

# **FIBROTHAL® Handbuch Heiz- und Isolationssysteme**



**KANTHAL**



*Kanthal – Hauptsitz Hallstahammar, Schweden*

## **Kanthal ist ein weltbekannter Name für elektrische Heizprodukte.**

Seit den dreißiger Jahren entwickelt das Unternehmen marktführende Widerstandslegierungen, Produkte und Materialien.

Dabei wird ständig an der Verbesserung vorhandener Produkte gearbeitet, um deren effektiven Einsatz bei immer höheren Temperaturen zu ermöglichen.

Das Firmenzentrum für Produktentwicklung, Metallurgie und Fertigung liegt im schwedischen Hallstahammar. Tochterfirmen und örtliche Repräsentanten betreiben Niederlassungen für Fertigbearbeitung und Verkauf in aller Welt.

Katalog 8-A-1-2 02-09-1000

© Kanthal AB

Mögliche Reproduktionen dürfen nur mit Zustimmung und in Kenntnissetzung des Urhebers erfolgen

**Haftungsausschluss:** Die in dieser Druckschrift veröffentlichten Informationen, Daten und Beispiele, vorbehaltlich möglicher Änderungen, dienen ausschliesslich erklärenden Zwecken. Sie sind ausschliesslich für den Eigengebrauch bestimmt und es ergeben sich damit keine Garantie- oder Haftungsansprüche jedwelcher Art gegenüber Kanthal. Sie sind desweiteren auch nicht als Freigabe oder Empfehlung zu sehen um patentierte Verfahren ohne Lizens benutzen zu dürfen und es obliegt dem Anwender die Rechtslage möglicher Patentansprüche zu überprüfen.

**Gewährleistung:** Bei dem dargestellten Material handelt es sich um Verschleißmaterial, dessen Lebensdauer (abhängig von der jeweiligen Betriebsweise der Elemente bezüglich Temperatur, Temperaturwechsel, Zykluszeit, Atmosphäre u.s.w. gemäß technischer Voraussetzungen) kürzer sein kann als die gesetzliche Gewährleistungsdauer. Für Fehlleistungen, die durch unsachgemäßen Gebrauch, unsachgemäße Behandlung bzw. Lagerung sowie durch Nichtbeachtung der hersteller-, Montage- oder Bedienungsanweisung verursacht werden, leisten wir keine Gewähr. Dies betrifft auch unsachgemäße Behandlung durch vom Kunden beauftragte Dritte. Wir weisen darauf hin, dass die Eignungsprüfung unserer Produkte für den jeweiligen Anwendungsfall beim Anwender, bzw. beim Anlagenbauer liegt.

© KANTHAL, FIBROTHAL, GLOBAR, TUBOTHAL und ECOTHAL sind registrierte Warenzeichen der Kanthal Gruppe, ihre Gültigkeit erstreckt sich auf Schweden und andere Länder.

### **Kanthal - ein Teil der Sandvik Gruppe**

Die Sandvik Gruppe ist ein globales hochtechnologie Unternehmen mit 50.000 Angestellten und einem Jahresumsatz von ca. 93 Milliarden SEK (8,3 Mrd Euro). Das operative Geschäft ist in die drei Hauptgeschäftsbereiche Sandvik Tooling (Werkzeuge), Sandvik Mining and Construction (Bergbau) sowie Sandvik Materials Technology (Materialentwicklung) gegliedert. Sandvik investiert rund 4 Prozent seines Umsatzes in Forschung und Entwicklung. Kanthal ist Teil des Geschäftsbereiches Sandvik Materials Technology (SMT) – ein weltweit führender Hersteller von Produkten mit hohem Kundennutzen im Bereich hochlegierter rostfreier Stähle, Sonder-/Speziallegierungen, metallischer und keramischer Widerstandsmaterialien sowie Produktions- und Sortieranlagen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
Kurzbeschreibung der FIBROTHAL Heiz- und Isolationssysteme .....	5
<b>Technische Daten – allgemein</b> .....	<b>6</b>
KF Module .....	6
Toleranzen .....	7
Atmosphären .....	8
Leistungsbegrenzung .....	9
<b>Technische Daten – Standardprogramm</b> .....	<b>11</b>
Heizmodule .....	11
Platten .....	13
Halbschalen .....	16
Rohre .....	18
Isolierteile .....	20
<b>Module in Sonderausführung</b> .....	<b>21</b>
Module mit eingebetteter Heizung .....	21
ROB in Platten- und Schalenausführung .....	22
Meanderthal II und III .....	23
Spezial-Rohrmodule .....	24
Heizmuffeln .....	25
Isolationsteile .....	26
<b>Zubehör</b> .....	<b>27</b>
Flexible perlisolierte Anschlußlitzen .....	27
Weiteres Zubehör .....	29
Keramikrohre mit Flansch .....	30
Keramikbuchsen .....	30
<b>Montage</b> .....	<b>32</b>
Befestigung der FIBROTHAL-Module .....	32
Abdichten der Fugen .....	34
Schweißen am Heizelement .....	34
<b>Übersicht der Heizsysteme</b> .....	<b>36</b>
<b>Spannungs- und Leistungsumrechnung von Standard-Modulen</b> .....	<b>38</b>
Berechnungsbeispiel .....	38



## Einleitung

Bei vielen Industrieöfen hat sich die Leichtbauweise unter Verwendung von keramischer Faser (KF) bis zu Ofentemperaturen von 1550°C durchgesetzt.

Die niedrige thermische Masse und Wärmeleitfähigkeit der Ofenzustellungen aus keramischer Faser erlauben den Bau von Industrieöfen, die je nach Art und Betriebsweise wesentlich zur Energieeinsparung, höherer Produktionskapazität und besserer Verfügbarkeit beitragen.

Im elektrisch beheizten Ofen ist eine Kombination aus keramischer Faser, wie z. B. Matten oder Faltblöcke, mit elektrischen Heizelementen jedoch nur recht aufwendig zu realisieren. Dies führte zu der Produktidee, die wir 1978 unter dem Namen FIBROTHAL auf dem Markt eingeführt haben.

Heute steht der Name FIBROTHAL für eine Produktfamilie aus vakuumgeformten KF-Teilen, mit oder ohne elektrischen Heizelementen.

## FIBROTHAL Heiz- und Isolationssysteme



Abb. 1 Heizmodule mit eingebetteten Heizelementen aus KANTHAL® Legierungen für eine maximale Elementtemperatur von 1150°C



Abb. 2 RAC Rohre mit eingebettetem, jedoch annähernd freistrahendem Heizelement, für eine maximale Elementtemperatur von 1300°C



Abb. 3 Meanderthal II-Module mit freistrahenden Heizelementen für eine maximale Elementtemperatur von 1300°C, überwiegend für Decken und kippbare Öfen

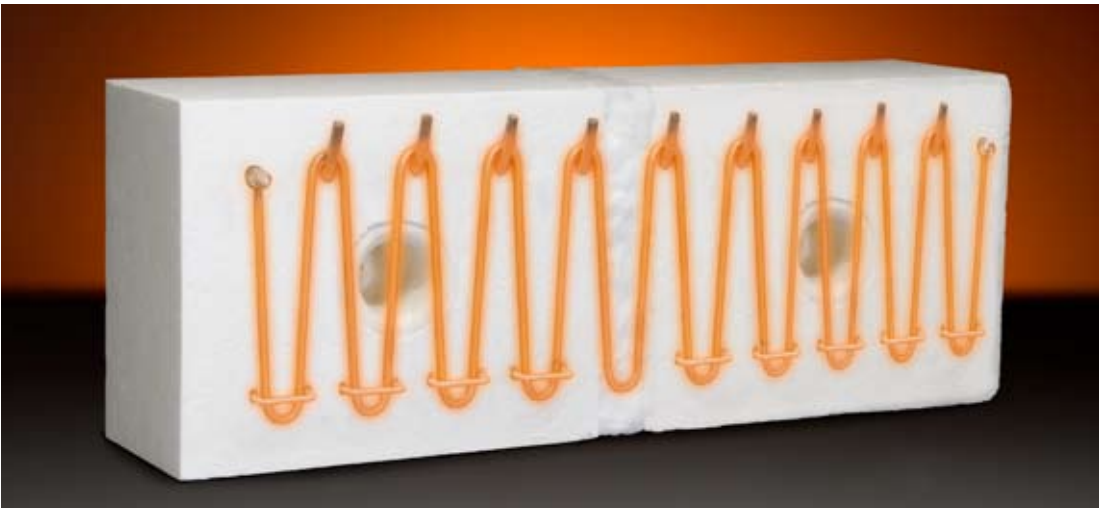


Abb. 4 ROB mit freistrahenden Heizelementen für eine maximale Elementtemperatur von 1300°C, überwiegend für Seiten- und Bodenbeheizung



Abb. 5 Heizmuffeln mit eingebetteten Heizelementen aus KANTHAL Legierungen für eine maximale Elementtemperatur von 1150°C



Abb. 6 Vakuumgeformte Isolierteile aus keramischer Faser in verschiedenen Formen für Anwendungstemperaturen bis 1550°C



Abb. 7 FibroSiC sind freitragende Decken-Isolierteile, die durch SiC-Rohre verstärkt sind

# Technische Daten – allgemein

## KF-Module

**Chemische Eigenschaften:** KF-Module besitzen eine hohe chemische Beständigkeit auch gegenüber den meisten Säuren, mit Ausnahme von Flußsäure, Phosphorsäure und starken Alkalien. Die Benetzung mit Wasser und Öl hat keinen Einfluß auf die Eigen-

schaften der keramischen Faser selbst. Nach Trocknung bzw. Verdampfung stellen sich die thermischen und physikalischen Eigenschaften wieder ein. Vorsicht ist jedoch geboten bei der Kombination mit Heizelementen wegen möglicher Korrosion.

	F-3/LS	F-17/LS	F-19	F-14	F-Bio
<b>Klassifikationstemperatur [°C]</b>	1260	1400	1500	1600	1300
<b>Max. Daueranwendungstemperatur [°C]</b>	1150	1300	1400	1550	1200 (in sauberer Luft)
<b>Dichte [kg/m<sup>3</sup>] ca</b>	200	200	200	250	180–200
<b>Lineare Schrumpfung [%]</b> (24 Std. bei maximaler Daueranwendungstemperatur)	3/<1	4,5/<2	4,5	3,5	<2%
<b>Richtanalyse [%]:</b>					
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	46	50	67	77	–
SiO <sub>2</sub>	54	50	33	23	70–80%
CaO + MgO	–	–	–	–	18–20%
andere	–	–	–	–	<3%
<b>Wärmeleitfähigkeit [W/mk]</b>					
bei 200°C	0,07	0,07	0,07	–	0,08
bei 400°C	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10
bei 600°C	0,14	0,14	0,14	0,13	0,14
bei 800°C	0,21	0,21	0,20	0,19	0,21
bei 1000°C	0,28	0,29	0,28	0,24	0,28
bei 1200°C	–	0,41	0,39	0,35	–
bei 1300°C	–	0,49	0,46	0,39	–
bei 1400°C	–	–	0,54	0,46	–
bei 1500°C	–	–	–	0,54	–
bei 1600°C	–	–	–	–	–

Für F-Bio gilt: Die max. kontinuierliche Daueranwendungstemperatur reduziert sich auf 1000°C Ofentemperatur bei H<sub>2</sub> Atmosphäre (auch wenn nur Anteile von H<sub>2</sub> in der Atmosphäre enthalten sind)

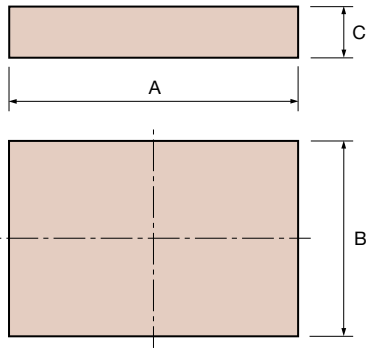
**Für F-Bio Produkte ist es zwingend notwendig die Endanwendung zu kennen. Bitte kontaktieren Sie unser technisches Verkaufsbüro**

Tab. 1 Technische Daten Faser-Module

## Toleranzen

### Modulabmessung

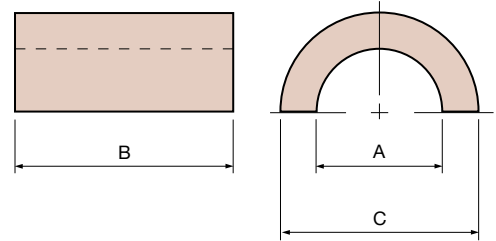
Nachfolgende Toleranzen gelten für den vakuumgeformten Isolationskörper mit oder ohne Heizelement.



