

# Handhabungs- und Montagehinweise für Edelstahl-Kompensatoren

## 1. Allgemeine Hinweise

Kompensatoren sind für die Rohrleitungstechnik unverzichtbare Bauelemente. Sie dienen zum Ausgleich von Längenänderungen, welche in Rohrleitungen durch Temperaturdifferenzen entstehen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die an Pumpen, Motoren, Kompressoren oder Turbinen auftretenden Schwingungen aufzunehmen.

Die Bewegungen können axial, lateral oder angular kompensiert werden, entsprechend den örtlichen Begebenheiten. Für die Festlegung der günstigsten Kompensationsart stehen wir gerne beratend zur Verfügung.

**Edelstahl-Kompensatoren werden aus ein- oder mehrwandigen Bälgen hergestellt.**

Die Tabellen mit den Standardausführungen aus dem Hauptkatalog geben Ihnen einen Einblick in unsere Liefermöglichkeiten und können eine Hilfe sein für Ihre Konstruktionsüberlegungen.

Wir empfehlen allerdings, uns detailliert über Ihren jeweiligen Einsatzfall zu informieren, weil wir dann unter Berücksichtigung von Bewegung, Druck, Temperatur, usw. eine technische Optimierung der infrage kommenden Kompensatoren vornehmen können, was meist auch Kostenvorteile bringt.

Die Eigenschaften eines Kompensators basieren auf der Flexibilität des Balges. Diese ergibt sich aus der Form und Anzahl der Balgwellen, der Einzelwanddicke und bei mehrwandigen Bälgen aus der Anzahl der Lagen sowie des Werkstoffes.

ROTH - Kompensatoren sind ausgelegt, hergestellt und geprüft in Übereinstimmung mit:  
EJMA-Standards (EXPANSION JOINTS MANUFACTURERS ASSOCIATION INC.),

 **Druckgeräterichtlinie 97/23/EG**

Zulassung des TÜV SÜDWEST, Mannheim liegt vor  
**Die Fertigung ist zertifiziert nach ISO 9001**

### 1.1 Werkstoffe

Die normalerweise verwendeten Werkstoffe für Bälge und Anschlusssteile, sowie Verankerungen finden Sie in der Tabelle 1.



**Tabelle 1**

Verwendung	Werkstoff-Nr.	Kurzname	DIN EN	AISI	ASTM
<b>Bälge</b>	1.4301	X5CrNi18-10	10088	304	SA 240 TP 304
	1.4306	X2CrNi19-11	10088	304L	SA 240 TP 304 L
	1.4310	X10CrNi18-8	10088	301	-
	1.4401	X5CrNiMo17-12-2	10088	316	SA 240 TP 316
	1.4404	X2CrNiMo17-12-2	10088	316L	SA 240 TP 316L
	1.4435	X2CrNiMo18-14-3	10088	-	-
<b>Innenschutzrohre</b>	1.4436	X3CrNiMo17-13-3	10088	-	-
	1.4541	X6CrNiTi18-10	10088	321	SA 240 TP 321
	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	10088	316Ti	SA 240 TP 316Ti
<b>Anschlusssteile</b>	1.4828	X15CrNiSi20-12	10095	309	SA 240 TP 309
	1.4841	X15CrNiSi25-20	10095	310	SA 240 TP 310
	1.4893	X8CrNiSiN21-11	-	-	S 30815
<b>Anschlusssteile</b>	1.0037	S235JR	10025	-	A 570 Gr 36
	1.0305	St35.8	17175	-	A 106-65 Gr A
	1.0308	St35	17175	-	A 53-65 Gr A
	1.0345	P235GH	10028	-	A 515 Gr 65,55
	1.0425	P265GH	10028	-	A 515-65 Gr 60
	1.0481	P295GH	10028	-	A 515 Gr 70
<b>Verankerungen</b>	1.0570	S355J2G3	10025	-	-
	1.5415	16Mo3	10028	-	A 204 Gr A
	1.7335	13CrMo4-5	10028	-	A 182-F11,F12

## 1.2 Druck-Abminderungsfaktoren bei erhöhten Betriebstemperaturen

Die Druck-Abminderungsfaktoren bei erhöhten Temperaturen (Tabelle 2) sind zu beachten.

