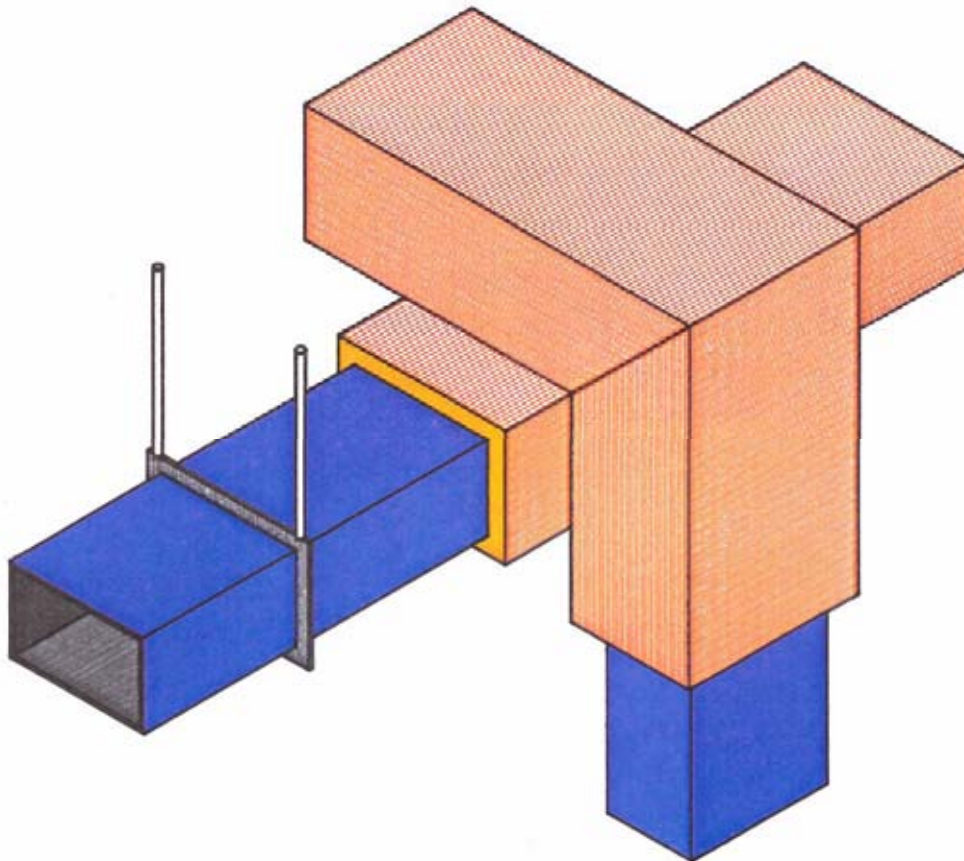


Dämmungen Lüftung

Thermisch, Akustisch und Brandschutz

Dämmen von Lüftungskanälen und Lüftungsrohren als Schutz vor Energieverlust, gegen Brandausbreitung sowie als Schutz vor Zirkulationsgeräuschen und Tauwasserbildung mit funktionsgerechten Dämmmaterialien und anforderungsgerechten Umhüllungen.



Wärmeleitfähigkeit [λ]	Rechenwert	0,045 W/mk
	bei 20°C	0,043 W/mk
	bei 40°C	0,047 W/mk
	bei 60°C	0,052 W/mk
	bei 80°C	0,057 W/mk
	bei 100°C	0,063 W/mk
Rohdichte	32 Kg/m ³	
Wasserdampfdiffusionswiderstand [μ]	ca. 1	
Temperaturbeständigkeit	250 °C Steinwolle (Bindemittel) 80°C (Reinalu)	
Schmelzpunkt	> 1000°C (Steinwolle)	
Brandkennziffer	6q.3 (5.3 Alufolie)	
VKF BZu-Nr.	4582 (BKZ)	

Wärmeleitfähigkeit [λ]	Rechenwert	0,035 W/mk
	bei 100°C	0,048 W/mk
	bei 200°C	0,068 W/mk
	bei 300°C	0,095 W/mk
	bei 400°C	0,135 W/mk
	bei 500°C	0,192 W/mk
Rohdichte	80 Kg/m ³	
Wasserdampfdiffusionswiderstand [μ]	ca. 1	
Temperaturbeständigkeit	750 °C (Steinwolle)	
	80°C (Reinalu)	
Schmelzpunkt	> 1000°C (Steinwolle)	
Brandkennziffer	6q.3 (5.3 Alufolie)	
VKF BZu-Nr.	4975 (BKZ)	
	5663 F30 (Stärke 50 mm)	
	5664 F60 (Stärke 100 mm)	
	5665 F90 (Stärke 2 x 60 mm = 120 mm)	

Wärmeleitfähigkeit [λ]	25°C	0,037 W/mk
	50°C	0,039 W/mk
	75°C	0,041 W/mk
	100°C	0,044 W/mk
	150°C	0,052 W/mk
	200°C	0,063 W/mk
	250°C	0,076 W/mk
	300°C	0,091 W/mk
	350°C	0,111 W/mk
Rohdichte	80 Kg/m ³	
Temperaturbeständigkeit	750 °C Steinwolle (Bindemittel) 80°C Kaschierung	
Klassifizierungstemperatur	620°C	
Brandkennziffer	6q.3 (5.3 Alufolie)	
VKF BZu-Nr.	13201 (BKZ)	

Wärmeleitfähigkeit [λ]	10°C	0,040 W/mk
	50°C	0,044 W/mk
	100°C	0,054 W/mk
	150°C	0,066 W/mk

Rohdichte 37 Kg/m³

Temperaturbeständigkeit 250°C Steinwolle (Bindemittel)
80°C (Reinalu)

Brandkennziffer 6q.3 (5.3 Alufolie)

VKF BZu-Nr. 13202 (BKZ)

Wärmeleitfähigkeit [λ]	40°C	0,040 W/mk
	50°C	0,042 W/mk
	60°C	0,044 W/mk
	100°C	0,052 W/mk
	200°C	0,075 W/mk
	300°C	0,12 W/mk

Temperaturbeständigkeit 300 °C Steinwolle (Bindemittel)
 100°C (Reinalu)

Schmelzpunkt > 1000°C (Steinwolle)

Spezifische Wärmekapazität (C_p) 0.840 KJ/Kg K

Brandkennziffer A 2 (DIN 4102)

VKF BZu-Nr.