A und B		C, bei Nachbearbeitung an einer Fläche		beiden Flächen	
≤ 700	±3	±5		±3	
> 700	±5	±5/-10		±3	

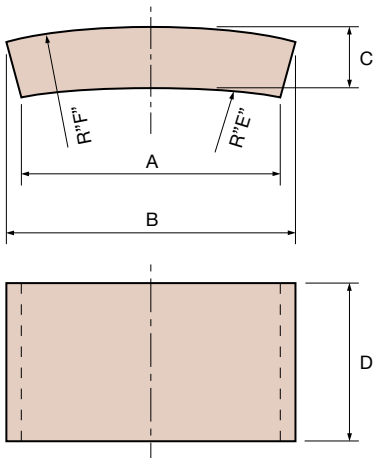
Abb. 8 FIBROTHAL Platten

Elektrischer Widerstand:  $R_x \pm 5\%$



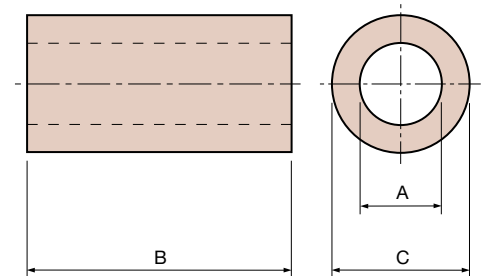
A	B	C	
≤ 200	+4	≤ 350	±5
> 200/≤ 350	+6	> 350	±10
> 350	+10		

Abb. 9 FIBROTHAL Halbschalen



A, B und D		C	R "E"	R "F"
≤ 700	±3	±5	±5	±5
> 700	±5		+10	±10

Abb. 10 FIBROTHAL Schalen



A	B	C
+8/-2	+10/-5	±10

Abb. 11 FIBROTHAL Rohre

## Atmosphären

Ofenatmosphäre	Max. Elementtemperatur		Bemerkung
	KANTHAL Heizleiter	FIBROTHAL Heizleiter	
H <sub>2</sub>	1400°C	1000°C	H <sub>2</sub> erhöht Wärmedurchgang von FIBROTHAL 3–4 mal.
N <sub>2</sub>	1200°C voroxidiert	1150°C voroxidiert	FIBROTHAL Isolationsmodule ohne Heizelemente bis zur max. Daueranwendungstemp.
Endogas	1050°C voroxidiert	1050°C voroxidiert	Vorsicht mit Kohlenstoffablagerung! Besser mit gasdichter Muffel.
Exogas	1150°C voroxidiert	1050°C voroxidiert	Vorsicht mit Kohlenstoffablagerung! Besser mit gasdichter Muffel.
Schwefel	ca. 1000°C	—	Verträgt kein Schwefelpentoxid.
Chlor, Fluor, Alkali	greift alle Heizleiter-Legierungen an	greift alle Heizleiter-Legierungen an	FIBROTHAL ohne Elemente unter 900°C anwendbar.
Vakuum < 10 <sup>-3</sup> hPa	1150°C voroxidiert	800–850°C	Bei Hochvakuum evakuieren – benötigt ziemlich viel Zeit. Besser mit vakuumdichter Muffel
Überdruck	1400°C	1250°C	Bei Überdruck muß der Ofen gas- oder druckdicht sein.
Zunder	s. Bemerkung	s. Bemerkung	Sprühzunder von hitzebeständigen Teilen wird meistens gut vertragen, Eisenoxid greift KANTHAL an – Abdeckung vorsehen.
Dämpfe	s. Bemerkung	s. Bemerkung	Dämpfe dürfen keine Kondensate aus Salzen bzw. Oxiden bilden: Gefahr elektrischer Überschläge.
Gasgeschwindigkeit	s. Bemerkung	s. Bemerkung	FIBROTHAL widersteht hohen Gasgeschwindigkeiten bis zu 50 m/s. Vorsicht bei Stoßstellen mit Keramikfasermatten.

Bei Anwendung von F-Bio kontaktieren Sie bitte unser technisches Verkaufsbüro.

Tab. 2 Maximal zulässige Elementtemperaturen in verschiedenen Ofenatmosphären



## Leistungsbegrenzung

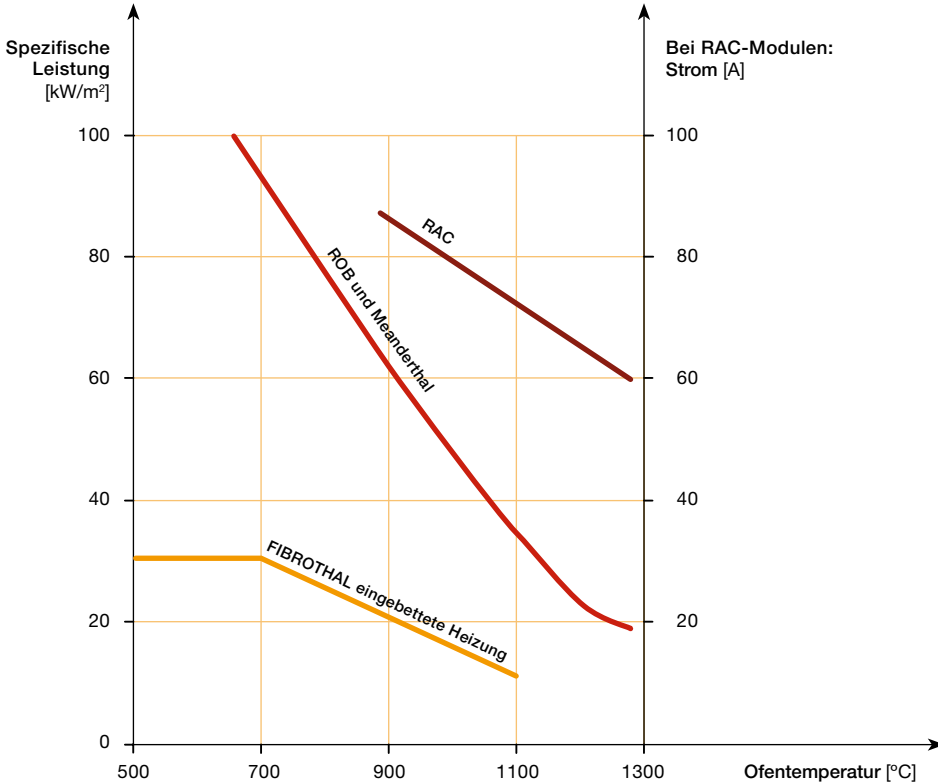


Abb. 12 Maximal empfohlene Leistungskonzentration für verschiedene Heizmodul-Ausführungen (gültig für Thyristorsteuerung) in Bezug zur Ofentemperatur

### Daumenregel

Um eine Spannung von 230 V bei freistrahrenden Heizelemente (ROB, Meanderthal) zu realisieren, wird eine Fläche von 1 m<sup>2</sup> benötigt.

Um eine Spannung von 230 V bei eingebetteten Heizelementen (FIBROTHAL) zu ermöglichen, wird eine Fläche von 0,25 m<sup>2</sup> benötigt.



# Technische Daten – Standardprogramm

## Heizmodule

FIBROTHAL Standard-Heizmodule werden mit eingebetteten Hezelementen gefertigt, wobei zwei Prinzipien zur Anwendung kommen.

### Prinzip I

Bei dieser Methode sind die Wendeln aus KANTHAL A-1 (Drahtdurchmesser < 3,5 mm) im keramischen Fasermodul aus F3-Faser eingebettet. Die maximale Elementtemperatur beträgt 1150°C.

**Diese Ausführung ist patentrechtlich geschützt.**

### Voraussetzungen für eine optimale Wärmeabstrahlung ist:

- Die Wendel hat einen ovalen Querschnitt
- Ein Teil der Wendelvorderseite liegt frei
- Der Wendelinnenraum ist weitgehend frei von keramischer Faser

Platten und Halbschalen werden nach diesem Prinzip gefertigt.

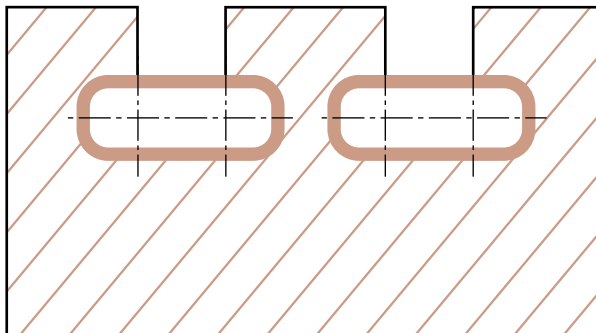


Abb. 13 Einbettungsprinzip

## Prinzip II

Bei diesem Verfahren – ausschließlich bei Heizrohren eingesetzt – wird eine Wendel aus KANTHAL A-1/ APM (Drahtdurchmesser 5 mm) mit keramischen Distanzhaltern in ein KF-Modul aus F17-Faser eingeformt. Das Heizelement liegt hierbei an der Oberfläche der Isolation und ist nahezu freistrahlernd. Die maximale Elementtemperatur beträgt 1300°C (1350°C APM).

Für die Fertigung der Standardmodule existieren alle Formwerkzeuge. Werkzeugkosten fallen hier nicht an.

Alle Modul können mit 400/230 V sowie als auch 380/220 V betrieben werden.

Werden geringere Leistungen benötigt, können die Module auch mit niedrigeren Spannungen betrieben werden. Auch höhere Leistungen sind möglich unter Berücksichtigung der maximalen Wandbelastung (s. Abb. 12).

