



# Edelstahl

## Kompensatoren

[www.roth-kompensatoren.de](http://www.roth-kompensatoren.de)

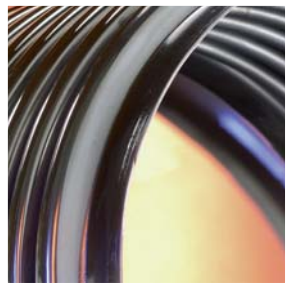




- ▶ Einführung | 3.1
- ▶ Auslegung und Berechnung | 3.2
- ▶ Werkstoffe und Wärmedehnung | 3.2
- ▶ Typen-Übersicht | 3.4
- ▶ Axial-Kompensatoren | 3.5
  - Typen-Übersicht | 3.6
  - Standard-Programm H-Reihe PN16 / PN25 | 3.7
  - Standard-Programm H-Reihe PN16 (mit Gewinde) | 3.8
  - Standard-Programm R-Reihe PN1 / PN2,5 / PN6 | 3.9
  - Fallbeispiele | 3.10
- ▶ Lateral-Kompensatoren | 3.11
  - Universal-Kompensatoren | 3.11
  - Typen-Übersicht | 3.12
  - Standard-Programm R-Reihe PN1 / PN2,5 / PN6 | 3.13
  - Fallbeispiel | 3.14
- ▶ Angular-Kompensatoren | 3.15
  - Typen-Übersicht | 3.16
  - Fallbeispiel | 3.17
- ▶ Sonderausführungen | 3.18
  - Rechteck-Kompensator | 3.18
  - Linsen-Kompensator | 3.19
  - Druckentlasteter Kompensator | 3.19
- ▶ Allgemeine Montagehinweise | 3.21



# Edelstahl Kompensatoren



## Einführung

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 entscheidenden Vorteile beim Einsatz von Kompensatoren sind:

- ▶ Geringer Platzbedarf;
- ▶ Aufnahme von Dehnungen in unterschiedliche Richtungen;
- ▶ Wartungsfreier Betrieb;
- ▶ Reduzierung von Masse- und Temperaturverlust auf ein Minimum.

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.

Die Eigenschaften eines Kompensators basieren auf der Flexibilität des Balges. Die Flexibilität resultiert aus der Wellengeometrie und der Anzahl der Wellen. Auch die Lagenanzahl und -dicke, sowie die Materialwahl beeinflussen die Eigenschaften eines Kompensators.

ROTH Edelstahl-Kompensatoren sind einwandig oder mehrwandig, abhängig vom jeweiligen Einsatzfall. Sie stellen uns die wichtigsten Betriebsparameter wie Dehnungen, Drücke, Temperaturen, usw. zur Verfügung und wir errechnen anhand dieser Daten die technisch optimale und kostengünstigste Lösung.

## ▶ Auslegung und Berechnung

ROTH – Kompensatoren sind ausgelegt, hergestellt und geprüft in Übereinstimmung mit: EJMA-Standards (EXPANSION JOINTS MANUFACTURERS ASSOCIATION INC.), APPENDIX BB OF SECTION VIII OF ASME – CODE “PRESSURE VESSEL AND HEAT EXCHANGER EXPANSION JOINTS“