Rohdichte	80 Kg/ m ³
Brandkennziffer	6q.3
VKF Bzu-Nr.	9008 BKZ
	13708 F30 (Stärke 20mm + 30 mm = 50 mm)

Rohdichte	120 Kg/ m ³
Brandkennziffer	6q.3 (5.3 Alufolie)
VKF Bzu-Nr.	13353 BKZ
	13709 F60 (Stärke 30mm + 40 mm = 70 mm)

Wärmeleitfähigkeit [λ]	Rechenwert	0.036 W/mK
	100°C	0.045 W/mK
	200°C	0.062 W/mK
	300°C	0.085 W/mK
Rohdichte	90 Kg/ m ³	
Wasserdampfdiffusionswiderstand [μ]	1,5	
Temperaturbeständigkeit	500°C (Steinwolle) / 250°C Bindemittel / 80°C Beschichtung	
Schmelzpunkt	1000°C	
Brandkennziffer	6q.3 Steinwolle (Beschichtung 5.3)	
VKF Bzu-Nr.	8886 BKZ	
	11581 F30 (Stärke 2 x 30 mm = 60 mm)	
	11582 F60 (Stärke 2 x 50 mm = 100 mm)	
	11583 F90 (Stärke 60 mm+ 80 mm = 140 mm)	

Wärmeleitfähigkeit [λ]	Rechenwert	0.034 W/mK
	100°C	0.043 W/mK
	200°C	0.058 W/mK
	300°C	0.077 W/mK
	400°C	0.103 W/mK
	500°C	0.138 W/mK
Rohdichte	120 Kg/ m ³	
Wasserdampfdiffusionswiderstand [μ]	1	
Temperaturbeständigkeit	750°C (250°C Bindemittel / 80°C Beschichtung)	
Schmelzpunkt	1000°C	
Brandkennziffer	6q.3 (Beschichtung 5.3) / A1	
VKF Bzu-Nr.	14673 BKZ	
	5660 F30 (Stärke 20 mm + 30 mm = 50 mm)	
	5661 F60 (Stärke 30 mm + 40 mm = 70 mm)	
	5662 F90 (Stärke 2 x 50 mm = 100 mm)	



Wärmeleitfähigkeit [λ]	0.036 W/mK
Rohdichte	90 Kg/ m ³
Druckspannung	12 K Pa
Wasserdampfdiffusionswiderstand [μ]	1,5
Temperaturbeständigkeit	250°C (Kaschierung 80°C)
wasserabweisen	ja (nicht kapillar und nicht hygroskopisch)
Brandkennziffer	6q.3 (Alufolie 5.3)
VKF Bzu-Nr.	13205 BKZ
	11579 F30 (Stärke 20 mm+ 30 mm = 50 mm)
	11580 F60 (Stärke 2 x 50 mm = 100 mm)
	11575 F90 (Stärke 2 x 70 mm = 140 mm)



Wärmeleitfähigkeit [λ]	0.040 W/mK
Rohdichte	120 Kg/ m ³
Druckspannung	15 KPa
Temperaturbeständigkeit	640°C (Kaschierung 80°C)
wasserabweisen	ja (nicht kapillar und nicht hygroskopisch)
Brandkennziffer	6q.3
VKF Bzu-Nr.	11578 F30 (Stärke 20 mm+ 30 mm = 50 mm) 11576 F60 (Stärke 30 mm+ 40 mm = 70 mm) 11577 F90 (Stärke 2 x 50 mm = 100 mm) 11574 F120 (Stärke 2 x 60 mm = 120 mm)

Wärmeleitfähigkeit [λ]	Rechenwert	0.040 W/mK
	10°C	0.038 W/mK
	50°C	0.047 W/mK
	100°C	0.060 W/mK
	150°C	0.075 W/mK
	200°C	0.092 W/mK
	250°C	0.114 W/mK
Rohdichte	42 Kg/ m ³	
Wasseraufnahme (Vol. %)	< 10 Vol. %	
Temperaturbeständigkeit	250°C (Steinwolle) / 100°C Aluseite	
Schmelzpunkt	1000°C	
Brandkennziffer	6q.3	
VKF Bzu-Nr.	16310	

Wärmeleitfähigkeit [λ]	bei 10°C	0,034 W/mk
	bei 100°C	0,046 W/mk
	bei 200°C	0,065 W/mk
Rohdichte	80 Kg/m ³	
Temperaturbeständigkeit	640° C Steinwolle (Klassifizierungstemperatur) 250° C Steinwolle (Bindemittel) 100° C Kaschierung (Oberfläche)	
Schmelzpunkt	1000°C	
Druckfestigkeit	10 kN / m ²	
Brandkennziffer	6q.3	
VKF Bzu.-Nr.	12788 BKZ	

	T_m	50	100	150	200	300	°C	
Wärmeleitfähigkeit	BS-8	λ_z	0,042	0,052	0,064	0,078	0,117	W/mk
	BS-10	λ_z	0,047	0,059	0,071	0,083	0,107	W/mk
	BS-12	λ_z	0,043	0,056	0,069	0,082	0,107	W/mk
	BS-18	λ_z	0,048	0,059	0,071	0,083	0,106	W/mk

Spezifische Wärmekapazität [c] 840

Wasserdampfdiffusionswiderstand [μ] 1,1 – 1,4

Temperaturbeständigkeit

BS-8	740°C
BS-10	760°C
BS-12	800°C
BS-18	860°C

Schmelzpunkt > 1000°C

Luftstromwiderstand

BS-8	17	KNs / m ⁴
BS-10	22	KNs / m ⁴
BS-12	71	KNs / m ⁴
BS-18	112	KNs / m ⁴

Brandkennziffer A1 (DIN 4102)

VKF Bzu.-Nr.