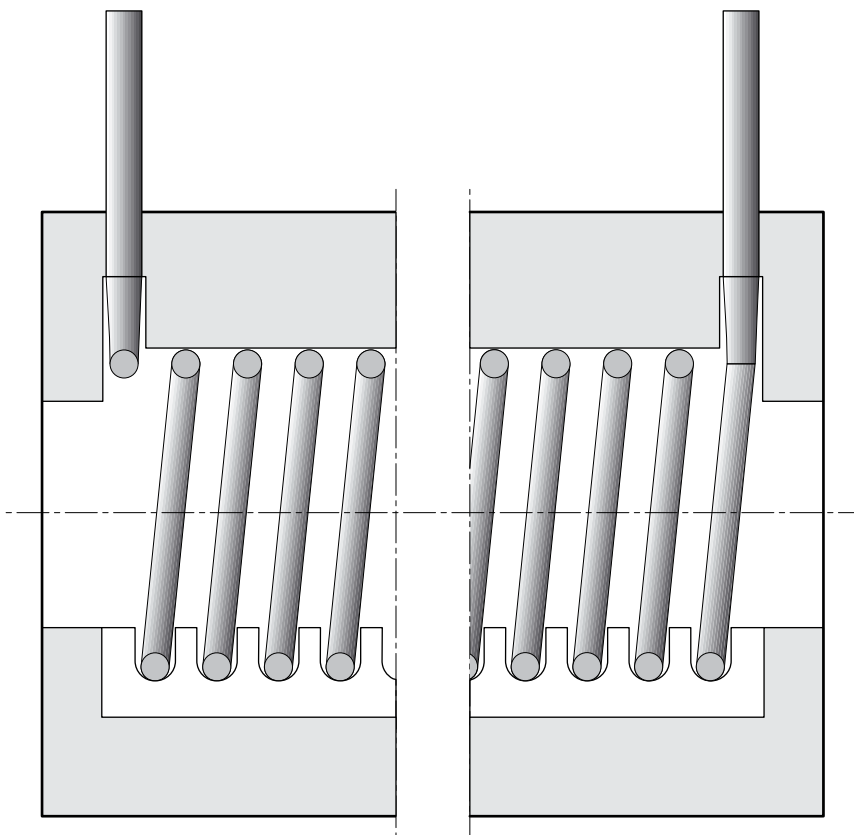


Abb. 14 RAC-Einformerprinzip

## Platten

Die Heizfläche ist die Fläche, die das Heizelement einnimmt. Die Standardgröße der Module richtet sich nach der Größe der Heizfläche plus der kleinsten nötigen unbeheizten Randfläche. Die Platten werden bis maximal 1050 mm Breite bzw. Länge gefertigt.

Die unbeheizten Randstreifen können in beliebiger Größe hergestellt werden, solange die Gesamtgröße der Platte nicht die vorgenannten Maximalbreiten bzw. -längen überschreitet. Standardmäßig können die Module mit einem unbeheizten Randstreifen von 125 mm Länge oder Breite geliefert werden (Typ SL; SB).

Bei erforderlicher Befestigung der Standard-Module an Decke bzw. Seite empfehlen wir die Ausführung Typ D bzw. S. Bei Deckenmontage empfehlen wir eine zusätzliche Verankerung der Modulvorderseite durch Keramikzementdübel (Dübeltechnik).

Die Anschlußenden sind standardmäßig als Gewindebolzen M8 × 75 mm lang auf der Modulrückseite herausgeführt. Auf Wunsch sind auch andere Anschlußausführungen lieferbar, z. B. flexible Litze (siehe Zubehör).

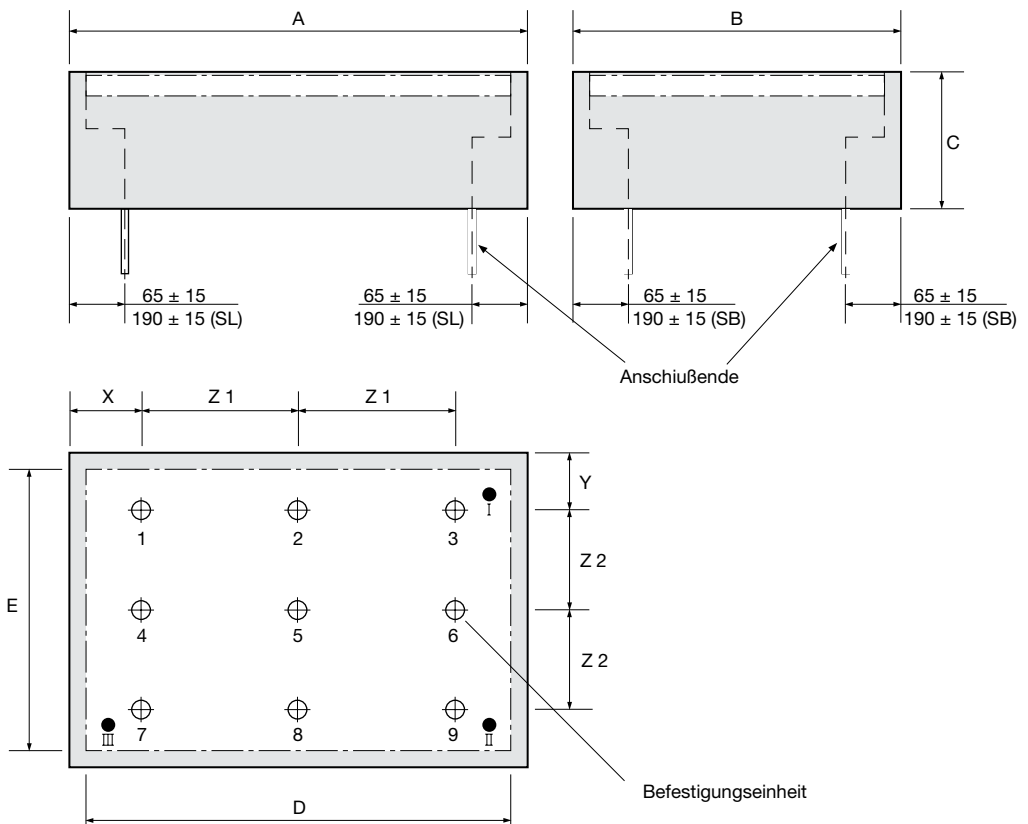


Abb. 15 FIBROTHAL Standard-Platten

## FIBROTHAL Heizplatten

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Standardabm.	Heizfläche	Leistung	Spannung	Widerstand	AE-Anord. Position	Befestigungs-einheit Stk./Pos.	Rastermaß		ca. Gewicht [kg]
		A × B × C [mm]	D × E [mm]						X/Z1 [mm]	Y/Z2 [mm]	
PAS 300/225/57.5	DF830004	300×225×125	270×195	1050	57,5	3,03	I-III	-	-	-	2,1
PAS 300/225/57.5 S/D	DF830007	300×225×125	270×195	1050	57,5	3,03	I-III	2/1-9	75/150	92/42	2,1
PAS 300/225/57.5 SL	DF830011	550×225×125	270×195	1050	57,5	3,03	I-III	-	-	-	3,5
PAS 300/225/57.5 SB	DF830012	300×475×125	270×195	1050	57,5	3,03	I-III	-	-	-	3,9
PAS 375/225/57.5	DF830016	375×225×125	335×195	1350	57,5	2,35	I-III	-	-	-	2,7
PAS 375/225/57.5 S/D	DF830019	375×225×125	335×195	1350	57,5	2,35	I-III	2/1-9	75/112	92/21	2,7
PAS 375/225/57.5 SL	DF830021	625×225×125	335×195	1350	57,5	2,35	I-III	-	-	-	4,1
PAS 375/225/57.5 SB	DF830022	375×475×125	335×195	1350	57,5	2,35	I-III	-	-	-	5
PAS 450/300/100	DF830026	450×300×125	410×250	2100	100	4,58	I-II	-	-	-	4,2
PAS 450/300/100 S/D	DF830029	450×300×125	410×250	2100	100	4,58	I-II	2/4-6	100/125	150/0	4,2
PAS 450/300/100 SL	DF830031	700×300×125	410×250	2100	100	4,58	I-II	-	-	-	6,1
PAS 450/300/100 SB	DF830032	450×550×125	410×250	2100	100	4,58	I-II	-	-	-	7
PAS 450/300/115	DF830036	450×300×125	410×250	2100	115	6,06	I-II	-	-	-	4,2
PAS 450/300/115 S/D	DF830039	450×300×125	410×250	2100	115	6,06	I-II	2/4-6	100/125	150/0	4,2
PAS 450/300/115 SL	DF830041	700×300×125	410×250	2100	115	6,06	I-II	-	-	-	6,1
PAS 450/300/115 SB	DF830042	450×550×125	410×250	2100	115	6,06	I-II	-	-	-	7
PAS 450/300/133	DF830046	450×300×125	410×250	2100	133	8,1	I-III	-	-	-	4,5
PAS 450/300/133 S/D	DF830049	450×300×125	410×250	2100	133	8,1	I-III	2/1-9	100/125	131/19	4,5
PAS 450/300/133 SL	DF830051	700×300×125	410×250	2100	133	8,1	I-III	-	-	-	5,9
PAS 450/300/133 SB	DF830052	450×550×125	410×250	2100	133	8,1	I-III	-	-	-	6,9
PAS 450/375/115	DF830056	450×375×125	410×325	2700	115	4,9	I-II	-	-	-	4,5
PAS 450/375/115 S/D	DF830059	450×375×125	410×325	2700	115	4,9	I-II	2/4-6	100/125	187/0	4,5
PAS 450/375/115 SL	DF830061	700×375×125	410×325	2700	115	4,9	I-II	-	-	-	7,7
PAS 450/375/115 SB	DF830062	450×625×125	410×325	2700	115	4,9	I-II	-	-	-	8,2
PAS 450/375/133	DF830066	450×375×125	410×325	2700	133	6,3	I-II	-	-	-	5,3
PAS 450/375/133 S/D	DF830069	450×375×125	410×325	2700	133	6,3	I-II	2/4-6	100/125	187/0	5,3
PAS 450/375/133 SL	DF830071	700×375×125	410×325	2700	133	6,3	I-II	-	-	-	7,7
PAS 450/375/133 SB	DF830072	450×625×125	410×325	2700	133	6,3	I-II	-	-	-	8

Tab. 3 FIBROTHAL Heizplatten Standardausführungen

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Standardabm.	Heizfläche	Leistung	Spannung	Widerstand	AE-Anord. Position	Befestigungseinheit Stk./Pos.	Rastermaß		ca. Gewicht [kg]
		A × B × C [mm]	D × E [mm]						X/Z1 [mm]	Y/Z2 [mm]	
PAS 600/450/200	DF830076	600×450×125	550×405	4200	200	9,16	I–II	–	–	–	8,7
PAS 600/450/200 S	DF830079	600×450×125	550×405	4200	200	9,16	I–II	2/4-6	150/150	225/0	8,7
PAS 600/450/200 D	DF830082	600×450×125	550×405	4200	200	9,16	I–II	4/1-3-7-9	150/150	100/125	8,7
PAS 600/450/200 SL	DF830083	850×450×125	550×405	4200	200	9,16	I–II	–	–	–	11,5
PAS 600/450/200 SB	DF830084	600×700×125	550×405	4200	200	9,16	I–II	–	–	–	12,5
PAS 600/450/230	DF830088	600×450×125	550×405	4200	230	12,11	I–II	–	–	–	8,6
PAS 600/450/230 S	DF830091	600×450×125	550×405	4200	230	12,11	I–II	2/4-6	150/150	225/0	8,6
PAS 600/450/230 D	DF830094	600×450×125	550×405	4200	230	12,11	I–II	4/1-3-7-9	150/150	100/125	8,6
PAS 600/450/230 SL	DF830095	850×450×125	550×405	4200	230	12,11	I–II	–	–	–	11,4
PAS 600/450/230 SB	DF830096	600×700×125	550×405	4200	230	12,11	I–II	–	–	–	12,3
PAS 750/450/200	DF830100	750×450×125	700×405	5400	200	7,12	I–III	–	–	–	11,1
PAS 750/450/200 S	DF830103	750×450×125	700×405	5400	200	7,12	I–III	2/4-6	143/232	225/0	11,1
PAS 750/450/200 D	DF830106	750×450×125	700×405	5400	200	7,12	I–III	6/1-2-3-7-8-9	–	–	11,1
PAS 750/450/200 SL	DF830107	1000×450×125	700×405	5400	200	7,12	I–III	–	–	–	14
PAS 750/450/200 SB	DF830108	750×700×125	700×405	5400	200	7,12	I–III	–	–	–	15,8
PAS 750/450/230	DF830112	750×450×125	700×405	5400	230	9,42	I–III	–	–	–	15,4
PAS 750/450/230 S	DF830115	750×450×125	700×405	5400	230	9,42	I–III	2/4-6	143/232	225/0	15,4
PAS 750/450/230 D	DF830118	750×450×125	700×405	5400	230	9,42	II–III	6/1-2-3-7-8-9	100/126	100/125	15,4
PAS 750/450/230 SL	DF830119	1000×450×125	700×405	5400	230	9,42	I–III	–	–	–	13,5
PAS 750/450/230 SB	DF830120	750×700×125	700×405	5400	230	9,42	I–III	–	–	–	15,4
PAS 900/600/400	DF830124	900×600×125	825×540	8400	400	18,32	II–III	–	–	–	17,4
PAS 900/600/400 S	DF830127	900×600×125	825×540	8400	400	18,32	II–III	2/4-6	198/252	300/0	17,5
PAS 900/600/400 D	DF830130	900×600×125	825×540	8400	400	18,32	II–III	6/1-2-3-7-8-9	156/147	150/150	17,4
PAS 900/600/400 SL	DF830472	1150×600×125	825×540	8400	400	18,32	II–III	1-3-7-9	75/500	150/300	23
PAS 900/600/400 SB	DF830131	900×850×125	825×540	8400	400	18,32	II–III	–	–	–	23
PAS 900/750/400	DF830135	900×750×125	825×680	10800	400	14,25	II–III	–	–	–	22,3
PAS 900/750/400 S	DF830138	900×750×125	825×680	10800	400	14,25	II–III	2/4-6	198/252	375/0	22,3
PAS 900/750/400 D	DF830141	900×750×125	825×680	10800	400	14,25	II–III	9/1...9	156/147	100/138	22,3
PAS 900/750/400 S	DF830142	900×1000×125	825×680	10800	400	14,25	II–III	–	–	–	27,9

