 18202, Tabelle 2 und Tabelle 3, Zeile 2 entsprechen. Zur Überprüfung der waagerechten Höhenlage des Unterbodens, der vorgegebenen Einbaudicke der Fußbodenkonstruktion und der höhen-

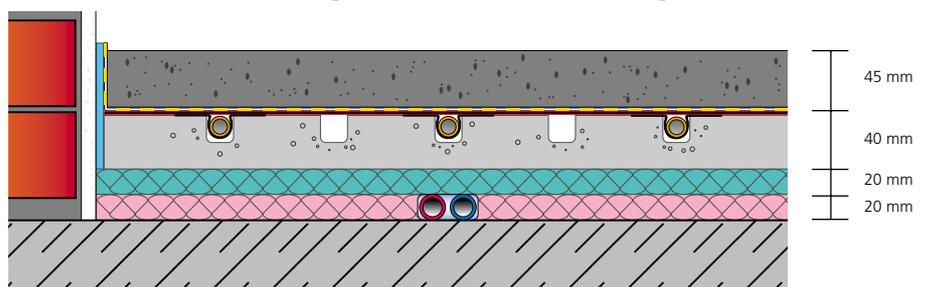
**Aufbau System NE/TE mit Zementestrich F4 und Zusatz-Wärmedämmung EPS 040 DEO dh. Feuchtigkeitssperre auf Rohbetondecke gegen Erdreich. Wärmeleitwiderstand  $R_{da} = 2,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ .**



**Aufbau System NE/TE mit Zementestrich F4 und zusätzlicher Trittschalldämmung EPS 045 DES sm auf Zwischengeschossdecke.**



**Aufbau System NE/TE mit Zementestrich F 4 und zusätzlicher Trittschalldämmung EPS 045 DES sm. Zusätzliche Wärmedämmung EPS 040 DEO dh als Höhenausgleich vorhandener Rohrleitungen.**



bei Calciumsulfat- und Zement-  
 estrichen nach den Tabellen 1 bis  
 4 der DIN 18560-2 zu wählen. Die  
 zusätzliche Erhöhung der Nenn-  
 dicke um den Außendurchmesser  
 des Heizrohres  $d$  entfällt bei  
 Fußbodenheizungen der Bauart B.  
 Wird aus baulichen Gründen eine  
 geringere Estrichstärke gewünscht,  
 muß eine Prüfung des Estrichs  
 auf Tragfähigkeit - bei Stein- und

keramischen Bodenbelägen auch  
 auf Durchbiegung nach 6.2 DIN  
 18560-2 durchgeführt werden. Bei  
 dieser Prüfung darf der Probe-  
 körper unter einer Prüflast von  
 400 N nicht brechen und die  
 Durchbiegung bei Estrichen mit  
 Stein- und keramischen Boden-  
 belägen darf höchstens 0,15 mm  
 betragen.

**! INFO**

**Abweichend von den Tabellen  
 1 bis 4 nach DIN 18560-2 muss  
 bei Heizestrichen die Rohrüber-  
 deckung bei der Biegezugfestig-  
 keitsklasse F 4 mindestens  
 45 mm, bei Fließestrichen der  
 Biegezugfestigkeitsklasse  
 CAF-F4 mindestens 40 mm  
 betragen.**

**Auszug aus Tabelle 1, DIN 18560-2 - Nenndicken und Biegezugfestigkeit von unbeheizten  
 Estrichen auf Dämmschichten für lotrechte Nutzlasten  $\leq 2 \text{ kN/m}^2$**

| Estrichart                         | Biegezugfestigkeitsklasse<br>bzw. Härteklasse nach<br>DIN EN 13813 | Estrichnenndicke in mm<br>bei einer Zusammendrück-<br>barkeit der Dämmschicht<br>$c \leq 5 \text{ mm}$ | Biegezugfestigkeit $\beta_{BZ}$ in $\text{N/mm}^2$ |            |
|------------------------------------|--|--|--|------------|
|                                    |  |  | kleinster<br>Einzelwert                            | Mittelwert |
| Calciumsulfat-<br>Fließestrich CAF | F4   | $\geq 35$  | $\geq 3,5$   | $\geq 4,0$ |
|                                    | F5   | $\geq 30$  | $\geq 4,5$   | $\geq 5,0$ |
|                                    | F7   | $\geq 30$  | $\geq 6,5$   | $\geq 7,0$ |
| Calciumsulfat<br>Estrich CA        | F4   | $\geq 45$  | $\geq 2,0$   | $\geq 2,5$ |
|                                    | F5   | $\geq 40$  | $\geq 2,5$   | $\geq 3,5$ |
|                                    | F7   | $\geq 35$  | $\geq 3,5$   | $\geq 4,5$ |
| Zement-<br>Estrich CT              | F4   | $\geq 45$  | $\geq 2,0$   | $\geq 2,5$ |
|                                    | F5   | $\geq 40$  | $\geq 2,5$   | $\geq 3,5$ |

**Auszug aus Tabelle 2, DIN 18560-2 - Nenndicken und Biegezugfestigkeit von unbeheizten Estrichen  
 auf Dämmschichten für lotrechte Nutzlasten (Einzellasten bis  $2 \text{ kN/m}^2$ , Flächenlasten  $\leq 3 \text{ kN/m}^2$ )**

| Estrichart                         | Biegezugfestigkeitsklasse<br>bzw. Härteklasse nach<br>DIN EN 13813 | Estrichnenndicke in mm<br>bei einer Zusammendrück-<br>barkeit der Dämmschicht<br>$c \leq 5 \text{ mm}$ | Biegezugfestigkeit $\beta_{BZ}$ in $\text{N/mm}^2$ |            |
|------------------------------------|--|--|--|------------|
|                                    |  |  | kleinster<br>Einzelwert                            | Mittelwert |
| Calciumsulfat-<br>Fließestrich CAF | F4   | $\geq 50$  | $\geq 3,5$   | $\geq 4,0$ |
|                                    | F5   | $\geq 45$  | $\geq 4,5$   | $\geq 5,0$ |
|                                    | F7   | $\geq 40$  | $\geq 6,5$   | $\geq 7,0$ |
| Calciumsulfat<br>Estrich CA        | F4   | $\geq 65$  | $\geq 2,0$   | $\geq 2,5$ |
|                                    | F5   | $\geq 55$  | $\geq 2,5$   | $\geq 3,5$ |
|                                    | F7   | $\geq 50$  | $\geq 3,5$   | $\geq 4,5$ |
| Zement-<br>Estrich CT              | F4   | $\geq 65$  | $\geq 2,0$   | $\geq 2,5$ |
|                                    | F5   | $\geq 55$  | $\geq 2,5$   | $\geq 3,5$ |

**Auszug aus Tabelle 3, DIN 18560-2 - Nenndicken und Biegezugfestigkeit von unbeheizten Estrichen auf Dämmschichten für lotrechte Nutzlasten (Einzellasten bis 3 kN/m<sup>2</sup>, Flächenlasten = 4 kN/m<sup>2</sup>)**

| Estrichart                     | Biegezugfestigkeitsklasse bzw. Härteklasse nach DIN EN 13813 | Estrichnenndicke in mm bei einer Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht $c \leq 3$ mm | Biegezugfestigkeit $\beta_{BZ}$ in N/mm <sup>2</sup> |            |
|--------------------------------|--|---|--|------------|
|                                |  |   | kleinster Einzelwert                                 | Mittelwert |
| Calciumsulfat-Fließestrich CAF | F4   | $\geq 60$   | $\geq 3,5$   | $\geq 4,0$ |
|                                | F5   | $\geq 50$   | $\geq 4,5$   | $\geq 5,0$ |
|                                | F7   | $\geq 45$   | $\geq 6,5$   | $\geq 7,0$ |
| Calciumsulfat Estrich CA       | F4   | $\geq 70$   | $\geq 2,0$   | $\geq 2,5$ |
|                                | F5   | $\geq 60$   | $\geq 2,5$   | $\geq 3,5$ |
|                                | F7   | $\geq 55$   | $\geq 3,5$   | $\geq 4,5$ |
| Zement-Estrich CT              | F4   | $\geq 70$   | $\geq 2,0$   | $\geq 2,5$ |
|                                | F5   | $\geq 60$   | $\geq 2,5$   | $\geq 3,5$ |

**Auszug aus Tabelle 4, DIN 18560-2 - Nenndicken und Biegezugfestigkeit von unbeheizten Estrichen auf Dämmschichten für lotrechte Nutzlasten (Einzellasten bis 4 kN/m<sup>2</sup>, Flächenlasten = 5 kN/m<sup>2</sup>)**

| Estrichart                     | Biegezugfestigkeitsklasse bzw. Härteklasse nach DIN EN 13813 | Estrichnenndicke in mm bei einer Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht $c \leq 3$ mm | Biegezugfestigkeit $\beta_{BZ}$ in N/mm <sup>2</sup> |            |
|--------------------------------|--|---|--|------------|
|                                |  |   | kleinster Einzelwert                                 | Mittelwert |
| Calciumsulfat-Fließestrich CAF | F4   | $\geq 65$   | $\geq 3,5$   | $\geq 4,0$ |
|                                | F5   | $\geq 55$   | $\geq 4,5$   | $\geq 5,0$ |
|                                | F7   | $\geq 50$   | $\geq 6,5$   | $\geq 7,0$ |
| Calciumsulfat Estrich CA       | F4   | $\geq 75$   | $\geq 2,0$   | $\geq 2,5$ |
|                                | F5   | $\geq 65$   | $\geq 2,5$   | $\geq 3,5$ |
|                                | F7   | $\geq 60$   | $\geq 3,5$   | $\geq 4,5$ |
| Zement-Estrich CT              | F4   | $\geq 75$   | $\geq 2,0$   | $\geq 2,5$ |
|                                | F5   | $\geq 65$   | $\geq 2,5$   | $\geq 3,5$ |

## Bewehrungen

Eine Bewehrung von Estrichen auf Dämmschichten ist grundsätzlich nicht erforderlich (DIN 18560-2, Abs. 5.3.2), jedoch kann eine Bewehrung, insbesondere bei Zementestrichen, zur Aufnahme von Stein- oder keramischen Belägen zweckmäßig sein, weil dadurch die Verbreiterung von eventuell auftretenden Rissen und der Höhenversatz der Risskanten vermieden wird. Das Entstehen von Rissen kann durch eine Bewehrung nicht verhindert werden.

Die Wahl der Bewehrung (Zweck, Art, Ausführung) obliegt dem Planer und ist im Leistungsverzeichnis anzugeben. Bewehrungen sind nach DIN 18560-2 Abs. 5.3.2 anzuordnen und auszuführen.

## Estrichfugen

Über die Anordnung der Fugen ist ein Fugenplan zu erstellen, aus dem Art und Anordnung der Fugen zu entnehmen sind. Der Fugenplan ist vom Bauwerksplaner zu erstellen und als Bestandteil der Leistungsbeschreibung dem Ausführenden vorzulegen (DIN 18560-2, Abs. 5.3.3).

Über Bauwerksfugen sind auch im Estrich Fugen anzuordnen (Bewegungsfugen). Außerdem ist der Estrich vor aufgehenden Bauteilen durch Fugen zu trennen (Randfugen). Die Herstellung von Fugen ist aus bauphysikalischen Gründen erforderlich:

- **Bewegungsfugen nehmen Formänderungen des Estrich in alle Richtungen auf.**
- **Randfugen sind Bewegungsfugen im Randbereich des Estrichs und vermindern Schallübertragungen vom Fußboden zu angrenzenden und durchdringenden Bauteilen (sog. Schallbrücken)**
- **Scheinfugen sind Sollbruchstellen für das Verkürzen des Estrichs**

Nach dem Erhärten und Austrocknen des Estrichs sollten Scheinfugen kraftschlüssig, z.B. durch Vergießen mit Kunstharz, geschlossen werden. Die derart hergestellten und geschlossenen Scheinfugen müssen nicht beim Einbau der Bodenbeläge berücksichtigt werden, d.h. sie müssen nicht deckungsgleich in die Bodenbeläge übernommen werden.