Bezeichnung	Venture Tape 1517 CW	
Material:	Träger	Weichgeglühte Aluminiumfolie Dicke 30 μ (0,03mm)
	Kleber	Spezielles Coldweather Acrylat Polymer
	Trennlage	Silikonpapier
	Dicke	Folie und Kleber 0,056mm
Scherfestigkeit	15 kPa / 96h	
Reissfestigkeit	81 N / 25 mm (Bruchdehnung)	
Wasserdampfdurchlässigkeit	< 0,01 g/m ² /24 h $\mu \times S > 3000$	
Verarbeitungstemperatur	bis -23°C	
Temperaturbeständigkeit	-40 °C bis +120 °C	
Brandkennziffer	6q.3	
VKF Bzu.-Nr.		

Konventionelle Lüftungsdämmungen mit Steinwollplatten- / Matten

Im Regelfall werden Lüftungskanäle/Rohre mit einseitig ALU-kaschierten Steinwollprodukten gedämmt. Die herausragende Eigenschaft von Steinwoll-Dämmungen ist, dass sie absolut unbrennbar sind und sehr hohen Temperaturen ohne Schaden standhalten.

Zudem erreichen Steinwoll-Dämmungen durch ihr relativ hohes Raumgewicht gute Schalldämmwerte. Die Platten/Matten werden auf der Kanal/Rohr-Aussenseite angebracht, alle Kanten und Stossfugen werden mit einem Reinaluklebeband abgeklebt. Darüber wird ein 6-eck Drahtgeflecht in V2a Chromstahl montiert, das im Brandfall die Dämmstruktur zusammenhält. Sie bildet der Dämmung gleichzeitig einen gewissen mechanischen Schutz. Die Befestigung erfolgt mittels eigens angefertigten Lüftungsnägeln die mit einer speziellen Maschine im Punktschweißverfahren montiert oder geklebt werden. Sowohl die Dämmung wie auch das Drahtgeflecht wird mittels speziellem Metalldeckel fixiert.

Thermische Dämmungen (Wärmeverlust)

Die klassische thermische Dämmung entspricht der konventionellen Ausführung mit Steinwollplatten oder Matten. Bei speziellen Anforderungen kann auch synthetischer Kautschuk appliziert werden.

Thermische Dämmungen (gegen Kälteabstrahlung und Kondenswasser)

Schwitzwassergefährdete Dämmungen sollten grundsätzlich mit dampfsperrenden Dämmmaterialien ausgeführt werden.

Die ALU-Kaschierung von Mineralwollisierungen ist im besten Fall eine Dampfbremse, sicher aber keine Dampfsperre, darum empfehlen wir: Synthetischer Kautschuk vollflächig auf die Kanaloberfläche dampfdicht verklebt. Die Dämmstärke kann aus der Umgebungstemperatur, Luftfeuchte und Mediumtemperatur am Objekt bestimmt werden.

Umhüllungen von Lüftungsdämmungen

Alufolie-Rabitz V2a = Standard-Ausführung

Als Standard-Umhüllung von Lüftungsdämmung wird ein 6-eck Drahtgeflecht aus Chromstahl 0.7mm (Rabitz V2a) verwendet. Bei Feuerschutz-Dämmungen ist das Drahtgeflecht Teil des Systems, denn es muss die Dämmungsstruktur im Brandfall zusammenhalten. Wird die Dämmung mit Blech umhüllt, kann das Drahtgeflecht weggelassen werden.

Alufolie

In zentralen und gut zugänglichen Räumen ist das Drahtgeflecht vielfach ein Störfaktor, da es oft vorkommt, dass man mit den Kleidern hängen bleibt.

Zudem wirkt das Drahtgeflecht optisch wie ein Fremdkörper. Die heute verwendeten Reinaluklebebander haben sehr gute Klebe-Eigenschaften, dass bei sauberer Montage bei thermischen Dämmungen problemlos auf das Drahtgeflecht verzichtet werden kann.

Glasvliese

Bei thermischen Dämmungen besteht die Möglichkeit die Dämmung mit einem Glasvlies-Gewebe zu umhüllen. Diese Ausführung ist mechanisch gut belastbar (z.B. ideal bei Sichtdecken im Ladenbau). Standard-Farbe = schwarz. Je nach Menge sind die Vliese auch eingefärbt oder ALU-bedämpft erhältlich.

Blechumhüllungen

(in Aluman, Chromstahl, Kupfer, verzinktem Stahlblech)

Blechumhüllungen über gedämmte Lüftungsleitungen werden meist dort angebracht, wo die Eigenschaften der Standardausführungen nicht den mechanischen und/oder den optischen Anforderungen genügen (z.B. im Aussenbereich).

In der Regel wird Aluman-Blech verwendet, doch in speziellen Fällen kann auch Chromstahl, Kupfer oder verzinktes Stahlblech eingesetzt werden.

Thermische und Tauwasser Dämmung

Lüftungs-Rohre und Kanäle

301.00.000	Anorganische Faserstoffe roh Dämmsystem mit Sperrwert bis 10 m
401.00.000	Anorganische Faserstoffe, roh, eckig Dämmsystem mit Sperrwert bis 10 m
301.03.000	Anorganische Faserstoffe, Umhüllung aus Leichtmetallblech Dämmsystem mit Sperrwert bis 10 m
401.03.000	Anorganische Faserstoffe, Umhüllung aus Leichtmetallblech, eckig Dämmsystem mit Sperrwert bis 10 m
301.09.000	Anorganische Faserstoffe, Umhüllung aus rostfreiem Drahtgeflecht Dämmsystem mit Sperrwert bis 10 m
401.09.000	Anorganische Faserstoffe, Umhüllung aus rostfreiem Drahtgeflecht, eckig Dämmsystem mit Sperrwert bis 10 m

