



EINFÜHRUNG

Die erfolgreiche Montage von Kompensatoren in einer Rohrleitung erfordert die sorgfältige Berücksichtigung vieler Variablen. Hierbei ist es am wichtigsten zu verstehen, in welche Richtung die Bewegungen wirken und wie diese aufgenommen werden können. Ist dies bekannt, kann die Lösung ermittelt werden, die die geeigneten Kompensatortypen beinhaltet.

Die folgenden Seiten sollen Ihnen Ideen und Anregungen für Rohrleitungssysteme geben und wie Kompensatoren dort zum Einsatz kommen könnten.

Für eine optimale Aufnahme der Bewegungen aus mehreren Richtungen sollten komplexe Rohrleitungssysteme in kleinere, übersichtlichere Abschnitte unterteilt werden. Dabei wird jeder Abschnitt üblicherweise

durch einen Festpunkt zwischen den Abschnitten unterteilt.

Zeichnungen

Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen gute Anwendungsbeispiele von Kompensatoren in verschiedenen Rohrleitungssystemen vor. Die Zeichnungen sind den anwendbaren Normen frei entnommen und entsprechen den Zeichnungen der jeweiligen Normfassung, auf deren Grundlage dieser Katalog verfasst wurde.

Animationen

Über den neben den Beispielen angezeigten WebLink gelangen Sie zu einem animierten Beispiel.

Fragen und Unterstützung

Sie haben Fragen oder benötigen Beratung und/oder Unterstützung bei der Auswahl von Kompensatoren und deren Lage im Rohrleitungssystem? Dann sprechen Sie uns an!

DEFINITIONEN



FP = Festpunkt - am geraden Rohr



FP = Festpunkt - Platzierung in der Ecke



LFP = Leichter Festpunkt



LFP = Leichter Festpunkt - Platzierung in der Ecke



G1 = Loslager 1



G2 = Loslager 2



Gn = Nachfolgende Loslager (Loslager 3 usw.)

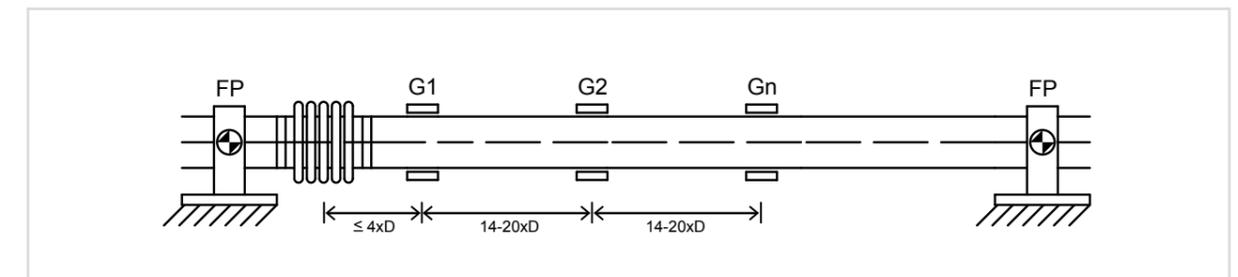
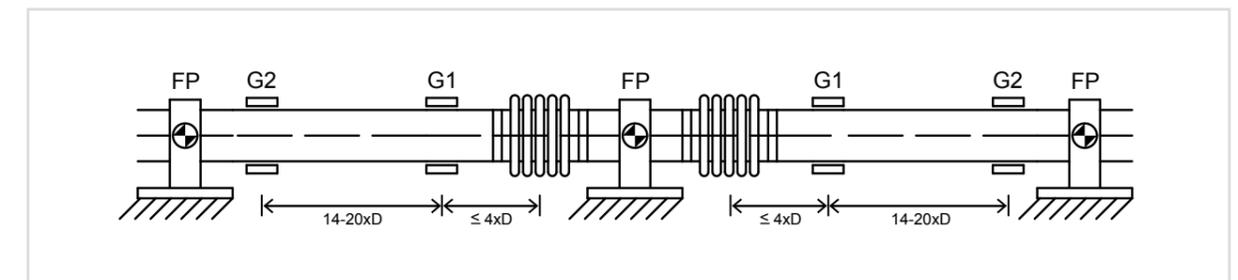
FESTPUNKTE, LOSLAGER USW.

