Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.0	**Allgemeines**	**187**
	1.1 Einsatzbereich	187
2.0	**Werkstoffe**	**188**
	2.1 Der Kempchen - Weichstoff - Kompensator und sein Aufbau	188
	2.2 Kompensator - Schutzeinrichtungen	192
	2.3 Kompensatorbefestigung	194
3.0	**Bauformen, Hinweis auf REA-Kompensatoren und Futterstöße in Kaminen**	**198**
	3.1 Übersichtstabelle	198
	3.2 Erläuterungen zur Übersichtstabelle	200
	3.3 Sonderformen	200
	3.4 Was bei der Auswahl und der Auslegung von Weichstoff-Kompensatoren beachtet werden sollte.	201
4.0	**Anschlussmöglichkeiten**	**203**
	4.1 Ausführung für Flanschanschluss	203
	4.2 Ausführung für Schlauchkompensatoren-Anschluss	203
	4.3 Scherenführung	204
5.0	**Die wärmetechnische Berechnung des Weichstoff-Kompensatoraufbaues**	**205**
6.0	**Über die Dichtheit von Weichstoff-Kompensatoren und ihre Prüfung**	**207**
7.0	**Montage- und Reparaturanleitung**	**209**
	7.1 Allgemeine Anleitung zum Schließen eines vorbereiteten Montagestoßes	209
	7.2 Spezielle Anleitung zum Schließen eines vorbereiteten Montagestoßes sowie zur Reparatur eines Kompensators Typ 110 oder 120	210
	7.3 Reparatur durch Trennen und Wiederverbinden eines Kompensators, wenn er in endloser Form nicht montiert werden kann.	211
	7.4 Reparatur einer mechanischen Beschädigung oder eines Brandloches	211
	7.5 Behelfsmaßnahmen im Notfall	211
8.0	**Lager-, Einbau- und Montageanweisung**	**211**
	8.1 Lagerung	211
	8.2 Einbau	212
	8.3 Montage	212
	8.4 Hinweise zum Verschrauben geschlossener Kompensatoren	212
9.0	**Elastomer-, Gummi- und Metallkompensatoren**	**213**
Allgemeine Hinweise zu Einbau, Montage und Lagerung von Weichstoffkompensatoren		**216**

GEWEBEKOMPENSATOREN

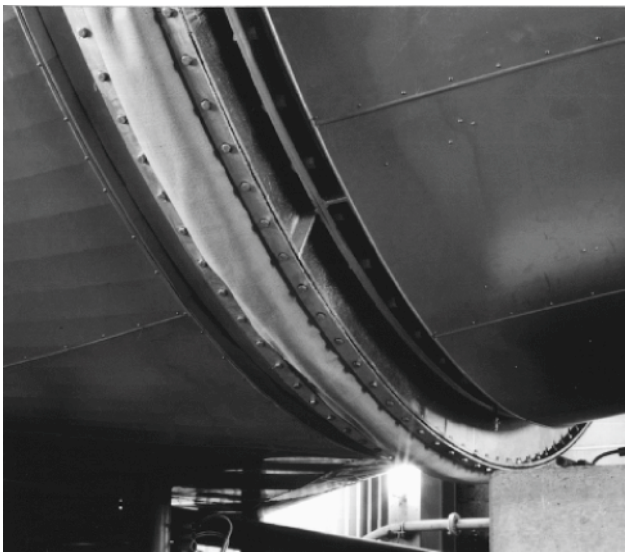
1.0 Allgemeines

Als Kempchen vor vielen Jahrzehnten die Fabrikation von Weichstoffgewebe-Kompensatoren aufnahm, wurden im Kraftwerks- und Chemiebereich noch überwiegend Metall-Kompensatoren eingesetzt.

Heute haben sich Kempchen-Weichstoff-Kompensatoren einen festen Anwendungsbereich erobert. Moderne Industrieanlagen wären ohne diese vielseitigen Bauelemente nicht mehr denkbar. Ohne den Einsatz von Weichstoff-Kompensatoren würden sich die Kosten derartiger Anlagen beachtlich erhöhen.

Der Hauptvorteil der Weichstoff-Kompensatoren ist die mehrdimensionale Bewegungsaufnahme bei gleichzeitig sehr niedrigen Reaktionskräften. Ersteres erlaubt kostengünstige Leitungsführungen, letzteres kostengünstige Festpunktkonstruktionen.

Kempchen entwickelte ein patentiertes Verfahren, mit dem auf die unterschiedlichsten Gewebetypen PTFE-Folie aufgesintert werden kann. Dadurch konnten die Eigenschaften der Weichstoffkompensatoren wesentlich verbessert werden.



Kempchen-Kompensator in einer Rauchgas-Sammelleitung.

1.1 Einsatzbereich

Weichstoff-Kompensatoren haben sich bewährt:

- in Rohrleitungen und Kanäle für gasförmige Medien wie Luft, Rauchgas, Abgas
- bei Temperaturen bis über 700 °C
- bei Drücken bis 500 mbar
- bei großen axialen Bewegungen und auch – oft gleichzeitig auftretenden – lateralen oder angularen Beanspruchungen
- in allen Industriezweigen wie z.B. Thermische Kraftwerke (KW), Gasturbinenanlagen, chemische Industrie, Rauchgas-Entschwefelungsanlagen (REA), Schornstein- und Kaminbau, Schiffbau, stationäre Dieselaggregate, Müllverbrennungsanlagen (MVA), Rauchgasreinigungsanlagen (RRA), Entstaubungsanlagen, Hüttenindustrie.

Für die Herstellung der Weichstoff-Kompensatoren und der übrigen Bauelemente verwenden wir nur Materialien deren Qualität von uns überprüft wurde. Die Anforderungsprofile für die Werkstoffeigenschaften wurden aufgrund jahrzehntelanger Erfahrungen erstellt und bilden die Kriterien für Einkauf und Wareneingangskontrolle.

RAL GÜTEZEICHEN

Weichstoff-Kompensator

Kempchen unterscheidet zwischen folgenden Baugruppen, die beim Aufbau der Weichstoff-Kompensatoren bzw. den erforderlichen Stahlkonstruktionen Verwendung finden:

Weichstoff-Kompensator

Isolierlagen, Isolierpakete
Dichtfolien, Dichtlagen
Traglagen
Schutzlagen, Randverstärkung

Kompensator-Schutzeinrichtungen

Inneres Leitblech
Vorisolierung
Äußeres Schutzgitter oder dergl.
Ablassstutzen
Schieberahmen

Kompensatorbefestigung

Verschraubte Gegenflansche
Klemmflansche, Spannbänder

GEWEBEKOMPENSATOREN

2.0 Werkstoffe

2.1 Der Kempchen-Weichstoff-Kompensator und sein Aufbau

Weichstoff-Kompensatoren sind in der Regel aus mehreren Lagen aufgebaut. In den meisten Fällen sind diese Lagen im freien Bereich nicht miteinander verklebt oder vernäht. Im Einspannbereich jedoch sind die einzelnen Lagen der Weichstoff-Kompensatoren – schon aus Transportgründen – immer miteinander verbunden.

Wie im Abschnitt 6.0 „Über die Dichtheit von Weichstoff-Kompensatoren und ihre Prüfung“ näher erläutert wird, sind vielllagige Aufbauten, wie sie zur Beherrschung hoher Temperaturen erforderlich werden, in ihrem Dichtheitsverhalten nicht so günstig zu beurteilen wie Weichstoff-Kompensatoren aus nur einer oder zwei Lagen.

Wenn es besonders auf Dichtheit ankommt, so kann dies durch den Einsatz spezieller wärmeabbauender Konstruktionen von ein-oder zweilagigen Kempchen-Weichstoff-Kompensatoren ermöglicht werden.

2.1.1 Isolierlagen, Isolierpakete

Isolierlagen werden erforderlich, wenn die Medientemperatur höher als die zulässige Dauertemperatur der Dichtlagen ist. Die verschiedenen Isolierlagen unterscheiden sich erheblich in ihrer mechanischen Festigkeit, der Temperaturbeständigkeit und der chemischen Beständigkeit. Sie werden entsprechend den Einsatzbedingungen ausgewählt.

Als Isolierpakete werden Filze eingesetzt. Diese sind häufig wegen der fehlenden Festigkeit in festere hitzebeständige Gewebe eingeschlagen oder mit Edelstahldrahtgewebe eingefasst. Bei größeren Bewegungen werden mindestens zwei solcher Isolierpakete verschiebbar vor den Dichtlagen angeordnet.

2.1.2 Dichtfolien, Dichtlagen

Als Dichtlagen finden je nach Temperaturbereich verschiedene Synthesekautschuktypen und Kunststoffe allein oder als Gewebebeschichtung sowie auch Metallfolien Verwendung.

Da die Weichstoff-Kompensatoren immer Teile dichter Rohrleitungs- oder Kanalsysteme sind, kommt den Dichtlagen eine große Bedeutung zu. Insbesondere sind drei Aspekte zu beachten:

2.1.2.1

Die vorhandene Druckdifferenz greift an den Dichtlagen an und ruft eine entsprechende Belastung hervor. Deshalb liegen die Traglagen in Richtung des abnehmenden Druckes hinter den Dichtlagen um diese zu stützen, also bei innerem Überdruck außen und bei Unterdruck innen vor den Dichtlagen.

2.1.2.2

Da sich bei eventueller Kondensatbildung das Kondensat vor den Dichtlagen ansammelt, ist die Beständigkeit der Isolierung und der eventuell isolierenden Gewebelagen zu berücksichtigen.

2.1.2.3

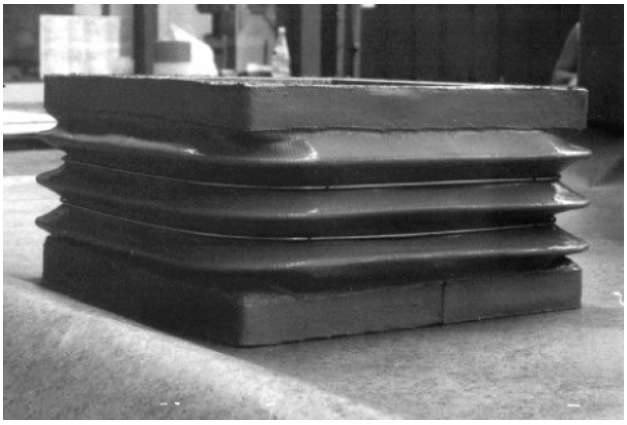
Es ist zu beachten, dass Kautschuk- oder Kunststoff-Folien sowie beschichtete Gewebe nicht absolut gasdicht sind. Allein Metallfolien wirken als Gassperre. Nachteilig bei Metallfolien ist ihre relativ große Empfindlichkeit z.B. gegen Rauchgaskondensate und ihre unzureichende Dehnung.

2.1.1.1 Temperatur- und Medienbeständigkeit

Einsatzbedingungen	Dauer-temperatur-beständigkeit		kurzzeitige Spitzen-temperatur		Säure-beständig	Laugen-beständig	Lösungs-mittel-beständig
Gewebe und Matten	**°C**	°F	**°C**	°F			
Aramid	**180**	356	**250**	482	**0**	**0**	**+**
Glasgewebe	**400**	752	**450**	842	**+**	**0**	**+**
Glasnadelmatte	**500**	932	**650**	1202	**+**	**0**	**+**
Steinwollmatte	**700**	1292	**750**	1382	**0**	**0**	**+**
Silikat-Filzmatte	**1200**	2192	**1350**	2462	**+**	**0**	**+**
Silikatgewebe	**1200**	2192	**1350**	2462	**+**	**0**	**+**

+ = ja | 0 = bedingt | - = nein

GEWEBEKOMPENSATOREN



Rechteck-Faltenkompensator

2.1.2.4 Temperatur- und Medienbeständigkeit

Die Tabelle zeigt die Beständigkeit der Weichstoff-Kompensator-Folien bzw. -Beschichtungen auf unterschiedlichen Trägergeweben gegen Dauer- und kurzzeitige Spitzentemperaturen. Beständigkeit gegen Säuren, Laugen und Lösungsmittel können im Rahmen dieses Kataloges nur in ihrer Tendenz aufgezeigt werden.

Bei höheren thermischen Belastungen als die in der Tab. 2.1.2.4 angegebene Dauertemperaturbeständigkeit werden sowohl konstruktive als auch zusätzliche Isolations-Maßnahmen erforderlich (siehe 2.2).

2.1.2.5

Die Dichtlagen sind im Kompensatoreinspannbereich mittels Schrauben weitgehend dicht mit den Klemmflanschen zu verbinden. Um dies zu erreichen, empfehlen wir eine erforderliche Flächenpressung zwischen Gewebe- und Stahlflansch von 5 N/mm².

Bei Flanschtemperaturen bis zur Dauertemperaturbeständigkeit der Dichtlagen kann dies problemlos ausgeführt werden.

Ist jedoch die Flanschtemperatur höher als die Dauertemperaturbeständigkeit im Bereich der Dichtlagen, dann erschweren die vorzusehenden Isolierlagen den dichten Abschluss aufgrund ihrer Porosität.

Drei Lösungswege bieten sich an:

a) Die Isolierlagen werden im Flanschbereich mit geeigneten Imprägniermitteln so imprägniert, dass sie eine innere Dichtheit erhalten. Die dadurch etwas verminderte Isolierwirkung wird durch entsprechende Dicke kompensiert. Bei höheren Temperaturen wird sich sowohl im Montagezustand als auch nach langer Betriebszeit eine gewisse, aber vertretbare Leckage nicht vermeiden lassen.