Tab. 3 FIBROTHAL Heizplatten Standardausführungen

## Halbschalen

Bei horizontalem Betrieb sollte die obere Halbschale mit Dübeltechnik (Erläuterung siehe Heizplatten) ausgeführt werden.

Die Anschlußenden sind standardmäßig als Gewindebolzen M8 × 75 mm lang auf der Modulrückseite herausgeführt. Auf Wunsch sind auch andere Anschlußausführungen lieferbar, z. B. flexible Litze (siehe Zubehör).

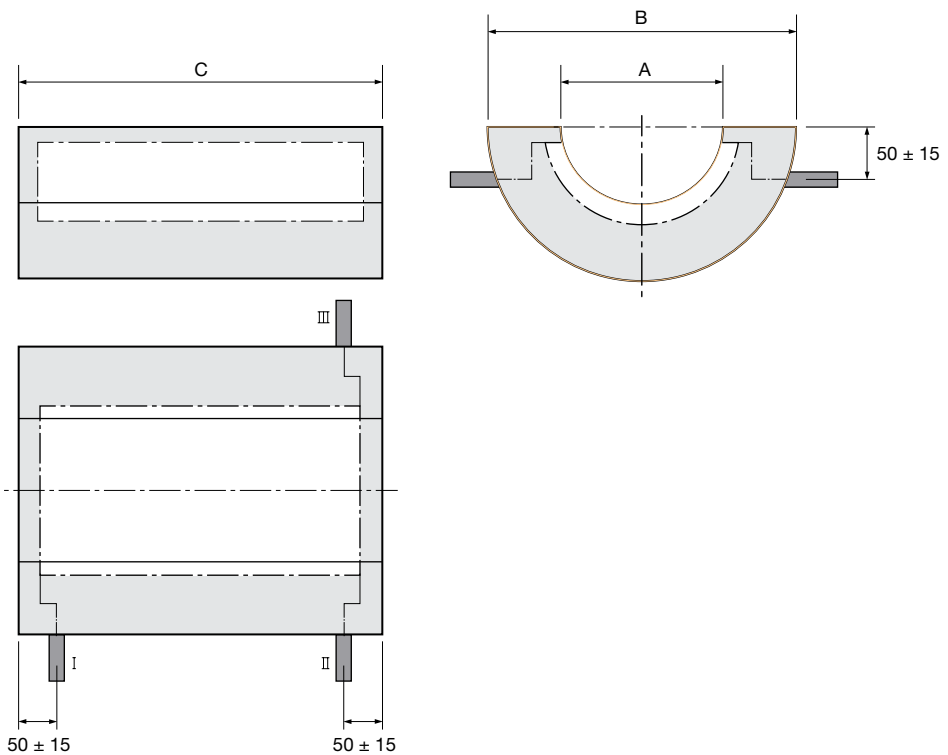


Abb. 16 FIBROTHAL Standard-Halbschalen



## FIBROTHAL Halbschalen

Bezeichnung	Artikel-Nr.	Innen- durchm. A [mm]	Außen- durchm. B [mm]	Länge C [mm]	Leistung [W]	Spannung [V]	Widerstand R20 [Ohm]	AE-Anord. Position	ca. Gewicht [kg]
HAS 70/250/57.5	DF830256	70	220	250	450	57,5	7,06	I-III	1
HAS 70/500/115	DF830260	70	220	500	900	115	14,13	I-II	1,9
HAS 100/250/57.5	DF830264	100	250	250	650	57,5	4,89	I-II	1,2
HAS 100/300/57.5	DF830268	100	250	300	750	57,5	4,24	I-III	1,5
HAS 100/500/115	DF830272	100	250	500	1300	115	9,78	I-II	2,4
HAS 100/600/115	DF830276	100	250	600	1500	115	8,48	I-III	3
HAS 150/250/57.5	DF830280	150	300	250	950	57,5	3,35	I-II	1,7
HAS 150/300/57.5	DF830284	150	300	300	1150	57,5	2,76	I-II	2
HAS 150/500/115	DF830288	150	300	500	1900	115	6,69	I-II	3,4
HAS 150/600/115	DF830292	150	300	600	2300	115	5,53	I-III	4,1
HAS 200/250/57.5	DF830296	200	350	250	1250	57,5	2,54	I-III	2,2
HAS 200/300/57.5	DF830300	200	350	300	1500	57,5	2,12	I-II	2,7
HAS 200/500/115	DF830304	200	350	500	2500	115	5,09	I-III	4,5
HAS 200/600/115	DF830308	200	350	600	3000	115	4,24	I-III	5,3
HAS 250/375/115	DF830312	250	450	375	2350	115	5,41	I-II	5,3
HAS 250/400/115	DF830316	250	450	400	2500	115	5,09	I-II	5,3
HAS 250/750/200	DF830320	250	450	750	4700	200	8,18	I-III	10,7
HAS 250/750/230	DF830324	250	450	750	4700	230	10,82	I-III	10,4
HAS 250/800/230	DF830328	250	450	800	5000	230	10,17	I-II	11
HAS 300/375/115	DF830332	300	500	375	2800	115	4,54	I-II	6,1
HAS 300/400/115	DF830336	300	500	400	3000	115	4,24	I-II	6,5
HAS 300/750/230	DF830340	300	500	750	5600	230	9,08	I-III	13
HAS 300/800/230	DF830344	300	500	800	6000	230	8,48	I-II	12,9
HAS 350/500/200	DF830348	350	600	500	4400	200	8,74	I-III	11,5
HAS 350/500/230	DF830352	350	600	500	4400	230	11,56	I-III	11,5
HAS 350/600/230	DF830356	350	600	600	5300	230	9,6	I-III	13,5
HAS 350/750/230	DF830360	350	600	750	6600	230	7,71	I-III	17
HAS 350/800/230	DF830364	350	600	800	7000	230	7,27	I-III	17,7
HAS 400/500/200	DF830368	400	650	500	5000	200	7,69	I-III	13
HAS 400/500/230	DF830372	400	650	500	5000	230	10,17	I-III	13
HAS 400/600/200	DF830376	400	650	600	6000	200	6,41	I-II	14,8
HAS 400/600/230	DF830380	400	650	600	6000	230	8,48	I-III	15,2
HAS 400/750/400	DF830384	400	650	750	7500	400	20,51	I-II	18,5
HAS 400/900/400	DF830388	400	650	900	9000	400	17,09	I-III	21,7
HAS 450/600/400	DF830392	450	700	600	6800	400	22,62	I-III	15,8
HAS 450/900/400	DF830396	450	700	900	10200	400	15,08	I-II	26,1
HAS 500/600/400	DF830400	500	750	600	7500	400	20,51	I-II	17,1
HAS 500/900/400	DF830404	500	750	900	11300	400	13,61	I-II	27,3

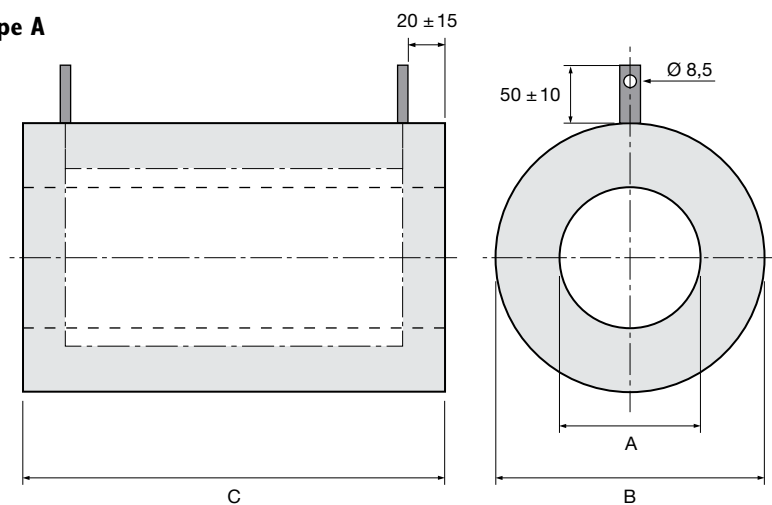
Tab. 4 FIBROTHAL Halbschalen Standardausführungen

## Rohre

Bei den Stromanschlüssen (Band  $20 \times 3$ ) können Sie zwischen radialer (Typ A) und stirnseitiger Variante (Typ B) wählen. Eine Ausführung mit flexibler Litze ist wegen der hohen Stromstärken nicht möglich.