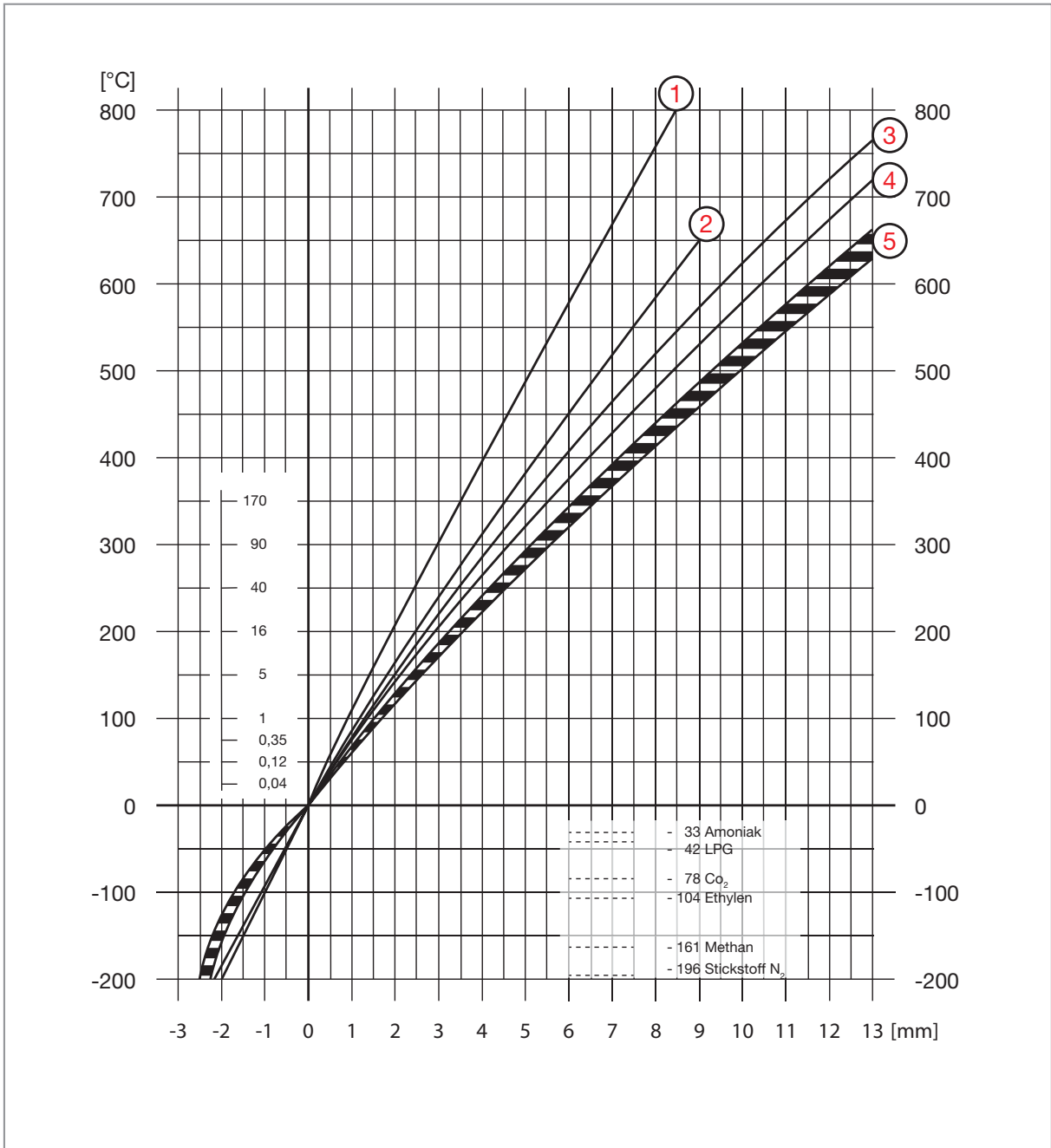
## ▶ Werkstoffe und Wärmedehnung

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Auswahl der gängigsten Werkstoffe für Bälge, Anschlusssteile und Verankerungssysteme. Andere Materialien auf Anfrage.

Verwendung	Werkstoff-Nr.	Kurzname	DIN EN	AISI	ASTM
Bälge und Innen-schutzrohre	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	–	–
	1.4436	X3CrNiMo17-13-3	10088	–	–
	1.4462	X2CrNiMoN-22-5	10888	–	–
1.4541	X6CrNiTi18-10	10088	321	SA 240 TP 321	
Anschlusssteile (Edelstahl)	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	10088	316Ti	SA 240 TP 316Ti
	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
Anschlusssteile (Stahl)	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
	1.0570	S355J2G3	10025	–	–
Verankerungen	1.5415	16Mo3	10028	–	A 204 Gr A
	1.7335	13CrMo4-5	10028	–	A 182-F11, F12

Mithilfe des folgenden Diagramms können Sie die Ausdehnung unterschiedlicher Werkstoffe bei unterschiedlichen Temperaturen ermitteln. Für die Berechnung mit anderen Werkstoffen sind wir Ihnen gerne behilflich.

## Wärmedehnungsdiagramm



<b>Titan</b>	①	3.7024					
<b>Stahl</b>	②	St. 37.2 1.0114	St. 35.8 1.0305	C. 22.N 1.0402	H-II 1.0425	15Mo3 1.5415	13CrMo44 1.7335
<b>Inconel</b>	③	2.4816 2.4856					
<b>Monel/ Incoloy</b>	④	2.4360 1.4876 2.4858					
<b>Edelstahl</b>	⑤	1.4301 1.4404 1.4435 1.4541 1.4571 1.4539					



▶ Axial-Kompensatoren

MWA



HTE



HTI



MFA/MFG



▶ Lateral-Kompensatoren

MWL



MFL



MWD



MFD



▶ Angular-Kompensatoren

MWP



MFP



MWC



MFC



▶ Sonderausführungen

MWY



MFY



MPB

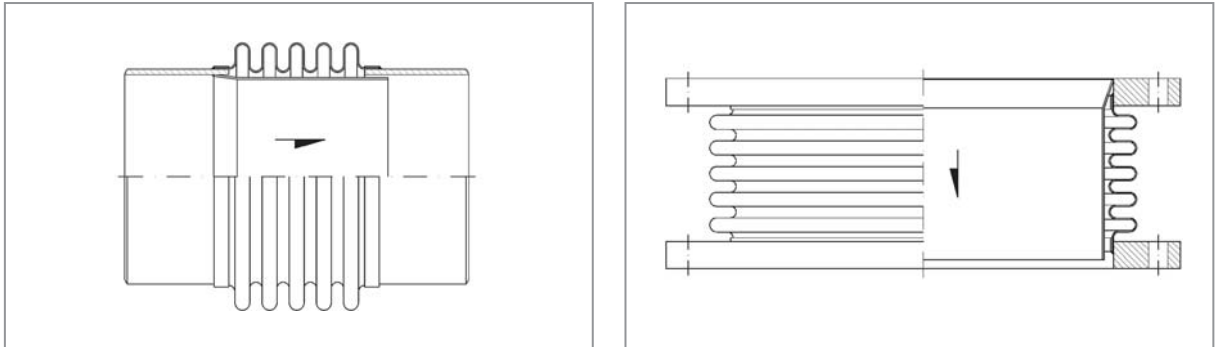


MRW



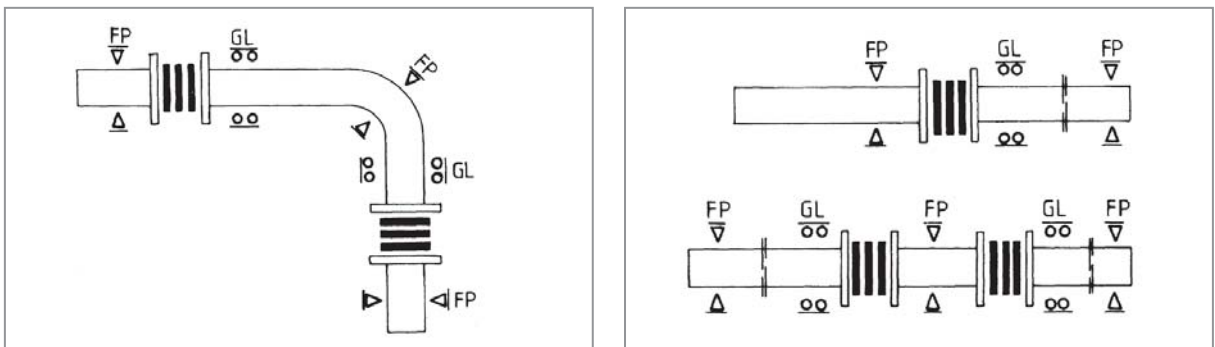
## ► Axial-Kompensatoren

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.