2.1.2.4 Temperatur- und Medienbeständigkeit

		bei REA, RRA, MVA	Dauer-temperatur-beständigkeit		kurzzeitige Spitzen-temperatur		Säure-beständig	Laugen-beständig	Lösungs-mittel-beständig
Folien			**°C**	°F	**°C**	°F			
PTFE			**260**	500	**280**	536	+	+	+
Aluminium			**500**	932	**550**	1022	-	-	+
Edelstahl			**600**	1112	**850**	1562	+	+	+
Beschichtung Trägergewebe									
PVC	Polyester		**60**	140	**65**	149	+	+	-
EPDM	Glasgewebe	*	**100**	212	**120**	248	+	+	0
Silikon	Glasgewebe		**220**	428	**230**	446	-	-	0
FKM	Glasgewebe	*	**205**	401	**250**	482	+	+	0
PTFE[1)]	Glasgewebe	*	**260**	500	**290**	554	+	+	+
Einlagiger Verbundwerkstoff									
EPDM	mit 1.45393[3)]	*	**100**	212	**130**	266	+	+	-
FKM	mit 1.45393[3)]	*	**180**	401	**>250**[2)]	>572[2)]	+	+	0

[1)] aufgesintert

[2)] kurzzeitige Spitzentemperatur; wegen Isolierung Rücksprache erforderlich

[3)] wahlweise auch mit Glasgewebe möglich

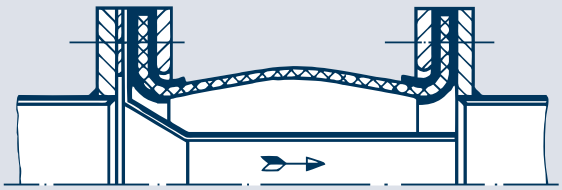
® Eingetr. WZ Fa. DuPont

+ = ja | 0 = bedingt | - = nein

b) Eine andere Möglichkeit ist die, dass man die äußere Schutzlage nach innen einschlägt und am Flansch eindichtet; oder dass eine zusätzliche z. B. mit Silikonkautschuk beschichtete Gewebekappe um den Kompensatorflansch ganz herumgezogen wird entsprechend Bild 2.1.2.5.1. Durch diese Maßnahme erhält man im Montagezustand eine recht dichte Ausführung. Nach längerer Betriebszeit jedoch zeigt sich in der Regel eine größere Undichtigkeit als nach Lösungsvorschlag a).

c) Ein weiterer Lösungsweg ist die Ausführung nach 3.4.6.

2.1.2.5.1



2.1.2.6 Pulsation

Pulsierende Drücke mit hohen Frequenzen z.B. Auspuffanlagen sind äußerst kritisch zu betrachten. Es ist zu beachten, dass die offenen Spalte im Kompensatorraum möglichst klein gehalten werden und eine ausreichende, festgestopfte Vorisolierung ein Flattern des Gewebetuches verhindert.

2.1.2.7 Vibration

Vibrationen sind für Glas- und Quarzgewebe (aber auch für jedes andere Gewebe) schädlich. Kompensatoren für z. B. Schüttelrinnen sollten deshalb Dichtlagen aus Kautschukfolien oder Kunststoffolien möglichst ohne Gewebe oder aber mit Polyester-, Nomex- oder Kevlargewebe, die höher belastbar sind, aufweisen.

2.1.3 Traglagen

Kennzeichnendes Merkmal der Traglagen sind ihre im Vergleich zu den Dichtlagen geringere Dehnung und ihre hohe Festigkeit. Werden mehrere Traglagen gleicher Dehnung hintereinander angeordnet, so ist bei:

2 Lagen mit k = 0,8

3 Lagen mit k = 0,7

4 Lagen mit k = 0,6

abzumindern.

Grundsätzlich muss die Einsatztemperatur unter der Dauertemperaturbeständigkeit liegen. Sind kurzzeitige Spitzentemperaturen zu erwarten, so ist über deren Dauer wegen der eintretenden verminderten Festigkeit bzw. Temperaturbeständigkeit Rücksprache mit unseren Beratungsingenieuren zu halten.

Die Traglagen liegen immer in Richtung des abfallenden Druckes hinter den Dichtlagen. Die Wahl der richtigen Traglage in bezug auf die Temperaturbeständigkeit und Festigkeit hängt damit im wesentlichen von der richtigen Vorisolierung, dem Druckabbau sowie der zulässigen Dauertemperaturbeständigkeit der Dichtfolie ab.

Traglagen unterschiedlicher Dehnung sind zu vermeiden, da dann nur die Lage mit der kleinsten Dehnung trägt.

Kempchen verwendet für die unterschiedlichen Temperatur- und Einsatzbedingungen folgende Traglagen:

	Dauer-temperatur-beständigkeit		kurzzeitige Spitzen-temperatur	
Traglagen z. B.	**°C**	°F	**°C**	°F
Polyestergewebe	**150**	302	**160**	320
Aramid-Gewebe	**180**	356	**250**	482
Glasgewebe	**400**	752	**450**	842
Edelstahldrahtgewebe	**600**	1112	**850**	1562
Silikatgewebe	**1200**	2192	**1350**	2462

2.1.4 Schutzlagen, Randverstärkung

2.1.4.1 Schutzlagen

Die Außenlage der Weichstoff-Kompensatoren dient dem Schutz gegen atmosphärische Einflüsse wie Sonne, Regen, Staub, Industrieatmosphäre, Sandsturm oder dergleichen. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, sollte sie auch mechanisch widerstandsfähig sein.

Bewährt haben sich Schutzlagen aus Geweben, die z. B. mit Neoprene/Hypalon, Viton, Silikon, PTFE beschichtet sind.

Zu beachten ist, dass hochtemperaturbelastbare Schutzlagen aus Glasgewebe mit aufgesinterter PTFE-Folie Oberflächentemperaturen bis max. 260 °C zulassen. Damit kann erreicht werden, dass die Dichtlage aus beispielsweise ebenfalls PTFE eine Temperatur über der Taupunkttemperatur erreicht und die gefürchtete Kondensatbildung verhindert bzw. vermindert werden kann.

2.1.4.2 Flanschabdichtung innen

Der richtigen Ausbildung der Flanschabdichtung kommt eine erhebliche Bedeutung im Gesamtkonzept des Weichstoff-Kompensators zu.

Die Flanschabdichtung stellt an der heißen Innenseite

a) die erforderliche Isolierung der übrigen Lagen und insbesondere der Dichtlagen sicher und ist

b) für die funktionierende Abdichtung im Flanschbereich verantwortlich.

Hieraus ergibt sich ein gewisser Interessenkonflikt; denn einerseits sollte die Flanschabdichtung porös sein, um die Wärme des Flansches zurückzuhalten, andererseits soll sie aber auch dicht sein. KLINGER Kempchen verwendet je nach Temperaturbereich und Dichtheitsforderung für die Flanschabdichtung folgende Werkstoffe:

Werkstoffe für die innere Randverstärkung	Dauertemperatur-beständigkeit	
	ca. °C	ca. °F
Gewebebänder aus Aramidfaser	**180**	350
Fluorelastomer	**200**	400
PTFE-Bänder	**260**	500
Glasgewebebänder ohne Imprägnierung	**450**	850
Glasgewebebänder mit Imprägnierung	**450**	850
Quarzgewebebänder ohne Imprägnierung	**1000**	1800
Quarzgewebebänder mit Imprägnierung	**1000**	1800

Als zusätzliche Abdichtung des Flanschbereiches wurde von uns die aufgesinterte PTFE-Flanschabdeckung (DBP) entwickelt.

2.1.4.3 Randverstärkung außen

Hier finden die gleichen Werkstoffe wie oben beschrieben Anwendung. Zu beachten ist, dass bei bauchigen Formkompensatoren die äußere Randverstärkung breit genug ist, um einen direkten Kontakt der äußeren Schutzlage mit dem oft heißen Gegenflansch und den Schrauben zu verhindern.

2.1.5 Werkstoffe für REA-Anlagen

Für REA-Anlagen empfehlen wir je nach Anwendungsfall unsere ReaFlex- und ReaTex-Kompensatoren.

2.2 Kompensator-Schutzeinrichtungen

2.2.1 Inneres Leitblech

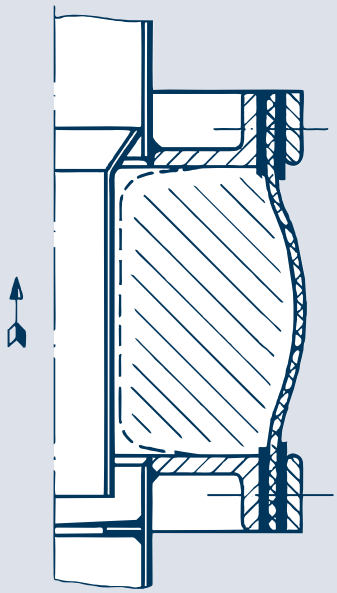
Zum Schutz der Gewebekompensatoren sollten immer Leitbleche vorgesehen werden.

Bei staubbeladenen Gasströmen verhindert das Leitblech Abrieb, so dass der Gewebekompensator vor Beschädigungen geschützt wird.

Bei reinen Gasströmen wird durch Verwendung eines Leitbleches der Druckverlust durch eine strömungstechnisch günstigere Führung vermindert. Außerdem wird die Temperatur am Kompensator durch ein Leitblech verringert. Der Raum zwischen Leitblech und Kompensator kann zur Isolierung mit wärmedämmendem Material gefüllt werden, siehe 2.2.3.

Das Leitblech sollte in waagerechten Leitungen immer in Strömungsrichtung liegen, in senkrechten oder schrägen Leitungen kann es zweckmäßig sein, das Leitblech entgegen der Strömungsrichtung anzuordnen, um ein Anfüllen des Zwischenraumes zwischen Kompensator und Leitblech mit z. B. Staub oder Kondensat zu vermeiden. In diesen Fällen sollte ein Prallblech in kurzem Abstand vor dem offenen Leitblechende angeordnet werden, siehe nachfolgendes Bild 2.2.1.3.1.

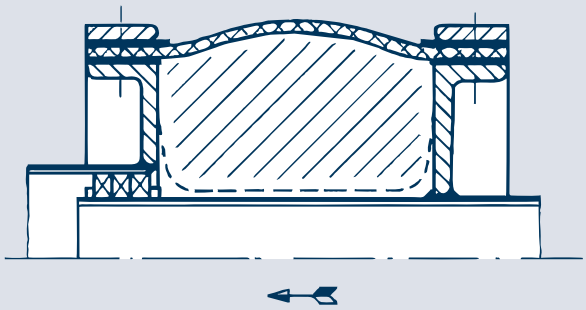
2.2.1.3.1



2.2.2 Schutzeinrichtungen und konstruktive Maßnahmen bei starkem Staubanfall

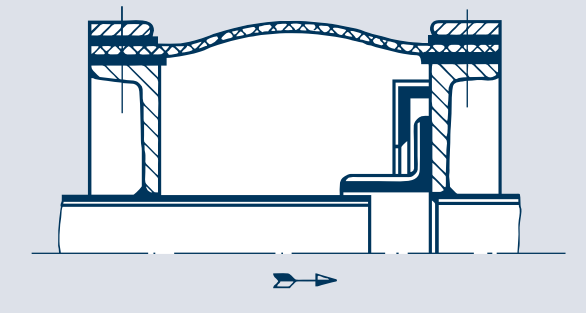
Kempchen empfiehlt in der Regel den Einsatz von Leitblechen. Trotzdem kann es in gewissen Fällen vorteilhaft sein, auf Leitbleche zu verzichten. Dies ist dann der Fall, wenn zu einem starken Staubanfall kommt, der in Verbindung mit Feuchtigkeit und/oder Temperatur zusammenzubacken kann. Bei der vom Kompensator auszuführenden Bewegung in axialer oder lateraler Richtung würde in diesem Fall der Kompensator bei Vorhandensein eines Leitbleches und dem sich dazwischen anbackenden Staub zerstört werden. Hier ist es das kleinere Übel, auf Leitbleche zu verzichten, damit sich der evtl. anbackende Staub oder sich bildender Schlamm durch die Bewegung der Kompensatoreinheit selbst abstoßen kann. Bei trockenen Stäuben, wie sie aus Zementfabriken, Hüttenanlagen oder der Kalkindustrie bekannt sind, wird bei überwiegend axialer Bewegung eine Stopfbuchse entsprechend Bild 2.2.2.2.1 mit grober Packungsschnur vorgesehen.

2.2.2.2.1



Wenn sowohl axiale als auch laterale Bewegungen aufzunehmen sind, hat sich die Ausführung mittels Schieberahmen entsprechend Bild 2.2.2.3.1 bewährt. Der Schieberahmen sitzt mit möglichst geringem Spiel so zwischen Kanalflansch und Leitblech, dass er in axialer und in lateraler Bewegungsrichtung verschiebbar ist.

2.2.2.3.1



Die Dichtung mittels Schieberahmen ist nicht staubdicht, stellt aber ein großes Hindernis für das schnelle Eindringen von Staub in den Raum zwischen Leitblech und Kompensator dar.

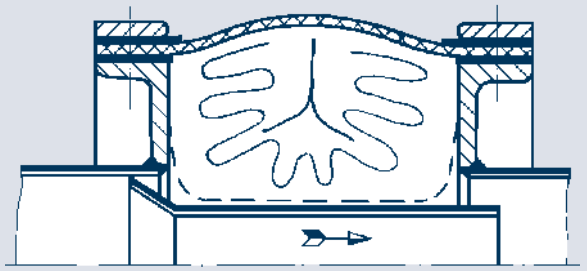
Von Zeit zu Zeit kann es erforderlich sein, einen Teil des Kompensators zu lösen und den Staub im Zwischenraum zu entfernen.

2.2.3 Vorisolierung

Wenn der Raum zwischen Kompensator und Leitblech groß genug ist und wenn hohe Temperaturen dies erforderlich machen, so kann dieser Raum zweckmäßigerweise zur Aufnahme einer Vorisolierung dienen. Bei größeren Bewegungsaufnahmen werden für die Vorisolierung Mineralfasermatten oder Quarzgewebematten in Edelstahldrahtgewebe eingeschlagen. Es können mehrere dieser Vorisolierpakete verschieblich so angeordnet sein, dass der Strahlungsaustausch und ein Teil der konvektiven Wärmeübertragung unterbunden ist.

Bei kleineren Bewegungen genügt eine U-förmig gefaltete Isoliermatte.

2.2.3.1



Insbesondere bei hohen Temperaturen kommt der geschickten Anordnung einer Vorisolierung – auch in Form der Parallelmantelausführung, siehe 3.4.6 – große Bedeutung zu. Vorteilhaft ist bei der angesprochenen Parallelmantelausführung auch, dass der eigentliche Spalt zwischen den Kanalenden nur etwas größer ist, als es die axiale Bewegung erforderlich macht. Im Betriebszustand ist dieser Spalt bis auf einen geringen Sicherheitsabstand geschlossen. Die darüber in dem sich ergebenden Absatz durch die zurückgesetzten Kompensatoranschlussflansche angeordnete Vorisolierung wird gut geführt und kann relativ große Bewegungen aufnehmen. Bei Gasströmen mit großer Staubbeladung wird weniger eine Vorisolierung aus wärmetechnischen Gründen benötigt, als dass mit dem Ausstopfen des Raumes zwischen Kompensator und Leitblech ein Eindringen von Staub unterbunden – oder zumindest vermindert werden soll. Bei sehr starkem Staubanfall kann ein regelrechter innerer Vorkompensator erforderlich werden.