Bei Heizestrichen sind in Türdurchgängen in der Regel Bewegungsfugen anzuordnen. Werden bei Heizestrichen Scheinfugen in Türleibungen und Türdurchgängen angeordnet und diese als Fugen auch in Stein- oder Keramikbelägen übernommen, sollten diese Scheinfugen nicht geschlossen werden.

Bei der Festlegung von Fugenabständen, Fugenbreite und Estrichfeldgrößen sind die Art des Bindemittels, der vorgesehene Bodenbelag, die Geometrie der Fläche und die Beanspruchung durch Nutz-

lasten und Temperaturänderung zu berücksichtigen.

Bei Heizestrichen, die zur Aufnahme von Stein- oder keramischen Belägen vorgesehen sind, müssen außerdem die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Estrich und Bodenbelag und die Raumtemperaturbegrenzung bei der Planung und Ausführung mit einbezogen werden.

Bei der Anordnung der Fugen sind die allgemeinen Regeln der Technik sowie die technischen Informationen und Merkblätter der Fachverbände zu berücksichtigen.

Besonders vorteilhaft bei der Konstruktion der Thermolutz Fußbodenheizung System NE/TE (Bauart B) ist die völlige Trennung von Heizsystem und abdeckender Estrichplatte durch das Abdeckblech mit aufliegender Trennfolie.

## ! INFO

***Gegenüber im frischen Estrichmörtel "naß" eingebetteten Heizrohren (z.B. Systeme der Bauart A) können bei der THERMOLUTZ Fußbodenheizung System NE/TE Bewegungsfugen im Estrich unabhängig von der Fußbodenheizung angeordnet werden.***

## Verlegearbeiten System NE/TE - Montageabfolge

Die Montage der Fußbodenheizung System NE/TE hat grundsätzlich nach den planungsseitig erstellten Verlegeplänen zu erfolgen. Die Verlegepläne sind mit den Gegebenheiten auf der Baustelle abzustimmen und eventuell vorhandene Abweichungen mit der Bauleitung zu klären. Werden durch Änderungen zusätzliche Leistungen notwendig, müssen diese von der Bauleitung in Auftrag gegeben werden.

### Montage Arbeitsgang 1

(nur bei Räumen mit Feuchtigkeitssperre)

PE-Folie 0,2 mm dick wird als zusätzliche Trennschicht auf bauseitige Bauwerksabdichtungen gegen drückendes bzw. nichtdrückendes Wasser verlegt. Die Schutzfolie dient als Trennschicht zwischen der Bauwerksabdichtung, die vorwiegend mit bituminösen Materialien ausgeführt ist, und der darauffolgenden Wärme- bzw. Trittschalldämmung. Diese Folie kann eine Bauwerksabdichtung

gem. DIN 18195, Teil 4 und 5 keinesfalls ersetzen. Sollte diese in der unteren Konstruktion enthalten sein, wird die Folie auf den von Mörtelresten gesäuberten Rohfußboden verlegt. An den Seitenwänden wird die Folie ca. 15 cm hochgezogen und befestigt. Zusätzliche Trittschall- und Wärmedämmschichten sind vollflächig und bei mehrschichtiger Dämmung fugenversetzt zu verlegen.

### Montage Arbeitsgang 2

Die THERMOLUTZ System-Randstreifen Typ RS sind an allen Wänden und aufgehenden Bauteilen umlaufend, ohne Zwischenräume an den Stößen aufzustellen. Die Schutzfolie auf dem Selbstklebe-Bitumenstreifen auf der Rückseite des Randstreifens abziehen und Randstreifen fest an die Wand drücken. Bei mehrlagigen Dämmschichten muß der Randstreifen vor dem Verlegen der obersten Dämmschicht (Systemplatten NE/TE) verlegt sein.

### Montage Arbeitsgang 3

Die Sytemplatten NE/TE aus Polystyrol-Hartschaum sind nach Verlegeplan zu verlegen. Zuerst werden die Kopfelemente K 8 bzw. K 16/25 an den gegenüberliegenden Wänden nach Verlegeplan ausgelegt. Die Kopfelemente K 16/25 werden dazu an der Bruchkante in der Mitte in zwei gegenüberliegende Hälften geteilt.

Die restliche Verlegefläche wird mit Mittelelementen M ausgelegt. Es ist darauf zu achten, daß die Kanäle der Kopf- und Mittelelemente in einer Flucht verlaufen. Notwendige Zuschnitte in der Länge sind nur bei den Mittelelementen vorzunehmen.



**Arbeitsgang 2**

Aufstellen des THERMOLUTZ Systemrandstreifen RS



**Arbeitsgang 3**

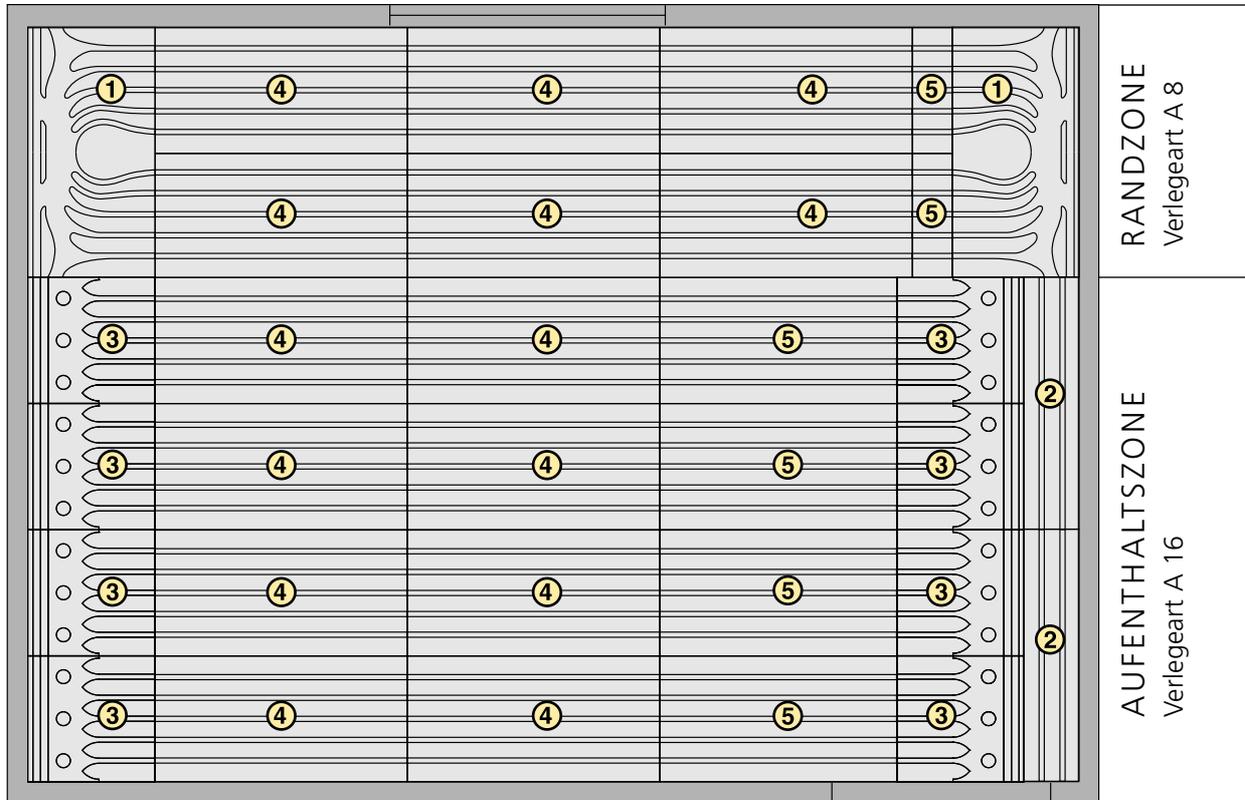
Systemplatten NE/TE ausgelegt



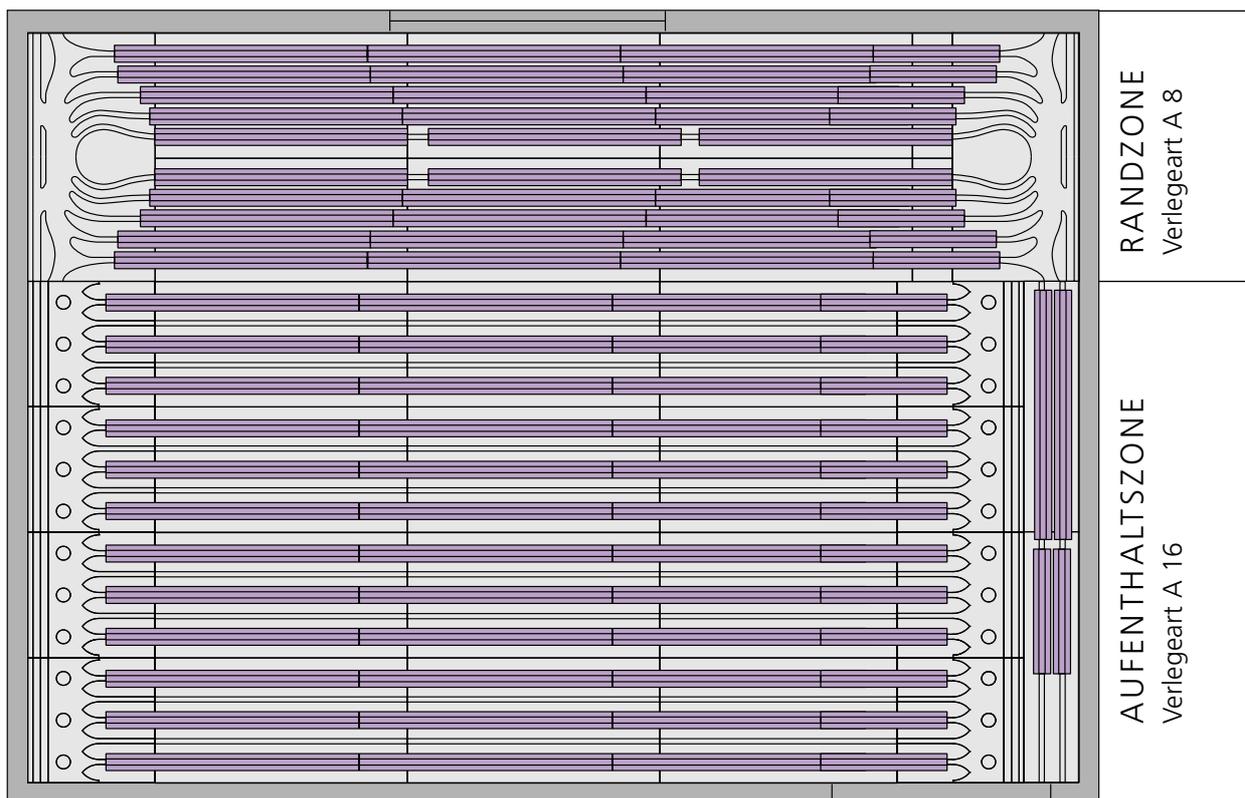
**Arbeitsgang 4**

Wärmeleitbleche eingelegt in Systemplatten NE/TE

**Montage Arbeitsgang 3:** Verlegereihenfolge der Systemelemente K 8, K 16/25 und M



**Montage Arbeitsgang 4:** Verlegen der Wärmeleitbleche P 705/P 710 in die Kanäle der Systemplatten



### Montage Arbeitsgang 4

Die Wärmeleitbleche P 705 bzw. P 710 in den Längen von 0,5 m bzw. 1 m werden in die Kanäle der Polystyrol-Systemplatten entsprechend den projektierten Verlegeabständen eingelegt. Je nach Verlegeabstand sind die Kanäle der Systemplatten mit Wärmeleitblechen wie folgt zu belegen:

**Verlegeabstand A 8 jeder Kanal**

**Verlegeabstand A 16 jeder 2. Kanal**

**Verlegeabstand A 25 jeder 3. Kanal**

Die Wärmeleitbleche sind so zu verlegen, daß der Stoß von 2 aneinander liegenden Systemplatten überbrückt wird. Durch die Kombination von 1 m und 0,5 m langen Wärmeleitblechen sollen die geradlinigen Kanäle zwischen den Kopfplatten möglichst vollständig ausgefüllt sein. Der Längsabstand zwischen zwei Wärmeleitblechen sollte nicht größer als 10 cm sein. Eine Überlappung der Wärmeleitbleche von bis zu 5 cm durch Ineinanderstecken ist möglich.