**Tabelle 2**

Werkstoff		Temperatur [°C]												
		-200 / -20	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
		Faktor <b>ft</b>												
1.4301	X5CrNi18-10	1,0	1,0	0,90	0,73	0,66	0,60	0,55	0,51	0,49	0,48	0,46	0,46	0,46
1.4306	X2CrNi19-11	1,0	1,0	0,89	0,72	0,64	0,58	0,54	0,50	0,48	0,46	0,44	0,43	0,43
1.4541	X6CrNiTi18-10	1,0	1,0	0,93	0,83	0,78	0,74	0,70	0,66	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	1,0	1,0	0,91	0,78	0,70	0,65	0,61	0,57	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50
1.4404	X2CrNiMo17-12-2	1,0	1,0	0,90	0,73	0,67	0,61	0,58	0,53	0,51	0,50	0,49	0,47	0,47
1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	A	1,0	0,92	0,80	0,76	0,72	0,68	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58	0,58

A = auf Anfrage



Der max. zul. Betriebsüberdruck  $p_{zul.}$  für einen Kompensator mit dem Nenndruck **PN** und dem Faktor **ft** für erhöhte Betriebstemperatur ist

$$p_{zul.} = PN \cdot ft$$

## 2. Einbauhinweise

Zur richtigen Funktion der Kompensatoren sowie zur Erreichung langer Lebensdauer sind einige Regeln zu beachten. Werden diese eingehalten, sind die Kompensatoren praktisch wartungsfrei.

Die wichtigsten Punkte während der verschiedenen Einbau- und Betriebsstufen sind:

### 2.1 Einbau

Balgwellen vor Beschädigungen durch Stöße, Schläge, Schweißspritzer, usw. schützen. Vermeiden Sie Bewegungsbeanspruchung bei Transport und Einbau, vor allem größere axiale, laterale und angulare Dehnungen als sie der Auslegung des Kompensators entsprechen.

Vorspannungen sind in Übereinstimmung mit den festgelegten Größen und Richtungen der Dehnungen auszuführen. Bei Kompensatoren mit Innenschutzrohren bitte die Strömungsrichtung beachten. Nach richtigem Einbau des Kompensators sind evtl. vorhandene Transportsicherungen zu entfernen.

### 2.2 Kontrolle vor Inbetriebnahme oder Druckprüfung

Versichern Sie sich, dass der Kompensator an der richtigen Stelle angeordnet ist. Prüfen Sie, ob der Kompensator richtig eingebaut ist, auch unter Berücksichtigung der Strömungsrichtung. Kontrollieren Sie, ob evtl. Transportsicherungen entfernt sind. Prüfen Sie, ob alle Festpunkte, Gleitlager, Unterstützungen, usw. vorschriftsgemäß ausgeführt sind.

Kontrollieren Sie, ob die Kompensatoren nicht unzulässig versetzt oder verdreht eingebaut sind.

### 2.3 Kontrolle während und sofort nach der Druckprüfung

Kontrolle auf Leckagen oder Druckverluste.

Bälge prüfen auf evtl. Instabilität. Festigkeit der Verankerungen, Führungen und der sonstigen Rohrleitungskomponenten überprüfen.

### 2.4 Regelmäßige Kontrolle

Visuelle Kontrolle, ob die Kompensatoren die Dehnungen aufnehmen, für die sie ausgelegt sind.



Kontrollieren Sie, ob keine unerwarteten Vibrationen auftreten, ob Anzeichen einer Korrosion von außen feststellbar sind, ob sich die Verankerungs- oder Verbindungselemente gelöst haben oder ob sonstige Veränderungen im Leitungssystem feststellbar sind. Versichern Sie sich, dass die Balgwellen, Verankerungen und Rohrführungen nicht verschmutzen und dadurch die Bewegungsaufnahme blockieren.

Kompensatoren sind im Gegensatz zu starren Rohrleitungen als Verschleißteile zu betrachten.