2.2.4 Äußeres Schutzgitter, äußere Isolierung

Es kommt hin und wieder vor, dass der Wunsch besteht, die Weichstoff-Kompensatoren durch Schutzgitter oder Schutzbleche gegen mechanische Beschädigung durch herabfallende Teile – besonders während der Montage – oder vor Regen, Schnee- oder Sandsturm oder anderen Einwirkungen zu schützen. Bei der Anordnung derartiger – oft auch erst nachträglich angebrachter – Einrichtungen ist außer der beabsichtigten Schutzwirkung auch die mögliche Isolationswirkung zu beachten. Bei der Verwendung von Schutzschilden aus z.B. Aluminium ist der veränderte Strahlungsaustausch zwischen der Kompensatoroberfläche und der Umgebung zu berücksichtigen. Selbst wenn durch Abstandhalter für ausreichende Konvektion gesorgt würde, kann es dabei zu einer unzulässigen Aufheizung der Kompensatoroberfläche kommen.

Gleiches gilt für Schutzgitter oder Regenhauben, insbesondere wenn diese zu dicht angebracht sind, so dass die erforderliche konvektive Kühlung der Kompensatoroberfläche behindert ist.

Weichstoff-Kompensatoren dürfen außen nur einisoliert werden, wenn die Medientemperatur in etwa der höchstzulässigen Temperatur der Dichtlagen entspricht. Das bedeutet bei Kompensatoren, die mit Dichtlagen aus Silikon-Kautschuk oder aus silikonbeschichtetem Gewebe arbeiten, eine Temperaturgrenze von 150 °C bzw. 200 °C (siehe 2.1.2.4) und für Kompensatoren, die mit Dichtlagen aus PTFE oder beispielsweise Glasgewebe mit aufgesinterter PTFE-Folie arbeiten, eine Obergrenze von 260 °C (siehe 2.1.2.4).

Liegen die Medientemperaturen über diesen Grenzen, so darf der Weichstoff-Kompensator außen nicht einisoliert werden und auch z. B keinen Farbanstrich erhalten.

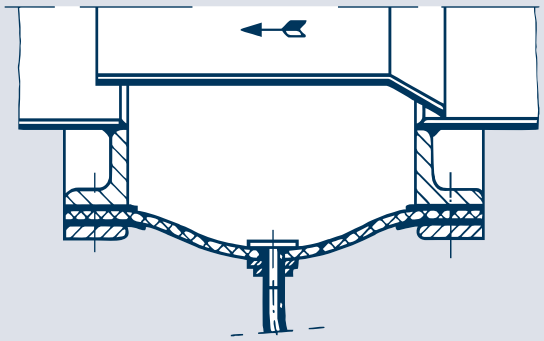
2.2.5 Schutzeinrichtungen und konstruktive Maßnahmen bei starkem Kondensatanfall insbesondere bei REA-Anlagen

Bei Rauchgasentschwefelungsanlagen – aber auch bei anderen Anlagen der verschiedensten Industriezweige – können so große Kondensatmengen auftreten, dass besondere Maßnahmen ergriffen werden müssen. Bei waagerechten Kanalführungen kann sich im Kompensator-Innenbereich der unteren Kanalseite die Flüssigkeit ansammeln und im Flanschbereich austreten. Zur Vermeidung dieser nachteiligen Erscheinung hat Kempchen

spezielle PTFE-Ablassstutzen entsprechend Bild 2.2.5.1.1 entwickelt. Ebenen spannungsfrei angeschlossenen Kunststoffrohrleitung kann die Flüssigkeit dann problemlos abgeführt werden.

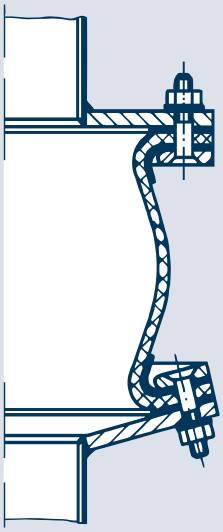
Bei Unterdruck sind geeignete konstruktive Maßnahmen mit uns abzusprechen.

2.2.5.1.1



Bei senkrechten Kanälen empfiehlt KLINGER Kempchen zur Vermeidung von Flüssigkeitsansammlungen die untere Kanalaussteifung, die in der Regel gleichzeitig als Kompensatorflansch dient, entsprechend Bild 2.2.5.2.1 schräg auszuführen. Auf diese Weise wird die Flüssigkeit vom Einspannbereich weggeführt.

2.2.5.2.1

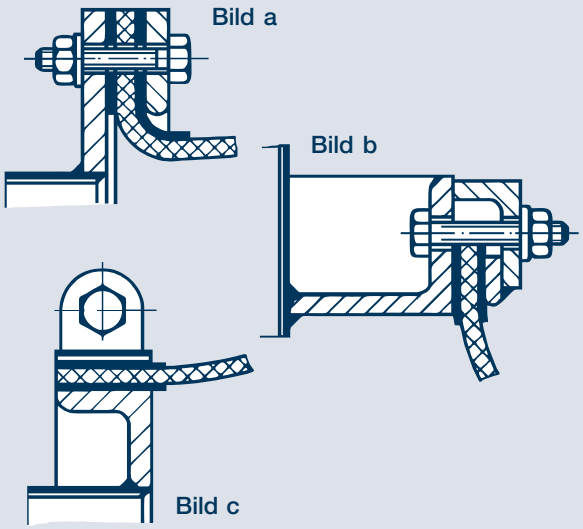


2.3 Kompensatorenbefestigung

Die Befestigung der Kompensatoren kann mittels:

1) Durchgangsschrauben und verschraubter Gegenflansche, Bild a

2) ohne Durchgangsschrauben mittels Klemmleisten, Bild b
3) mit Spannbändern, Bild c erfolgen.

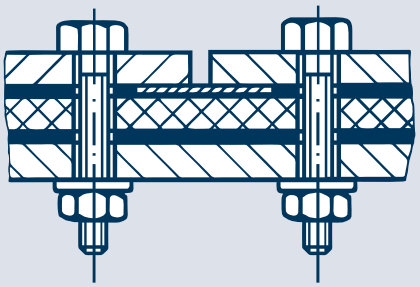


2.3.1 Verschraubte Gegenflansche

Verschraubte Flansche werden in der Regel mit Durchgangsschrauben ausgeführt. Kanalflansch und Kompensatorflansch sind dazu mit Durchgangslöchern versehen. Bei größeren Drücken und Baulängen, welche wiederum bei größeren Bewegungsaufnahmen erforderlich sein können, sind verschraubte Flansche von Vorteil. Nachteilig ist bei verschraubten Flanschen die erschwerte Abdichtungsmöglichkeit im Flanschbereich. Näheres hierzu wird im Kapitel 6.0 mitgeteilt.

Nach Bild 2.3.1.2.1 wird bei Gegenflanschrahmen oft eine geteilte Ausführung gewählt. Die Spalte werden durch unterlegte dünne Bleche (0,5 mm dick) überbrückt. Besonders bei kleineren Abmessungen sind aber auch einteilige Rahmen gebräuchlich.

2.3.1.2.1



GEWEBEKOMPENSATOREN

Zu beachten ist, dass sich durch die Kompressibilität der Weichstoff-Kompensatoren-Flansche von ca. 25% die Radien beim Anziehen der Schrauben verkleinern. Bei einer angenommenen Dicke des Weichstoff-Kompensatoren-Flansches von 16 mm und einer Kompressibilität von 25% verändert sich der Umfang eines Viertelkreises entsprechend der Änderung des Radius um

$$\Delta U = \Delta r \cdot \frac{\pi}{2} = 6,28mm$$

Im Bereich der Eckradien sind deshalb bei Bandkompensatoren durch die anfallende Wegänderung Langlöcher in den Stahl-Klemmflanschen erforderlich. Dies ist vom Konstrukteur bei der Konstruktion der Flansche zu berücksichtigen. Es ist deshalb erforderlich, vor der Flanschkonstruktion den Aufbau des Weichstoff-Kompensators und damit die Kompressibilität der Weichstoff-Kompensatoren-Flansche festzulegen. Bei einem runden Leitungsquerschnitt ist in der Regel das Spiel der Schraube im Schraubenloch ausreichend, wenn der gesamte Flansch in genügend viele Teilstücke geteilt wird.

Die Dicke der verschraubten Gegenflansche wird nach folgender Tabelle ermittelt. Dabei wird von einer erforderlichen Flächenpressung von 5 N/mm² ausgegangen. Zweites Kriterium ist die zulässige Durchbiegung des als durchlaufender Träger mit Streckenlast angenommenen Gegenflansches. Für Flansche oder auch Gegenflansche mit z.B. Winkelprofil statt des zugrunde gelegten Rechteckprofils können entsprechend dem höheren Flächenträgheitsmoment dünnere Flanschdicken gewählt werden.

Angaben zu erforderlichen Drehmomenten und Bestimmung der Dicke verschraubter Gegenflansche für:

1) Kompensator und Randverstärkung aus Elastomeren (FKM, EPDM)
2) Gewebe-Kompensator mit Randverstärkung aus FKM, EPDM
3) Gewebe-Kompensator mit Randverstärkung aus Gewebe

Manchmal konstruktiv vorgegeben, oft auch frei wählbar, Klammermaße bitte vermeiden! Schraube Güte 5,6	Ausführung	Dieses Drehmoment ist erforderlich, um nebenstehende Schraubenkraft zu erzeugen. Drehmoment [Nm]* von	bis	Die gewählte Schraube erzeugt die erforderliche Dichtpressung im Bereich von l [mm] - b [mm] Schraubenkraft [kN]**	Aus zwei Gründen darf der Schraubenabstand l nicht zu groß werden: 1.) Damit die Flächenpressung 5 N/mm² bei Geweben und von 2 N/mm² bei Gummi erreicht wird. Schraubenabst. l [mm]	2.) Damit die Durchbiegung und damit die Abweichung von der Flächenpressung nicht zu groß wird. Schraubenabst. l [mm]	Typische Abmessungen, die sich in der Praxis bewährt haben, können als Anhalt dienen: Flanschbreite b [mm]	Schraubenabstand l [mm]	Flanschdicke h [mm]
M 10	1	7	9	4,8	$l \le \frac{2370}{b}$	$l \le 3,7 \cdot h \cdot \sqrt[3]{b}$	30	80	8
	2	11	13	7,2					
	3	18	21	12,0					
M 12	1	12	14	7,2	$l \le \frac{3460}{b}$	$l \le 3,3 \cdot h \cdot \sqrt[3]{b}$	40	90	10
	2	18	21	10,8					
	3	30	35	17,6					
(M 14)	1	19	22	9,6	$l \le \frac{4760}{b}$	$l \le 3,0 \cdot h \cdot \sqrt[3]{b}$	40	120	12
	2	29	34	14,4					
	3	48	56	24,0					
M 16	1	29	34	13,0	$l \le \frac{6540}{b}$	$l \le 2,7 \cdot h \cdot \sqrt[3]{b}$	50	130	15
	2	44	51	19,5					
	3	73	85	32,5					
(M 18)	1	40	48	16,0	$l \le \frac{7940}{b}$	$l \le 2,5 \cdot h \cdot \sqrt[3]{b}$	50	160	18
	2	60	72	24,0					
	3	100	120	40,0					
M 20	1	56	66	21,0	$l \le \frac{10220}{b}$	$l \le 2,3 \cdot h \cdot \sqrt[3]{b}$	60	175	20
	2	84	99	31,5					
	3	140	165	51,5					
(M 22)	1	74	88	25,2	$l \le \frac{12760}{b}$	$l \le 2,2 \cdot h \cdot \sqrt[3]{b}$	60	210	25
	2	111	132	37,8					
	3	185	220	63,0					
M 24	1	96	114	28,8	$l \le \frac{14720}{b}$	$l \le 2,1 \cdot h \cdot \sqrt[3]{b}$	60	240	30
	2	144	172	43,2					
	3	240	285	72,0					

* Das kleinere Drehmoment ist bei Schrauben mit guter Schmierung, das größere bei Schrauben mit schlechter Schmierung anzuwenden. Die angegebenen Drehmomente dürfen maximal um 50% überschritten werden.

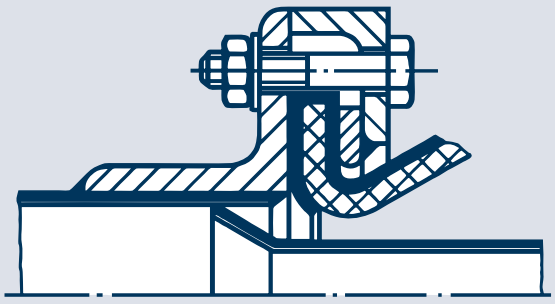
** Die angegebenen Schraubenkräfte beziehen sich auf die nebenstehenden Flanschbreiten und Schraubenabstände sowie der zum Werkstoff erforderlichen Flächenpressung.

GEWEBEKOMPENSATOREN

2.3.2 Klemmflansche

Für besondere Anwendungsfälle – z.B. bei giftigen oder brennbaren Gasen – werden statt der verschraubten Flansche mit Durchgangslöchern solche mit Klemmleisten empfohlen, da sie eine größere Dichtheit gewährleisten. Siehe dazu auch Bild 2.3.2.1.1, in dem eine typische Ausführung dargestellt ist. Diese Sonderausführung ist aber nur sinnvoll bei rechteckigen Kanalquerschnitten anwendbar. Bei runden Querschnitten müsste die Klemmleiste in viele Einzelstücke aufgeteilt sein, um eine gleichmäßig verteilte Klemmwirkung zu erzeugen.

2.3.2.1.1

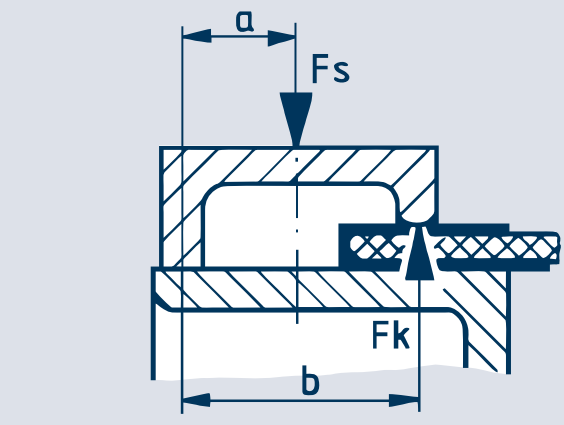


So viele Vorteile diese Anschlussart auch in bezug auf verbesserte Abdichtmöglichkeiten mit sich bringt, sowenig kann man sie doch universell anwenden, da sie wegen der Ausbildung als einarmiger Hebel mehr als doppelt so hohe Schraubenkräfte Fs erforderlich macht, um gegenüber den üblichen Durchgangsschrauben im Bereich des Weichstoffkompensatoren-Flansches eine erforderliche Flächenpressung von 5 N/mm² zu erreichen.