### ! INFO

**Achtung:**

**Die Wärmeleitbleche dürfen auf keinen Fall in der Länge geschnitten sowie in die Umkehrbögen der Kopfplatten verlegt werden!**



Rillenschneidegerät

### Montage Arbeitsgang 5

Das Verlegen der THERMOLUTZ-Heizrohre ist endlos, d.h. zwischen dem Anschluß der Heizrohre an Vor- und Rücklauf des Heizkreisverteilers sollen keine Verbindungen sein. Die Innenseiten der omega-förmigen Wärmeleitbleche müssen sauber sein. Die Heizrohre sind drallfrei in die Vertiefungen der Wärmeleitbleche zu drücken und in der parallel-bifilaren Verlegetechnik zu verlegen. Durch die Überkreuzung der Heizrohre im Bereich der Kopfplatten kommt in

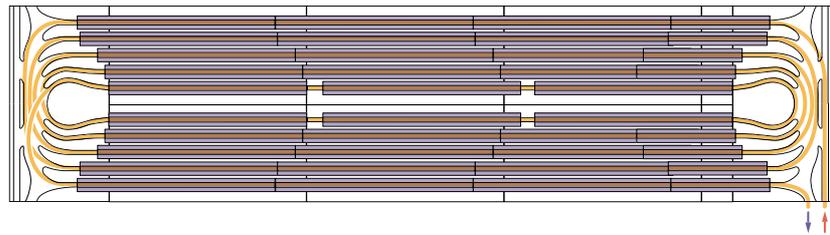


#### Arbeitsgang 5:

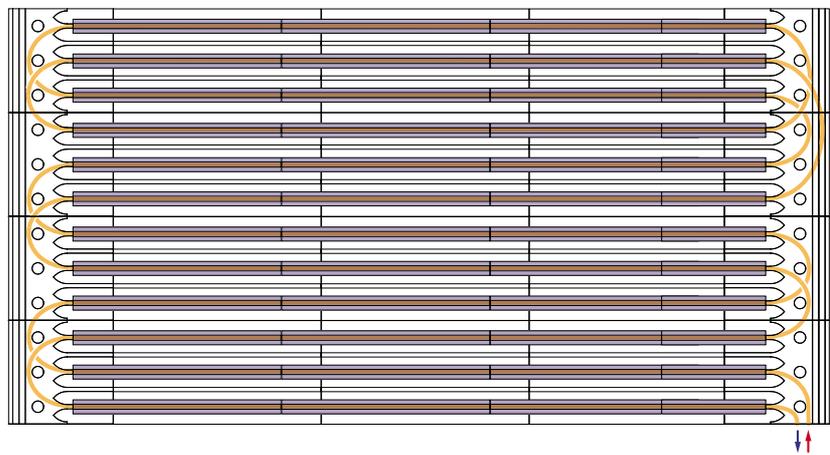
Einlegen des Heizrohres in die Wärmeleitbleche

der parallel-bifilaren Verlegetechnik jeweils ein Vorlaufrohr neben einem Rücklaufrohr zu liegen, was einen absolut gleichmäßigen Temperaturverlauf im Oberboden ergibt.

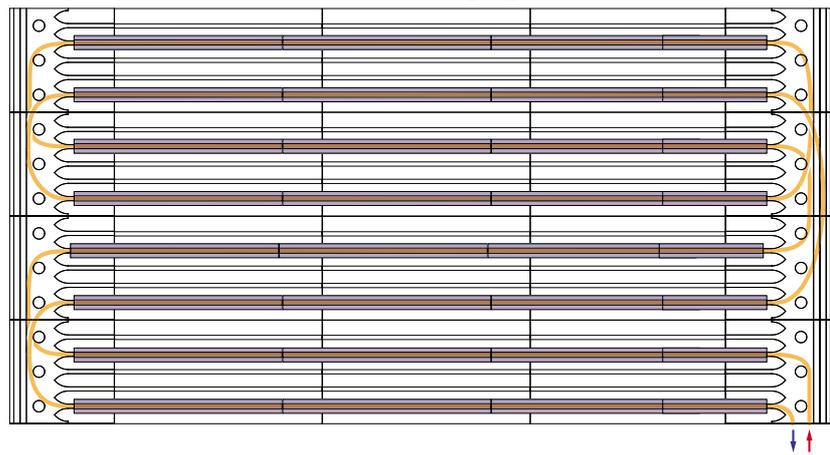
#### Verlegeabstand A 8 - Schneckenförmige Verlegung



#### Verlegeabstand A 16 - Parallel-bifilare Verlegung



#### Verlegeabstand A 25 - Parallel-bifilare Verlegung



Die für die parallel-bifilare Verlegetechnik notwendigen Überkreuzungen in den Kopfplatten können mit den Systemplatten vom Typ K 8, K 16/25, M ausgeführt werden. Bei der Verlegung der 30 mm dicken Systemplatten vom Typ K 30, M 30 ist die Rohrüberkreuzung in parallel-bifilarer Verlegetechnik nicht möglich. Statt dessen werden die Heizrohre mäanderförmig in den Rohrabständen A 16 oder A 25 entsprechend den abgebildeten Verlegeschemen verlegt.

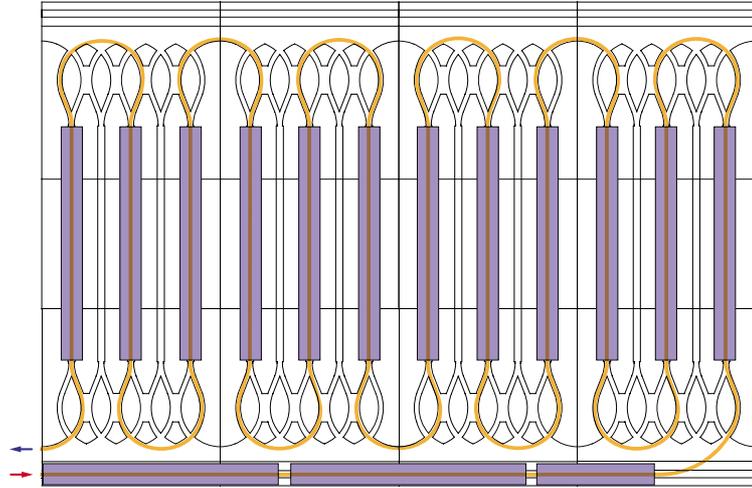
Für die Verlegung der Heizrohre ist die Verwendung einer Rohrhaspel zweckmäßig, da sie ein drallfreies Abwickeln der Heizrohre erlaubt. Hinweise für die Verlegung der Heizrohre nach den Verlegearten A 8, A 16, A 25 und der Übergang von einer Verlegeart zur anderen sind in der Legende des Verlegeplanes der Fußbodenheizung dargestellt. Die Heizrohre sind zweckmäßigerweise in den Räumen zuerst zu verlegen, die am weitesten vom Heizkreisverteiler entfernt sind.

Bei Anhäufung von Heizrohren, die in Fluren und im Bereich der Heizkreisverteiler entstehen sowie im Bereich der Zuleitungen zu den einzelnen Heizkreisen können mit dem elektrothermischen Schneidegerät entsprechend Rillen in die Polystyrol-Systemplatten nachgeschnitten werden. Somit können mehrere Rohre nebeneinander bzw. frei verlegt werden.

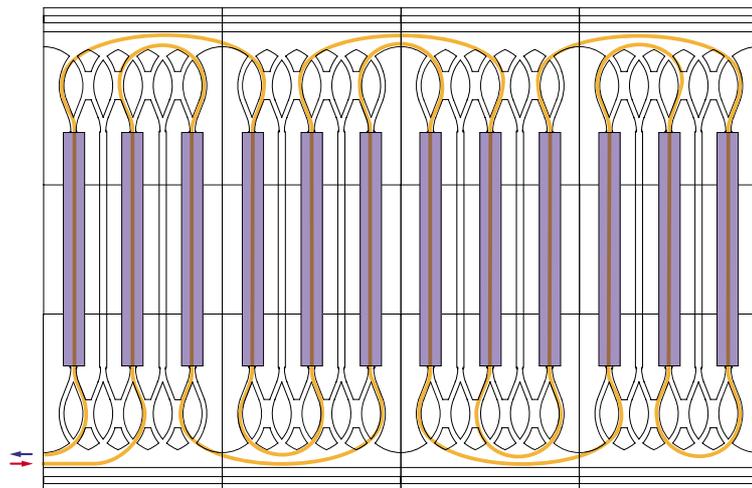


Rohrhaspel

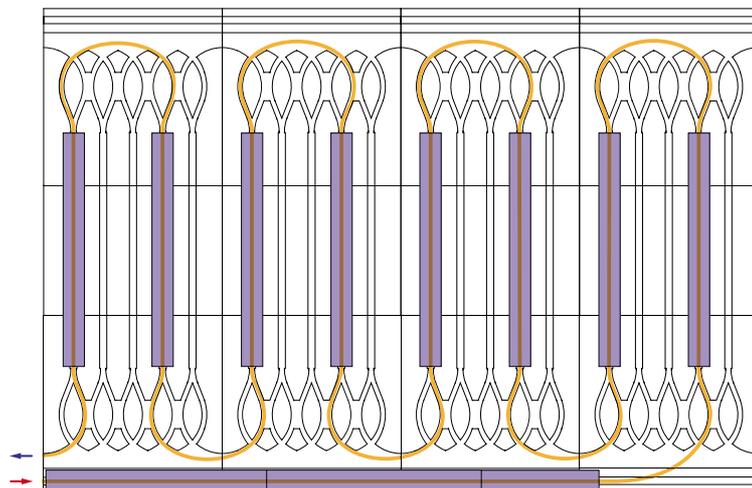
**Systemplatte K30/M30 mit Rohrabstand A 16 -  
 Einfach Mäanderförmige Verlegung**



**Systemplatte K30/M30 mit Rohrabstand A 16 -  
 Mäanderförmig-bifilare Verlegung**



**Systemplatte K30/M30 mit Rohrabstand A 25 -  
 Einfach Mäanderförmige Verlegung**



### Montage Arbeitsgang 6

Die Heizrohre werden möglichst senkrecht unter dem Heizkreisverteiler rechtwinklig aus der Heizrohrebene nach oben geführt. Bei Verwendung der THERMOLUTZ Diffuflex-S Vollkunststoffrohre aus Polybuten sind hierzu 90° Steckbögen aus Hart-PVC über die Rohrenden zu schieben.