Tauwasser Dämmung**Lüftungs-Rohre und Kanäle**

307.00.000	Synthetischer Kautschuk, verklebt Dämmsystem mit Sperrwert 30 bis 70 m
407.00.00	Synthetischer Kautschuk, verklebt, eckig Dämmsystem mit Sperrwert 30 bis 70 m
307.03.000	Synthetischer Kautschuk mit Spezialklebstoff Dampfdicht verklebt, Umhüllung aus Leichtmetall- blech Dämmsystem mit Sperrwert bis 100 m
407.03.000	Synthetischer Kautschuk, verklebt, Umhüllung aus Leichtmetallblech Dämmsystem mit Sperrwert bis 100 m

Brandschutz Dämmung**Lüftungs-Rohre**

311.00.007	Brandschutz F30 Drahtnetzmatte RD 80 kg/m ³ 50 mm roh
311.00.008	Brandschutz F60 Drahtnetzmatte RD80 kg/m ³ 100 mm roh
311.00.009	Brandschutz F90 Drahtnetzmatte RD80 kg/m ³ 120 mm roh
311.03.007	Brandschutz F30 Brandschutzmatte RD 80 kg/m ³ 50 mm Alufolie beschichtet, Umhüllung aus Leichtmetallblech
311.03.008	Brandschutz F60 Brandschutzmatte RD 80 kg/m ³ 100 mm Alufolie beschichtet, Umhüllung aus Leichtmetallblech
311.03.009	Brandschutz F90 Brandschutzmatte RD 80 kg/m ³ 120 mm Alufolie beschichtet, Umhüllung aus Leichtmetallblech
311.09.007	Brandschutz F30 Brandschutzmatte RD 80 kg/m ³ 50 mm Alufolie beschichtet, Umhüllung aus rostfreiem Drahtgeflecht
311.09.008	Brandschutz F60 Brandschutzmatte RD 80 kg/m ³ 100 mm Alufolie beschichtet, Umhüllung aus rostfreiem Drahtgeflecht
311.09.009	Brandschutz F90 Brandschutzmatte RD 80 kg/m ³ 120 mm Alufolie beschichtet, Umhüllung aus rostfreiem Drahtgeflecht

Brandschutz Dämmung

Lüftungs-Kanäle

411.00.007	Brandschutz F30 Brandschutzplatten RD 120 kg/m ³ roh 2-lagig 30 mm + 30 mm, mit aufgeschweisstem Haltebolzen befestigt
411.00.008	Brandschutz F60 Brandschutzplatten RD 120 kg/m ³ roh 2-lagig 30 mm + 40 mm, mit aufgeschweisstem Haltebolzen befestigt
411.00.009	Brandschutz F90 Brandschutzplatten RD 120 kg/m ³ roh 2-lagig 50 mm + 50 mm, mit aufgeschweisstem Haltebolzen befestigt
411.03.007	Brandschutz F30 Brandschutzplatten RD 120 kg/m ³ Alufolie 2-lagig 30 mm + 30 mm, mit Haltebolzen befestigt, Umhüllung aus Leichtmetall
411.03.008	Brandschutz F60 Brandschutzplatten RD 120 kg/m ³ Alufolie 2-lagig 30 mm + 40 mm, mit Haltebolzen befestigt, Umhüllung aus Leichtmetall
411.03.009	Brandschutz F90 Brandschutzplatten RD 120 kg/m ³ Alufolie 2-lagig 50 mm + 50 mm, mit Haltebolzen befestigt, Umhüllung aus Leichtmetall
411.09.007	Brandschutz F30 Brandschutzplatten RD 120 kg/m ³ Alufolie 2-lagig 30 mm + 30 mm, mit Haltebolzen befestigt, Umhüllung aus Drahtgeflecht
411.09.008	Brandschutz F60 Brandschutzplatten RD 120 kg/m ³ Alufolie 2-lagig 30 mm + 40 mm, mit Haltebolzen befestigt, Umhüllung aus Drahtgeflecht

Brandschutz Dämmung**Lüftungs-Kanäle****411.09.009**

Brandschutz F90
Brandschutzplatten RD 120 kg/m³ Alufolie
2-lagig 50 mm + 50 mm, mit Haltebolzen
befestigt, Umhüllung aus Drahtgeflecht

Zwecke und Geltungsbereich

Zweck

Die vorliegende Richtlinie enthält Grundlagen für die Planung und Ausführung der erforderlichen Dämmungen zur Erfüllung der gestellten Anforderungen. Diese Richtlinie fasst den heutigen Stand der Technik zusammen.

Geltungsbereich

Diese Richtlinie hat Geltung für Dämmungen im Bereich Haustechnik, für Temperaturen von ca. -20°C (tiefste Aussentemperatur) bis ca. +50°C.

Nicht behandelt werden in diesen Richtlinien:

- Industrielle Rauchgas- und Abgaskanäle von über 50°C
- Kanal-Innendämmung
- Selbsttragende Brandschutzverkleidungen

Mitgeltende Bestimmungen

- Normen und Empfehlungen des SIA im allgemeinen

Im speziellen

- Empfehlung SIA 380/3, Wärmedämmung in Haustechnik-Anlagen
- Empfehlung SIA 181, Schalldämpfung im Hochbau
- Eidgenössische und kantonale
 - Energiegesetze
 - Rechtserlasse
 - Verordnungen
 - Vorschriften
- Wegleitung der Feuerpolizeivorschriften der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF)
- Brandschutzregister VKF Verzeichnis der technischen Auskünfte

Wärmeschutz

Hinweise

Lüftungskanäle, deren Mediumtemperatur der Umgebungsluft um 5 K und mehr übersteigt, müssen gedämmt werden. Liegt die Temperatur im Lüftungskanal unter der Temperatur der Umgebungsluft, so ist der Abschnitt „Tauwasserschutz“ massgebend.

k-Werte für Dämmsysteme mit verschiedenen Dämmstoffen, exkl. Zuschläge für Wärmebrücken usw. $W/(m^2K)$