Festpunkte und Loslager für Axialkompensatoren

Der Festpunkt muss so nahe wie möglich am Axialkompensator platziert sein. Hierbei ist zu beachten, dass zwischen zwei Festpunkten nur ein Axialkompensator montiert werden kann.

Der Abstand zwischen dem Kompensator und dem ersten Loslager sollte höchstens dem Vierfachen des Durchmessers entsprechen. Der Abstand zwischen den folgenden Loslagern sollte einem 14- bis 20-fachen Durchmesser entsprechen.

Dies wird in den Zeichnungen unterhalb dargestellt. Für andere Kompensatortypen hängt die Position der Festpunkte und Loslager vom Rohrleitungssystem und der Position des Kompensators im Rohrleitungssystem ab.

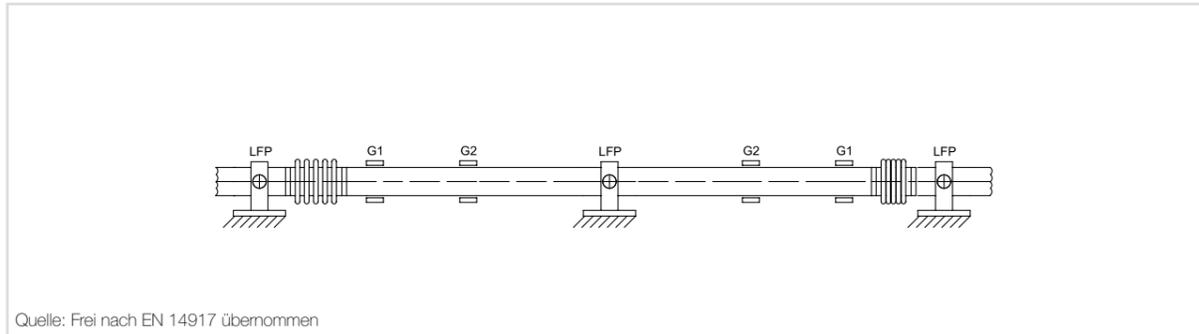


WEITERE INFORMATIONEN

Wenn Sie mehr über die Montage von Kompensatoren erfahren möchten, schauen Sie in unsere **Montageanleitung**, die online über diesen **WebLink verfügbar ist: 11602**

Auswahl der Kompensatoren

AXIALE AUSFÜHRUNGEN



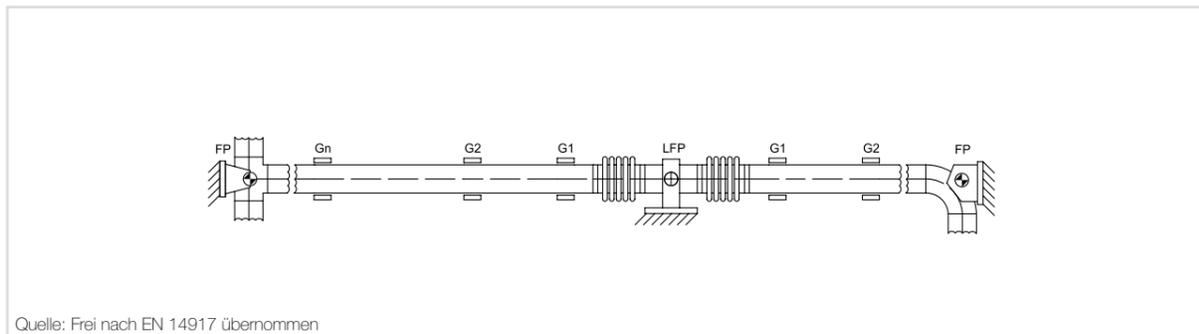
Quelle: Frei nach EN 14917 übernommen

Gerader Rohrleitungsabschnitt mit Axialkompensatoren

Dies illustriert die Wichtigkeit der Verwendung von drei Festpunkten, da der Einsatz von mehr als zwei Axialkompensatoren in einem Rohrleitungsabschnitt zu einer ungleichmäßigen Anordnung führt.

Das Ausmaß der Bewegungen, die auf jeden Kompensator wirken, wird nicht kontrolliert, da sich das Rohr je nach Reibung der Rohrleitungshalter und Steifigkeitsunterschied zwischen den Bälgen seitwärts frei in beide

Richtungen bewegen kann. Daher darf zwischen zwei Festpunkten nur ein Axialkompensator montiert werden.