### Type A



### Type B

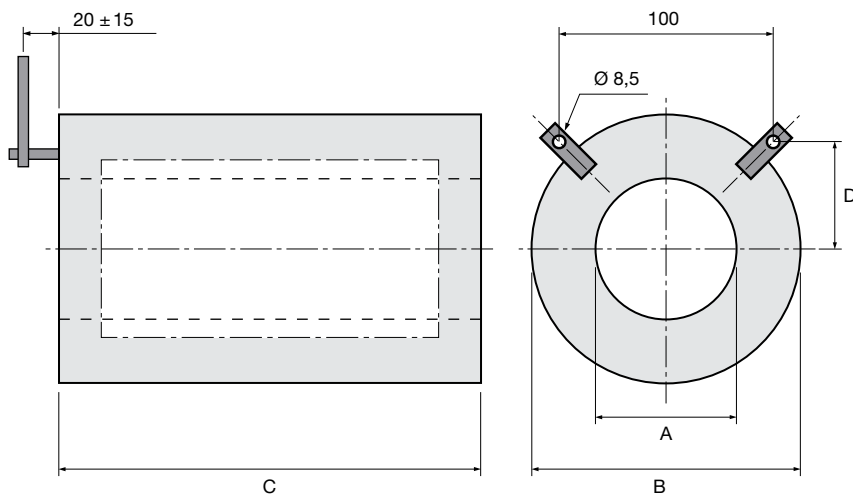


Abb. 17 FIBROTHAL Standard-Rohre

## FIBROTHAL Rohre

Bezeichnung	Typ A Artikel-Nr.	Typ B Artikel-Nr.	Innendurchm. A [mm]	Außendurchm. B [mm]	Länge C [mm]	Anschlußenden D [mm]	Spannung [V] Leistung [W] bei 60 A	Spannung [V] Leistung [W] bei 72 A	Spannung [V] Leistung [W] bei 85 A	Widerstand R20 [Ohm]	Gewicht [kg]
RAC 40/200	DF830147	DF830153	40	160	220	105	15,8 950	19 1369	22,5 1909	0,253	1,6
RAC 40/500	DF830158	DF830164	40	160	520	105	40 2398	48 3455	56,7 4818	0,639	3,8
RAC 70/200	DF830169	DF830175	70	240	220	135	25 1500	30 2161	35,5 3014	0,4	2,9
RAC 70/500	DF830180	DF830186	70	240	520	135	63,1 3786	75,8 5454	89,5 7608	1,008	6,9
RAC 100/200	DF830191	DF830197	100	270	220	150	34,1 2049	41 2952	48,4 4117	0,546	3,6
RAC 100/500	DF830202	DF830208	100	270	520	150	86,2 5170	103,5 7450	122,2 10391	1,377	8,5
RAC 150/200	DF830213	DF830219	150	350	220	215	49,4 2963	59,3 4269	70,1 5955	0,789	5,1
RAC 150/500	DF830224	DF830230	150	350	520	215	127 7620	152,5 10979	180,2 15314	2,03	12,5
RAC 200/200	DF830235	DF830241	200	450	220	240	64,6 3878	77,6 5587	91,7 7793	1,033	7,7
RAC 200/500	DF830246	DF830252	200	450	520	240	163,1 9787	195,8 14101	231,4 19669	2,607	18,7

Tab. 5 FIBROTHAL Rohre Standardausführungen

## Isolierteile

FIBROTHAL Isolationsteile sind in den gleichen Standardabmessungen wie die Heizmodule lieferbar. Weiterhin umfaßt das Standardprogramm Isolationsendscheiben passend zu den Außendurchmessern der Halbschalen und Rohre. Auf Wunsch können diese Scheiben auch mit einer Bohrung passend zum Arbeitsrohr versehen werden. Die Standarddicke beträgt 125 mm oder 50 mm; auch andere Abmessungen sind lieferbar.

### FIBROTHAL Endscheiben

Außendurchmesser [mm]	Dicke [mm]	Gewicht [kg]
160	125/50	0,5
220	125/50	0,9
240	125/50	1,1
300	125/50	1,2
350	125/50	2,4
450	125/50	3,9
500	125/50	4,9
600	125/50	7,0
650	125/50	8,2
700	125/50	9,6
750	125/50	11,0

Tab. 6 FIBROTHAL Endscheiben Standardausführungen

# Module in Sonderausführung

Über das Standardprogramm hinaus bieten wir ein umfangreiches Sonderprogramm verschiedener Heizsysteme an. Hiermit können im Prinzip alle Ofengrößen und -ausführungen realisiert werden. Folgende Systeme stehen zur Verfügung:

- Module mit eingebetteter Heizung
- ROB in Platten- und Schalenausführung
- Mäander-Systeme
- Spezial-Rohrmodule
- Heizmuffeln
- Isolationsteile

Für die Herstellung der Sondermodule sind umfangreiche Formwerkzeuge vorhanden. Dennoch können bei speziellen Ausführungen anteilige Werkzeugkosten anfallen.

## Module mit eingebetteter Heizung

Diese Module können für nahezu alle Ofenvarianten eingesetzt werden. Neben Platten für Öfen mit ebenen Wänden führen wir eine Vielzahl verschiedener Modulausführungen für zylindrische Öfen, wie z. B. Rohre bis Ø 500 mm und Halbschalen bis Ø 650 mm. Bei größeren Innendurchmessern werden Schalenmodule (1/3, 1/4, 1/6 Schalen, usw.) eingesetzt. Die Ausführung entspricht prinzipiell den Standard-Platten bzw. – Halbschalen. Die maximale Elementtemperatur beträgt ebenfalls 1150°C.

### Vorteile dieses Systems:

- Das Heizelement ist direkt im Modul integriert und benötigt keine zusätzlichen Halterungen
- Form und Abmessung sowie elektrische Daten in großen Bereichen variabel
- Anschlußspannungen der Module entsprechen der Netzspannung oder Teilen davon
- Leichte Austauschbarkeit der Module, bei entsprechender Ofenkonstruktion auch während des Betriebes möglich
- Keine Einschränkung der Einbaulage

## ROB in Platten- und Schalenausführung

Das ROB-System besteht aus FIBROTHAL Isolationsmodulen mit integriertem Haltesystem und mäanderförmigen Hezelementen aus Runddraht, wobei die Elementschenkel überwiegend V-förmig zueinander verlaufen. Sowohl KANTHAL als auch NIKROTHAL® Legierungen kommen hier zum Einsatz.

### Allgemeine Vorteile des ROB Systems:

- Freistrahlandes Hezelement bis 1300°C (1350°C APM) Elementtemperatur
- Einfacher Hezelementwechsel
- Große Hezelementlänge über mehrere Module möglich, dadurch wesentlich weniger Anschlüssen erforderlich
- Größere Heizleiterquerschnitte = längere Elementlebensdauer
- Hohe Leistungskonzentrationen möglich (siehe Abb. 12)

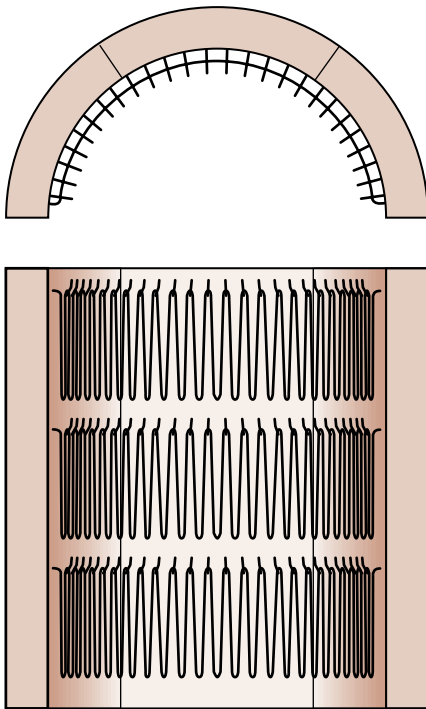


Abb. 18 ROB in Schalenausführung

## Meanderthal II

Die Hezelementhalterungen bestehen aus metallischen haarnadelförmigen Haken, die in dem KF-Modul verankert sind.

### Besondere Vorteile:

- Keine Einschränkungen bezüglich der Einbaulage
- Variable Hezelementsteigungen
- Auch für runde Öfen geeignet

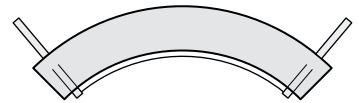
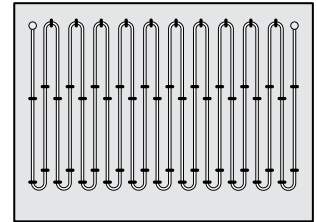
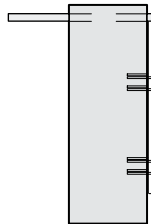
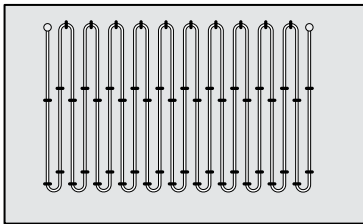


Abb. 19 Meanderthal II Module

## Meanderthal III

Die Hezelementhalterung bestehen aus metallischen Stiften und metallischen Bügeln, die in dem Modul verankert sind. (Meanderthal III ersetzt das frühere Meanderthal I System).

### Besondere Vorteile:

- Hezelementwechsel möglich
- Öfen können bis zu 90°C gekippt werden
- Auch für runde Öfen geeignet

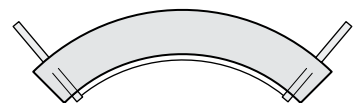
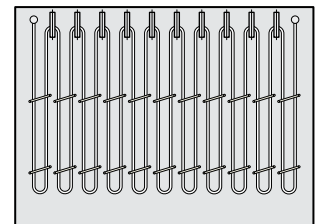
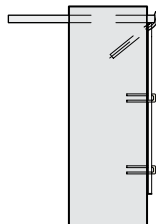
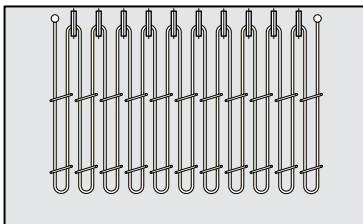


Abb. 20 Meanderthal III Module

## Spezial-Rohrmodule

Diese Module, meist mehrzonig, entsprechen in der Ausführung den RAC-Rohren (siehe Prinzip II, Abb. 14). Der maximale Innendurchmesser beträgt 400 mm; Längen bis etwa 2000 mm sind herstellbar. Auf Wunsch können diese Heizrohre auch mit Blechmantel geliefert werden. Je nach Anforderung kommt die Legierung KANTHAL A-1, AF oder APM zum Einsatz.

### Vorteile dieses Systems:

- Hohe Temperaturgleichmäßigkeit
- Exakte Temperaturprofile
- Hohe Leistungskonzentration (siehe Abb. 12)
- Beliebige Einbaulage



Abb. 21 Spezial-Rohrmodul für Diffusionsglühanlage



## Heizmuffeln

Einteilige KF-Module mit eingebettetem Heizelement, sind für Labor- und kleinere Kammeröfen geeignet. Diese sind bis zu vierseitig beheizbar. Maximale Elementtemperatur 1150°C. Passende Türmodule sind lieferbar.

### Vorteile dieses Systems:

- Geringe Montagekosten/-zeiten
- Kurze Aufheizzeiten
- Gleichmäßige Temperaturverteilung im Ofenraum
- Leicht und schnell auswechselbar

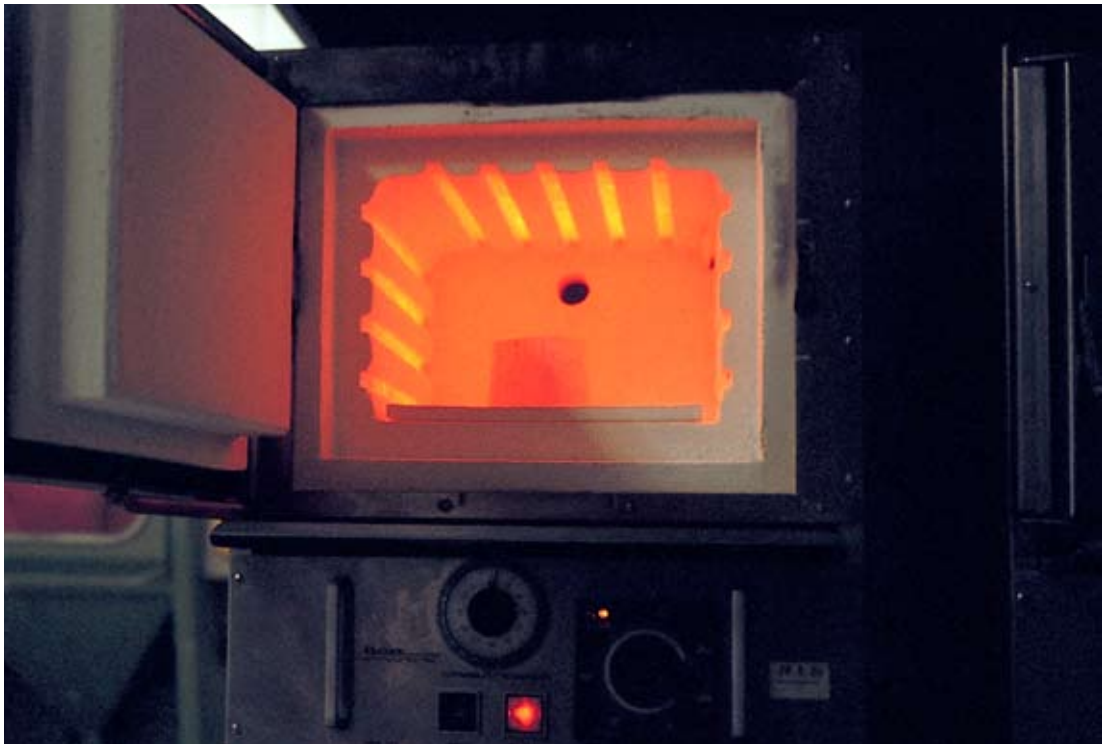


Abb. 22 FIBROTHAL Heizmuffel für einen Dentallaborofen

## Isolationsteile

Isolationsteile in Sonderausführungen können in den gleichen Abmessungen geliefert werden wie die in dem vorangegangenen Abschnitt aufgeführten Heizmodule.