Dämmstoff	Dämmdicke in mm					
	30	40	50	60	80	100
Lamellmatte	1.09	0.86	0.71	0.60	0.46	0.33
Drahtnetzmatte	1.00	0.78	0.64	0.55	0.42	0.34
Brandmatte	1.05	0.82	0.68	0.57	0.44	0.36
Brandplatte	0.95	0.75	0.61	0.52	0.40	0.32

Berechnungsgrundlagen

Wärmeleitfähigkeit bei 20°C

- Lamellmatte ca. 32 kg/ m³ 0.040 W/(mK)
- Drahtnetzmatte ca. 80 kg/ m³ 0.036 W/(mK)
- Brandmatte ca. 80 kg/ m³ 0.038 W/(mK)
- Brandplatte ca. 120 kg/ m³ 0.034 W/(mK)

Wärmeübergangs-Koeffizienten

- innere Kanaloberfläche 25 W/(m²K)
- äussere, gedämmte Oberfläche 8 W/(m²K)

Wir empfehlen, die Wärmedämmung so auszuführen, dass der Wärmeverlust max. 15 W/m² beträgt.

Zahlenbeispiel

Bei einem zulässigen Wärmeverlust von 15 W/m² und einem Temperaturgefälle von 15 K ergibt sich ein max. zulässiger k-Wert von $15/15 = 1.00 W/(m^2K)$; bei Verwendung von Lamellmatten muss die Dämmdicke also 40 mm betragen, bei Verwendung von Drahtnetzmatte 30 mm.

Tauwasserschutz

Hinweise

Dämmungen für Lüftungskanäle, deren Mediumtemperatur unter der Umgebungstemperatur liegt, müssen folgende Aufgaben erfüllen:

- Vermeidung von Oberflächen-Tauwasser
- Vermeidung unzulässiger Feuchtezunahmen im Dämmsystem
- Schutz des Mediums vor Erwärmung (Verminderung des Wärmeeinfalls).
Wir empfehlen, die Wärmedämmung so auszuführen, dass der Wärmeeinfall max. 15 W/m^2 beträgt.

Wo nötig, sind die Dämmstoffe und Dampfbremsen mit einer Umhüllung zu schützen. Diese Umhüllung kann, entsprechend gedichtet, zugleich als Dampfsperre dienen.

Speziell zu beachten

- Die Oberfläche der Lüftungskanäle müssen vor Korrosion geschützt werden.
- Die Wärmedämmung muss bei Kanälen und Rohren vollumfänglich verlegt werden (also bei Kanälen auf allen vier Seiten).
- Auch die Kanalverbindungen müssen einwandfrei mit der gleichen Dämmdicke gedämmt werden.
- Damit sich bei Aufhängekonstruktionen kein Tauwasser bilden kann, sind diese wärmegeklämt auszuführen.
- Für die Befestigung des Dämmstoffs dürfen keine Stic-Clips verwendet werden.
- Bei Verwendung von mit gitterverstärkten Alukraft-Folien, verstärkten Matten oder Platten müssen alle Längs- und Querstöße mit Aluklebband verklebt werden, die den gleichen Sperrwert wie das Dämmsystem aufweisen.
- Blechumhüllungen, die gleichzeitig als Dampfbremse dienen, sind entsprechend zu dichten.
- Bei hohen Luftfeuchtigkeiten müssen durchgehende Wärmebrücken vermieden werden.

Taupunkttemperaturen

Lufttemperatur ϑ °C	Taupunkttemperatur ϑ_s ¹⁾ in °C bei einer relativen Luftfeuchte von													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

¹⁾ Näherungsweise darf gradlinig interpoliert werden.

ZahlenbeispielGegeben:

Lüftungsrohr mit Durchmesser 1000 mm führt durch Raum mit einer Raumtemperatur von 23°C und einer relativen Raumluftfeuchtigkeit von 80%. Das Lüftungsrohr führt Zuluft mit einer Temperatur von -15°C.

Lösung:

- Gemäss Tabelle „Taupunkttemperatur“ (Blatt K-5.11) beträgt die Taupunkttemperatur dieser Raumluft 19.4°C.
- Max. zulässige Untertemperatur $23.0 - 19.4 = 3.6 \text{ K (4K)}$
- Temperaturgefälle $23^\circ\text{C} + 15^\circ\text{C} = 38 \text{ K}$
- Dämmstärke laut Tabelle (nötige Dämmdicken zur Vermeidung von Oberflächen-Tauwasser)