Kompensatoren ohne Dehnungsbegrenzung erfordern geeignete Festpunkte und Gleitlager, die an genau definierten Stellen im Rohrleitungsverlauf angebracht sein müssen.

Voraussetzung sind richtig dimensionierte und angeordnete Festpunkte und Gleitlager, wie nachstehend aufgeführt.



FP = Festpunkte, GL = Gleitlager

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 entgegensetzt (Federrate), während die Rohrreibungskräfte von der Rohrlagerung, dem Rohrleitungsgewicht und dem Rohrreibungskoeffizienten abhängig sind.

Um einen ordnungsgemäßen und sicheren Einsatz von Axial-Kompensatoren zu gewährleisten, beachten Sie bitte die folgenden allgemeinen Montagehinweise:

- 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.

## Typen-Übersicht

Axial-Kompensatoren sind grundsätzlich mit einem Metallballg ausgeführt. Erhältlich mit Anschweißenden, in Flanschausführung, mit Verschraubungen, sowie mit oder ohne Verankerung. Die Anschlusssteile sind in Stahl oder Edelstahl lieferbar.

<p><b>MWA/HWA</b></p> <p><b>Axial-Kompensator</b> mit Schweißenden.</p>		<p><b>MFA/MFG</b></p> <p><b>Axial-Kompensator</b> mit Festflanschen oder Losflanschen.</p>	
---	---	--	---

Typ	Reihe	Druckkraftbegrenzung	Bewegungsaufnahme		
			Axial	Lateral	Angular
Ohne Begrenzung**	MWA / HWA MFA / MFG HFA / HFG RFA / RFG	nein**	ja	In einer Ebene	In einer Ebene
				ja*	ja*
				In mehreren Ebenen	In mehreren Ebenen
				ja*	ja*

<p><b>HTE</b></p> <p><b>Axial-Kompensator</b> mit Außengewinde.</p>		<p><b>HTI</b></p> <p><b>Axial-Kompensator</b> mit Innengewinde.</p>	
---	---	---	---

Typ	Reihe	Druckkraftbegrenzung	Bewegungsaufnahme		
			Axial	Lateral	Angular
Ohne Begrenzung**	HTE HTI	nein**	ja	In einer Ebene	In einer Ebene
				ja*	ja*
				In mehreren Ebenen	In mehreren Ebenen
				ja*	ja*

\* Eingeschränkt; \*\* Ausführung mit Verankerung auf Anfrage.



## Standard-Programm H-Reihe PN16 / PN25

Unsere H-Reihe für Axial-Kompensatoren umfasst den Typ HWA mit Anschweißenden, sowie die Typen HFA/HFG in Flanschausführung, für Nenndrücke bis PN25 in den Nennweiten DN15 bis DN250.



### HWA

**Axial-Kompensator** mit Anschweißenden, Abmessungen nach ISO, DIN o.a. Auch mit Innenschutzrohr lieferbar.



### HFA/ HFG

**Axial-Kompensator** mit Festflanschen (HFA) oder Losflanschen (HFG) Auch mit Innenschutzrohr lieferbar.

Nennweite DN	Axial- bewegung [mm]	Federrate [N/mm]	Baulänge [mm]		Stückgewicht [kg]	
			HWA/HWAI	HFA / HFG	HWA/HWAI	HFA / HFG
15	± 12,0	29	175	100	0,1	1,3
20	± 12,0	29	175	100	0,2	1,6
25	± 15,0	65	185	105	0,3	2,2
32	± 15,0	60	185	120	0,4	3,5
40	± 15,0	72	190	125	0,5	3,9
50	± 23,0	82	205 220*	150	0,8	4,7
65	± 23,0	72	230 240*	155	1,2	5,9
80	± 23,0	91	230 240*	165	1,7	8,0
100	± 23,0	79	230 250*	170	2,2	8,7
125	± 23,0	119	270 280*	185	3,3	10,9
150	± 33,0	162	270 315*	205	4,3	12,7
200	± 35,0	149	300 355*	235	6,5	18,2
250	± 35,0	153	300 355*	240	8,0	12,7

\* HWA mit Innenschutzrohr.

## Standard-Programm H-Reihe PN16 (mit Gewinde)

Unsere H-Reihe für Axial-Kompensatoren wird erweitert durch zwei Typen mit schraubbaren Anschlüssen. Diese sind lieferbar als Typ HTE mit Außengewinde oder Typ HTI mit Innengewinde, beide bis zu Nenndruck PN16. Es sind Gewinde nach allen gängigen Standards, aus Stahl oder Edelstahl, erhältlich.



Nennweite DN / R"	Bewegungsaufnahme			Feder- rate [N/mm]	Querschnitt [mm]	Länge [mm]	Außer - Ø [mm]
	Axial [mm]	Lateral [mm]	Angular [°]				
15 1/2"	± 12,0	± 5	± 30°	29	7	170	36
20 3/4"	± 12,0	± 5	± 30°	29	7	170	36
25 1"	± 15,0	± 8	± 30°	65	10	170	42
32 1 1/4"	± 15,0	± 12	± 30°	60	14,5	185	50
40 1 1/2"	± 15,0	± 12	± 30°	72	22	200	60
50 2"	± 23,0	± 11	± 25°	82	34	225	75
65 2 1/2"	± 23,0	± 11	± 25°	72	50	260	90
80 3"	± 23,0	± 10	± 20°	91	74	275	110
100 4"	± 23,0	± 10	± 20°	79	111	310	133

\* Sonderabmessungen und größere Durchmesser auf Anfrage.

Kompensatoren mit schraubbaren Anschlüssen bieten eine hohe Balgflexibilität und sind daher gut für axiale, laterale und angulare Bewegungen geeignet. Zusammen mit der geringen Verschraubungsgröße stellen sie daher eine ideale Lösung bei engen Platzverhältnissen dar.