Die Verlegepläne weisen die Länge der einzelnen Heizkreise einschließlich Zuleitungen auf. Die Heizrohre sind in Metern signiert. Der Rohrbund beginnt innen mit 0 m und endet außen mit 500 m bzw. 200 m. Somit kann nach dem Abschneiden die noch verbleibende Rohrlänge abgelesen werden. Unmittelbar nach der Verlegung der Heizrohre werden die beiden Enden an den Heizkreisverteiler mit den passenden Klemmringverschraubungen angeschlossen. Der Abgang am Verteiler wird mit einem Aufkleber und der Nummer des Heizkreises laut Verlegeplan versehen.



#### Arbeitsgang 6:

Rohrführung zum Heizkreisverteiler mit 90° Steckbögen

### Montage Arbeitsgang 7

Beim Einsatz von Trockenestrichen müssen die Kopfplatten im Bereich der Rohrumkehrungen mit verzinkten Blechstreifen BS abgedeckt werden. Dabei ist zu beachten, daß die angrenzenden Wärmeleitbleche nicht von den Blechstreifen überdeckt werden.

Anschließend sind die verzinkten Abdeckbleche ADB auf der gesamten beheizten Fußboden-Fläche mit geringer Überlappung bzw. bei Trockenestrichen auf Stoß auszulegen. Die Abdeckbleche können bei Bedarf mit Hilfe einer elektrischen Blechschere gratfrei geschnitten werden. Bleiben die belegten Flächen längere Zeit ohne weitere Abdeckung mit Fußbodenschichten (z.B. Estrich, Trocken-

estrich), sollten die Abdeckbleche gegen Verrutschen gesichert werden, indem sie punktförmig mit Klebeband verklebt werden. Vor Einbringen des Estrichs bzw. Trockenestrichs wird zusätzlich eine PE-Folie als Gleitschicht zwischen Abdeckblech und Estrich eingebracht. Die Folienbahnen sollen sich nach DIN 18560-2 um mindestens 8 cm überlappen.

### ! INFO

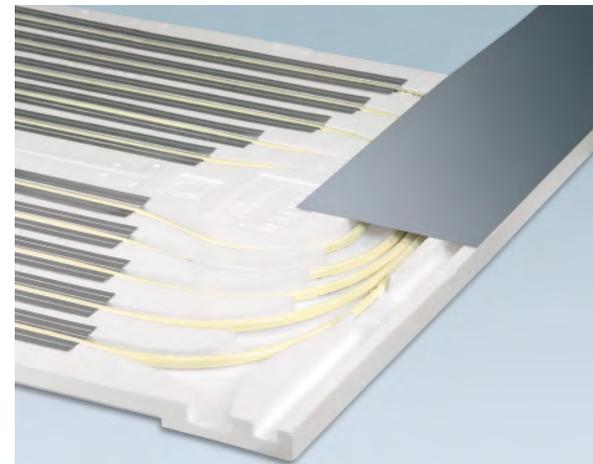
**Wichtig:**

**Die Folie bis an die Randstreifen verlegen und danach den Folienstreifen vom Randstreifen herunterklappen und ggf. mit der Folie verkleben.**



#### Arbeitsgang 7:

Abdeckbleche ADB auf Fußbodenheizung NE/TE



Abdeckung der Kopfplatten mit Blechstreifen BS



PE-Folie als Trennschicht zwischen Abdeckblech ADB und Estrichziegel

## Montage Arbeitsgang 8

Vor dem Einbringen des Naß- oder Trockenestrichs werden die Heizkreise gem. DIN 18380, Teil 3.4 mit Hilfe einer Handpumpe abgedrückt. Die Höhe des Prüfdrucks beträgt das 1,3-fache des maximal zulässigen Betriebsdrucks, jedoch mindestens 5 bar Überdruck. Verteiler und Rohre können mit max. 10 bar Druck belastet werden. Heizaggregate können in der Regel jedoch nur mit 4 bar Prüfdruck belastet werden. Dichtheit und Prüfdruck müssen im Aufheizprotokoll angegeben sein. Nach der Druckprobe soll der Betriebsdruck aufrecht erhalten bleiben, bis die Estricharbeiten abgeschlossen sind.

## Funktionsheizen des Heizestrich

Anhydrit- und Zementestriche müssen vor dem Verlegen von Bodenbelägen aufgeheizt werden. Das Funktionsheizen soll bei Zementestrichen frühestens nach 21 Tagen und bei Anhydritestrichen nach Angaben des Herstellers, frühestens jedoch nach 7 Tagen erfolgen.

Das erstmalige Funktionsheizen beginnt mit einer Vorlauftemperatur

von 25 °C, die 3 Tage zu halten ist. Danach wird die maximale Vorlauf-temperatur (nach Dimensionierung) eingestellt und weitere 4 Tage gehalten. Im Anschluß kann die Heizung abgeschaltet oder nach baulichen und klimatischen Erfordernissen betrieben werden. Vom Heizungsbauer ist ein Protokoll zu erstellen, welches folgende Angaben zum Funktionsheizen enthalten muß:

- 1. Funktionsheizdaten mit den jeweiligen Vorlauftemperaturen**
- 2. Erreichte maximale Vorlauftemperatur**
- 3. Betriebszustand und Außentemperatur bei Übergabe**

Beim Einsatz von Calciumsulfat-Fließestrichen sind die Richtlinien des jeweiligen Herstellers zu beachten, insbesondere hinsichtlich der Estrich-nenddicke, der Abbinde- und Austrocknungszeiten, der Erfordernis von Bewegungsfugen und der maximalen Temperaturbelastung. Zur Vermeidung von Trittschallbrücken muß der Calciumsulfat-Fließestrich in einer etwas zähflüssigeren Konsistenz eingebracht werden.

## Belegreife des Heizestrichs

Nach der Herstellung und entsprechender Liegezeit des Estrichs sowie nach dem Funktionsheizen ist das Feststellen der Belegreife mittels CM-Messung Voraussetzung für die Aufbringung der Bodenbeläge. Nur bei einer Fußbodenheizung kann auf Hilfseinrichtungen zur Erreichung der Belegreife verzichtet werden.

Der Bodenleger entscheidet über die Notwendigkeit des Belegreifheizens. In diesem Zusammenhang sind die Hinweise der Infoschrift „Schnittstellenkoordination bei beheizten Fußbodenkonstruktionen“ des Bundesverband Flächenheizungen e.V. ([www.flaechenheizung.de](http://www.flaechenheizung.de)) zu beachten.

Das Belegreifheizen ist gemäß VOB eine besondere Leistung und gesondert zu vergüten.

| Maximaler Feuchtegehalt des Estrichs in %, ermittelt mit dem CM Gerät bei |                         |            |                    |                           |
|---|-------------------------|------------|--------------------|---------------------------|
| Oberboden   |                         |            | Zementestrich soll | Calciumsulfatestrich soll |
| OL 1  | elastische Beläge       |            | 1,8                | 0,3                       |
|   | textile Beläge          | dampfdicht | 1,8                | 0,3                       |
|   |                         | dampfdicht | 3,0                | 1,0                       |
| OL 2  | Parkett                 |            | 1,8                | 0,3                       |
| OL 3  | Laminat                 |            | 1,8                | 0,3                       |
| OL 4  | keramische Fliesen bzw. | Dickbett   | 3,0                | -                         |
|   | Natur-/Betonwerksteine  | Dünnbett   | 2,0                | 0,3                       |

\*OL 1 bis OL 4 Arbeitsschritte im Schnittstellenprotokoll

**Anforderungen an den Restfeuchtegehalt des Estrichs**

**Inbetriebnahme THERMOLUTZ Warmwasser-Fußbodenheizung nach EN 1264, Teil 4**

Auftraggeber/Bauvorhaben

Bauabschnitt/Stockwerk/Raum

THERMOLUTZ System  NE/TE  Rapid  Thermoclip  NOVA

**A. Dichtheitsprüfung**

Die Dichtheit der Heizkreise der Fußbodenheizung wird unmittelbar vor der Estrichverlegung durch eine Wasserdruckprobe sichergestellt. Anschließend wird der Betriebsdruck eingestellt und aufrechterhalten. Die Höhe des Prüfdrucks beträgt das 1,3-fache des maximal zulässigen Betriebsdrucks, mindestens aber 1 bar Überdruck.

**Maximal zulässiger Betriebsdruck**  bar

**Prüfdruck**  bar

**Belastungsdauer**  h

**B. Funktionsheizen von Fußbodenheizungen gemäß EN 1264 Teil 4, Absatz 4.4**

Das Funktionsheizen ist zur Überprüfung der Funktion der beheizten Fußbodenkonstruktion durchzuführen. Bei Zementestrich darf damit frühestens 21 Tage, bei Calciumsulfatestrich frühestens 7 Tage (bzw. nach Herstellerangaben) nach Beendigung der Estricharbeiten begonnen werden.

Dabei ist 3 Tage eine Vorlauftemperatur von 25 °C und danach 4 Tage die maximale Vorlauftemperatur zu halten. Von diesem Protokoll bzw. der EN 1264-4 abweichenden Angaben des Herstellers (z.B. bei Fließestrichen) sind zu beachten.

**Estrichart/Bindemittel**  Zementestrich  Calciumsulfatestrich

**Estrichzusatz**  Novalith H  Estrotherm-Spezial

**Ende der Estricharbeiten**  (Datum)

**Beginn des Funktionsheizen**  (Datum)  
Vorlauftemperatur 25 °C, 3 Tage beibehalten

**Einstellen auf max. Vorlauftemperatur**  °C  (Datum)  
Maximale Vorlauftemperatur 4 Tage beibehalten

Das Funktionsheizen wurde unterbrochen  nein  ja von  bis

Die Räume wurden zugfrei belüftet und nach Abschalten der Fußbodenheizung alle Fenster und Außentüren verschlossen. Die Anlage wurde bei einer Außentemperatur von \_\_\_\_\_ °C übergeben.

Die Anlage wurde außer Betrieb gesetzt

Die Anlage wurde mit einer Vorlauftemperatur von  °C betrieben

Bestätigung (Datum, Stempel, Unterschrift)

---

Bauherr / Auftraggeber  Bauleiter / Architekt  Heizungsbaubetrieb

---

## Projektierung und Vorkalkulation System NE/TE

Beim Einsatz von Fußbodenheizungen muß von der Grundüberlegung ausgegangen werden, daß die Fußbodenheizung zu einem festen Bestandteil des Gebäudes wird. Durch sorgfältige und fachmännische Planung muß sichergestellt werden, daß die Fußbodenheizung mit den Gegebenheiten des Gebäudes und den Anforderungen der darin lebenden Menschen in optimaler Weise abgestimmt wird.

Durch fachgerechte Installation des Handwerksbetriebes wird gewährleistet, daß die bei der Planung berücksichtigten Vorgaben ordnungsgemäß realisiert werden.

Der Grundriß des Gebäudes, der Aufbau der Aussenwände, Größe und Bauart der Fenster, die Art der Bodenbeläge sowie die Planung von ineinander übergreifenden Geschossen sind wichtige Informationen, die bei der Auslegung und Dimensionierung eine entscheidende Rolle spielen.

Für die Wirtschaftlichkeit eines Heizsystems sind nicht nur geringe Investitionskosten ausschlaggebend, sondern im gleichen Maße seine Betriebskosten. Eine Niedertemperatur-Fußbodenheizung wird, bedingt durch ihre große Heizfläche, dieser Anforderung bestens gerecht. Es genügt schon eine relativ geringe spezifische Wärmeleistung ( $W/m^2$ ), um dem behaglichen Wärmeempfinden des Menschen zu genügen. Somit ist bei der Planung eines Fußbodenheizsystems größter Wert auf den Betrieb der Heizung im Niedertemperaturbereich zu achten. Die Vorlauftemperatur kann niedrig gehalten werden, was zu erheblichen Energieeinsparungen führt. Neue Technologien, wie die Brenntechnik und Wärmepumpen, können hier optimal eingesetzt werden.