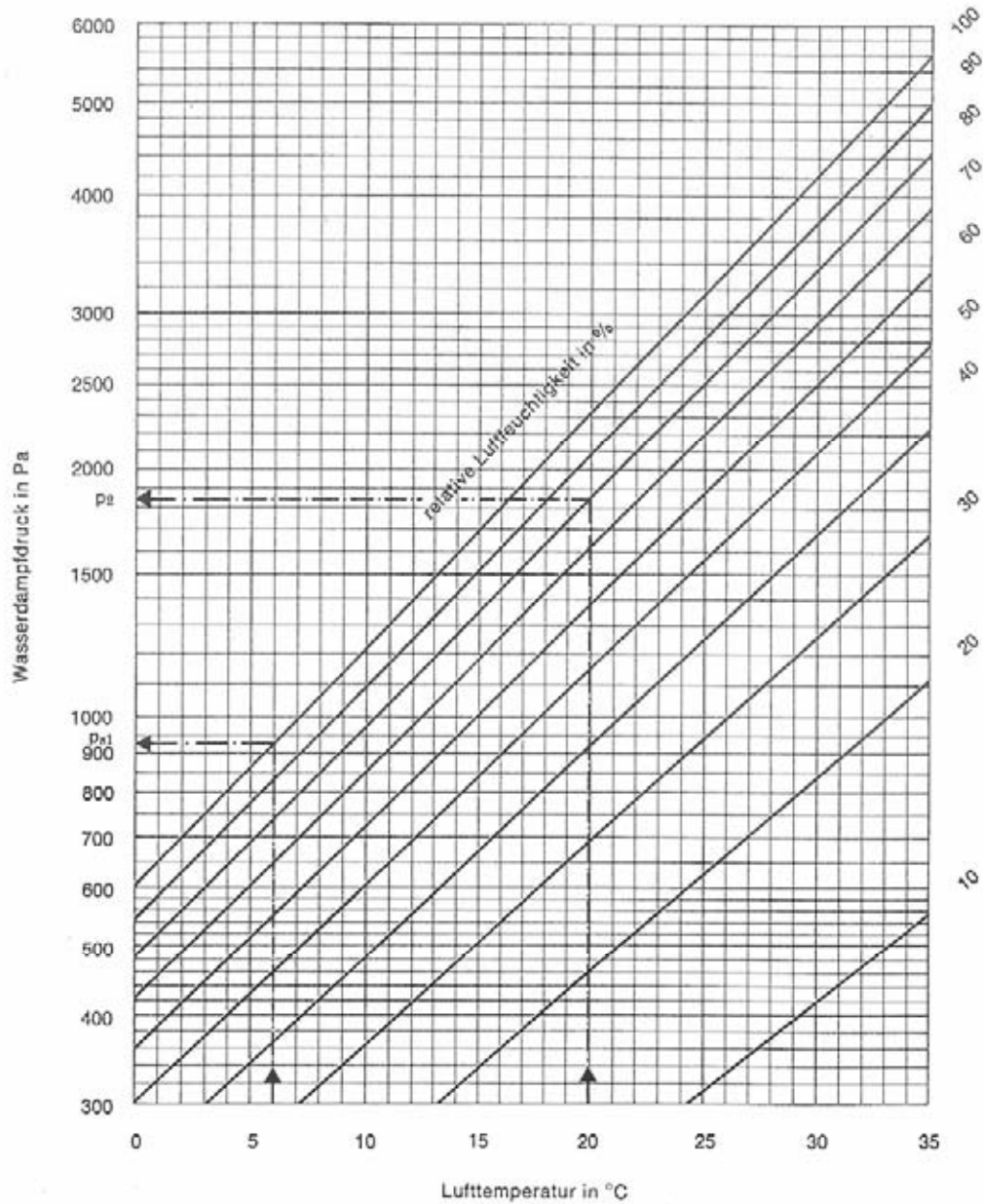
Verwendung von Lamellmatten

$C = 2.5 \text{ W(m}^2\text{K4)}$ für metallische Umhüllung
Temperaturgefälle 38 K (40K)
zulässige Untertemperatur 3.6 K (4K)
Rohrdurchmesser: 1000 mm
Dämmdicke = 73 mm

Verwendung von synthetischem Kautschuk

$C = 5.0 \text{ W (m}^2\text{K4)}$ für metallische Oberflächen
(Daten wie im Beispiel „Lamellmatten“)
Dämmstärke = 48 mm

Bestimmung des Dampfdruckgefälles



Mediumtemperatur	t_1 _____ °C
Lufttemperatur der Umgebung	t_2 _____ °C
relative Luftfeuchtigkeit der Umgebung	φ_2 _____ %
Dampfteildruck auf der Oberfläche der Umhüllung	p_2 _____ Pa
Sättigungsdruck auf der Rohroberfläche	p_{s1} _____ Pa
Dampfdruckgefälle	$p_2 - p_{s1} = \Delta p$ _____ Pa

Brandschutz

Die mit einer Bzu.-Nr. (Brandschutz-Zulassung) der VKF (Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen) beurteilten Brandschutzverkleidung von Lüftungskanälen und -rohren sind im „Brandschutzregister“ der VKF aufgeführt.

Besonders zu beachten ist:

- Befestigung des Dämmstoffs
- Kanaldurchführungen durch Wände, insbesondere bei Brandabschnitten
- Ausführung der Aufhängekonstruktion.

Schallschutz

Schalldämpfung

Auf seinem Weg vom Ventilator über Kanäle/Rohre zum Luftauslass erfährt der Schall eine sog. „natürliche Dämpfung“ (im Gegensatz zur „künstlichen Dämpfung“ mit Schalldämpfern), für die in der Regel nur geringe Kosten aufzuwenden sind, z.B. durch innere Auskleidung der Kanäle mit schallabsorbierenden Dämmstoffen.

Bei internen Auskleidungen muss Abfaserung vermieden werden (Reinalufolie, Anstriche mit Wasserglas oder Dispersion).

Schalldämmung

Die Schalldämmung von Kanälen/Rohren wird verbessert z.B. durch Erhöhung des Flächengewichts der Ummantelung, wobei letztere schallbrückenfrei verlegt sein muss. Zu beachten ist, dass die Aufhängekonstruktion schwingungsgedämmt montiert wird.

Berechnungsmethoden

1. Wärmeübertragung

Allgemein :

$$Q = \frac{\Delta\Theta}{R}; \text{Wärmestrom} = \frac{\text{Temperaturgefälle}}{\text{Wärmedurchgangswiderstand}}$$

Obige Beziehung entspricht dem Ohm'schen Gesetz:
Stromstärke = Spannung/elektrischer Widerstand

Ebene:

$$R_E = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{S_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_a}$$

Hohlzylinder (Rohr):

$$R_R = \frac{1}{\pi\alpha_i d_i} + \frac{1}{2\pi\lambda_1} \cdot \ln \frac{d_1}{d_i} + \frac{1}{2\pi\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1} + \dots + \frac{1}{\pi\alpha_a d_a}$$

Q	Wärmestrom - senkrecht durch Ebene (Wärmestromdichte) - radial durch Hohlzylinder	W/m ² W/m
$\Delta\Theta$	Temperaturgefälle	K
R	Wärmedurchgangswiderstand	
R _E	- senkrecht durch Ebene	m ² K/W
R _R	- radial durch Hohlzylinder	m K/W
d	Durchmesser	m
s	Dämmdicke	m
	Wärmeübergangskoeffizient	
α_i	- innen	W/(m ² K)
α_a	- aussen	W/(m ² K)
λ	Wärmeleitfähigkeit	W/(m K)

Zahlenbeispiel

Lüftungskanal, mit Drahtnetzmatten 50 mm dick gedämmt, $\lambda = 0.036 \text{ W/(m K)}$.