Wie Bild 2.3.2.2.1 zeigt, ergibt sich aus der Beziehung $a \cdot F_S = b \cdot F_K$ für die erforderliche Schraubenkraft

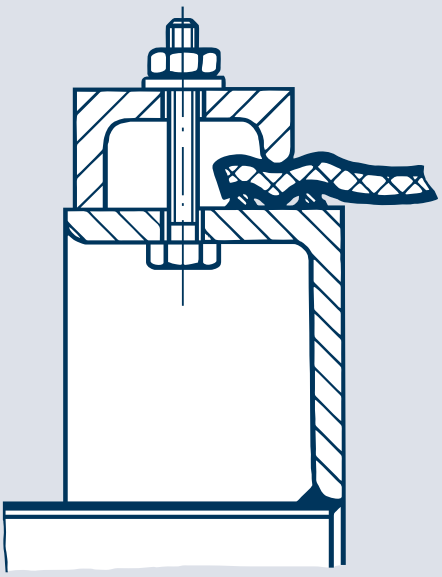
$$F_S = \frac{b}{a} \cdot F_K$$

2.3.2.2.1



Ein weiterer Nachteil ist die nur geringe Haltekraft, auch wenn man z. B. Runddraht auf die Flanschflächen gemäß Bild 2.3.2.3.1 aufschweißt oder eine andere ähnliche Maßnahme mit erhöhter Klemmwirkung ergreift.

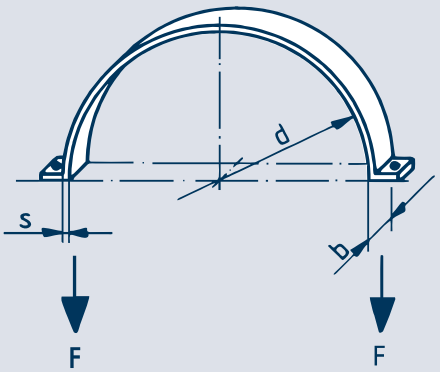
2.3.2.3.1



2.3.3 Die Spannbänder

Runde Kompensatoren mit Schlauchanschluss Typ 120 bzw. Winkelanschluss Typ 110 lassen sich in gewissen Grenzen vorteilhaft mittels Spannbändern befestigen. Die Einsatzgrenzen ergeben sich einmal durch die Forderung, dass Spannbänder, um ihrer Aufgabe gerecht werden zu können, dünn sein müssen; denn sie sollen überwiegend Zugspannungen übertragen und nicht Schubspannungen, zum anderen ist aber die Spannkraft durch die Festigkeit des Bandmaterials begrenzt. Es ergibt sich bei einem Durchmesser von 800 mm eine kleinere Flächenpressung als 5 N/mm², wie sie bei verschraubten Flanschen anzustreben ist (siehe Bild 2.3.3.1.1).

2.3.3.1.1



GEWEBEKOMPENSATOREN

Für eine übliche Spannbanddicke von s = 1,5 mm und eine zulässige Bandspannung von σ_{zul} = 400 N/mm² ergibt sich demnach ein maximaler Durchmesser von nur d = 400 mm, wenn eine Flächenpressung von σ_D = 3 N/mm² erreicht werden soll. Bei größeren Durchmessern und weniger festen Spannbändern – bzw. ungenügend angezogenen Spannschrauben im Verhältnis zur Festigkeit des Spannbandes – werden also wesentlich kleinere Flächenpressungen als 5 N/mm² erzeugt und damit eine ordnungsgemäße Dichtheit nicht erreicht.

Aus Sicherheitsgründen hat sich bewährt, zwei schmale Spannbänder (siehe Bild 2.3.3.4.1) nebeneinander auf dem Winkelflansch vorzusehen, damit beim Versagen eines Spannbandes – z. B. durch Korrosion – der Kompensator wenigstens noch von einem weiteren Band gehalten wird.

Beispiel:

$$d \cdot b \cdot \sigma_D = 2F$$

$$b \cdot s \cdot \sigma_{zul} \geq F$$

$$d \leq \frac{2 \cdot b \cdot s \cdot \sigma_{zul}}{b \cdot \sigma_D} = 2 \cdot s \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_D}$$

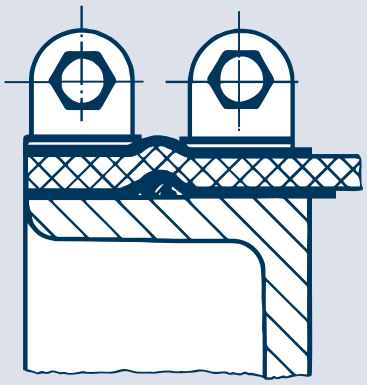
σ_{zul} = 400 N/mm²

s = 1,5 mm

d = 800 mm

$$\sigma_D \leq \frac{2 \cdot 1{,}5 \cdot 400}{800} = 1{,}5 N/mm^2$$

2.3.3.4.1



Ein weiterer Nachteil der Spannbänder ist ihr problematischer Einsatz auf Flanschen mit höheren Temperaturen. Da der Flansch des Weichstoff-Kompensators schlecht wärmeleitend ist, wird sich eine beachtliche Temperaturdifferenz zwischen Spannband und Kanalflansch im Betriebszustand ergeben. Entweder wird das Spannband überdehnt oder der Kompensatorflansch unzulässig zusammengepresst, was bei einem oder mehrmaligem Temperaturwechsel zu größerer Undichtigkeit führen muss.

Wenn man in derartigen Fällen nicht auf zweckmäßigere Anschlussarten durch verschraubte Gegenflansche ausweichen kann, sondern aus bestimmten Gründen Spannbänder einsetzen möchte, dann ist auf jeden Fall die Verwendung von Spannschrauben mit entsprechend starken Tellerfedersätzen zu empfehlen.

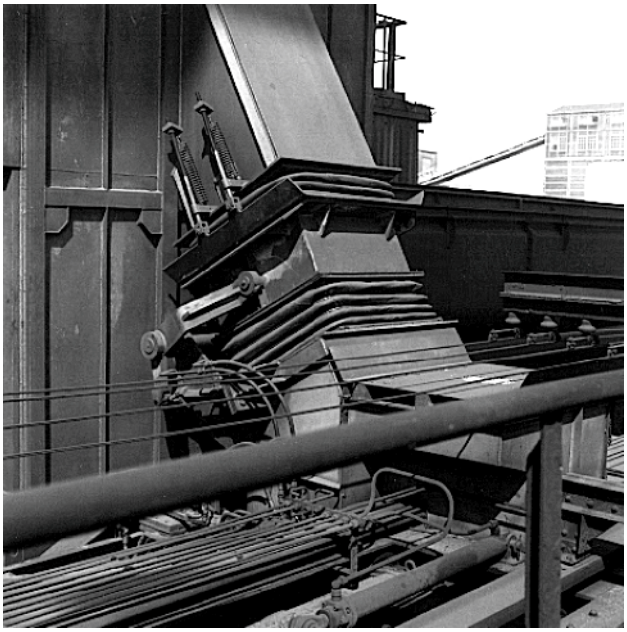
Des weiteren ist beim Einsatz von Spannbändern zu berücksichtigen, dass wegen der Umschlingungsreibung die Spannkraft des Spannschlosses nur in unmittelbarer Nähe desselben die erforderliche Flächenpressung erzeugt. Spannbänder haben aus diesem Grunde maximale Längen von 1000 bis 1500 mm. Bei größeren Durchmessern sind zwei und mehr Spannbänder hintereinander anzuordnen. Die Spannschlösser sind dabei, je nach Anzahl der Bänder, entsprechend zu versetzen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Spannbänder nur für relativ kalte Leitungen (Medientemperatur t < 200 °C) mit relativ kleinen Durchmessern (d ≤ 1000 mm) bei relativ niedrigen Drücken (Mediendruck p ≤ 0,1 bar) einzusetzen sind.

GEWEBEKOMPENSATOREN

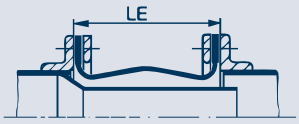
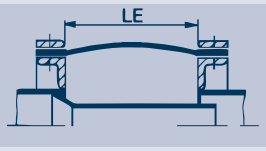
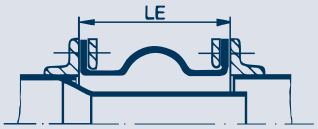
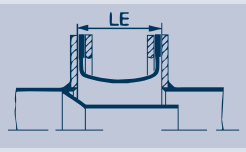
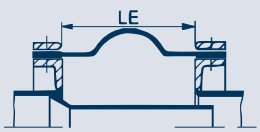
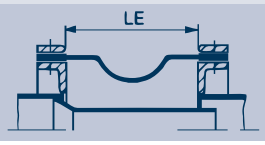
3.0 Bauformen

Man unterscheidet bei den Weichstoff-Kompensatoren wegen ihrer universellen Einsatzfähigkeit und ihrer mehrdimensionalen Bewegungsaufnahme nicht nach Axial-, Lateral- oder Angular-Kompensatoren – wie es bei Metall- oder Gummi-Kompensatoren üblich ist –, sondern man unterscheidet nach dem Grad der Bewegungsaufnahme und der Anschlussart im wesentlichen nach folgender Tabelle.



Kompensator am Haubenwagen einer Kokerei

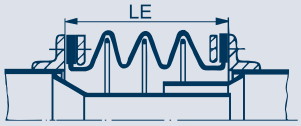
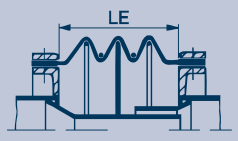
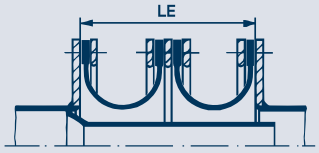
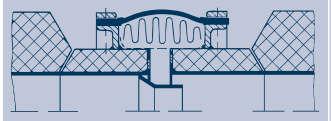
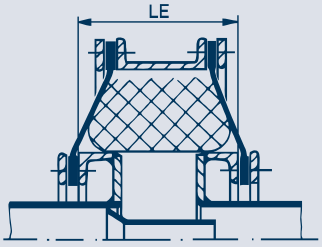
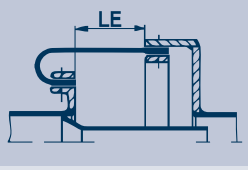
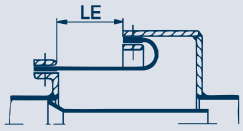
3.1 Übersichtstabelle

	Typ	Bezeichnung	Bewegungs-aufnahme 1)	Erläuterungen Empfohlene LE-Maße
	**110**	U-Kompensator	ΔI axial (0,1 bis 0,3) LE ΔI lateral (0,05 bis 0,2) LE	U- und Band-Kompensatoren sind die preiswerten Standard-Typen für die meisten Anwendungsfälle in runden und rechteckigen Kanälen. Typ 110: LE = 150 bis 400 mm Typ 120: LE = 100 bis 400 mm
	**120**	Band-Kompensator		
	**211**	U-Form-Kompensator für Überdruck	ΔI axial (0,2 bis 0,5) LE ΔI lateral (0,1 bis 0,2) LE	Besonders für Kanäle mit rechteckigen Querschnitten geeignet, da eine spezielle Eckenausbildung gut möglich ist. Typ 211 :LE = 200 bis 400 mm Typ 212: LE = 150 bis 400 mm
	**212**	U-Form-Kompensator für Unterdruck	ΔI axial (0,2 bis 0,5) LE ΔI lateral (0,15 bis 0,2) LE	
	**221**	Band-Form-Kompensator für Überdruck	ΔI axial (0,2 bis 0,5) LE ΔI lateral (0,1 bis 0,2) LE	Bei rechteckigen Kompensatoren sollten die Ecken mit der Steghöhe des Winkelprofils gerundet sein. LE = 150 bis 400 mm
	**222**	Band-Form-Kompensator für Unterdruck		

1) Die angegebenen Bewegungsfaktoren sind temperaturabhängig, weitergehende Informationen erhalten Sie durch unsere technische Beratung.

GEWEBEKOMPENSATOREN

3.1 Übersichtstabelle

	Typ	Bezeichnung	Bewegungs-aufnahme 1)	Erläuterungen Empfohlene LE-Maße
	310	Faltenkompensator mit Flanschan-schuss	ΔI axial (0,4 bis 0,7) LE ΔI lateral (0,1 bis 0,2) LE	Faltenkompensatoren werden insbesondere für runde Kanalquerschnitte kleinerer Dimension (bis ca. Ø 2000 mm) ausgeführt. Bei größeren Durchmessern sind nur niedrige Drücke zulässig. LE = 200 bis 800 mm
	320	Faltenkompensator mit Schlauchan-schluss		
	412	Mehrfach-Form-kompensator mit Zwischenflanschen und Scherenfüh-rung. Auch in ein-welliger Ausführung möglich.	ΔI axial (0,4 bis 0,7) LE ΔI lateral (0,1 bis 0,3) LE	Mehrfachform-Kompensatoren können bei großen, rechteckigen oder runden Kanalquerschnitten, insbesondere bei großen axialen Bewegungen, erforderlich werden. Die einzelnen Zwischenflansche können mittels Scherenführung oder spezieller Aufhängung geführt werden. LE = 200 bis 450 mm je Welle
	120 GT	Parallelmantelaus-führung	ΔI axial (0,1 bis 0,3) LE ΔI lateral (0,05 bis 0,2) LE	Parallelmantelausführungen werden für schnell ansteigende, hohe Temperaturen entwickelt, wie sie unter anderem bei Gasturbinen üblich sind, siehe auch 3.4.6.
	510	Membran-Kompensator	ΔI axial (0,4 bis 0,7) LE ΔI lateral (0,1 bis 0,2) LE	Membran-Kompensatoren eignen sich für besonders große Querschnitte, große axiale Bewegungen und hohe Tempera-turen. Kompensatoren dieser Bauart bedürfen einer Abstützung bzw. Aufhängung. LE-Maß nach Absprache
	621	Rollkompensator für Überdruck	ΔI axial (0,6 bis 0,8) LE ΔI lateral (0,1 bis 0,2) LE	Rollkompensatoren haben sich besonders bewährt zum Dehnungsausgleich bei stählernen Schornsteinen, da sie sehr große axiale und radiale Bewegungen aufnehmen können. LE-Maß nach Absprache
	622	Rollkompensator für Unterdruck		

1) Die angegebenen Bewegungsfaktoren sind temperaturabhängig, weitergehende Informationen erhalten Sie durch unsere technische Beratung.