## Standard-Programm R-Reihe PN1 / PN2,5 / PN6

Unsere Standard R-Reihe für Axial-Kompensatoren ist eine kostengünstige Neuentwicklung für Niederdruckanwendungen mit Abluft, Rauchgasen, usw. Diese Reihe ist lieferbar als Typ RFA/RFG in Flanschausführung, sowie als Typ RWA mit Anschweißenden. Alle Anschlußarten sind wahlweise aus Stahl oder Edelstahl erhältlich.



### RWA

**Axial-Kompensator** mit Anschweißenden, Abmessungen nach ISO, DIN o.a. Auch mit Innenschutzrohr lieferbar.



### RFA/RFG

**Axial-Kompensator** mit Festflanschen (RFA) oder Losflanschen (RFG) Auch mit Innenschutzrohr lieferbar.

Nennweite DN	Axial- bewegung [mm]	Federrate [N/mm]	Baulänge [mm]		Stückgewicht [kg]	
			RWA	RFA / RFG	RWA	RFA / RFG
300	±30	58	280	300	5	20
350	±30	59	280	300	5.7	21
400	±30	79	250	270	6.3	24
450	±30	80	250	270	7.1	26
500	±30	70	260	280	8	29
560	±30	72	260	280	8.8	32
600	±30	72	260	280	12	36
630	±30	74	260	280	12.4	38
700	±30	67	260	280	14	42
800	±30	67	260	280	16	48
900	±30	68	260	280	18	54
1000	±30	104	290	320	27	91
1200	±30	112	290	320	32	110
1400	±30	118	290	320	55	143
1500	±30	122	290	320	58	150
1600	±30	126	290	320	62	162
1700	±30	130	290	320	66	207
1800	±30	134	290	320	70	220
2000	±30	143	290	320	77	250

\* Sonderabmessungen und größere Durchmesser auf Anfrage.

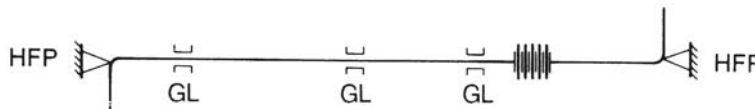
## Fallbeispiele

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. Nachstehend einige Beispiele:

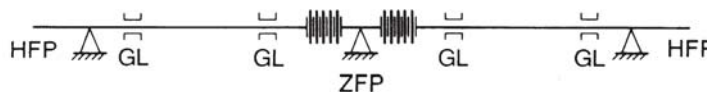
- A. Normalfall, Kompensator in einer geraden Leitung zwischen zwei HFP.



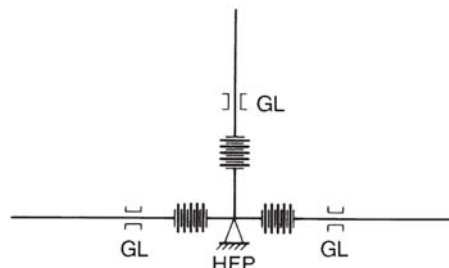
- B. HFP angeordnet an Rohrbiegungen, wodurch die dazwischenliegende gerade Rohrlänge wie im zuvor geschilderten Normalfall kompensiert wird.



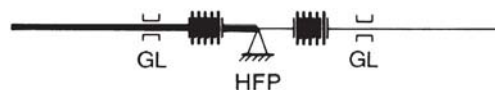
- C. Einsatzfall in sehr langer, gerader Rohrleitung, deshalb ZFP und zwei Axial-Kompensatoren, mit HFP in festgelegtem Abstand.



- D. Der HFP ist an einer Abzweigung der Rohrleitung angeordnet.



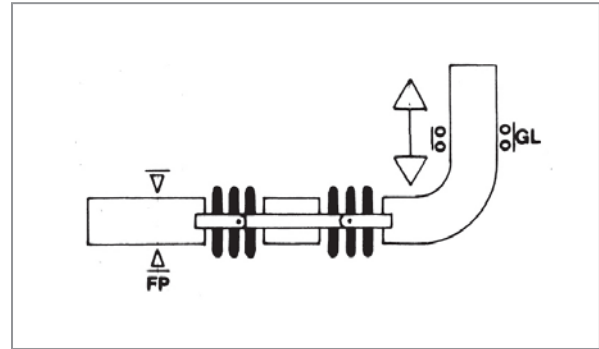
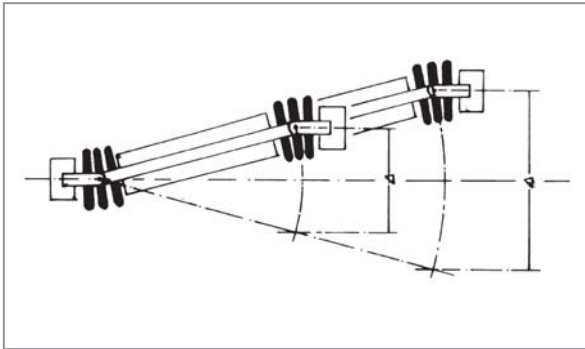
- E. HFP am Zusammentreffen von zwei Leitungen mit unterschiedlichem Querschnitt. Hier empfiehlt sich der Festpunkt, weil an dieser Stelle unterschiedliche Reaktionskräfte auftreten.



HFP = Hauptfestpunkt; ZFP = Zwischenfestpunkt; GL = Gleitlager.

## ► 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.



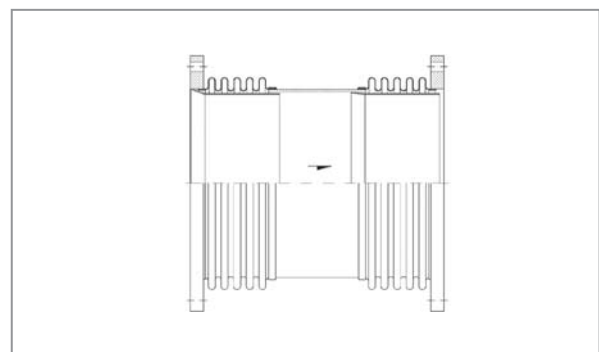
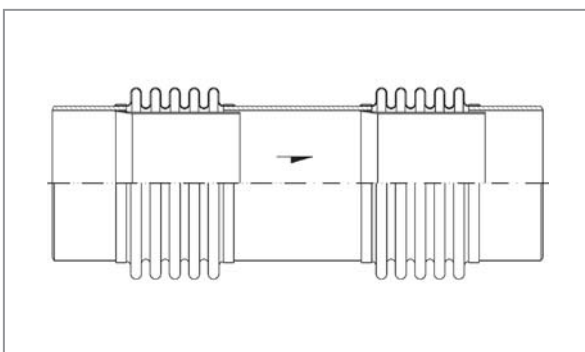
Die normale Gelenk-Konstruktion lässt nur Bewegungen in einer Ebene zu. Für die Größe der zulässigen Dehnung ist neben der Federkörper-Flexibilität der Abstand von Balgmitte zu Balgmitte entscheidend, d.h. je länger das Zwischenrohr, um so größer ist die Dehnungsaufnahme.