**Wenn bei einem Kompensatoren-Defekt die Gefahr von Personenschäden besteht, sind geeignete Schutzvorkehrungen zu treffen.**

## 2.5 Anordnung von Festpunkten und Gleitlagern

Der erste Schritt zur Auswahl von Kompensatoren sowie die Anordnung von Festpunkten und Gleitlagern ist die Unterteilung der Rohrleitung in Einzellängen von verhältnismäßig einfacher Linienführung (gerade, „L“- oder „Z“-Anordnung, usw.) sowie die Feststellung der auftretenden Dehnung. Die Anzahl und Anordnung der Festpunkte ist entscheidend für Ausführung und Dimensionierung der Kompensatoren.

Nach Feststellung der Festpunkte ist zu bestimmen, welche davon als Hauptfestpunkte (HFP) und welche als Zwischenfestpunkte (ZFP) vorgesehen werden. Hauptfestpunkte unterteilen die Rohrleitung in gesondert zu betrachtende Einzellängen und haben die Aufgabe, die aus dem Innendruck der Leitung resultierenden Kräfte aufzunehmen (s. **Hauptkatalog**).

Grundsätzlich sollten Hauptfestpunkte angeordnet werden

- bei Richtungsänderungen der Rohrleitung
- zwischen 2 geraden Längen von versch. Sektionen
- an Ventilen und anderen spannungsempfindlichen Einbauten in einer geraden Leitungsstrecke
- an blinden Rohrleitungsenden

Zwischenfestpunkte müssen im Unterschied zu Hauptfestpunkten keine aus dem Innendruck resultierenden Kräfte aufnehmen, da sie bei Kompensatoren mit Gelenkverankerungen eingesetzt werden und dort nur die sich aus Auslenkung und Gelenkreibung ergebende Beanspruchung abzufangen haben.

## 3. Axial-Kompensatoren

Die gebräuchlichste und einfachste Kompensationsart ist die axiale Kompensation. Axial-Kompensatoren nehmen die in Längsrichtung einer Rohrleitung auftretenden Längenänderungen auf, eignen sich meist aber auch zur Aufnahme gewisser lateraler oder angularer Bewegungen, sowie zur Schwingungsdämpfung.



### 3.1 Festpunktbelastung

Bei Axial-Kompensatoren ergibt sich die Belastung der notwendigen Festpunkte aus der Druckkraft und dem Eigenwiderstand des Kompensators sowie den Rohrreibungskräften. Die Druckkraft errechnet sich aus wirksamer Querschnittsfläche mal Betriebsdruck, der Eigenwiderstand ist die Kraft, die der Balg der Dehnung entgegengesetzt (Federrate), während die Rohrreibungskräfte von der Rohrlagerung, dem Rohrleitungsgewicht und dem Rohrreibungskoeffizienten abhängig sind.

### 3.2 Einbau-Hinweise

- Zwischen zwei Festpunkte nur ein Kompensator.
- Festpunkt und Gleitlager möglichst nahe beim Kompensator anbringen.
- Die zu kompensierenden Leitungen müssen genau fluchten.
- Keine Torsionsbeanspruchung auf den Kompensator bringen.
- Bei Schwingungsbeanspruchung nur niederfrequente Schwingungen zulässig
- Bei Montageschweißungen Balg gegen Schweißspritzer schützen.
- Balg, Verankerungen und Rohrführungen vor Verunreinigungen und Beschädigung schützen.

Axial-Kompensatoren sind nicht in der Lage, die aus dem Innendruck und dem wirksamen Querschnitt resultierenden Kräfte aufzunehmen und müssen deshalb immer zwischen Hauptfestpunkten (HFP) eingebaut werden.

## 4. Lateral-Kompensatoren

Hierbei handelt es sich um über die Federkörper hinweg gelenkig verankerte Kompensatoren, welche nur seitlich beweglich sind, so dass der Einbau senkrecht zur Bewegungsrichtung der Rohrleitung erfolgen muss. Axiale Dehnungen können nicht aufgenommen werden. Die günstigste Ausführung sind Lateral-Kompensatoren mit Kugelgelenk-Verankerung, welche Dehnungen seitlich in Kreisebene aufnehmen können.

Die normale Gelenk-Konstruktion lässt nur Bewegungen in einer Ebene zu. Für die Größe der zulässigen Dehnung ist neben der Federkörper-Flexibilität der Abstand von Balgmitte zu Balgmitte entscheidend, d.h. je länger das Zwischenrohr, um so größer ist die Dehnungsaufnahme.