GEWEBEKOMPENSATOREN

3.2 Erläuterungen zur Übersichtstabelle

3.2.1

Für kleine aufzunehmende Längenänderungen kommen die Typen 110 und 120 in Frage, die ohne Welle und somit ohne besondere Eckenausbildung ausgeführt werden. Sie sind deshalb preisgünstig herzustellen und genügen in einer großen Anzahl von Anwendungsfällen den an sie gestellten Forderungen.

3.2.2

Die Typen 211 und 212 sowie 221 und 222 haben eine angearbeitete Welle, wodurch ihre Bewegungsaufnahme in axialer und lateraler Richtung verdoppelt wird. Die Ecke kann als Gehrungsecke mit einer Naht in den Traglagen oder als Segmentecke mit zwei Nähten ausgeführt werden, siehe Bild 3.2.2.1.

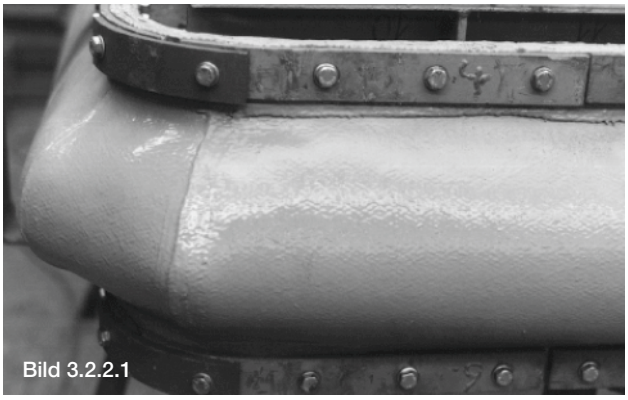


Bild 3.2.2.1

3.2.3

Noch größere - insbesondere axiale - Bewegungen nimmt der Faltenkompensator Typ 310 und 320 oder der Mehrfach-Formkompensator mit Zwischenflanschen Typ 412 auf. Faltenkompensatoren werden insbesondere für runde Kanalquerschnitte und kleinere Dimensionen bis ca. 2000 mm Durchmesser ausgeführt. Bei größeren Durchmessern sind nur niedrige Drücke zulässig.

Statt der bei runden Faltenkompensatoren üblichen Stützdrähte sind bei eckiger Ausführung Stützrahmen aus Flacheisen erforderlich.

3.2.4

Wenn die Möglichkeit besteht, die für die Typen 412 oder 510 erforderlichen Zwischenflansche aufzuhängen und/oder zu führen, ergeben sich insbesondere mit dem Mehrfach-Formkompensator Typ 412 interessante Anwendungsmöglichkeiten. KLINGER Kempchen hat hierfür Scherenführungen für vertikale und horizontale Leitungen entwickelt, siehe Bilder 4.3.1.1 und 4.3.1.2.

3.2.5

Rollkompensatoren können für Überdruck Typ 621 oder Unterdruck Typ 622 ausgeführt werden. Sie haben sich insbesondere bei der Kompensation von stählernen Schornsteinauskleidungen bewährt. Rollkompensatoren werden bevorzugt bei großen Durchmessern angewendet. Sie nehmen große axiale und radiale Bewegungen, wie sie in Sammelschornsteinen bei Temperaturströhnenbildung vorkommen können, auf. Die Anschlussart ist der Schlauch- bzw. Winkelflanschschluss.

3.2.6

Das LE-Maß muss bei der Montage mit folgender Toleranz eingehalten werden: + 0; -10 mm.

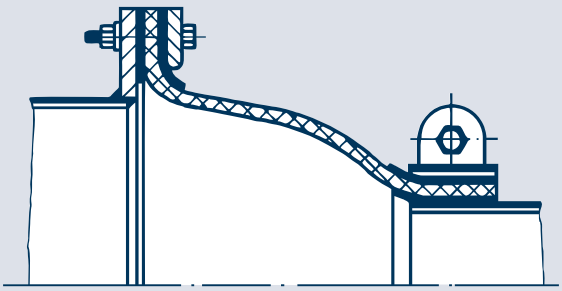
Der seitliche Versatz der Anschlussenden muss bei der Montage mit 10 mm eingehalten werden.

3.3 Sonderformen

Wegen der sehr unterschiedlichen Aufgaben, die an Weichstoff-Kompensatoren gestellt werden, hat KLINGER Kempchen außer den in der Übersichtstabelle 3.1 dargestellten Standardbauformen Sonderformen entwickelt, wie z. B.:

3.3.1 Kompensatoren mit unterschiedlichen Anschlussarten auf beiden Seiten, Bild 3.3.1.1

3.3.1.1



3.3.2 Konische bzw. kegelstumpfförmige Kompensatoren

3.3.3 Kompensatoren für Mauerdurchführungen

GEWEBEKOMPENSATOREN

3.3.4 Spezialkompensatoren für Drehluvo

3.3.5 Spezialkompensatoren für Dieselmotoren, Auspuffanlagen, Bild 3.3.5.1

Bild 3.3.5.1

3.3.6

Die speziellen Bauformen unserer vulkanisierten Gummi-Gewebe-Kompensatoren für Rauchgasreinigungsanlagen entnehmen Sie bitte unserem Spezial-Prospekt über REA-Kompensatoren. Eine ausführliche Darstellung unserer Problemlösungen für die Abdichtung von Futterstößen in Kaminen entnehmen Sie bitte dem Abschnitt Futterstöße.

3.4 Was bei der Auswahl und der Auslegung von Weichstoff-Kompensatoren beachtet werden sollte.

3.4.1

Es sind möglichst Kompensatoren nach der Übersichtstabelle auszuwählen, weil sich durch die Anwendung dieser Standardbauformen Preisvorteile ergeben.

Die zulässige Bewegungsaufnahme geht aus der Übersichtstabelle 3.1 hervor. Es ist zu beachten, dass die kleinere Zahl jeweils bei höheren Temperaturen wegen des dickeren Kompensatoraufbaues gilt, während die größere Zahl die Bewegungsaufnahme bei einem dünneren Kompensatoraufbau charakterisiert.

Bei der Auslegung zur Bewegungsaufnahme wird davon ausgegangen, dass axiale Stauchung und laterale Bewegung gleichzeitig ablaufen. Sofern das nicht der Fall ist, ist dies unbedingt in der Anfrage anzugeben.

Anhaltswerte für die Ausdehnung der angeschlossenen Kanalquerschnitte durch Temperatureinwirkung.

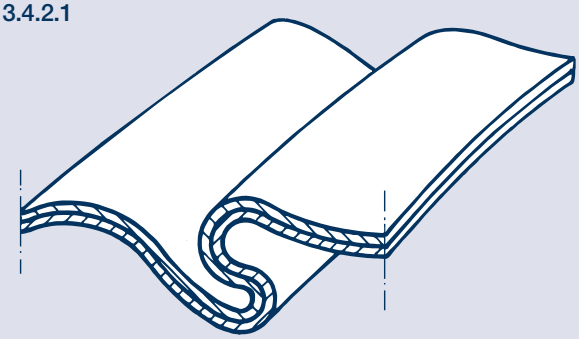
Dehnungsmaß in mm / m bei Temperatur 20 °C bis:

Temperatur °C	50	100	150	200	250	300	350	400	500	600
Ferritische Stähle	0,32	0,89	1,51	2,18	2,87	3,61	4,35	5,12	6,66	-
Austenitische Stähle	-	1,34	2,08	2,97	3,76	4,75	5,69	6,64	8,62	11,2

3.4.2

Wichtig ist, dass bei der zu erwartenden Bewegung und dem gewählten Kompensatortyp möglichst der parallellagige Aufbau des Weichstoff-Kompensators aus Isolierlagen, Dichtlagen, Drahtlagen und Schutzlagen erhalten bleibt. Die Bildung unkontrollierter Knautschzonen ist zu vermeiden. Besonders bei Einfaltungen der Außenhaut ist die Wärmeabgabe an die Umgebung gestört. Es kann zu Überhitzungen kommen, siehe Bild 3.4.2.1.

3.4.2.1



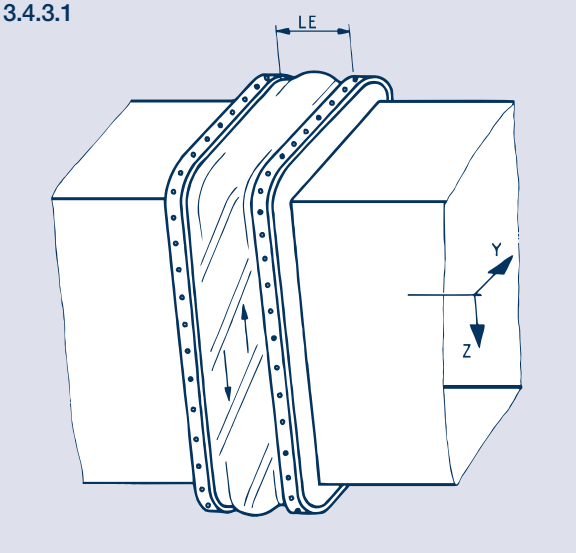
3.4.3

Die laterale Bewegungsaufnahme wird nicht nur von der Einbaulänge LE – dem Flanschabstand bestimmt, sondern auch von der Länge der Seite, in der die laterale Bewegung abläuft. Gemäß Bild 3.4.3.1 ist in Z-Richtung eine kleinere laterale Bewegung möglich als in Y-Richtung.

lange Seite ≙ kleinere laterale Bewegungsaufnahme

kurze Seite ≙ größere laterale Bewegungsaufnahme

3.4.3.1

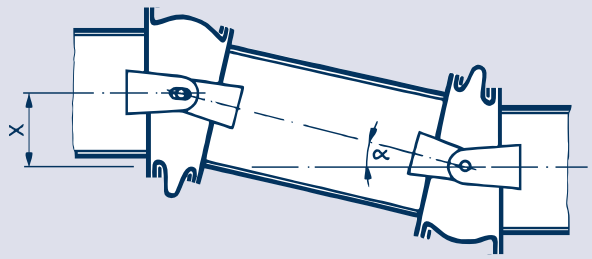


GEWEBEKOMPENSATOREN

3.4.4

Bei besonders großen lateralen Bewegungen muss man konstruktive Maßnahmen ergreifen. Ein beweglich aufgehängtes Kanalstück ist eine der Lösungsmöglichkeiten. Die Kompensatoren werden dann entsprechend Bild 3.4.4.1 beansprucht und wirken als Angularkompensatoren.

3.4.4.1



3.4.5

Wenn man Weichstoff-Kompensatoren als Angularkompensatoren einsetzen möchte, dann müssen die Kompensatoren in der Regel als Formkompensatoren mit angearbeiteter Welle ausgeführt werden. Zweckmäßigerweise sind sie etwas vorzuspannen, so dass nicht nur die Stauchbewegung, sondern auch die Dehnung ohne Überbeanspruchung aufgenommen werden kann.

3.4.6 Parallelmantel-Ausführungen zur Senkung der Kompensator-Flanschtemperaturen

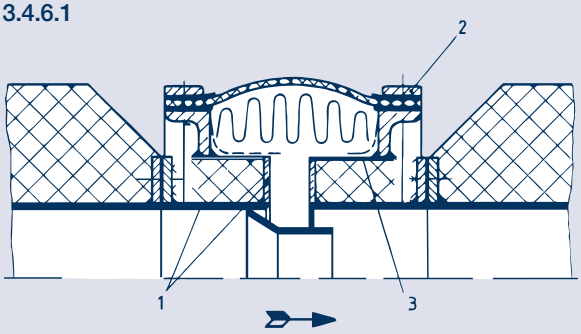
Die Flanschkonstruktion entsprechend Bild 3.4.6.1 zeigt, dass die heißen Kanalteile (1) und die kalten Kanalteile (2) durch Kanalteile (3) aus dünnem ferritischen/austenitischen Stahl von nur 1,5 bis 3 mm Dicke getrennt sind.

Ausgeführt wurden Gasturbinenanlagen mit täglichem An- und Abfahrtzyklus und Temperaturbelastungen von ca. 600 °C in 6 Minuten ansteigend und fallend.

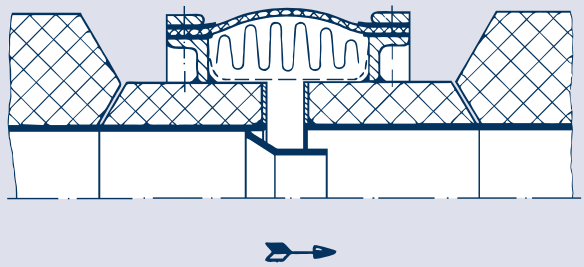
In anderen Fällen wurden Parallelmantel-Konstruktionen entsprechend Bild 3.4.6.2 ausgeführt. Die Parallelmantelausführung kann als Einschraub- oder als Einschweißelement geliefert werden.

Vorteil dieser Ausführungen ist die bedeutend niedrigere Temperatur der Anschluss- bzw. Kompensatorflansche sowie der fast geschlossene Spalt zwischen den Kanalenden im Betriebszustand.

3.4.6.1



3.4.6.2



GEWEBEKOMPENSATOREN

4.0 Die Anschlussmöglichkeiten

Die nachfolgend zu besprechenden unterschiedlichen Anschlussarten sollen die in der Praxis bewährten Möglichkeiten und ihre Grenzen aufzeigen.

Die genannten Temperaturgrenzen hängen in weitem Maß vom verwendeten Kompensatoraufbau ab und liegen z.B. bei Verwendung von Silikon- oder vitonbeschichtetem Gewebe um ca. 100 °C niedriger als bei PTFE-beschichtetem Gewebe. PTFE-beschichtetes Gewebe kann für Dauertemperaturbereiche bis 260 °C eingesetzt werden, während silikon- oder vitonbeschichtetes Gewebe nur Dauertemperaturen von 150 °C bis 180 °C ausgesetzt werden kann.

Die Befestigung der Weichstoff-Kompensatoren erfolgt gemäß den in Punkt 2.3 geschilderten Möglichkeiten.