Mit $\alpha_1 = 25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ und $\alpha_a = 8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wird :

$$R = \frac{1}{25} + \frac{0.050}{0.036} + \frac{1}{8} = 1.554 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Bei einem Temperaturgefälle von 20 K ergibt sich somit ein Wärmestrom von $Q = 20/1.554 = 12.9 \text{ W/m}^2$.

2. Wärmedurchgangskoeffizient (k-Wert)

Allgemein:

$$k = \frac{1}{R}$$

Ebene:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{s_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

<i>k</i>	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m ² K)
<i>R</i>	Wärmedurchgangswiderstand	m ² K/W
<i>s</i>	Dämmdicke	m
	Wärmeübergangskoeffizient	
<i>α_i</i>	- innen	W/(m ² K)
<i>α_a</i>	- aussen	W/(m ² K)
<i>λ</i>	Wärmeleitfähigkeit	W/(m K)

Zahlenbeispiel

Lüftungskanal, mit Drahtnetzmatte 50 mm dick gedämmt, λ = 0.036 W/(m K).

Mit α_i = 25 W/(m²K) und α_a = 8 W/(m²K) wird :

$$k = \frac{1}{\frac{1}{25} + \frac{0.050}{0.036} + \frac{1}{8}} = 0.64 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$

3. Oberflächentemperatur

$$\Delta\Theta_o = \frac{k}{\alpha_a} \cdot \Delta\Theta$$

<i>ΔΘ_o</i>	Temperaturgefälle zwischen Oberfläche und Umgebung	K
<i>ΔΘ</i>	Temperaturgefälle	K
<i>α_a</i>	Äusserer Wärmeübergangskoeffizient	W/(m ² K)
<i>k</i>	Wärmedurchgangskoeffizient	W/(m ² K)

Zahlenbeispiel

Beträgt das Temperaturgefälle ΔΘ = 10 K, der Wärmedurchgangskoeffizient k = 0.80 W/(m²K) und der äussere Wärmeübergangskoeffizient α_a = 8 W/(m²K), so ergibt sich zwischen äusserer Oberfläche und Umgebung ein Temperaturgefälle von

$$\Delta\Theta_o = \frac{0.8}{8} \cdot 10 = 1 \text{ K}$$

Die äussere Oberflächentemperatur liegt also 1 K über bzw. unter der Umgebungstemperatur, je nach Richtung des Temperaturgefälles.

4. Schalldämpfung

Auf seinem Weg vom Ventilator über Kanäle/Rohre zum Luftauslass erfährt der Schall eine sogenannte "natürliche Dämpfung" (im Gegensatz zur "künstlichen Dämpfung" mit Schalldämpfern), für die in der Regel nur geringe Kosten aufzuwenden sind, z.B. durch eine innere Auskleidung der Kanäle mit schallabsorbierenden Dämmstoffen (sogenannten "Duct Liners")

Gerade Rohre:

$$D = 1.5 \cdot \alpha \cdot \frac{U}{F}$$

Gerade Rohre:

$$D = 6 \cdot \frac{\alpha}{d}$$

<i>D</i>	spezielle Schalldämpfung	dB/m
<i>α</i>	Schallabsorptionskoeffizient der Kanal-/Rohrwandung	-
<i>U</i>	Umfang des Kanals	m
<i>F</i>	Querschnittfläche des Kanals	m ²
<i>d</i>	Durchmesser des Rohrs	m

Zahlenbeispiel

Wird ein Lüftungskanal 1.50 x 0.30 m mit schallabsorbierendem Dämmstoff ($\alpha = 0.4$) ausgekleidet, so beträgt die spezielle Schalldämpfung:

$$D = 1.5 \cdot 0.4 \frac{2 \cdot (1.50 + 0.30)}{1.50 \cdot 0.30} = 4.8 \text{ dB / m}$$

Lüftungs-Kanäle

Mineralwollmatten oder –Platten, einseitig mit Reinaluminiumfolie beschichtet.

Mechanische Befestigung der Isolation mit aufgeschweissten oder geklebten Haltebolzen und mit Spezialclips gesichert.

Längs- und Querstöße mit Reinaluklebeband verklebt.

Als mechanischer Schutz wird über die Isolation ein V2A-Drahtgeflecht angebracht und mit Sicherungsscheiben an den Haltebolzen befestigt.

Variante:

Als mechanischer Schutz wird eine Verkleidung aus Leichtmetallblech angebracht, gesickt, genietet oder geschraubt. Durchdringungen, Armaturen etc. mit Blechrosetten eingefasst. Revisionsöffnungen leicht demontierbar konstruiert.

Isolationsstärke: mm
Raumgewicht des Isolationsmaterials: kg/ m³
Wärmeleitahl: W/m K
Temperaturbeständigkeit: °C

Lüftungs-Rohre

Mineralwollmatten, einseitig mit Reinaluminiumfolie beschichtet.

Befestigung der Isolation mit Reinaluklebeband verklebt.

Längs- und Querstöße mit Reinaluklebeband verklebt.

Als mechanischer Schutz wird über die Isolation ein V2A-Drahtgeflecht angebracht, Überlappungen vernäht.

Variante:

Als mechanischer Schutz wird eine Verkleidung aus Leichtmetallblech angebracht, gesickt, genietet oder geschraubt. Durchdringungen, Armaturen etc. mit Blechrosetten eingefasst. Revisionsöffnungen leicht demontierbar konstruiert.

Isolationsstärke: mm
Raumgewicht des Isolationsmaterials: kg/ m³
Wärmeleitahl: W/m K
Temperaturbeständigkeit: °C

Lüftungskanäle und Lüftungsrohre

- Schweißwasser gefährdete Dämmungen (Aussenluft / Frischluft) sollten grundsätzlich mit dampfsperrenden Dämmmaterialien ausgeführt werden.