### Die schnelle Vorkalkulation

In den folgenden Tabellen sind die Leistungswerte des Systems NE/TE in Verbindung mit einem Zemente-

strich CT F4  $s_u = 55$  mm für verschiedene Raumtemperaturen sowie Heizwassertemperaturen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Bodenbelägen angegeben. Mit diesen Tabellenwerten kann rasch ermittelt werden, mit welcher mittleren Heizwassertemperatur die Fußbodenheizung betrieben werden muß, um eine bestimmte Leistung abzugeben. Diese überschlägige Vorkalkulation ersetzt jedoch nicht eine Auslegung nach DIN EN 1264, Teil 3, die in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben wird.

### ! INFO

**Weitere Leistungstabellen und Kennlinien für das System NE/TE mit verschiedenen Trockenestrichen finden Sie auf unserer Homepage: [WWW.THERMOLUTZ.DE](http://WWW.THERMOLUTZ.DE) unter der Rubrik „Download“**

| Wärmedurchlasswiderstand Bodenbelag<br>Keramik - Naturstein, R = 0,00 m <sup>2</sup> K/W |                |                   | Heizmitteltemperatur<br>$\vartheta_H = 35^\circ\text{C}$ |                              | Heizmitteltemperatur<br>$\vartheta_H = 40^\circ\text{C}$ |                              | Heizmitteltemperatur<br>$\vartheta_H = 50^\circ\text{C}$ |                              |
|--|----------------|-------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|
|  | Verlegeabstand | Heizrohrbedarf    | Wärme-<br>stromdichte                                    | Mittlere<br>Oberflächentemp. | Wärme-<br>stromdichte                                    | Mittlere<br>Oberflächentemp. | Wärme-<br>stromdichte                                    | Mittlere<br>Oberflächentemp. |
|  | VA             | L                 | q  | $\vartheta_o$                | q  | $\vartheta_o$                | q  | $\vartheta_o$                |
|  | [cm]           | [m <sup>2</sup> ] | [W/m <sup>2</sup> ]                                      | [°C]                         | [W/m <sup>2</sup> ]                                      | [°C]                         | [W/m <sup>2</sup> ]                                      | [°C]                         |
| Raumtemperatur<br>$\vartheta_R = 15^\circ\text{C}$                                       | 8              | 10,5              | 122,0  | 25,8                         | 152,5  | 28,2                         | 183,0  | 30,6                         |
|  | 16             | 6,6               | 98,2   | 23,9                         | 122,8  | 25,8                         | 147,3  | 27,8                         |
|  | 25             | 4,5               | 75,0   | 21,9                         | 93,8   | 23,5                         | 112,5  | 25,0                         |
| Raumtemperatur<br>$\vartheta_R = 18^\circ\text{C}$                                       | 8              | 10,5              | 103,7  | 27,3                         | 134,2  | 29,8                         | 164,7  | 32,2                         |
|  | 16             | 6,6               | 83,5   | 25,6                         | 108,0  | 27,7                         | 132,6  | 29,6                         |
|  | 25             | 4,5               | 63,8   | 24,0                         | 82,5   | 25,6                         | 101,3  | 27,1                         |
| Raumtemperatur<br>$\vartheta_R = 20^\circ\text{C}$                                       | 8              | 10,5              | 91,5   | 28,3                         | 122,0  | 30,8                         | 152,5  | 33,2                         |
|  | 16             | 6,6               | 73,7   | 26,8                         | 98,2   | 28,9                         | 122,8  | 30,8                         |
|  | 25             | 4,5               | 56,3   | 25,3                         | 75,0   | 26,9                         | 93,8   | 28,5                         |
| Raumtemperatur<br>$\vartheta_R = 22^\circ\text{C}$                                       | 8              | 10,5              | 79,3   | 29,3                         | 109,8  | 31,8                         | 140,3  | 34,2                         |
|  | 16             | 6,6               | 63,8   | 28,0                         | 88,4   | 30,0                         | 112,9  | 32,1                         |
|  | 25             | 4,5               | 48,8   | 26,7                         | 67,5   | 28,3                         | 86,3   | 29,9                         |
| Raumtemperatur<br>$\vartheta_R = 24^\circ\text{C}$                                       | 8              | 10,5              | 67,1   | 30,3                         | 97,6   | 32,8                         | 128,1  | 35,3                         |
|  | 16             | 6,6               | 54,0   | 29,1                         | 78,6   | 31,2                         | 103,1  | 33,3                         |
|  | 25             | 4,5               | 41,3   | 28,0                         | 60,0   | 29,7                         | 78,8   | 31,2                         |

| Wärmedurchlasswiderstand Bodenbelag<br>Kunststoff, Linoleum, R = 0,05 m <sup>2</sup> K/W |                |                     | Heizmitteltemperatur<br>ϑ <sub>H</sub> = 35° C |                              | Heizmitteltemperatur<br>ϑ <sub>H</sub> = 40° C |                              | Heizmitteltemperatur<br>ϑ <sub>H</sub> = 50° C |                              |
|--|----------------|---------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|
|  | Verlegeabstand | Heizrohrbedarf      | Wärme-<br>stromdichte                          | Mittlere<br>Oberflächentemp. | Wärme-<br>stromdichte                          | Mittlere<br>Oberflächentemp. | Wärme-<br>stromdichte                          | Mittlere<br>Oberflächentemp. |
|  | VA             | L                   | q  | ϑ <sub>0</sub>               | q  | ϑ <sub>0</sub>               | q  | ϑ <sub>0</sub>               |
|  | [cm]           | [m/m <sup>2</sup> ] | [W/m <sup>2</sup> ]                            | [°C]                         | [W/m <sup>2</sup> ]                            | [°C]                         | [W/m <sup>2</sup> ]                            | [°C]                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 15° C   | 8              | 10,5                | 91,4   | 23,3                         | 114,3  | 25,2                         | 137,1  | 27,0                         |
|  | 16             | 6,6                 | 76,6   | 22,1                         | 95,8   | 23,7                         | 114,9  | 25,2                         |
|  | 25             | 4,5                 | 61,6   | 20,8                         | 77,0   | 22,1                         | 92,4   | 23,4                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 18° C   | 8              | 10,5                | 77,7   | 25,2                         | 100,5  | 27,0                         | 123,4  | 28,9                         |
|  | 16             | 6,6                 | 65,1   | 24,1                         | 84,3   | 25,7                         | 103,4  | 27,3                         |
|  | 25             | 4,5                 | 52,4   | 23,0                         | 67,8   | 24,3                         | 83,2   | 25,6                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 20° C   | 8              | 10,5                | 68,6   | 26,4                         | 91,4   | 28,3                         | 114,3  | 30,2                         |
|  | 16             | 6,6                 | 57,5   | 25,4                         | 76,6   | 27,1                         | 95,8   | 28,7                         |
|  | 25             | 4,5                 | 46,2   | 24,5                         | 61,6   | 25,8                         | 77,0   | 27,1                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 22° C   | 8              | 10,5                | 59,4   | 27,6                         | 82,3   | 29,5                         | 105,1  | 31,4                         |
|  | 16             | 6,6                 | 49,8   | 26,8                         | 68,9   | 28,4                         | 88,1   | 30,0                         |
|  | 25             | 4,5                 | 40,0   | 25,9                         | 55,4   | 27,3                         | 70,8   | 28,6                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 24° C   | 8              | 10,5                | 50,3   | 28,8                         | 73,1   | 30,8                         | 96,0   | 32,7                         |
|  | 16             | 6,6                 | 42,1   | 28,1                         | 61,3   | 29,8                         | 80,4   | 31,4                         |
|  | 25             | 4,5                 | 33,9   | 27,4                         | 49,3   | 28,7                         | 64,7   | 30,1                         |

| Wärmedurchlasswiderstand Bodenbelag<br>Teppich dünn, Parkett dünn, R = 0,10 m <sup>2</sup> K/W |                |                     | Heizmitteltemperatur<br>ϑ <sub>H</sub> = 35° C |                              | Heizmitteltemperatur<br>ϑ <sub>H</sub> = 40° C |                              | Heizmitteltemperatur<br>ϑ <sub>H</sub> = 50° C |                              |
|--|----------------|---------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|
|  | Verlegeabstand | Heizrohrbedarf      | Wärme-<br>stromdichte                          | Mittlere<br>Oberflächentemp. | Wärme-<br>stromdichte                          | Mittlere<br>Oberflächentemp. | Wärme-<br>stromdichte                          | Mittlere<br>Oberflächentemp. |
|  | VA             | L                   | q  | ϑ <sub>0</sub>               | q  | ϑ <sub>0</sub>               | q  | ϑ <sub>0</sub>               |
|  | [cm]           | [m/m <sup>2</sup> ] | [W/m <sup>2</sup> ]                            | [°C]                         | [W/m <sup>2</sup> ]                            | [°C]                         | [W/m <sup>2</sup> ]                            | [°C]                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 15° C   | 8              | 10,5                | 72,8   | 21,7                         | 91,0   | 23,3                         | 109,2  | 24,7                         |
|  | 16             | 6,6                 | 63,0   | 20,9                         | 78,8   | 22,2                         | 94,5   | 23,5                         |
|  | 25             | 4,5                 | 52,0   | 20,0                         | 65,0   | 21,1                         | 78,0   | 22,2                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 18° C   | 8              | 10,5                | 61,9   | 23,8                         | 80,1   | 25,4                         | 98,3   | 26,9                         |
|  | 16             | 6,6                 | 53,6   | 23,1                         | 69,3   | 24,4                         | 85,1   | 25,8                         |
|  | 25             | 4,5                 | 44,2   | 22,3                         | 57,2   | 23,4                         | 70,2   | 24,5                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 20° C   | 8              | 10,5                | 54,6   | 25,2                         | 72,8   | 26,7                         | 91,0   | 28,3                         |
|  | 16             | 6,6                 | 47,3   | 24,6                         | 63,0   | 25,9                         | 78,8   | 27,2                         |
|  | 25             | 4,5                 | 39,0   | 23,8                         | 52,0   | 25,0                         | 65,0   | 26,1                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 22° C   | 8              | 10,5                | 47,3   | 26,6                         | 65,5   | 28,1                         | 83,7   | 29,7                         |
|  | 16             | 6,6                 | 41,0   | 26,0                         | 56,7   | 27,4                         | 72,5   | 28,7                         |
|  | 25             | 4,5                 | 33,8   | 25,4                         | 46,8   | 26,5                         | 59,8   | 27,6                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 24° C   | 8              | 10,5                | 40,0   | 27,9                         | 58,2   | 29,5                         | 76,4   | 31,0                         |
|  | 16             | 6,6                 | 34,7   | 27,4                         | 50,4   | 28,8                         | 66,2   | 30,2                         |
|  | 25             | 4,5                 | 28,6   | 26,9                         | 41,6   | 28,1                         | 54,6   | 29,2                         |