## FibroSiC-Deckenmodule

Die Weiterentwicklung unseres FIBROTHAL Systems mit dem Ziel einer selbsttragenden Deckenisolation führte zu der Kombination aus KF-Isolationsmodulen und SiC-Rohren.

### Vorteile dieses Systems:

- Spannweiten bis 2200 mm bei  $T_{\text{ofen}} = 1200^{\circ}\text{C}$
- Montagefreundlich
- Kostengünstig, da keine tragende Deckenkonstruktion (Gehäuse) erforderlich

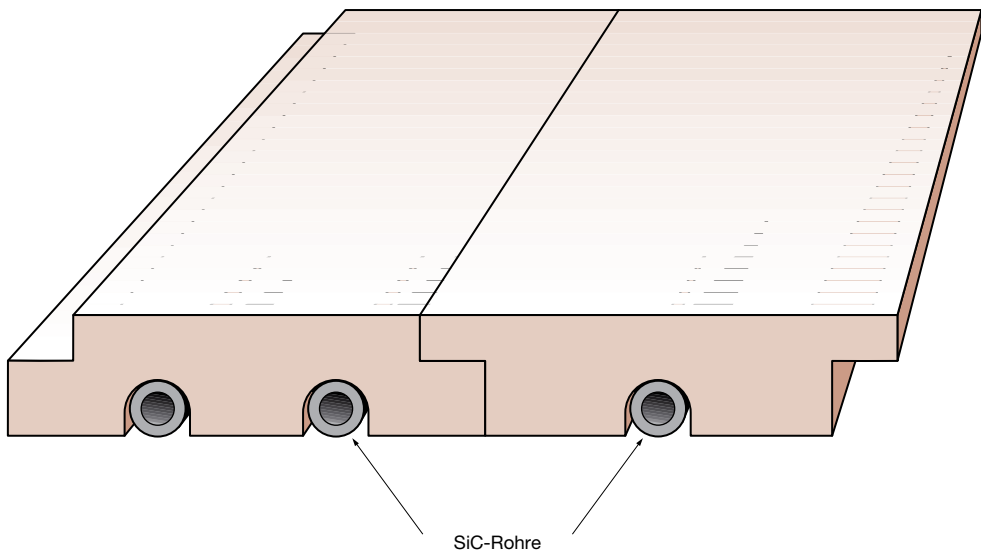


Abb. 23 FibroSiC-Deckenmodule

# Zubehör

## Flexible perlisolierte Anschlußlitzen

### Nur für Module mit eingebetteter Heizung!

Die Litze besteht aus NIKROTHAL 40 und ist mehrfach verdreht. Die Wahl des notwendigen Querschnittes hängt von der Stromaufnahme des FIBROTHAL Modules ab. Die nachfolgenden Diagramme dienen zur Auswahl der richtigen Litzen-Dimensionierung. Hierbei ist zu beachten, daß die Temperatur an der Klemmverbindung auf keinen Fall 200°C überschreiten darf.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß die Litze in der Hinterisolation, insbesondere die Schweißverbindung am Anschlußende 800°C nicht überschreiten sollte. Die Litzentemperatur ergibt sich aus der Eigenerwärmung aufgrund der Strombelastung (siehe Abb. 24 and 25) und der Temperatur in der Isolation.

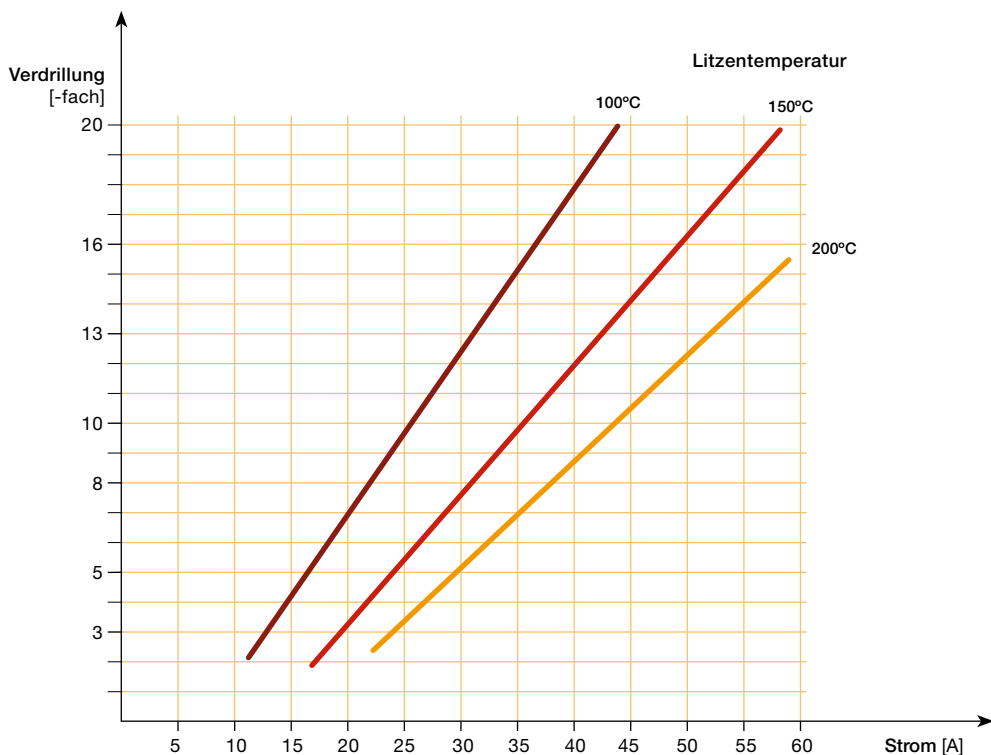


Abb. 24 Litze, perlisoliert in Luft

Außendurchmesser [mm]	Anzahl der Verdrillung [x-fach]					
	3,0	5,0	6,0	8,0	10,0	13,0
Verdrillte Litze	3,5	4,5	5,0	6,5	7,0	8,5
Isolierperlen	11,0	11,0	11,0	14,0	14,0	14,0

Tab. 7 Verdrillte Anschlußlitzen

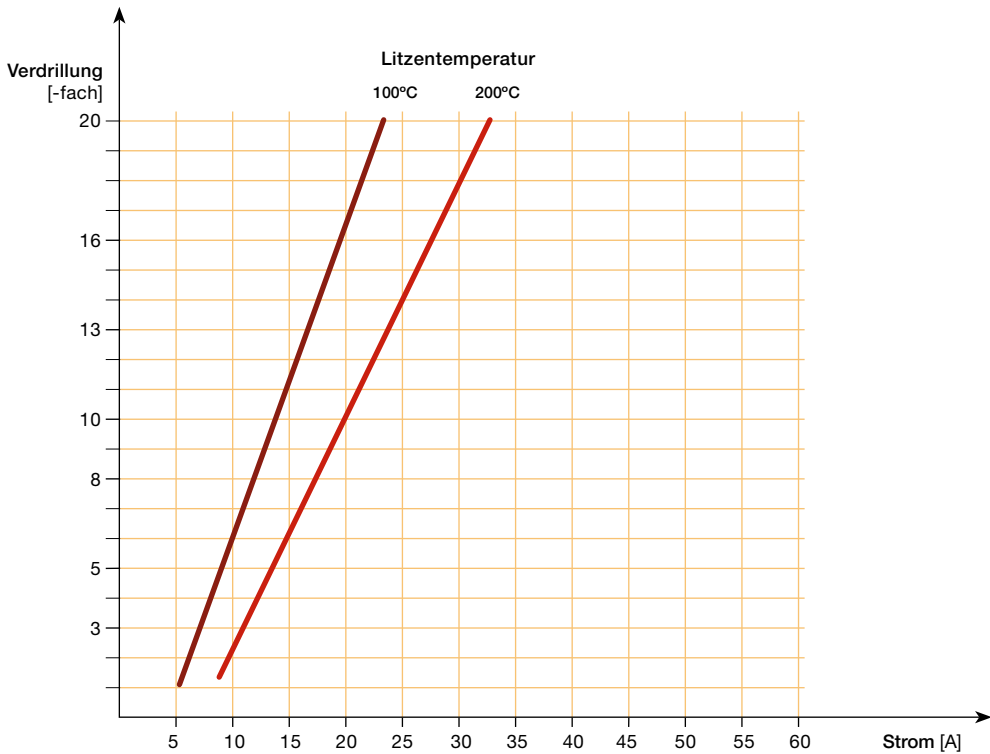


Abb. 25 Litze, perlisoliert in FIBROTHAL

## Weiteres Zubehör

### FIBROTHAL Isoliermatten

Zum Ausgleich von Modul- und Ofentoleranzen sowie der Schrumpfung, Abmessung: 1/4" × 300 mm breit

### Schutzrohre für Thermoelemente

Durchmesser 7/5 mm × gewünschter Länge, beidseitig offen

### FIBROTHAL Kleber

Zum Verkleben von FIBROTHAL Modulen

### FIBROTHAL Härter

Zum Härten nachbearbeiteter Flächen

### FIBROTHAL Spachtelmasse

Zum Ausbessern von beschädigten FIBROTHAL Modulen

### FIBROTHAL Reparaturset

Bestehend aus FIBROTHAL Kleber, Härter, Pulver, Wolle und Matte

## FIBROTHAL Befestigungseinheit

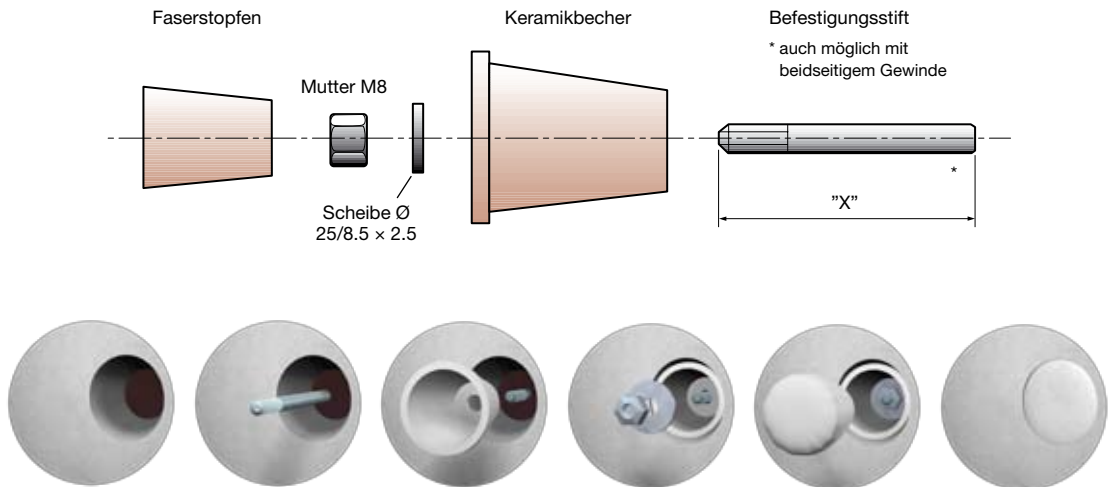
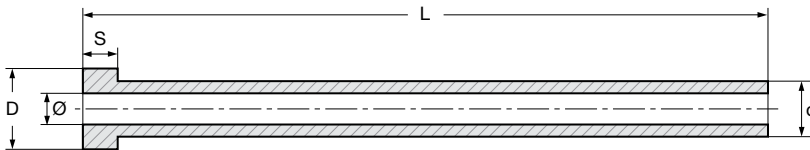