- Alukaschierte Dämmmaterialien (Matten / Platten) sind als dampfbremsende nicht aber als dampfsperrende Dämmmaterialien zu betrachten

- Als dampfsperrendes Dämmmaterial ist synthetischer Kautschuk geeignet.

- Bei gleichzeitiger Anforderung von Tauwasserschutz und Brandschutz an die Lüftungskanal-Dämmung ist abzuklären ob synthetischer Kautschuk den Anforderungen der Feuerpolizei genügt.
Alternative Lösung: Schaumglasplatten

Brandschutz-Dämmungen:

- Dämmungen von lüftungsführenden Kanälen und Rohren mit reinalukaschierten Mineralwollmatten oder Platten und Umhüllung mit Drahtgeflecht.
- Ausführungsvarianten:
laut Blatt K-5.21, K-5.22, K-5.23

Brandschutz-Verkleidungen:

- Verkleiden von lüftungsführenden Kanälen und Rohren mit Brandschutzplatten aus Fibersilikat, Zementsilikat, Gips oder Steinwolle.
- Ausführungsvarianten:
laut Blatt K-5.24, K-5.25

**Brandschutz Kanäle aus Brandschutzplatten
Selbständige Lüftungs- und Entrauchungskanäle**

- Herstellung, Lieferung und Montage von Brandschutzkanälen mit Brandschutzplatten aus Fibersilikat oder Zementsilikat und den zugehörigen Aufhängesystemen
- Ausführungsvariante:
laut Blatt K-5.26



Lüftung (Rohre und Kanäle)
Brandschutzdämmungen mit Zulassungen VKF (2006)

Produkt	RG Kg/m ³	VKF Bzu.-Nr.	F(EI) 30			F(EI) 60			F(EI) 90			F(EI) 120						
			Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)				
Flumroc Steinwollmatten																		
FMI 500	80	5663	1	50	50													
FMI 500	80	5664				1	100	100										
FMI 500	80	5665							2	60	120							
INDI Steinwollmatten																		
80 ALU	80	13708	2	20+30	50													
INDI Steinwollmatten																		
120 ALU	120	13709				2	30+40	70										



Lüftung (Rohre und Kanäle)
Brandschutzdämmungen mit Zulassungen VKF (2006)

Produkt	RG Kg/m ³	VKF Bzu.-Nr.	F(EI) 30			F(EI) 60			F(EI) 90			F(EI) 120							
			Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)					
Flumroc Steinwollplatten																			
FPI 80	90	11581	2	30	60														
FPI 80	90	11582				2	50	100											
FPI 80	90	11583							2	60+80	140								
Flumroc Steinwollplatten																			
FPI 700	120	5660	2	20+30	50														
FPI 700	120	5661				2	30+40	70											
FPI 700	120	5662							2	50	100								
Rockwool Steinwollplatten																			
232.319	90	11579	2	20+30	50														
232.319	90	11580				2	50	100											
232.319	90	11575							2	70	140								

Lüftung (Rohre und Kanäle)
Brandschutzdämmungen mit Zulassungen VKF (2006)

Produkt	RG Kg/m ³	VKF Bzu.-Nr.	F(EI) 30			F(EI) 60			F(EI) 90			F(EI) 120							
			Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)					
Rockwool Steinwollplatten																			
591.319	120	11578	2	20+30	50														
591.319	120	11576				2	30+40	70											
591.319	120	11577							2	50	100								
591.319	120	11574										2	60	120					
INDI Steinwollplatten																			
80 ALU	80	13708	2	20+30	50														
INDI Steinwollplatten																			
120 ALU	120	13709				2	30+40	70											

Lüftung (Rohre und Kanäle)
Brandschutzverkleidungen mit Zulassungen VKF (2006)

Produkt	RG Kg/m ³	VKF Bzu.-Nr.	F(EI) 30			F(EI) 60			F(EI) 90			F(EI) 120		
			Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)
Aestuver Zementsilikatplatte	650	12711							1	40	40			
Knauf K27 Gipsplatte Fireboard		8291												
Knauf K27 Gipsplatte Fireboard		8292				2	15	30						
Knauf K27 Gipsplatte Fireboard		8293								2	20	40		
Pyrobor 600 Zementsilikatplatte	680	15776							1	40	40			
Pyrobor 600 Zementsilikatplatte	680	15774	1	24	24									

Lüftung (Rohre und Kanäle)
Brandschutzverkleidungen mit Zulassungen VKF (2006)

Produkt	RG Kg/m ³	VKF Bzu.-Nr.	F(EI) 30			F(EI) 60			F(EI) 90			F(EI) 120					
			Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)			
Conlit Ductrock Steinwollplatten	285	16156						1	60	60							
Promatect L Fibersilikatplatten (VKF-Zulassung für selbständigen Kanal	500	3941	1	25	25												
Promatect LS' Fibersilikatplatten (VKF-Zulassung für selbständigen Kanal	500	12643						1	35	35							



Lüftung / Kanäle aus Brandschutzplatten
 mit Zulassungen VKF (2006)

Produkt	RG Kg/m ³	VKF Bzu.-Nr.	F(EI) 30		F(EI) 60		F(EI) 90		F(EI) 120	
			Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)	Total (mm)	Lagen	Stärke (mm)
Aestuver										
Zementsilikatplatte	750	12712					2	20	40	
Aestuver										
Zementsilikatplatte	350	12713	1	25	25					
Aesuver										
Zementsilikatplatte	750	16176					2	20	40	
Promatect L										
Fibersilikatplatte	500	3941	1	25	25					
Promatect LS'										
Fibersilikatplatte	500	12643					1	35	35	
Pyrobor 600										
Zementsilikatplatte	680	15773					1	40	40	
Pyrobor 600										
Zementsilikatplatte	680	15772	1	24	24					
Conlit - P										
Conlit - A										
Steinwollplatte	150	10802					1	70	70	