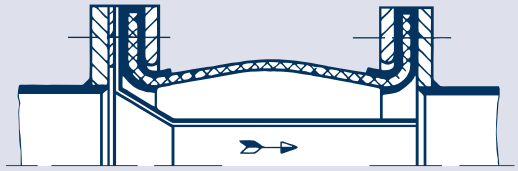
Bei der Verwendung von Schweiß-oder Vorschweißflanschen sind nur Flansche ohne Dichtleiste einzusetzen, wie z. B. Form B nach DIN 2526 oder Form D nach DIN 28032 oder DIN 28034.

4.1 Ausführung für Flanschanschluss

Häufig sind die Rohrleitungen oder Kanäle mit Winkeleisen- oder Flacheisenrahmen so ausgesteift, dass sich für den Kompensator der Flanschanschluss ergibt. Diese einfachste Anschlussart ist bis zu Medientemperaturen von 350 °C bis 400 °C möglich, siehe Bild 4.1.1. Die erreichbare Dichtheit ist optimal.

Kompensator in einer Leitung zum Hochofen

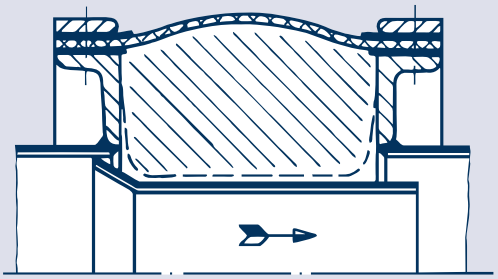
4.1.1



4.2 Ausführung für Schlauchkompensatoren-Anschluss

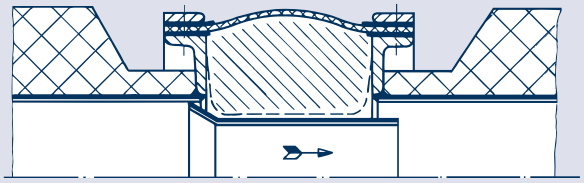
Für Medientemperaturen ab ca. 400 °C ist eine Aussteifung der Kanalenden mittels Winkel- oder U-Profil zu empfehlen, so dass Kompensatoren mit Schlauchanschluss montiert werden können (siehe Bild 4.2.1).

4.2.1

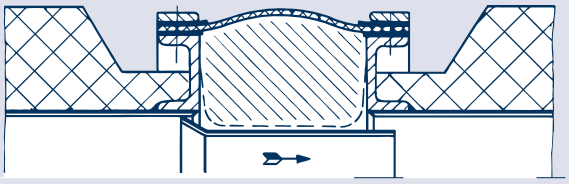


Durch die Ausführung entsprechend der Bilder 4.2.2 und 4.2.3 sowie eine im Flanschanschlussbereich etwas zurückgesetzte Isolierdicke werden um ca. 100 °C niedrigere Flanschtemperaturen erreicht.

4.2.2



4.2.3



GEWEBEKOMPENSATOREN

Spannbandbefestigungen (siehe 2.3.3) bis maximal 1000 mm Durchmesser bieten den Vorteil, ohne Schraubenlöcher auszukommen. Die erreichbare Dichtheit ist ausgezeichnet. Ab 1000 mm Durchmesser sind verschraubte Gegenflansche vorzuziehen. Die damit erreichbare Dichtheit ist zufriedenstellend.

4.3 Scheren-, Stangenführung

Bild 4.3.1.1

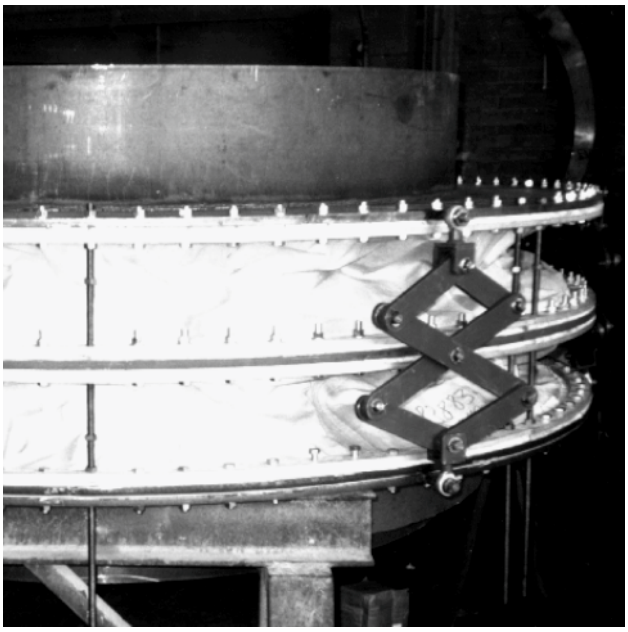
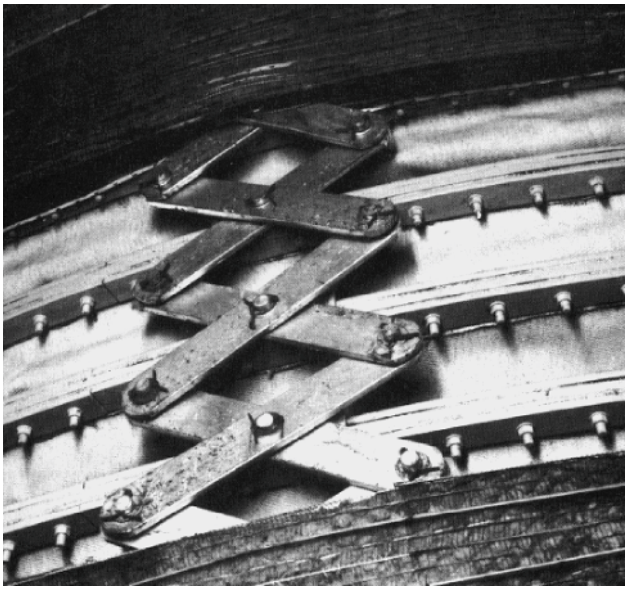


Bild 4.3.1.2

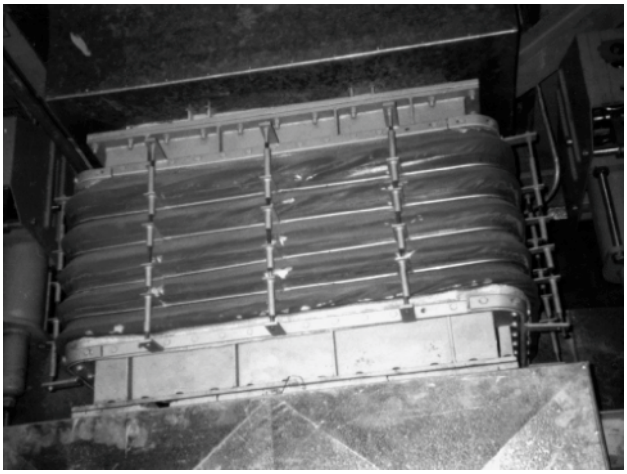


Kompensator im Kamin eines Kohlekraftwerks

Wie schon unter 3.2.4 angemerkt, kann der Mehrfach-Formkompensator mit Zwischenflansch und Scherenführung bei großen Kanalquerschnitten und großen axialen Bewegungen in vertikalen und horizontalen Leitungen eingesetzt werden.

Entsprechend der aufzunehmenden großen axialen Bewegung wird die Zahl der Kompensatoren und Zwischenflansche festgelegt. Um ein Durchhängen bzw. Durchsacken in horizontalen bzw. senkrechten Rohrleitungen zu vermeiden, hat KLINGER Kempchen hierfür eine Scherenführung (Bild 4.3.1.1 und 4.3.1.2) entwickelt. Hierbei werden die Zwischenflansche mittels Scheren geführt und damit ein über den gesamten Mehrfach-Kompensator gleichmäßiger axialer Bewegungsausgleich ohne seitliches Ausbrechen herbeigeführt. Bei Faltenkompensatoren – ohne Zwischenflansche – haben sich Stangenführungen bewährt (Bild 4.3.1.3).

Bild 4.3.1.3



Kompensatoren am Anfang einer Wärmerückführleitung einer Sinteranlage

5.0 Die wärmetechnische Berechnung des Kompensatorenaufbaues

Als Dichtlagen finden die in der Tabelle 2.1.2.4 aufgeführten Folien Verwendung.

Die höchstzulässige Dauer-Betriebstemperatur der als Dichtlage eingelegten Folie/n bzw. äußere Beschichtung stellt in dem temperaturbedingten Kompensatoraufbau die kritische Lage dar. Daher bilden diese Dichtlagen die wärmetechnischen Berechnungskriterien für den Kompensatoraufbau.

Es sind im wesentlichen zwei Bereiche zu unterscheiden und zwar einmal der freie Bereich zwischen den beiden Flanschen und zum anderen der zwischen Flansch und Gegenflansch eingespannte Bereich des Kompensators.

5.1

Die konstruktive Ausführung der Weichstoff-Kompensatoren für Kanäle mit rundem, rechteckigem oder anders geartetem Querschnitt führt, wie in den vorherigen Abschnitten besprochen, zu unterschiedlichen Verhältnissen des Wärmedurchganges und des Wärmeüberganges.

In der Praxis kann es sich um parallele Schichten im freien Einspannbereich handeln, auf die der theoretische Ansatz und die vereinfachenden Annahmen (Punkt 5.3) recht gut zutreffen. Es kann sich aber auch im Bereich von Falten um komplizierte Verhältnisse handeln, die rechnerisch nicht leicht zu erfassen sind.

Der Wärmeübergang erfolgt durch Konvektion bzw. durch Strahlung, ist aber in starkem Maße abhängig vom Temperaturniveau, der Temperaturdifferenz der umgebenden Luft bei Konvektion oder der im Strahlungsaustausch stehenden Flächen.

Auch die Anströmverhältnisse spielen sowohl beim Wärmeübergang an der Kompensatorinnenseite als auch an der äußeren Schutzlage des Kompensators eine große Rolle.

So unterscheiden sich die Oberflächentemperaturen der Schutzlagen bei Kompensatoren in waagerecht geführten Kanälen beachtlich. Die höchsten Oberflächentemperaturen treten infolge thermisch bedingter Strömungsverhältnisse in der Mitte der Unter- bzw. Oberseite der Kompensatoren auf. Diese Stellen sind deshalb besonders gefährdet.

5.2

Da es fast unmöglich ist, alle diese Betriebszustände und

Randbedingungen zu erfassen, werden folgende vereinfachende Annahmen gemacht:

1. Wir betrachten den Weichstoff-Kompensator als aus planparallelen Wärmedämmschichten aufgebaut, bei denen die Wärme senkrecht zu den zwei gegenüberliegenden Oberflächen fließt.
2. Wir betrachten nur den stationären Zustand, wie er sich nach einiger Zeit einstellen wird.
3. Wir gehen davon aus, dass die Temperaturdifferenz, die die Wärmeabgabe der Oberfläche an die Außenluft durch Konvektion verursacht, die gleiche ist, die den Wärmeübergang durch Strahlung bestimmt.

Wir beachten dabei folgendes:

1. Dass die Wärmeleitfähigkeit temperaturabhängig ist.
2. Dass die Dicke der planparallelen Schicht im Einspannbereich geringer ist als im freien Bereich.
3. Dass im stationären Fall davon ausgegangen werden kann, dass der Wärmestrom durch die einzelnen Schichten konstant ist, woraus sich die Temperaturen an den interessierenden Stellen der einzelnen Lagen des Weichstoff-Kompensators berechnen lassen.

5.3

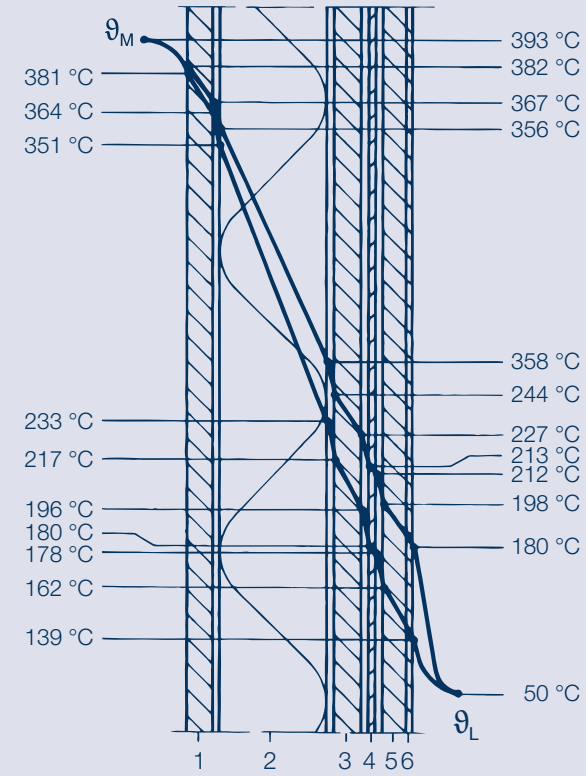
Nachfolgend zwei typische Temperaturdiagramme von Standardaufbauten.

Kritische, als wärmetechnische Berechnungsgrundlage dienende Lage ist in dem Beispiel 5.3.1 die äußere Silikonschicht 6.

Kritische, als wärmetechnische Berechnungsgrundlage dienende Lage ist in dem Beispiel 5.3.2 die lose PTFE-Folie 4.

GEWEBEKOMPENSATOREN

Temperaturdiagramme



Auslegungsbeispiele

5.3.1 Temperaturverlaufskurve eines Weichstoff-Kompensators mit einer äußeren Silikonbeschichtung.

1 Glasgewebe

2 Glasfasermatte

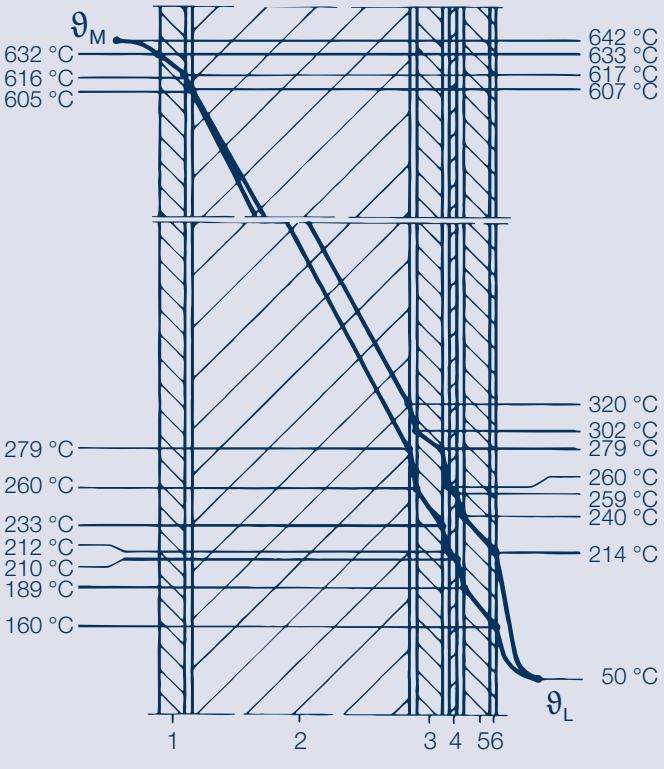
3 Glasgewebe

4 PTFE-Folie

5 Glasgewebe

6 Silikonbeschichtung

Die obere Kurve zeigt den Temperaturverlauf für behinderte, die untere für freie Konvektion und Abstrahlung.