| Wärmedurchlasswiderstand Bodenbelag<br>Teppich dick, Parkett dick, R = 0,15 m <sup>2</sup> K/W |                |                     | Heizmitteltemperatur<br>ϑ <sub>H</sub> = 35° C |                              | Heizmitteltemperatur<br>ϑ <sub>H</sub> = 40° C |                              | Heizmitteltemperatur<br>ϑ <sub>H</sub> = 50° C |                              |
|--|----------------|---------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|
|  | Verlegeabstand | Heizrohrbedarf      | Wärme-<br>stromdichte                          | Mittlere<br>Oberflächentemp. | Wärme-<br>stromdichte                          | Mittlere<br>Oberflächentemp. | Wärme-<br>stromdichte                          | Mittlere<br>Oberflächentemp. |
|  | VA             | L                   | q  | ϑ <sub>0</sub>               | q  | ϑ <sub>0</sub>               | q  | ϑ <sub>0</sub>               |
|  | [cm]           | [m/m <sup>2</sup> ] | [W/m <sup>2</sup> ]                            | [°C]                         | [W/m <sup>2</sup> ]                            | [°C]                         | [W/m <sup>2</sup> ]                            | [°C]                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 15° C   | 8              | 10,5                | 60,6   | 20,7                         | 75,8   | 22,0                         | 90,9   | 23,3                         |
|  | 16             | 6,6                 | 53,2   | 20,1                         | 66,5   | 21,2                         | 79,8   | 22,3                         |
|  | 25             | 4,5                 | 45,0   | 19,4                         | 56,3   | 20,3                         | 67,5   | 21,3                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 18° C   | 8              | 10,5                | 51,5   | 22,9                         | 66,7   | 24,2                         | 81,8   | 25,5                         |
|  | 16             | 6,6                 | 45,2   | 22,4                         | 58,5   | 23,5                         | 71,8   | 24,7                         |
|  | 25             | 4,5                 | 38,3   | 21,8                         | 49,5   | 22,7                         | 60,8   | 23,7                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 20° C   | 8              | 10,5                | 45,5   | 24,4                         | 60,6   | 25,7                         | 75,8   | 27,0                         |
|  | 16             | 6,6                 | 39,9   | 23,9                         | 53,2   | 25,1                         | 66,5   | 26,2                         |
|  | 25             | 4,5                 | 33,8   | 23,4                         | 45,0   | 24,4                         | 56,3   | 25,3                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 22° C   | 8              | 10,5                | 39,4   | 25,9                         | 54,5   | 27,2                         | 69,7   | 28,5                         |
|  | 16             | 6,6                 | 34,6   | 25,4                         | 47,9   | 26,6                         | 61,2   | 27,8                         |
|  | 25             | 4,5                 | 29,3   | 24,9                         | 40,5   | 26,0                         | 51,8   | 26,9                         |
| Raumtemperatur<br>ϑ <sub>i</sub> = 24° C   | 8              | 10,5                | 33,3   | 27,3                         | 48,5   | 28,7                         | 63,6   | 30,0                         |
|  | 16             | 6,6                 | 29,3   | 26,9                         | 42,6   | 28,1                         | 55,9   | 29,3                         |
|  | 25             | 4,5                 | 24,8   | 26,5                         | 36,0   | 27,6                         | 47,3   | 28,6                         |

## Modifizierte Wärmebedarfsberechnung

Die Norm-Heizlast eines beheizten Raumes  $\Phi_{HL,i}$  errechnet sich nach DIN EN 12831 aus der Summe der Transmissionswärmeverluste  $\Phi_{T,i}$ , der Lüftungswärmeverluste  $\Phi_{L,i}$  und der zusätzlichen Aufheizleistung  $\Phi_{RH,i}$ . Die bei konventionellen Heizsystemen anzuwendende Wärmebedarfsberechnung nach DIN EN 12831 muß, wegen der unterschiedlichen Betriebsweise der Fußbodenheizung, wegen der speziellen Anordnung der Heizfläche am Boden und wegen des höheren Strahlungsanteils der Fußbodenheizung, als Flächenheizung modifiziert werden. Dabei sind die Wärmeverluste an Räume unterhalb der Heizfläche nicht in die Wärmebedarfsberechnung des über der Fußbodenheizung liegenden Raumes einzubeziehen. Wärmegewinne von Decken, auf denen eine Fußbodenheizung ausgelegt ist, können in die Berechnung einbezogen werden. Die Auslegung entspricht der Norm für Warmwasser-Fußbodenheizungen DIN EN 1264, Teil 3.

## Wärmedämmung nach unten

Bei einer Fußbodenheizung müssen, zur Begrenzung des Wärmestroms nach unten, an die Wärmeleitfähigkeit der unter den Rohren liegenden Dämmschicht bestimmte Anforderungen gestellt werden. Der Wärmeleitwiderstand der Dämmschicht  $R_{\lambda,D\ddot{a}}$  errechnet sich nach:

$$R_{\lambda,D\ddot{a}} = S_{D\ddot{a}} / \lambda_{D\ddot{a}}$$

wobei

$S_{D\ddot{a}}$  = wirksame Dämmschichtdicke

$\lambda_{D\ddot{a}}$  = Wärmeleitfähigkeit der Dämmschicht in W/m<sup>2</sup>K

Nach DIN EN 1264, Teil 3 werden die Mindestwärmedurchlaßwiderstände nach 3 Fällen unterschieden:

| Wärmedämmung über   | $R_{\lambda,D\ddot{a},min}$ |
|---|-----------------------------|
| Räumen mit gleichartiger Nutzung  | 0,75 m <sup>2</sup> K/W     |
| Räumen mit nicht gleichartiger Nutzung (z.B. gewerblich genutzte Räume) | 1,25 m <sup>2</sup> K/W     |
| unbeheizten Räumen sowie Außenluft und Erdreich                         | nach EnEV                   |

## Maximale Oberflächentemperatur $\vartheta_{Fb,max}$

Das entscheidende Kriterium, ob Räume nur mit Fußbodenheizung oder in Verbindung mit Zusatzheizkörpern beheizt werden sollen, ist die Begrenzung der Oberflächentemperatur auf physiologisch akzeptable Werte. Dieser Wert wird entsprechend DIN EN 1264, Teil 2 festgelegt:

|  |  |
|--|--|
| Aufenthaltszone  | $\vartheta_{Fb,max} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Randzone (max. 1m Breite entlang der Außenwand, nicht zum Daueraufenthalt von Personen vorgesehen) | $\vartheta_{Fb,max} = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Bäder  | $\vartheta_{Fb,max} = \vartheta_i + 9 \text{ K}$ |

Bei einer empfundenen Raumtemperatur von  $\vartheta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  bzw.  $\vartheta_i = 24 \text{ }^\circ\text{C}$  in Bädern ergeben sich somit als Differenz zwischen Oberflächentemperatur und Raumtemperatur die entsprechenden Temperaturunterschiede von 9 K (in Aufenthaltszonen und Bädern) bzw. 15 K (in Randzonen).

## Leistungskennlinie, Grenzkurve

Die Wärmeleistung und die Welligkeit eines Fußbodenheizsystems sind u.a. abhängig von folgenden Faktoren:

- Verlegeabstand der Rohre
- Dicke und Wärmeleitfähigkeit der lastverteilenden Platte (Estrich)
- Wärmedurchlaßwiderstand Bodenbelag

Die normgerechte Darstellung der Wärmeleistung ist nach DIN EN 1264:

$$\dot{q} = K_H \cdot \Delta\vartheta_H$$

wobei

$\dot{q}$  Wärmeleistung in W/m<sup>2</sup>

$K_H$  Äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient in W/m<sup>2</sup>K

$\Delta\vartheta_H$  Heizmittelübertemperatur in K

Der Faktor  $K_H$  wird nach dem in DIN EN 1264, Teil 2 zugrundegelegten Rechenverfahren ermittelt. Die Heizmittelübertemperatur  $\Delta\vartheta_H$  errechnet sich aus dem logarithmischen Mittel aus Vorlauftemperatur  $\vartheta_V$ , der Rücklauftemperatur  $\vartheta_R$  und der Rauminnentemperatur  $\vartheta_i$ .

$$\Delta\vartheta_H = \frac{\vartheta_V - \vartheta_R}{\ln \frac{\vartheta_V - \vartheta_i}{\vartheta_R - \vartheta_i}}$$

Dieser Zusammenhang wird für den jeweiligen Verlegeabstand für die verschiedenen Bodenbeläge mit den Wärmedurchlaßwiderständen:

- $R_{\lambda,B} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
- $R_{\lambda,B} = 0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$
- $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$
- $R_{\lambda,B} = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$

in einem Diagramm aufgezeigt. Aufgrund dieser Faktoren ergibt

sich für jedes Fußbodenheizsystem eine bestimmte Grenzwärme­stromdichte, d.h. unter Einhaltung der physiologisch zulässigen Maximaltemperaturen und der Abweichung von der gleichförmigen Temperaturverteilung auf dem Fußboden (Welligkeit) stellt sich eine Grenzkurve ein, die nach DIN EN 1264, Teil 2 errechnet wird. Diese Grenzkurve wird zusätzlich in das Diagramm der Leistungskennlinie eingetragen.

### Auslegungs- Wärmestromdichte

Entsprechend DIN EN 1264, Teil 3 ist für die Auslegung der Fußboden­heizung die Auslegungswärme­stromdichte wie folgt zu berechnen:

$$\dot{q}_{\text{Ausl}} = \frac{Q_{\text{H}}}{A_{\text{F}}}$$

$Q_{\text{H}}$  ist die modifizierte Norm-Heizlast nach DIN EN 12831.  $A_{\text{F}}$  ist die zu beheizende Fußbodenfläche. Die von der Fußbodenheizung abgegebene Wärmeleistung  $Q_{\text{FbH}}$  errechnet sich nach

$$Q_{\text{FbH}} = q \cdot A_{\text{F}}$$

wobei  $q$  flächenanteilig auf die Randzone  $A_{\text{R}}$  und die Aufenthaltszone  $A_{\text{A}}$  aufzuteilen ist mit

$$\dot{q} = \frac{A_{\text{R}}}{A_{\text{F}}} \cdot \dot{q}_{\text{R}} + \frac{A_{\text{A}}}{A_{\text{F}}} \cdot \dot{q}_{\text{A}}$$

$q_{\text{R}}$  und  $q_{\text{A}}$  sind die jeweiligen Wärme­stromdichten, welche die Fußboden­heizung in den Randzonen bzw. Aufenthaltszonen entsprechend den Leistungskennlinien abgibt. Die Wärmeabgabe der Fußbodenheizung  $Q_{\text{FbH}}$  muß mindestens gleich der Auslegungswärmeleistung  $Q_{\text{H}}$  sein.

Sollte dies nicht erreicht werden, sind Zusatzheizflächen mit der Leistung

$$Q_{\text{Zusatz}} = Q_{\text{H}} - Q_{\text{FbH}}$$

vorzusehen.

### Auslegungs- Vorlauf­temperatur

Im nächsten Schritt muß die Aus­legungsvorlauf­temperatur, die das Temperaturniveau für die ge­samte Heizanlage vorgibt, festge­legt werden. Hierfür wird zunächst der Raum mit der höchsten Aus­legungswärme­stromdichte  $q_{\text{Ausl,max}}$  (Bäder ausgenommen) herangezo­gen. Es wird für die Auslegung ein Bodenbelag mit  $R_{\lambda,B} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$  einheitlich angenommen. Hier­durch wird sichergestellt, daß sich bei späterer Änderung der Boden­beläge die Wärmeabgabe der Fußbodenheizung nicht zu sehr ändert. Für Bäder wird generell ein Bodenbelag mit  $R_{\lambda,B} = 0,00 \text{ m}^2\text{K/W}$  angenommen. Die Temperaturspreizung  $\sigma$  zwischen Vor- und Rücklauf ist, sofern die Grenz­wärmestromdichte in Anspruch genommen wird, mit max. 5K anzusetzen. Ist dies nicht der Fall kann die Temperaturspreizung auch höher sein. Die zur Auslegungswärme­stromdichte  $q_{\text{Ausl,max}}$  zugehörige Heizmittel­übertemperatur  $\Delta\vartheta_{\text{H,Ausl}}$  ist dem für den gewünschten Ver­legeabstand entsprechenden Dia­gramm der Leistungskennlinie abzulesen. Hierbei muß beachtet werden, daß die Grenzwärme­stromdichte nicht überschritten werden darf.