Abb. 26 FIBROTHAL Befestigungseinheit

## Keramikrohre mit Flansch



Bez.	D	d	Ø	S	L vorrätig
TUT-20-10	20	10	6	6	max 300
TUT-25-15	25	15	9	10	100-150-200-300
TUT-30-20	30	20	12	15	100-150-200-300
TUT-35-25	35	25	15	20	150-200-300
TUT-40-30	40	30	15	20	200-250-300
TUT-45-35	45	35	20	20	150-200-300
TUT-50-40	50	40	25	30	300

Größentoleranzen gemäß DIN 40680  
 Normalerweise hergestellt aus A38E  
 Fettdruck: vorrätige Standardgröße

Tab. 8 Keramikrohre mit Flansch

# Keramikbuchsen

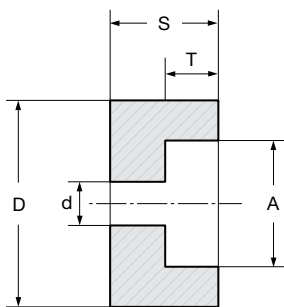


Abb. A

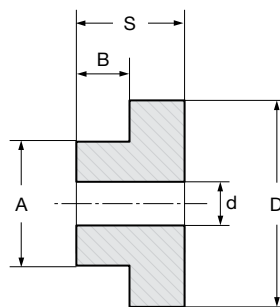


Abb. B

Code	Bez.	Abb.	D	d	A	T	B	S	Mat.
ISM	025-16.5-5 M	B	15,5	5	10	–	1,5	6	Steatit
ISF	025-16.5-5 F	A	15,5	5	11	1,8	–	5	Steatit
ISM	025-22-6.5 M	B	22,5	6,5	11,5	–	4	10,5	Steatit
ISF	025-22-6.5 F	A	22,5	6,5	12,3	4,3	–	8	Steatit
ISM	025-30-8 M	B	30	8,5	16	–	7,5	15	Steatit
ISF	025-30-8 F	A	30	8,5	18	8,5	–	15	Steatit
TAP	025-23-7	B	23	7	13	–	15	20	A38E
TAP	025-45-13	B	45	13	26	–	18	30	A42P
TAP	025-60-15	B	60	15	30	–	18	40	A42P

Größentoleranzen gemäß DIN 40680  
 Fettdruck: vorrätige Standardgröße

Tab. 9 Keramikbuchsen

# Montage

Bei relativ kleinen Öfen, wie Rohröfen mit RAC-Modulen, FIBROTHAL Halbschalen bzw. -Drittelschalen sowie Muffel- oder Kammeröfen mit FIBROTHAL Plattenmodulen, ist meist kein besonderer Aufwand für die Halterung bzw. Fixierung der FIBROTHAL Module erforderlich, da sie innerhalb des Ofengehäuses selbsttragend bzw. selbststabilisierend sind.

## Befestigung der FIBROTHAL-Module

Zur Befestigung der FIBROTHAL Module in größeren Ofenanlagen empfehlen wir die FIBROTHAL Befestigungseinheit (siehe Zubehör). Bei bestimmten Ofenkonstruktionen kann man häufig auch ohne Befestigungseinheiten auskommen, da sich die Module ähnlich wie ein Gewölbe gegenseitig abstützen bzw. tragen.

Beispiele hierfür zeigen die Abb. 27, A bis C. Bei diesem Aufbau ist Voraussetzung, daß die Module von der Außenseite oder von oben montiert bzw. eingesetzt werden können. Zur Reduzierung der Montagezeiten, und somit von Kosten, können wir komplett vormontierte Modulkreisringe liefern.

Wird eine Montage der Module konstruktionsbedingt vom Ofeninnenraum her erforderlich, empfehlen wir den bewährten Modulaufbau, gemäß Abb. 27, D.

Diese Ausführung besteht aus den Modul-Typen A + B, wobei die Module "B" von den Modulen "A" gehalten werden.

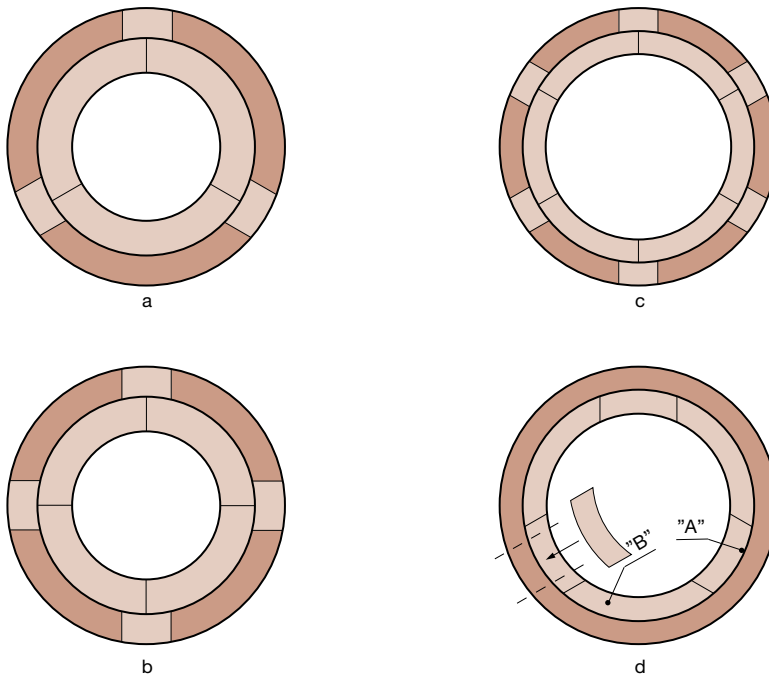
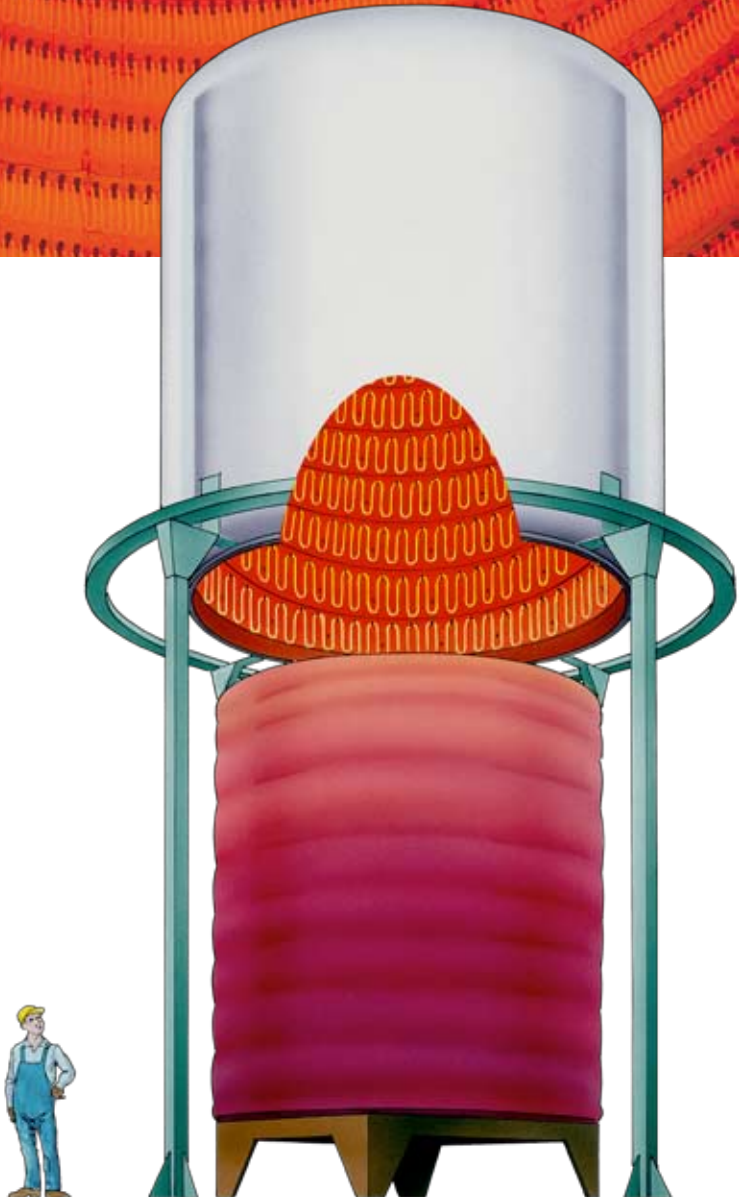


Abb. 27 Modul-Einbausituationen A-D





Abb. 28 ROB-Modul, Haubenofen



## Abdichten der Fugen

Zum Ausgleich von Ofen- und Modultoleranzen, sowie der Schrumpfung der Modulinnenseite, aber auch zur Verhinderung von Strahlungsverlusten an den Modulseiten, empfehlen wir eine doppelt gefaltete KF-Matte zwischen die FIBROTHAL Module zu legen. Hierbei sollte die KF-Matte zur Modulvorderseite ca. 25 mm überstehen. Dieser Überstand dient zum Ausgleichen der thermischen Modulschrumpfung.

## Schweißen am Heizelement

Wenn eine Schweißung durchzuführen ist, z. B. zwischen Anschlußende und Heizelement, empfehlen wir, diese im WIG-Verfahren auszuführen. Ein Schweißzusatz ist meist nicht erforderlich. Unsere Schweißanleitung bitten wir zu beachten.

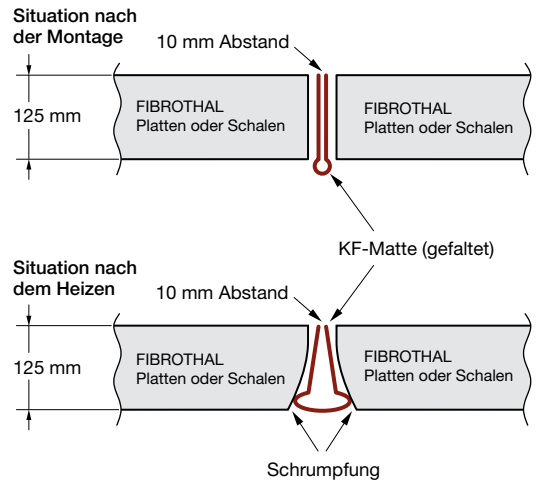


Abb. 29 Einsatz der KF-Matten (Prinzip)



Abb. 30 Montage von FIBROTHAL ROB Segmenten in einem Vakuumofen

# Übersicht der Heizsysteme

Nachfolgende Tabelle soll einen schnellen Überblick über die verschiedenen Heizsysteme ermöglichen.