5.3.2 Temperaturverlaufskurve eines Weichstoff-Kompensators mit einer äußeren PTFE-Beschichtung.

1 Silikatex

2 Kerlane

3 Glasgewebe

4 PTFE-Folie

5 Glasgewebe

6 PTFE-Beschichtung

Die obere Kurve zeigt den Temperaturverlauf für behinderte, die untere für freie Konvektion und Abstrahlung.

GEWEBEKOMPENSATOREN

6.0 Über die Dichtheit von Weichstoff-Kompensatoren und ihre Prüfung.

Die Anforderungen an die Dichtheit von Weichstoff-Kompensatoren sind je nach

» Temperaturbereich

» Kompensatortyp und

» Medium

sehr unterschiedlich. Einlagige, massive Gummikompensatoren, Gewebekompensatoren mit Flanschabdichtungen aus Gummi und Gewebekompensatoren mittextilen Flanschabdichtungen können bei zunehmend größeren Temperaturen eingesetzt werden. Die Anforderungen an die Gasdichtheit sind mit steigender Temperaturbelastung entsprechend zu reduzieren.

6.1 Einlagige Gummikompensatoren

Die größte Dichtheit wird mit massiven Gummikompensatoren aus beispielsweise EPDM, Butylkautschuk oder Fluorelastomer erreicht. Bei diesen Kompensatoren besteht sowohl der Flanschbereich als auch der Kompensatorbalg aus vulkanisiertem Kautschuk. Der Kompensatorbalg ist mit einer einvulkanisierten metallischen oder nichtmetallischen textilen Verstärkung versehen. Schon bei kleinen Flächenpressungen von ca. 2 N/mm2 ist ein solcher Kompensator nekaldicht.

In Übereinstimmung mit den Güte- und Prüfbestimmungen RAL-GZ 719 Abschnitt 2.2.6 „Dichtheit“ ist zum qualitativen Nachweis der Nekaldichtheit das Auftreten von Blasen weder im Balgbereich noch im Einspannbereich erlaubt. Gummikompensatoren können je nach Kautschuktyp bis 205 °C eingesetzt werden. Bei Taupunktunterschreitung sind derartige Kompensatoren auch bei Kondensatanfall dicht.

6.2 Mehrlagige Gewebekompensatoren mit Flanschabdichtungen aus Gummi

Für Temperaturen bis 260 °C setzen wir bevorzugt Gewebekompensatoren mit innenseitig aufgesinterter PTFE-Folie von bis zu 0,5 mm Dicke ein. Diese Kompensatoren haben sich sowohl bei höheren Temperaturen als auch bei starkem Kondensatanfall langjährig bewährt. Sie sind ebenfalls nekaldicht durch die an die PTFE-Beschichtung dicht anschließende Flanschabdichtung aus Fluorkautschuk bzw. PTFE-Dichtband.

6.3 Mehrlagige Gewebekompensatoren mit textilen Flanschabdichtungen

Derartige Kompensatoren werden bei Temperaturen über 260 °C eingesetzt. Der Balgbereich kann durch die Verwendung gasdichter Gummi-, Kunststoff- oder Metallfolien gedichtet werden. Im Flanschbereich dagegen muss bei Temperaturen über 260 °C auf die Verwendung von gasdichten Materialien verzichtet werden. Die textilen Glasgewebe- oder Keramikgewebebänder sind bei hohen Flanschtemperaturen nicht nekaldicht, sondern nur rauchgasdicht auszuführen.

Mit Rauchgasdichtheit wird eine technisch ausreichende Dichtheit beschrieben. Im Nekaltest sind einzelne Bläschen im Flanschbereich zulässig, die durch die Diffusion quer durch die wärmeisolierenden Flanschabdichtungen auftreten.

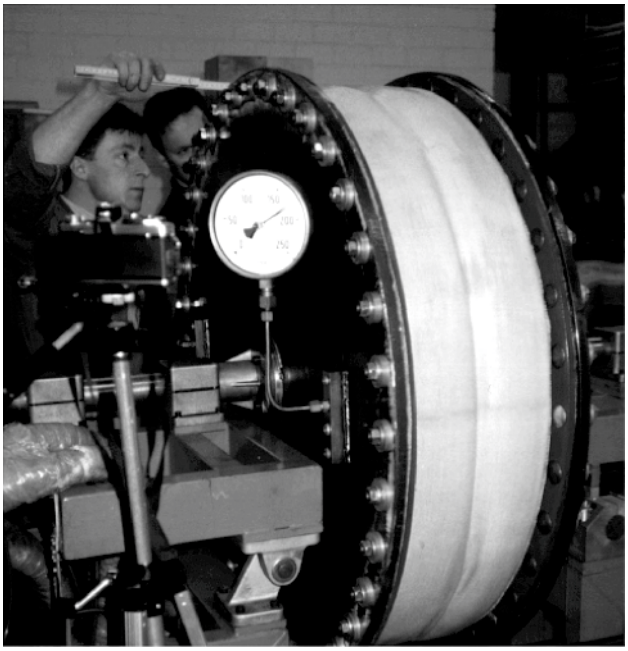
6.4 Voraussetzungen für dichte Weichstoff-Kompensatoren

Die Schwachstelle gasdichter Weichstoff-Kompensatoren liegt im Flanschbereich. Deshalb ist die bei der Montage erreichbare und tatsächlich erreichte Flächenpressung von großer Bedeutung.

Hinweise auf die richtige Dicke der Gegenflansche in Abhängigkeit von Gegenflanschbreite und Lochabstand werden in 2.3.1.4 gegeben. Dabei wird vorausgesetzt, dass der Kanal- oder Leitungsflansch durch die Wahl ausreichender Dicke oder z. B. durch Abwinkeln steif ausgeführt wurde.

Die Flanschschrauben sind entsprechend der Belastbarkeit und dem Setzverhalten der unterschiedlichen Kompensatoraufbauten anzuziehen. Auch dazu gibt die Tabelle in 2.3.1.5 Hinweise.

Vorteilhaft ist ein Nachziehen der Schrauben auf das Sollmoment eine Stunde nach abgeschlossener Montage.



Mitarbeiter bei der Druckprüfung eines Kompensators am Kempchen-Kompensatorenprüfstand

GEWEBEKOMPENSATOREN

GEWEBEKOMPENSATOREN

7.0 Montage- und Reparaturanleitung

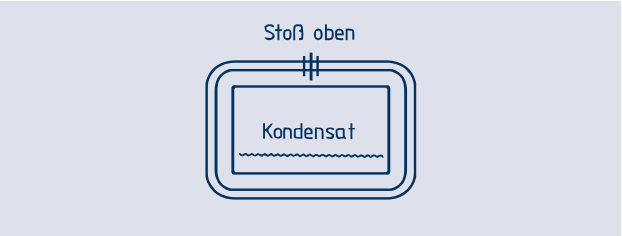
7.1 Allgemeine Anleitung zum Schließen eines vorbereiteten Montagestoßes

» Kompensator auslegen und prüfen, welches die Außen bzw. Innenseite ist. Die Außenseite ist gekennzeichnet.

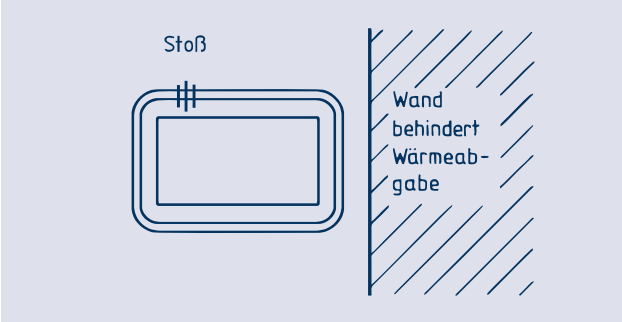
» Prüfen, ob das Leitblech keine scharfen Kanten aufweist. Diese müssen gegebenenfalls nachgearbeitet werden.

» Da die Stoßstelle naturgemäß die schwächste Stelle des Kompensators ist, legt man sie an eine erwartungsgemäß mechanisch oder thermisch niedrig beanspruchte Stelle.

Bei waagerechten Leitungen oder Kanälen mit der Gefahr der Kondensatbildung wird die Stoßstelle oben angeordnet.

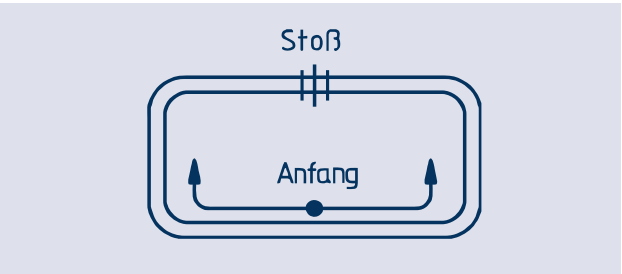


Wenn Stauwärme zu befürchten ist, weil ungünstige Platzverhältnisse eine freie Konvektion erschweren oder ein Strahlungsaustausch stattfindet, so ist die Stoßstelle an der erwartungsgemäß kühlsten Seite anzuordnen.



Prüfen, ob die Gegenflansche ordnungsgemäß gerundet sind.

» Die Montage eines Kompensators mit Stoß beginnt bei verschraubten Flanschen in der Mitte des Kompensators an der für die Stoßstelle vorgesehenen gegenüberliegenden Seite und schreitet zu den offenen Enden fort.

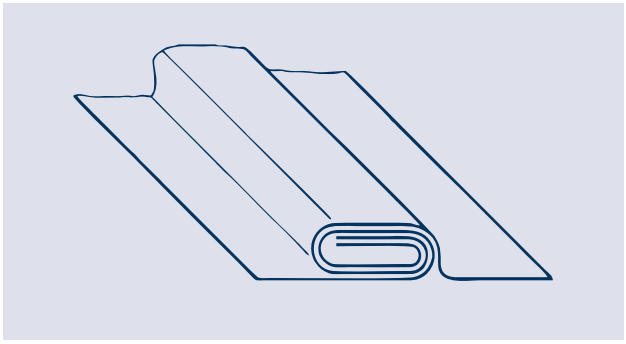


Es ist zweckmäßig, jeweils ca. ½ m unverschraubt zu lassen, um die nötige Bewegungsfreiheit zu erhalten.

» Die Gewebelagen sind nun abwechselnd zu überlappen und von innen beginnend zu vernähen. Das gleiche gilt für etwaige Drahtgewebe- oder Steinwollelagen.

Mit besonderer Sorgfalt sind die Dichtlagen zu vernähen.

a) Die PTFE-Folie wird nach Skizze verklebt, mit Siemapren 1500 F(N), gefaltet und verklammert oder verschweißt.

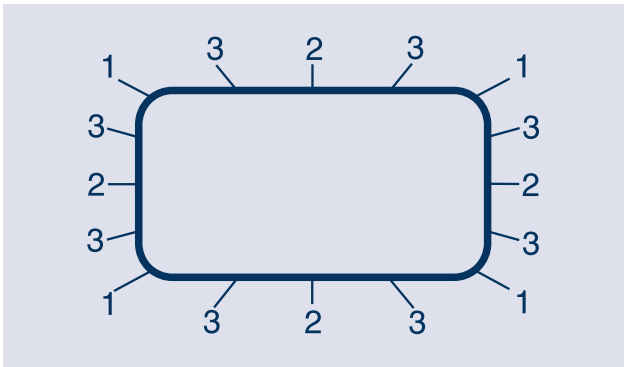


b) Glasgewebe mit aufgesinterter PTFE-Schicht und Polyestergewebe mit Vitonbeschichtung werden mit Vitonlösung B bestrichen und vernäht.

Glas- oder Polyestergewebe mit Silikonbeschichtung werden mit Silikonpaste bestrichen und vernäht. Anschließend werden alle Nähte mit Vitonlösung bzw. Silikonpaste abgedichtet und der Kompensator montiert.

Bei Ausführung durch Kempchen-Monteur werden die PTFE-Folien fachgerecht verschweißt. Ebenfalls werden die Dichtlagen mit aufgesinterter PTFE-Folie durch spezielle Montagestoßvorbereitung dicht verschweißt.

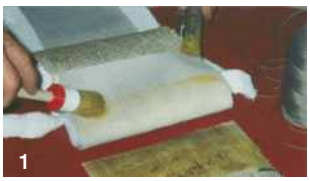
» Die Montage eines endlosen Band-Kompensators geschieht zweckmäßigerweise nach Skizze:



Die Montage beginnt an den Ecken 1. Es wird jeweils in der Mitte eine Schraube eingezogen 2. Dann jeweils in gleicherweise 3 usw. Bei dieser Methode können kleine Wellen oder Falten verstaucht werden.

GEWEBEKOMPENSATOREN

7.2 Spezielle Anleitung zum Schließen eines vorbereiteten Montagestoßes sowie zur Reparatur eines Kompensators Typ 110 oder 120


1

2

3

4

Gewebeaufbau:
1 Lage Glasgewebe mit aufgesinterter PTFE-Folie
1 Lage PTFE-Folie, lose
1 Lage Glasgewebe mit aufgesinterter PTFE-Folie

5

6

7

8

Randverstärkung innen und außen Glasgewebeband

1. Randverstärkung ca. 200 mm lösen. Erste innere Lage auf Länge entsprechend abschneiden, 100 mm überlappen. Beide Seiten mit Kleber einstreichen und antrocknen lassen, ca. 4-5 Minuten 1 und 2). Anpressen evtl. mit Handrolle (3).

2. Krummnadel mit Faden ca. 20 mm von der Seite ansetzen. Stiche 20 mm weit 10 mm versetzt nähen, über die ganze Breite, Garnende verknoten ,

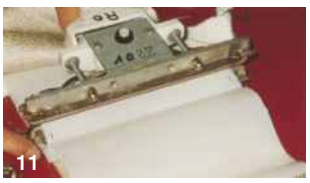
2 Nähte machen (4 bis 7).