Die Auslegungsvorlauf­temperatur  $\vartheta_{\text{V,Ausl}}$  errechnet sich nach

$$\vartheta_{\text{V,Ausl}} = \vartheta_{\text{i}} + \Delta\vartheta_{\text{H,Ausl}} + \frac{\sigma}{2}$$

Ist das Verhältnis  $\sigma/\Delta\vartheta_{\text{H}} > 0,5$ , so ist die Auslegungsvorlauf­temperatur zu berechnen nach

$$\vartheta_{\text{V,Ausl}} = \vartheta_{\text{i}} + \Delta\vartheta_{\text{H,Ausl}} + \frac{\sigma}{2} + \frac{\sigma^2}{12 \cdot \Delta\vartheta_{\text{H,Ausl}}}$$

Bei allen übrigen Räumen, die mit der Auslegungsvorlauf­temperatur betrieben werden, sind die ent­sprechenden Spreizungen zu be­rechnen nach

$$\sigma_{\text{j}} = 2 \cdot [ (\vartheta_{\text{V,Ausl}} - \vartheta_{\text{j}}) - \Delta\vartheta_{\text{H,j}} ]$$

sofern das Verhältnis  $\sigma/\Delta\vartheta_{\text{H}} \leq 0,5$  ist. Bei einem Verhältnis von  $\sigma/\Delta\vartheta_{\text{H}} > 0,5$  werden die Spreizungen berechnet nach

$$\sigma_{\text{j}} = 3 \cdot \Delta\vartheta_{\text{H,j}} \left[ \sqrt{1 + \frac{4(\vartheta_{\text{V,Ausl}} - \Delta\vartheta_{\text{H,j}})}{3 \cdot \Delta\vartheta_{\text{H,j}}}} - 1 \right]$$

### Auslegungs- Heizmittel­strom

Zur Auslegung und Berechnung der Größe der Umwälzpumpe wird in Abhängigkeit von der Wärme­leistung  $q$  und der Spreizung  $\sigma$  der notwendige Massenstrom  $m_{\text{H}}$  für die jeweils ausgelegte Fläche  $A_{\text{F}}$  ermittelt:

$$m_{\text{H}} = \frac{A_{\text{F}} \cdot \dot{q}}{s \cdot c_{\text{w}}} \left( 1 + \frac{R_{\text{O}}}{R_{\text{U}}} + \frac{\vartheta_{\text{i}} - \vartheta_{\text{U}}}{\dot{q} \cdot R_{\text{U}}} \right)$$

hierbei ist:

$$R_{\text{O}} = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda,B} + \frac{s_{\text{U}}}{\lambda_{\text{U}}}$$

und

$$\frac{1}{\alpha} = 0,093 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Die Summe der Wärmedurchlaß- und Übergangswiderstände nach unten ist:

$$R_U = R_{\lambda, \text{Dämm}} + R_{\lambda, \text{Decke}} + R_{\lambda, \text{Putz}} + R_{\alpha, \text{Decke}}$$

mit

$$R_{\lambda, \text{Decke}} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Die spezifische Wärmekapazität des Wassers beträgt:

$$C_w = 1,163 \text{ Wh/kgK}$$

### Volumenstrom und Druckverlust

Zur Berechnung des Druckverlustes muß zunächst die Gesamtrohrlänge der auszulegenden Fläche bestimmt werden.

Hierfür können für das System THERMOLUTZ NE/TE folgende Werte in Ansatz gebracht werden:

| Verlegeart | Rohrlänge             |
|------------|-----------------------|
| A 8        | 10,5 m/m <sup>2</sup> |
| A 16       | 6,6 m/m <sup>2</sup>  |
| A 25       | 4,5 m/m <sup>2</sup>  |

Zusätzlich müssen die Rohrlängen der Zuleitungen vom und zum Heizkreisverteiler mitgerechnet werden. Die so ermittelte Gesamtrohrlänge  $L_{\text{Rohr, ges}}$  wird nun durch die Anzahl  $n_{\text{HK}}$  der für diese Fläche verwendeten Heizkreise geteilt.

$$L_{\text{Mittel, HK}} = L_{\text{Rohr, ges}} / n_{\text{HK}}$$

Um den Volumenstrom pro Heizkreis zu ermitteln, muß der Gesamtvolumenstrom  $V_H$  durch die Anzahl der Heizkreise dividiert werden.

$$V_{\text{Mittel, HK}} = V_H / n_{\text{HK}}$$

Mit dieser Angabe kann der Druckverlust pro Meter für das THERMOLUTZ Diffuflex-S Heizrohr im Druckverlustdiagramm abgelesen werden. Um den gesamten Druckverlust für den Heizkreis zu ermitteln, ist der aus dem Diagramm abgelesene Wert mit der mittleren Heizkreislänge zu multiplizieren.

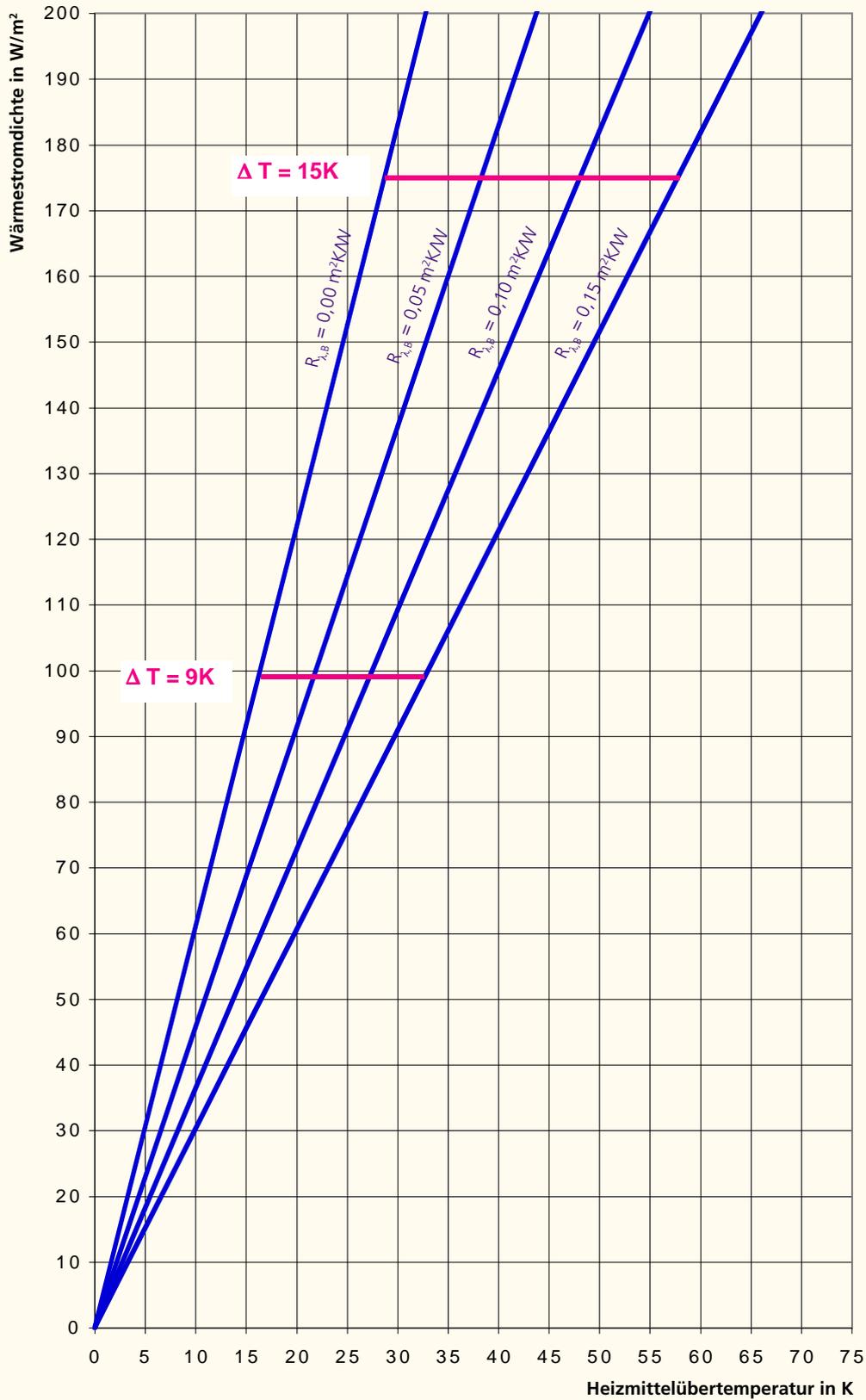
$$\Delta p_{\text{Mittel, HK}} = \Delta p_{\text{Diagramm}} \cdot L_{\text{Mittel, HK}}$$

Die von der Umwälzpumpe aufzubringende Förderhöhe muß außer dem Druckverlust für die einzelnen Heizkreise zusätzlich die Druckverluste im Verteiler, in den Regulier- und Rücklaufventilen sowie die Druckverluste in den Zuleitungen, Mischern und Kesseln abdecken. Da aufgrund der unterschiedlich langen Heizkreise unterschiedliche Gesamtdruckverluste pro Heizkreis entstehen können, muß an den Rücklaufventilen ein Druckabgleich vorgenommen werden. Es muß hierfür die Druckdifferenz für jeden einzelnen Heizkreis ermittelt werden. Die Druckdifferenz  $\Delta p_{\text{Diff}}$  errechnet sich aus der Differenz zwischen dem Gesamtdruckverlust des ungünstigsten Heizkreises  $\Delta p_{\text{max}}$  und dem Gesamtdruckverlust des jeweiligen Heizkreises  $\Delta p_{\text{Mittel, HK}}$ .

$$\Delta p_{\text{Diff}} = \Delta p_{\text{max}} - \Delta p_{\text{Mittel, HK}}$$

Nach den Druckverlust-Diagrammen ergibt sich aus der Druckdifferenz  $\Delta p_{\text{Diff}}$  und dem Volumenstrom  $V_{\text{Mittel, HK}}$  die am Rücklauf einzustellende Ventilvoreinstellung, die durch die dort integrierten Feinstregulierventile eingestellt werden kann. Durch geeignete Aufteilung der Fußbodenheizflächen in Heizkreise sollte das System so abgestimmt werden, daß immer Heizkreise mit etwa gleicher Länge entstehen.