	FIBROTHAL Platten eingebettet	FIBROTHAL Schalen eingebettet	FIBROTHAL Rohre eingebettet	RAC	R O B	Meanderthal System II	Meanderthal System III
Vertikale Installation	X	X	X	X	X	X	X
Horizontale Installation	XD	XD	X	X	–	X	O
Boden-Installation	X	X	n.a.	n.a.	X	X	O
Für runde Öfen geeignet	O	X	X	X	X	X	X
Elementwechsel möglich	–	–	–	–	X	–	X
Heizung freistrahlend	–	–	–	X	X	X	X
Heizleiterqualität A-1	X	X	X	X	X	X	X
AF	–	–	–	X	X	X	X
APM	–	–	–	X	X	X	X
N80/N60	–	–	–	–	X	X	X
Max. El. Temperatur A-1, AF, APM [°C]	A-1 1150	A-1 1150	A-1 1150	1300	1300	AF 1250 A-1 1300 APM 1350	AF 1250 A-1 1300 APM 1350
Max. El. Temperatur N80/N60 [°C]	–	–	–	–	1100/1050	1100/1050	1100/1050

- X = ist möglich
- D = Dübeltechnik unter Umständen empfohlen
- O = bedingt möglich (Kundeninfo nötig)
- = nicht möglich
- n.a. = nicht anwendbar

Tab. 10 Auswahlkriterien der Heizsysteme

Abb. 31 FIBROTHAL Module in einem Hängebahnhofen



# Spannungs- und Leistungsumrechnung von Standardmodulen

## Berechnungsbeispiel

### Annahme

Für einen Kammerofen werden sechs FIBROTHAL Heizplatten mit den Abmessungen  $750 \times 450 \times 125$  benötigt. Die gewünschte Ofenleistung soll ca. 25 kW betragen.

Hierzu kann das FIBROTHAL Heizmodul PAS 750/450/230 (Tab. 3) ausgewählt werden. Die Standarddaten sind lt. Tabelle 5400 W an 230 Volt Anschlußspannung mit einem Kaltwiderstand von 9,42 Ohm (Warmwiderstand ca. 4 % größer = 9,8 Ohm). Mit sechs Heizmodulen ergäbe sich somit eine Gesamtanschlußleistung des Ofens von 32,4 kW (zwei Dreiphasengruppen; Sternschaltung)

## Berechnung der geänderten Leistung P pro FIBROTHAL Heizplatte

$$\text{Leistung pro Heizplatte } P = \frac{\text{gewünschte Ofenleistung } P}{\text{Anzahl Heizmodule}}$$

$$\text{Leistung pro Heizplatte } P = \frac{25 \text{ [kW]}}{6} = 4170 \text{ [W]}$$

## Berechnung der neuen Anschlußspannung U

$$U = \sqrt{P \cdot R_w}$$

$$U = \sqrt{4170 \text{ [W]} \cdot 9,8 \text{ [\Omega]}} = 202,15 \text{ [V]}$$

$$U = 202,15 \text{ Volts}$$

In diesem Fall bietet sich an, eine Dreiphasengruppe in Dreieck-Schaltung zu wählen mit zwei Heizmodulen in Reihe, d. h. jedes Modul ist an 200 Volt angeschlossen.

## Berechnung der Leistung P pro FIBROTHAL Heizmodul bei 200 V Anschlußspannung

$$P = \frac{U^2}{R_w}$$

$$\frac{200^2 \text{ [V}^2\text{]}}{9,8 \text{ [\Omega]}} = 4082 \text{ [W]}$$

$$P = 4082 \text{ Watts}$$

Die Ofengesamtleistung ist somit  $6 \times 4082 \text{ W} = 24489 \text{ W}$ .

Der Temperaturfaktor, der zur Änderung des Heizwiderstandes beiträgt, ist für die oben angeführte Berechnung vernachlässigbar, da er bei der Heizleiterlegung KANTHAL A-1 max. 4 % beträgt.

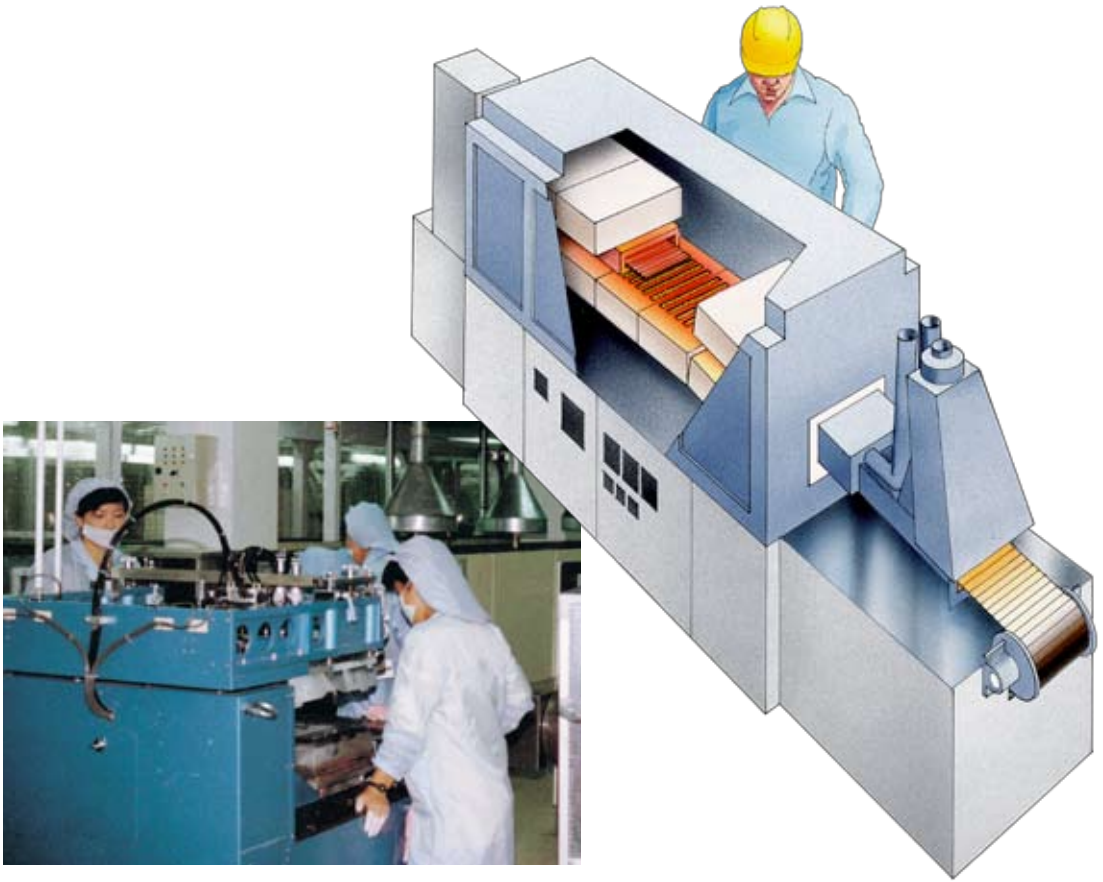


Abb. 32 FIBROTHAL Module, eingesetzt in einem Förderbandofen

# Weltweite Standorte von Kanthal

## EUROPA

### Bulgarien

Kanthal Representative Office  
SOFIA  
Tel. +359 2 870 4297  
Fax +359 2 971 4813

### Deutschland

Kanthal ZN der  
Sandvik Materials Technology Deutschland GmbH  
MÖRFELDEN-WALLDORF  
Tel. +49 6105 40010  
Fax +49 6105 400188

### Dänemark

Kanthal AB  
BRØNDBY  
Tel. +45 4346 5270  
Fax +45 4346 5271

### England

Kanthal UK  
STOKE-ON-TRENT  
Tel. +44 1782 224 800  
Fax +44 1782 224 820

### Finnland

Sandvik Mining and Construction Oy - Kanthal  
VANTAA  
Tel. +358 20 544 121  
Fax +358 20 544 5199

### Frankreich

Sandvik SAS - Division Kanthal  
COLOMBES  
Tel. +33 1 4786 5660  
Fax +33 1 4781 5661

### Italien

Sandvik Italia S.p.A. Divisione Kanthal  
MILANO  
Tel. +39 02 307 051  
Fax +39 02 300 98605

### Norwegen

Kanthal AB  
LILLESTRØM  
Tel. +47 6484 3560  
Fax +47 6484 3565

### Polen

Sandvik Polska Sp. z o.o. - Kanthal  
WARSAWA  
Tel. +48 22 647 3880  
Fax +48 22 843 0588

## Russland

OAO Sandvik - MKTC  
MOSCOW  
Tel. +7 495 689 8385  
Fax +7 495 745 8720

## Schottland

Kanthal Ltd.  
PERTH  
Tel. +44 1738 493 300  
Fax +44 1738 493 301

## Spanien

Sandvik Española S.A.  
Kanthal Division  
MARTORELLES  
Tel. +34 93 571 7540  
Fax +34 93 571 7586

## Schweden

Kanthal AB  
HALLSTAHAMMAR  
Tel. +46 220 21000  
Fax +46 220 16350

## Türkei

Sandvik Endüstriyel Mamüller San. ve Tic. A.Ş.  
KARTAL-İSTANBUL  
Tel. +90 216 453 0780  
Fax +90 216 453 0707

## NORD- UND SÜDAMERIKA

### Vereinigte Staaten

Kanthal Corporation  
BETHEL, CT  
Tel. +1 203 744 1440  
Fax +1 203 748 2547

### Kanthal Heating Systems

AMHERST, NY  
Tel. +1 716 691 4010  
Fax +1 716 691 7850

### Kanthal Palm Coast

PALM COAST, FL  
Tel. +1 386 445 2000  
Fax +1 386 446 2244

### MRL Industries Inc.

SONORA, CA  
Tel. +1 209 533 1990  
Fax +1 209 533 4079

## Brasilien

Sandvik do Brasil S.A. - Kanthal  
VINHEDO  
Tel. +55 19 3876 5340  
Fax +55 19 3826 7416

## ASIEN

### China

Sandvik Process Systems (Shanghai) Ltd.  
Business Area Kanthal  
%o Sandvik Int. Trading Co., Ltd.  
SHANGHAI  
Tel. +86 21 2416 0620  
Fax +86 21 2416 0630

### Hongkong

Sandvik Hongkong Ltd.  
Business Area Kanthal  
KOWLOON  
Tel. +852 2735 0933  
Fax +852 2735 7238

### Indien

Sandvik Asia Ltd. - Kanthal  
TAMIL NADU  
Tel. +91 4344 279 559  
Fax +91 4344 277 244

### Japan

Sandvik KK - Kanthal Division  
TOKYO  
Tel. +81 3 6420 1070  
Fax +81 3 6420 1071

### Singapur

Kanthal Electroheat (SEA) Pte. Ltd.  
SINGAPORE  
Tel. +65 6 477 3742  
Fax +65 6 477 3744

### Südkorea

Kanthal in Korea  
SEOUL  
Tel. +82 2 369 0835  
Fax +82 2 761 0435

## OCEANIEN

### Australien

Kanthal Australia PTY Ltd.  
DANDENONG  
Tel. +61 3 9238 7216  
Fax +61 3 9238 7205

### Neuseeland

Sandvik New Zealand Ltd.  
AUCKLAND  
Tel. +64 9 2735 888  
Fax +64 9 2735 899

## AFRIKA

### Südafrika

Kanthal Southern Africa (Pty) Ltd.  
EAST RAND  
Tel. +27 11 421 5779  
Fax +27 11 421 3384

# KANTHAL

Kanthal – a Sandvik brand

Kanthal AB, Box 502, SE-734 27 Hallstahammar, Schweden Tel. +44 220 21000 Fax +46 220 21166 www.kanthal.com