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, wie in den nachfolgenden Tabellen angegeben. Darüberhinaus eignen sich Lateral-Kompensatoren mit Kugelgelenk-Verankerung auch für Schwingungsaufnahmen an Pumpen und Kompressoren, wobei allerdings Festpunkte unmittelbar hinter dem Kompensationssystem unerlässlich sind.

## 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.



## Typen-Übersicht

Lateral-Kompensatoren werden grundsätzlich mit zwei Metallbälgen und Zwischenrohr ausgeführt. Lieferbar mit Anschweißenden oder in Flanschausführung, mit oder ohne Verankerung.

**MWD**

**Universal-Kompensator** mit Anschweißenden und Zwischenrohr.



**MFD**

**Universal-Kompensator** mit Flanschen und Zwischenrohr.



Typ	Reihe	Druckkraftbegrenzung	Bewegungsaufnahme		
			Axial	Lateral	Angular
Universal ohne Begrenzung	MWD MFD	nein	ja	In einer Ebene	In einer Ebene
				ja*	ja*
				In mehreren Ebenen	In mehreren Ebenen
				ja*	ja*

**MWL**

**Lateral-Kompensator** mit Anschweißenden, mit Zugstangen-Verankerung.



**MFL**

**Lateral-Kompensator** mit Flanschen, mit Zugstangen-Verankerung.



Typ	Reihe	Druckkraftbegrenzung	Bewegungsaufnahme		
			Axial	Lateral	Angular
Lateral verankert	MWL MFL	ja	nein*	In einer Ebene	In einer Ebene
				ja	nein**
				In mehreren Ebenen	In mehreren Ebenen
				ja	nein**

\* Geringe axiale Bewegung bei Sonderausführung möglich.

\*\* Geringe angulare Bewegung bei Ausführung mit nur 2 Gewindestangen möglich.



## Standard-Programm R-Reihe PN1 / PN2,5 / PN6

Unsere Standard R-Reihe für Universal-Kompensatoren umfasst den Typ RWD mit Anschweißenden und den Typ RFD in Flanschausführung, jeweils ohne Verankerung.