Ein Lateral-Kompensator stellt ein komplettes 2-Gelenk-System dar. Die aus dem Innendruck resultierenden axialen Reaktionskräfte werden durch die Gelenke aufgenommen, so dass nur sehr geringe Festpunktbelastungen auftreten. Große Dehnungen können mit verhältnismäßig einfacher Rohrleitungsführung aufgenommen werden.

Zu beachten ist die Balg-Federkonstante sowie die Gelenkreibkraft.

Darüberhinaus eignen sich Lateral-Kompensatoren mit Kugelgelenk-Verankerung auch für Schwingungsaufnahmen an Pumpen und Kompressoren, wobei allerdings Festpunkte unmittelbar hinter dem Kompensations-System unerlässlich sind.

Kompensatoren mit Kugelgelenk-Verankerung nehmen zusätzlich zu der Hauptbewegungsrichtung allseitige Dehnungen in Kreisebene auf, weshalb sie bevorzugt eingesetzt werden.

Lateral-Kompensatoren mit Kugelgelenk-Verankerung erlauben allseitige laterale Dehnungen in Kreisebene. Die aus dem Innendruck resultierenden Kräfte werden von den Zugankern aufgenommen, so dass der Einbau von Zwischenfestpunkten ausreicht.

## 5. Universal-Kompensatoren

Eine gewisse Sonderstellung nehmen unsere Universal-Kompensatoren ein. Es handelt sich um Lateral-Kompensatoren ohne Verankerung, die sowohl laterale als auch axiale Dehnungen aufnehmen können. Der Einsatz beschränkt sich in der Regel auf Leitungen mit geringem Innendruck, sämtliche Reaktionskräfte sind von der Rohrleitung aufzunehmen.

## 6. Angular-Kompensatoren

Angular-Kompensatoren führen ausschließlich Winkelbewegungen aus, deshalb werden sie nie einzeln eingesetzt, sondern immer als 2- oder 3- Gelenk-System. Auch hier ist der Abstand der Gelenke ausschlaggebend für die Größe der Dehnungsaufnahme.

Normale Angular-Kompensatoren nehmen Winkelbewegungen in einer Ebene auf. Sie werden auch als Gelenk-Kompensatoren oder Rohrgelenkstücke bezeichnet. Sind in räumlichen Kompensationssystemen Winkelbewegungen in Kreisebene aufzunehmen, muss auf Kardan-Gelenk-Kompensatoren übergegangen werden.

Auch bei Angular-Kompensatoren werden die axialen Reaktionskräfte von den Gelenken aufgenommen, so dass an die Rohrführung und Auslegung der Fixpunkte keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Zu beachten ist die Winkel-Federkonstante und das Reibmoment der Gelenke.

### Hinweis:

Die Auslegung von Angular-Kompensatoren erfolgt anhand der vorliegenden Betriebsbedingungen oder entsprechender Kundenvorschrift. An ein Standardprogramm sind Sie nicht gebunden.

Angular-Kompensatoren werden üblicherweise nicht als Einzelstücke eingesetzt, da sie nur angulare Bewegungen aufnehmen können. Benötigt werden mindestens 2 Stück, die dann wie 1 Lateral-Kompensator arbeiten, oder 3 Stück als sog. 3-Gelenk-System.



Über die Gelenkverankerungen nehmen Angular- und Lateral-Kompensatoren die aus dem Innendruck resultierenden Reaktionskräfte auf, weshalb Zwischenfestpunkte in den Rohrleitungen ausreichen.

## **7. Druckentlastete Kompensatoren**

Druckentlastete Kompensatoren haben gleiche Einsatzfälle wie Axial- oder Lateral-Kompensatoren, sie übertragen jedoch keine aus dem Innendruck resultierenden Reaktionskräfte auf die Rohrleitung.

Dadurch ist ihre Verwendung besonders an Turbinen oder sonstigen Aggregaten interessant, die keine derartigen Kräfte aufnehmen können.

Druckentlastete Kompensatoren werden angeordnet an Stellen, an denen sich die Richtung der Rohrleitung ändert, sowie zwischen zwei Zwischenfestpunkten. Es ist nicht erforderlich, sie zwischen Hauptfestpunkten anzuordnen.