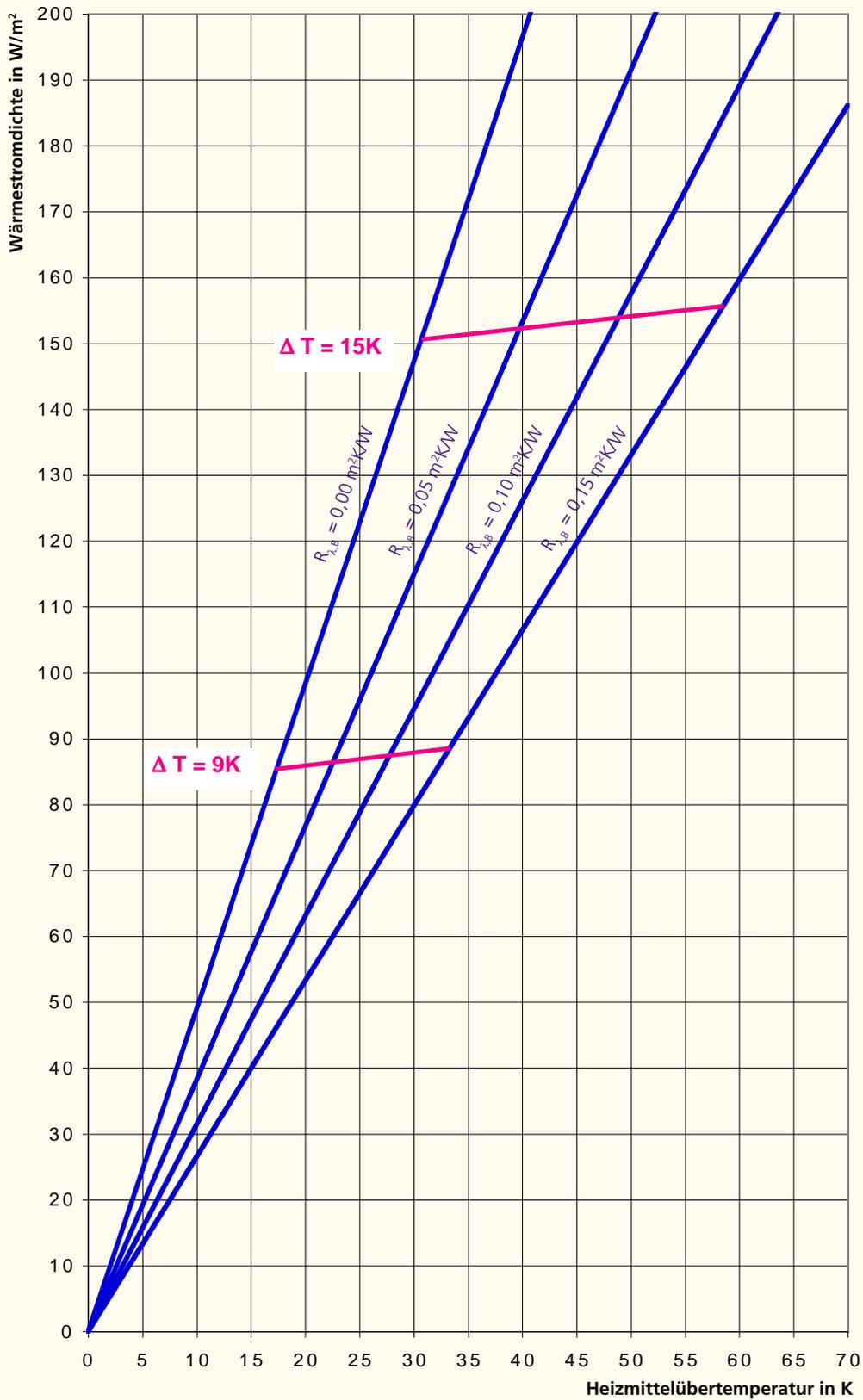
Somit müssen keine extremen Druckverlustabgleiche an den Heizkreisen vorgenommen werden. Dadurch kann die Fließgeschwindigkeit in allen Heizkreisen etwa konstant gehalten werden, wodurch vermieden wird, daß bei extrem niedrigen Fließgeschwindigkeiten (= hoher Druckverlustabgleich) sich Verunreinigungen im Heizwasser ungünstig auswirken.



Leistungskennlinie System NE/TE  
Zementestrich CT F4  $s_u = 55\text{mm}$   
Rohrabstand A 8 (= 8 cm)  
THERMOLUTZ Heizrohr PB-Diff-S Ø 14,5 x 1,8 mm



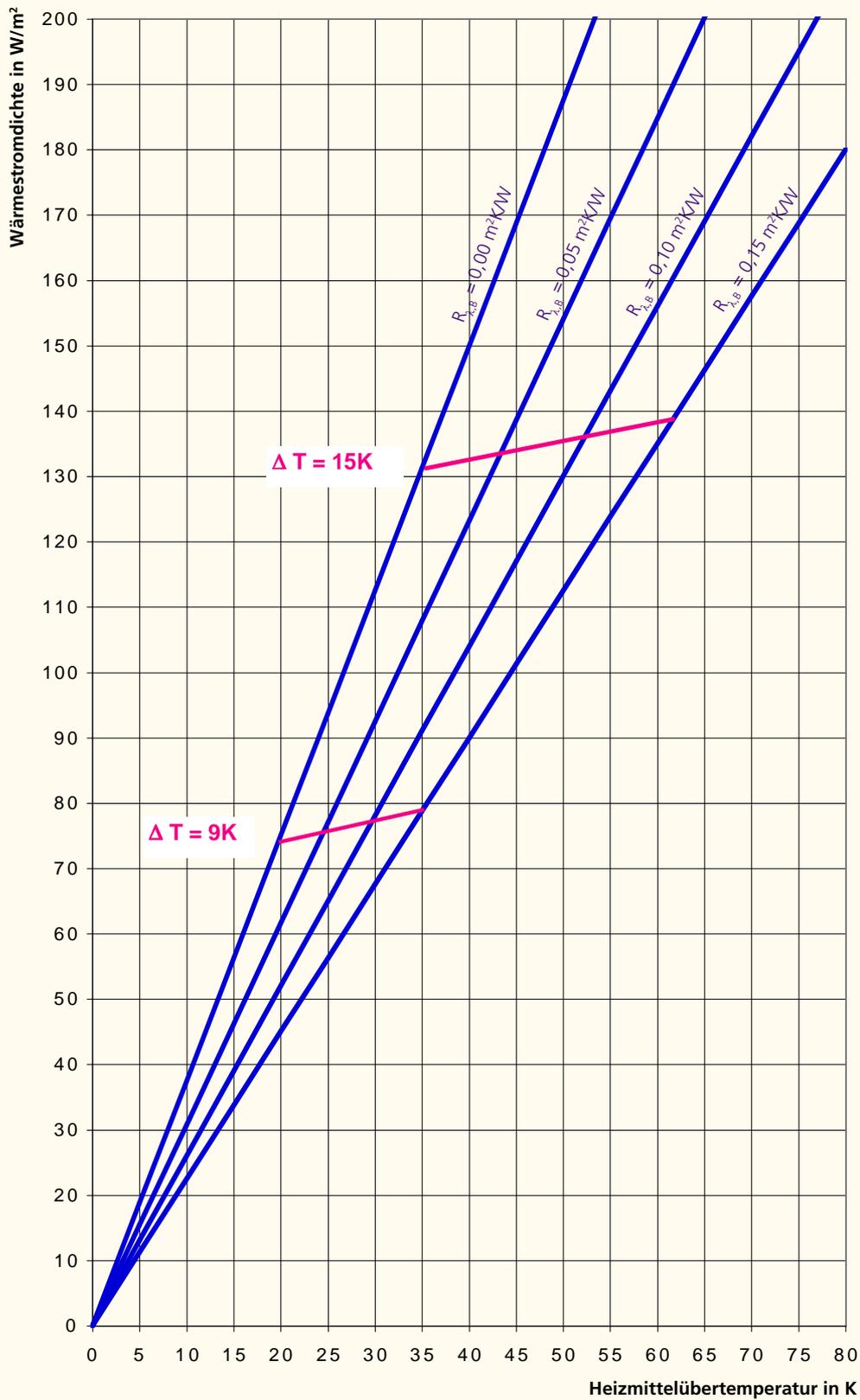
Wärmetechnische Prüfung  
Registrier-Nr 7F119



**Leistungskennlinie System NE/TE**  
 Zementestrich CT F4  $s_u = 55\text{mm}$   
 Rohrabstand A 16 (= 16 cm)  
 THERMOLUTZ Heizrohr PB-Diff-S Ø 14,5 x 1,8 mm



Wärmetechnische Prüfung  
 Registrier-Nr 7F119

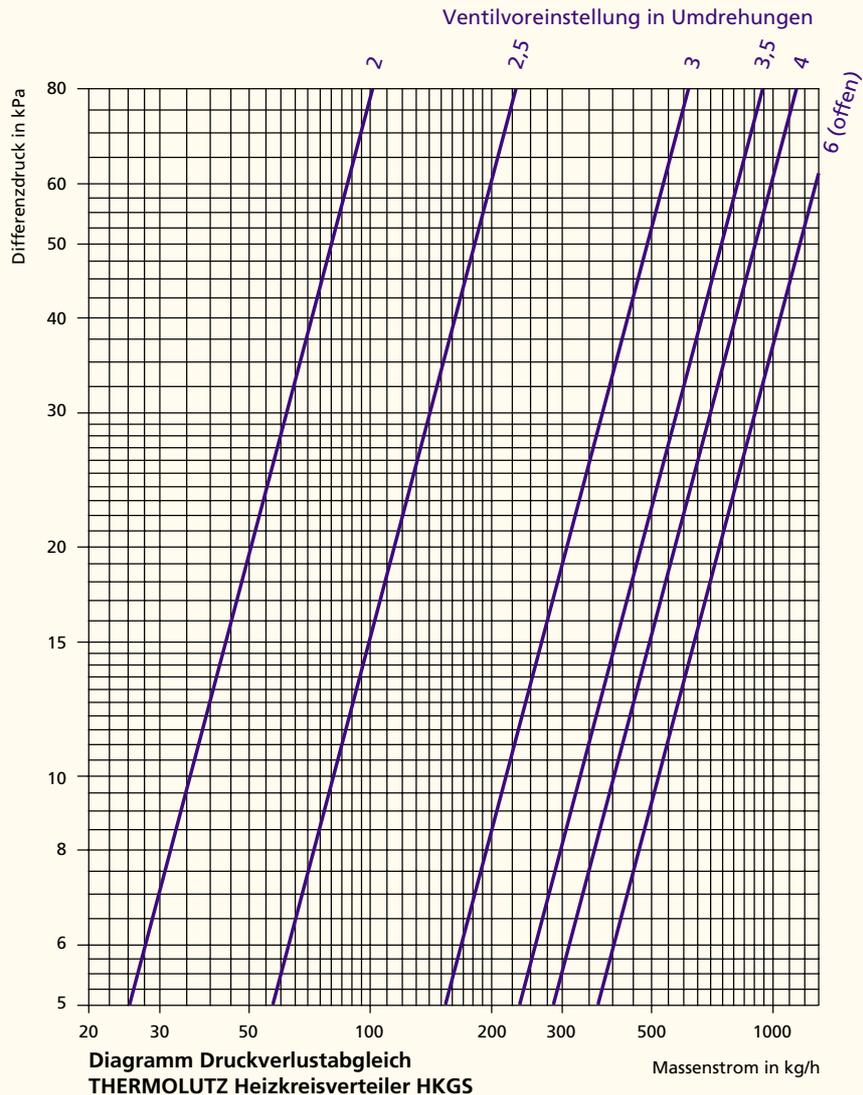


Leistungskennlinie System NE/TE  
 Zementestrich CT F4  $s_u = 55mm$   
 Rohrabstand A 25 (= 25 cm)  
 THERMOLUTZ Heizrohr PB-Diff-S  $\varnothing 14,5 \times 1,8 mm$





Druckverlustdiagramm Heizrohr PB-Diff-5 ø 14,5 x 1,8 mm



# 10 gute Gründe für eine Warmwasser-Flächenheizung

- 1 Behaglich**  
– mehr Lebensqualität und Wohlbefinden
- 2 Wirtschaftlich**  
– Heizen im Niedertemperaturbereich
- 3 Umweltfreundlich**  
– ideal für Wärmepumpen und alternative Energien
- 4 Gesundheit**  
– hygienisch und sauber contra Staub & Schimmelpilz
- 5 Zukunftsweisend**  
– freie Wahl des Energieerzeugers
- 6 Sicherheit**  
– sorgfältig abgestimmte Systeme für ein rundum gutes Gefühl
- 7 Ambiente**  
– Raumgestaltung pur durch unsichtbare Platzsparer
- 8 Vielseitig**  
– ob Fliesen, Teppichboden, Parkett oder Laminat
- 9 Neubau oder Renovierung**  
– Flächenheizungen für alle Anwendungsbereiche
- 10 Systeme mit Know-how**  
– Unsere Leistung, Ihr Vorteil



**THERMOLUTZ GmbH & Co.  
Heizungstechnik KG**

In Laisen 58  
D-72766 Reutlingen  
Telefon 0 71 21/94 44-0  
Telefax 0 71 21/94 44-22  
e-mail info@thermolutz.de

**www.thermolutz.de**