### RWD

**Universal-Kompensator** mit Anschweißenden und Zwischenrohr.

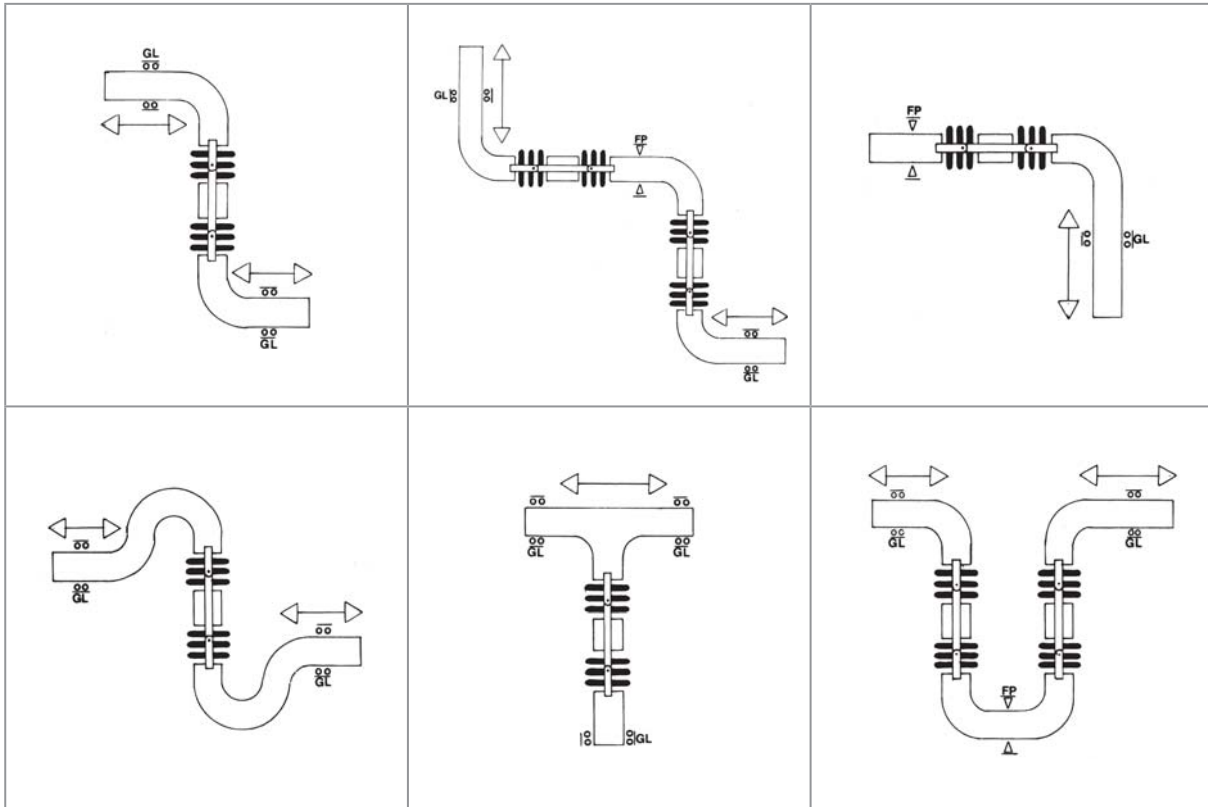


### RFD

**Universal-Kompensator** mit Flanschen und Zwischenrohr.

Nennweite DN	Bewegung [mm]		Federrate [N/mm]		Baulänge [mm]		Stückgewicht [kg]	
	Axial	Lateral	Axial	Lateral	RWD	RFD	RWD	RFD
300	±30	±60	51	6	800	800	15	30
350	±30	±60	60	7	800	800	16	32
400	±30	±60	61	9	800	800	19	37
450	±30	±60	61	9	850	850	23	42
500	±30	±60	58	11	850	850	25	46
560	±30	±60	58	13	850	850	27	50
600	±30	±60	58	16	850	850	38	62
630	±30	±60	44	15	850	850	36	62
700	±30	±60	47	14	950	950	48	76
800	±30	±60	42	14	1000	1000	55	87
900	±30	±60	46	18	1000	1000	62	98
1000	±30	±60	61	32	1100	1100	95	159
1200	±30	±60	63	41	1100	1100	110	188
1400	±30	±60	65	55	1100	1100	177	265
1500	±30	±60	58	44	1200	1200	232	324
1600	±30	±60	61	50	1200	1200	248	350
1700	±30	±60	64	57	1200	1200	265	406
1800	±30	±60	67	63	1200	1200	280	430
2000	±30	±60	58	44	1300	1300	350	523

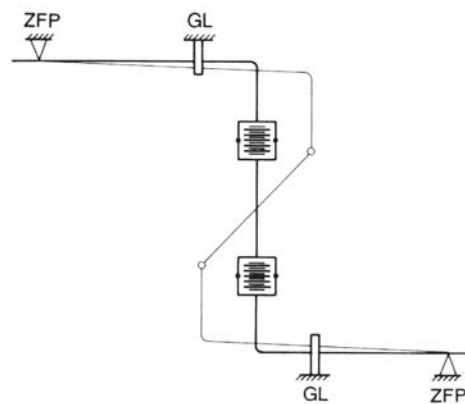
\* Sonderabmessungen und größere Durchmesser auf Anfrage.



## Fallbeispiel

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.

Leitungsverlauf Z-förmig in einer Ebene. Eingesetzt werden 2 Angular-Kompensatoren oder 1 Lateral-Kompensator mit Zwischenrohr.



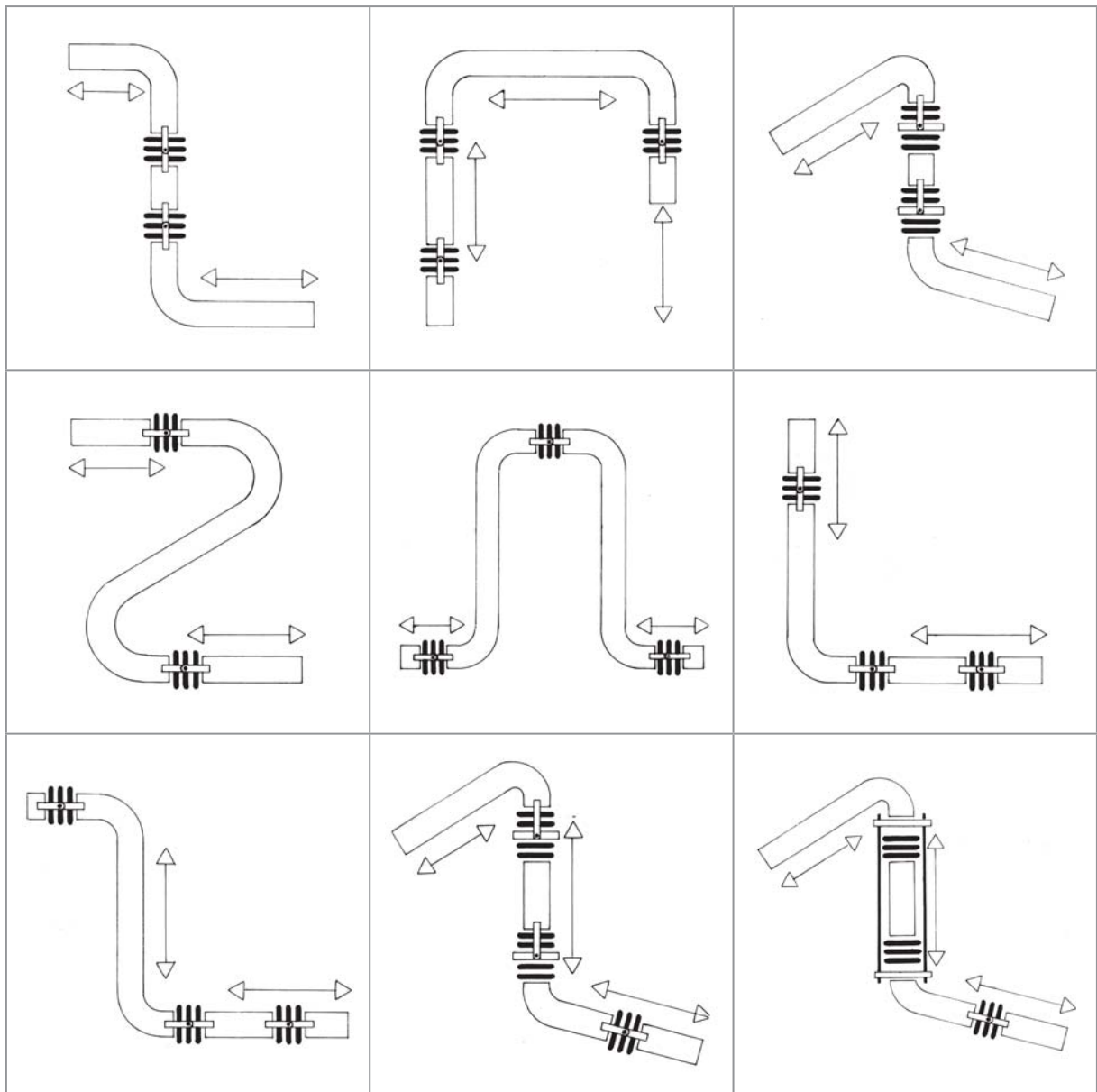
ZFP = Zwischenfestpunkt; GL = Gleitlager.