3a. PTFE-Folie übereinanderlegen, am Ende heften und mehrmals einfalten, ca. 20 mm breit, Endfalte beidseitig heften, damit die Folie nicht verrutschen kann (8 bis 10).

9

10

3b. Folie mit Schweißgerät verschweißen, wenn Folienschweißgerät bauseits vorhanden ist, Folienenden mit Schweißfolie anheften (11).


11

12

Die andere Seite ohne Schweißfolie genau ansetzen und anheften. Schweißzange mit Steuergerät Einstellung auf 60, Zange ansetzen, Knopf drücken, 20 Sekunden lang, Zange lösen. Überstehende Schweißfolie abschneiden. Die zusammengeschweißte Folie einmal flach einfalten (12 und 13).

13

14

4. Äußere Lage: Lage versetzt zur inneren Lage, beide Seiten mit Kleber einstreichen und verkleben wie innere Lage (14).

Wichtig für die äußere Naht: Zwischen der Gewebelage und der PTFE-Folie muss ein Schutzblech oder dicke PTFE-Folie o.a. eingelegt werden, damit die PTFE-Dichtfolie nicht durch die Nadel beschädigt wird (15).

15

16

Kleberstelle mit Rolle andrücken (16).

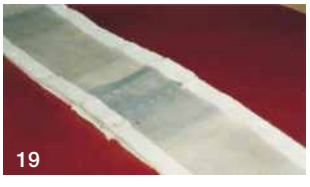
Ausführung der Naht wie innere Lage. Nähte mit Vitonpräparat mehrmals einstreichen, so dass die Einstichlöcher der Naht verschlossen werden. Mehrmals streichen bis ein geschlossener Film entsteht (17).

17

18

Randverstärkung auf genaue Länge bringen und stumpf voneinander aufkleben, ca. 20 mm versetzt zur Gewebenaht (18).

Die innere Randverstärkung ebenso anbringen. Fertige Nahtverbindung (19).

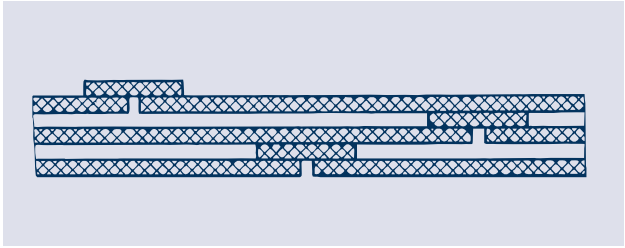

19

20

Steuergerät, Schweißzange und erforderliches Zubehör (20).

7.3 Reparatur durch Trennen und Wiederverbinden eines Kompensators, wenn er in endloser Form nicht montiert werden kann.

Diese Arbeit ist schwierig auszuführen, da die Trennstelle – im Gegensatz zum vorbereiteten Stoß – nicht die Möglichkeit der einfachen Überlappung bietet. Sie sollte nur durchgeführt werden, wenn das Leitblech nicht gelöst werden kann oder andere betriebliche Zustände eine Montage im endlosen Zustand nicht ermöglichen. Es ist daher kritisch zu prüfen, ob z.B. das Abtrennen und Verschieben des Leitbleches sowie das erneute Verschweißen nach der Teilmontage eines endlichen Kompensators dem Trennen des Gewebekompensators vorzuziehen ist. Ist die Entscheidung gefallen, den Kompensator zu trennen, so sind die einzelnen Lagen versetzt zu trennen. Mit zusätzlichen Materialstreifen des gleichen oder eines höherwertigen Werkstoffes der Montagepackung ist die jeweilige Trennstelle zu unterlegen und mit überlapptem Stoß zu verbinden. Für die einzelnen Arbeitsgänge gilt hierbei das unter 7.1 Gesagte.



7.4 Reparatur einer mechanischen Beschädigung oder eines Brandloches

Eine Reparatur ist nur dann erfolgversprechend, wenn das dem Riss oder Schnitt benachbarte Material genügend Festigkeit aufweist.

» Die beschädigten Gewebeteile werden auseinandergeklappt, um bis zur innersten Lage vordringen zu können. Unter Umständen ist ein kleiner Riss dafür zu erweitern.

» Die innerste Lage – Drahtgewebe oder Textilgewebe -wird mit Draht oder Spezialgarn vernäht.

  Eventuelle Isolierungen werden wieder in die richtige Lage gebracht und mit einem entsprechenden Gewebestück abgedeckt.

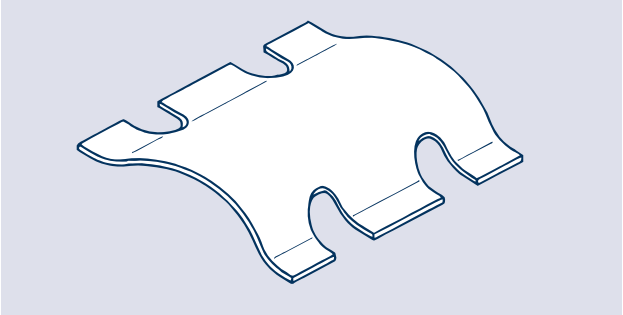
» Nun wird ein entsprechend großes Stück der Gewebelage vor der Dichtlage angeordnet. Die Dichtlage wird mit dem Vitonkleber eingestrichen und mit dem aufgesetzten Gewebestück verklebt und ebenfalls mit einem entsprechenden Gewebestück vernäht. Die Nahtstellen werden wiederum mit Viton abgedichtet.

» Eventuelle weitere Lagen werden gleichfalls so repariert

7.5 Behelfsmaßnahmen im Notfall

Wenn sich während der Betriebszeit eine Beschädigung zeigt und wegen zu hoher Temperaturen eine Ausführung der Arbeiten nach Pkt. 7.3 nicht möglich ist, kann man sich - besonders gut bei Band- oder U-Form-Kompensatoren -dadurch helfen, dass ein Blechstreifen über die beschädigte Stelle gespannt wird.

Man löst dazu die Gegenflansche und klemmt ein entsprechend der Skizze im Bereich der Schraubenlöcher ausgeschnittenes Blech darunter. Es ist zu versuchen, die Form, die der Kompensator angenommen hat, möglichst gut nachzuformen. Der Zwischenraum zwischen Blech und Kompensatoraußenhaut ist mit Vitonkleber oder Silikonpaste abzudichten.



Diese Art der Reparatur setzt selbstverständlich voraus, dass die Stellung der beiden Rohrleitungs- oder Kanalteile sich nur geringfügig verändert. In der Regel kann aber damit bis zum nächsten Stillstand gearbeitet werden.

8.0 Lager-, Einbau- und Montageanleitung

8.1 Lagerung

Weichstoff-Kompensatoren sind empfindlich gegen Transportschäden und deshalb sachgerecht zu transportieren. Vorsicht vor scharfen Kanten und spitzen Gegenständen beim Transport!

Die Lagerung von Kompensatoren bis zum Einbau hat sachgerecht zu erfolgen. Vorgeschrieben ist die Einlagerung in beheizbaren Materialcontainern, von denen aus der Transport an die Montagestelle erfolgen sollte. Die Beheizung hat Außentemperatur < 5 °C zu erfolgen.

Kann die Montage nicht durchgehend erfolgen, d.h. die Kompensatoren müssen an der Montagestelle zwischengelagert werden, ist darauf zu achten, dass die Kompensatoren gegen Nässe geschützt werden – z.B. durch abdecken mit einer Kunststoffplane. Die Kompensatoren sind sorgfältig auf Holz-

Paletten an Ortsstellen abzulagern, an denen gewährleistet ist, dass keine Beschädigung durch Montagearbeiten (mechanischer Schutz) oder allgemeinen Baustellenverkehr erfolgen kann.

Kompensatoren, die durch Lagern bei niedrigen Temperaturen steif geworden sind dürfen in diesem Zustand nicht verformt werden, sie müssen vor dem Einbau auf Raumtemperatur gebracht werden, um sie wieder flexibel zu machen.

8.2 Einbau

Nach dem Einbau der Kompensatoren ist - besonders oberhalb der Kompensatoren - zu beachten:

» allgemeine Schutzmaßnahmen bei Montagearbeiten

» Temperaturschutz (Schweißarbeiten)

» mechanischer Schutz (Schweiß- und Schleifarbeiten)

Es empfiehlt sich, die Kompensatoren bis zur Inbetriebnahme gegebenenfalls einzuhausen.

Durch neben oder über dem Kompensator angeordnete Schutzbleche kann während des Betriebs die Wärmeabstrahlung behindert werden. Normalerweise dürfen die Kompensatoren nicht einisoliert werden - auch nicht die Flansche, da ein großer Teil der Wärme über die Flansche abgeleitet wird. (Ausnahmen: Kompensatoren, die auftragsbezogen mit Wärmeisolierung oder Witterungsschutz bestellt und speziell dafür konstruiert wurden.)

Gewebekompensatoren dürfen nicht angestrichen oder lackiert werden. Bei bestimmten Typen kann das Lösungsmittel die Beschichtung angreifen und zerstören. Außerdem kann die Lackschicht eine unzulässige Isolierung darstellen. Das Leitblech darf keine scharfen Kanten aufweisen. Diese müssen gegebenenfalls nachgearbeitet werden. Es ist auch zu prüfen, ob die Gegenflansche ordnungsgemäß gerundet sind.

8.3 Montage

» Die Stahlflansche sind auf glatte Schweißnähte und gerundete Kanten zu überprüfen und gegebenenfalls nachzuarbeiten.

» Die Bohrungen der Stahlteile müssen gratfrei sein.

» Der Flanschversatz bzw. Abstand der Flansche muss innerhalb der zulässigen Toleranz liegen.

» Kompensator auslegen und prüfen, welches die Außen-bzw. Innenseite ist. Die Außenseite ist gekennzeichnet!

» Bei Elastomerkompensatoren oder Gewebekompensatoren mit Elastomer-Randverstärkung ist das mitgelieferte Trennmittel zu verwenden. Gebrauchsanweisung siehe Trennmittelbehälter.

Die zur Aufnahme axialer und/oder radialer Bewegungen benötigte Bewegungsfreiheit ist im Kompensator eingearbeitet. Beim Einbau ist darauf zu achten, dass der Kompensator vorgestaucht wird und somit die Einbaulänge (LE-Maß) eingehalten wird.

Die Stoß- bzw. Nahtstelle muss an die mechanisch oder thermisch niedrig beanspruchte Stelle gelegt werden! Bei waagerechten Leitungen mit der Gefahr der Kondensatbildung muss die innere Nahtstelle oben - 12 Uhr Position - oder seitlich oben-2 bzw. 10 Uhr Position -angeordnet sein. Die Montage ist einzustellen, wenn die Außentemperaturen an der Montagestelle Werte < 5 Grad C erreichen.

Gegebenenfalls kann die Temperatur durch Abschotten der Kanäle im Kompensatorenbereich (Zugwirkung) und Innenbeheizung auf Temperaturen > 5 Grad C angehoben werden. Auf jeden Fall ist die Außentemperatur während der Montage im Winter zu überprüfen!

8.4 Hinweise zum Verschrauben geschlossener Kompensatoren

Bei verschraubten Flanschen beginnt die Montage des Kompensators durch das Einbringen von je einer Schraube bei einem Viertel des Umfanges (U:4). Danach sind die verbleibenden Zwischenräume weiter zu halbieren. Der Abstand von 1 bis 4 mm zwischen den Klemmrahmen ist durch ein Unterlegblech von 0,5 mm Dicke zu überbrücken. Danach sind die Schrauben zunächst mit halber Schraubenkraft anzuziehen.

In einem zweiten Durchgang ist jede Schraube mit dem vollen Anzugsmoment anzuziehen. Es ist zu beachten, dass die vorgesehenen Flächenpressungen erreicht werden! Dazu ist Voraussetzung, dass die Kanalflansche und Klemmflansche die oben erwähnten Vorbedingungen erfüllen.

Beim Endlosmachen von Kompensatorenbändern sind unbedingt die der Lieferung beiliegenden Hinweise zu beachten.

Die Befestigungsschrauben sind mit dem Kopf zum Kompensator hin zu montieren, damit der überstehende Schraubenbolzen den Kompensator nicht beschädigen kann. Nach der ersten Warmphase, oder wenn sich das nicht verwirklichen lässt, sind die Schrauben nach 24 Stunden nochmal auf das erforderliche Drehmoment nachzuziehen.

GEWEBEKOMPENSATOREN

9.0 Elastomer-, Gummi- und Metallkompensatoren

Elastomer-Kompensatoren für REA und RRA

Diese Kompensatoren werden überall dort eingesetzt, wo mit einem erhöhten chemischen Angriff zu rechnen ist. Je nach Elastomerqualität bis 200 °C einsetzbar.

Lieferbar für runde und eckige Kanäle mit und ohne vorgeformte Welle im Eckbereich. Bei Bedarf mit einvulkanisierten Ablassstutzen mit und ohne Flanschanschluss.

Wir fertigen Elastomer-Kompensatoren nach patentierten Herstellungsverfahren mit und ohne vorgeformte Welle im Eckbereich.

Ecke ohne vorgeformte Welle

Gummi-Kompensatoren

Mit hochdruckfesten Gewebeeinlagen, für die gesamte Industrie, zur Aufnahme von Dehnungen sowie zur Verringerung von Geräusch- und Vibrationsübertragungen, auch in verspannter Ausführung.

kempchen - Gummikompensator

Metall-Kompensatoren

Für hohe Druck- und Temperaturbeanspruchung, auch in Sonderstählen und allen schweißbaren Metallen; mit und ohne Flanschen, Bewegungsbegrenzungen werden auf Wunsch mitgeliefert.

Abdichtungen in Schornsteinen

Futterstoßabdichtungen aus Fluorkautschuk-Terpolymer mit Drahtgewebeverstärkung aus hochlegiertem Edelstahl werden zur Abdichtung der Dehnfugen des Schornsteinfutters eingesetzt.

Das Abdichtband wird mit Mauerankern und Klemmleisten aus hochlegiertem Edelstahl am Futter befestigt. Klemmleisten und Maueranker können zusätzlich mit Fluorkautschuk beschichtet werden. Durch den besonderen Aufbau und die gewählten Werkstoffe ist diese Abdichtung mit einer Dauertemperatur bis 200 °C belastbar.

Als zusätzliche Sicherung der Abdichtung von Futterstößen werden in Schornsteinen Realonschnüre aus PTFE mit Silicatfaserkern bei Dauertemperaturen bis 260 °C und kurzzeitigen Spitzenbelastungen bis 305 °C eingesetzt.