## ▶ Angular-Kompensatoren

Angular-Kompensatoren führen ausschließlich Winkelbewegungen aus, deshalb werden sie selten 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 Rohrleitung und Auslegung der Fixpunkte keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Zu beachten ist die Winkel-Federkonstante und das Reibmoment der Gelenke.



## Typen-Übersicht

Angular-Kompensatoren bestehen grundsätzlich aus einem Metallbalg mit Bolzgelenk-Verankerung oder einem Kardangelenk. Lieferbar mit Anschweißenden oder in Flanschausführung.

**MWP**

**Angular-Kompensator** mit Anschweißenden und Bolzgelenk-Verankerung.



**MFP**

**Angular-Kompensator** mit Flanschen und Bolzgelenk-Verankerung.



Typ	Reihe	Druckkraftbegrenzung	Bewegungsaufnahme		
			Axial	Lateral	Angular
Angular verankert	MWP MFP	ja	nein	In einer Ebene	In einer Ebene
				nein	ja
				In mehreren Ebenen	In mehreren Ebenen
				nein	nein

**MWC**

**Angular-Kompensator** mit Anschweißenden und Kardangelenk.



**MFC**

**Angular-Kompensator** mit Flanschen und Kardangelenk.



Typ	Reihe	Druckkraftbegrenzung	Bewegungsaufnahme		
			Axial	Lateral	Angular
Kardan	MWC MFC	ja	nein	In einer Ebene	In einer Ebene
				nein	ja
				In mehreren Ebenen	In mehreren Ebenen
				nein	ja

Manche Anwendungen erfordern die gleichzeitige Aufnahme angularer und lateraler Dehnungen. In solchen Fällen kommen spezielle Lösungen für Bewegungen in verschiedenen Ebenen zum Einsatz. Die Dehnungsbegrenzung kann auch durch ein Kardangelenk erfolgen.



**MWY**  
**Angular- und Lateral-Kompensator** mit Anschweißenden und doppelter Bolzgelenk-Verankerung.



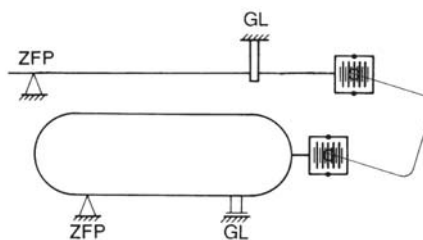
**MFY**  
**Angular- und Lateral-Kompensator** mit Flanschen und doppelter Bolzgelenk-Verankerung.

Typ	Reihe	Druckkraftbegrenzung	Bewegungsaufnahme		
			Axial	Lateral	Angular
Doppelt verankert	<b>MWY</b> <b>MFY</b>	ja	nein	In einer Ebene	In einer Ebene
				ja	ja
				In mehreren Ebenen	In mehreren Ebenen
				nein	nein

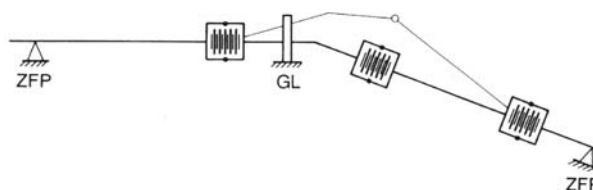
## Fallbeispiele

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. Nachfolgend einige typische Anordnungen:

A. Einsatzfall für ausschließlich angulare Dehnungsaufnahme.



B. Kompensation einer Rohrleitung mit bis zu 90°- Abwinkelung.



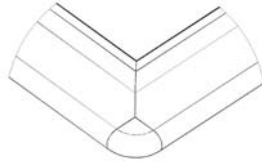
ZFP = Zwischenfestpunkt; GL = Gleitlager.

## ▶ Sonderausführungen

### Rechteck-Kompensator

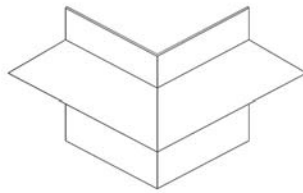
#### MRU

**Rechteck-Kompensator** mit U-Profil und gerundeten Ecken.



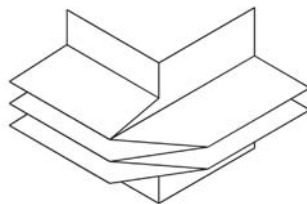
#### MRV

**Rechteck-Kompensator** mit V-Profil und Gehrungsecken.



#### MRW

**Rechteck-Kompensator** mit V-Profil und Kamera-Ecken.



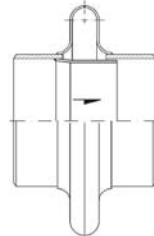
Typ	Reihe	Druckkraftbegrenzung	Bewegungsaufnahme		
			Axial	Lateral	Angular
Rechteck	MRU MRV MRW	nein	ja	In einer Ebene	In einer Ebene
				ja*	ja*
				In mehreren Ebenen	In mehreren Ebenen
				ja*	ja*

\* mit Dehnungsbegrenzung.



## Linsen-Kompensator

Typ M-LENS Kompensatoren zeichnen sich in der Regel durch eine dickwandige hohe Einzelwelle aus. Lieferbar in runder, ovaler oder anderer Form in vielen verschiedenen Materialien

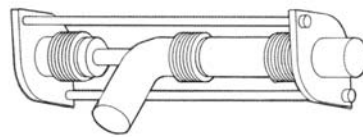


### M-LENS

**Linsen-Kompensator** mit einer dickwandigen Welle.

Typ	Reihe	Druckkraftbegrenzung	Bewegungsaufnahme		
			Axial	Lateral	Angular
				In einer Ebene	In einer Ebene
Linse	<b>M-LENS</b>	nein	ja	ja*	ja*
				In mehreren Ebenen	In mehreren Ebenen
				ja*	ja*

## Druckentlasteter Kompensator



### MPB

**Druckentlasteter Kompensator** mit oder ohne Bogen.

Typ	Reihe	Druckkraftbegrenzung	Bewegungsaufnahme		
			Axial	Lateral	Angular
				In einer Ebene	In einer Ebene
Druckentlastet	<b>MPB</b>	ja	ja	ja	ja*
				In mehreren Ebenen	In mehreren Ebenen
				ja	ja

\* mit Dehnungsbegrenzung.

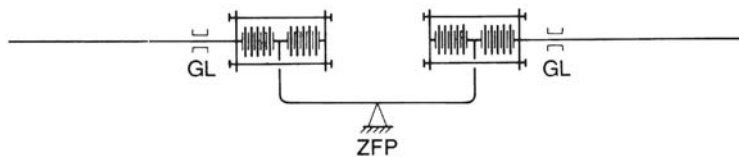
## Anordnung von Druckentlasteten Kompensatoren

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

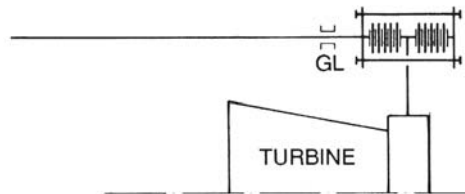
Dadurch ist ihre Verwendung besonders an Turbinen oder sonstigen Aggregaten interessant, die keine derartigen Kräfte aufnehmen können. Druckentlastete Kompensatoren werden angeordnet an Stellen, an denen sich die Richtung der Rohrleitung ändert, sowie zwischen zwei Zwischenfestpunkten. Es ist nicht erforderlich, sie zwischen Hauptfestpunkten anzuordnen.

Nachstehend einige Fallbeispiele:

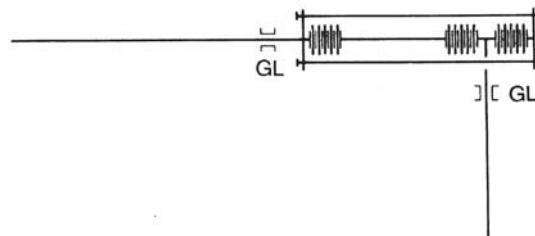
- A. Einsatzfall für axiale Dehnungsaufnahmen in einer geraden Rohrleitung mit gewissem Leitungsversatz.



- B. Anschluss einer Turbine. Die aus dem Innendruck resultierenden Kräfte werden von dem druckentlasteten Kompensator aufgenommen.



- C. Bei gleichzeitig auftretender axialer und lateraler Dehnung ist die hier gezeigte Konstruktion mit 2 + 1 Balg erforderlich.



ZFP = Zwischenfestpunkt; GL = Gleitlager.

## **Allgemeine Montagehinweise**

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

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

### **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.

### **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.

### **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.

### **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 blockiert wird.

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.

## Festpunkte und Gleitlager

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 Festlegung 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.

Grundsätzlich sollten Hauptfestpunkte angeordnet werden:

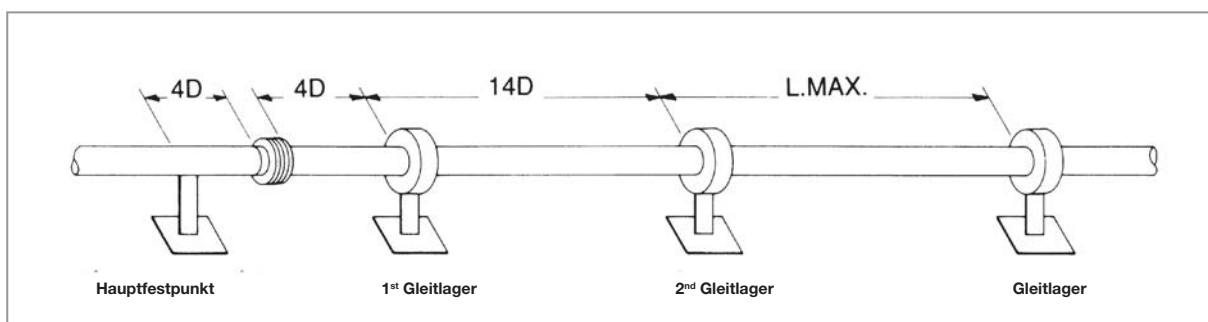
- ▶ Bei Richtungsänderungen der Rohrleitung;
- ▶ Zwischen 2 geraden Längen von verschiedenen Sektionen;
- ▶ An Ventilen und anderen spannungsempfindlichen Einbauten in einer geraden Leitungsstrecke;
- ▶ An blinden Rohrleitungsenden;
- ▶ überall dort, wo es die Rohrleitungsberechnung erfordert.

Hauptfestpunkte liegen jeweils am Ende eines zu kompensierenden Leitungssystems und müssen standardmäßig hohe Belastungen aufnehmen. Zwischenfestpunkte trennen entweder zwei achsfluchtende Kompensationssysteme oder stützen Gelenkkompensationssysteme ab. In beiden Fällen werden normalerweise nur geringe Lasten aufgenommen.

Bei Rohrführungen z. B. in L - oder Z - Form sind viele Varianten dieser Berechnungsformeln möglich, auch im Zusammenhang mit den Betriebsbedingungen und der vorgesehenen Kompensationsart. Wir beraten Sie auf Wunsch gerne bei allen hiermit zusammenhängenden Fragen.

## Gleitlager

Dienen zur Unterstützung der Rohrleitung und verhindern einen unerwünschten Versatz der Rohrleitung. Ein typisches Beispiel für die Anordnung von Gleitlagern finden Sie nachstehend:



D – Rohrlängendurchmesser

Lmax – maximale empfohlene Distanz zwischen zwei Gleitlagern (s. Diagramm auf der folgenden Seite)

In der folgenden Tabelle finden Sie Empfehlungen zur richtigen Anordnung von Festpunkten. Diese können von Fall zu Fall unterschiedlich ausfallen.