Quelle: Frei nach EN 14917 übernommen

Axialkompensatoren, die die axiale Druckkraft nicht begrenzen

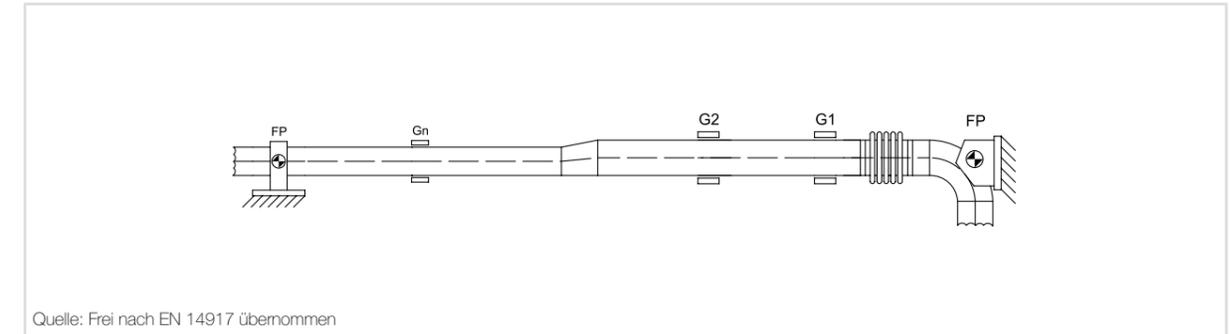
Das Rohrleitungssystem sollte mithilfe von Festpunkten, Loslagern oder begrenzenden Zugankern in Abschnitten unterteilt werden, sodass pro Abschnitt des geraden Rohrleitungs-

systems nur ein Kompensator montiert wird. Die Festpunkte sowie andere begrenzende Einheiten müssen für die volle axiale Druckkraft des Balges sowie die Auslenkungs-

kraft des Balges ausgelegt sein. Zusätzlich sollten die durch die Reibung innerhalb der Loslager entstehenden Kräfte ebenfalls berücksichtigt werden.

Auswahl der Kompensatoren

AXIALE AUSFÜHRUNGEN



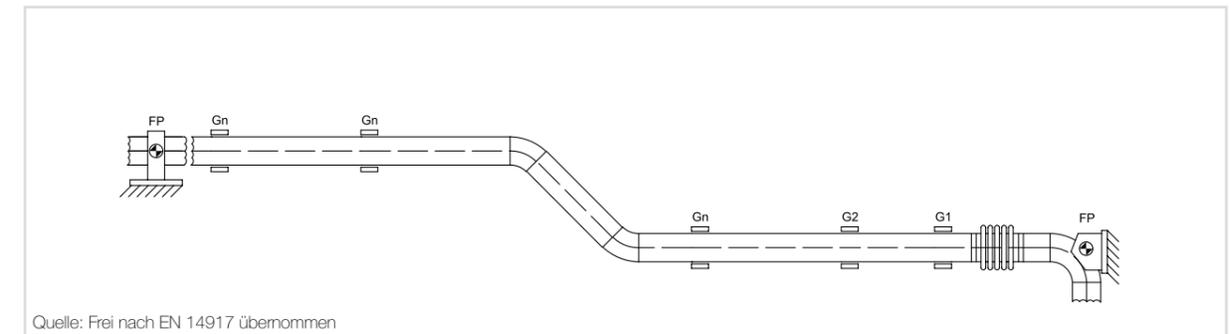
Quelle: Frei nach EN 14917 übernommen

Einzelner Axialkompensator im Abschnitt mit der großen Seite eines Reduzierstücks

Wenn im gleichen Rohrabschnitt ein Axialkompensator neben einem Reduzierstück montiert ist, müssen bei der Bestimmung der auf den

kleinen Festpunkt wirkenden Kräfte die volle axiale Druckkraft des Kompensators sowie zusätzlich der eventuelle Versatz der axiale Druck-

kraft berücksichtigt werden, sollte das Reduzierstück exzentrisch sein.



Quelle: Frei nach EN 14917 übernommen

Gerader Rohrleitungsabschnitt mit Versatz mit Axialkompensatoren

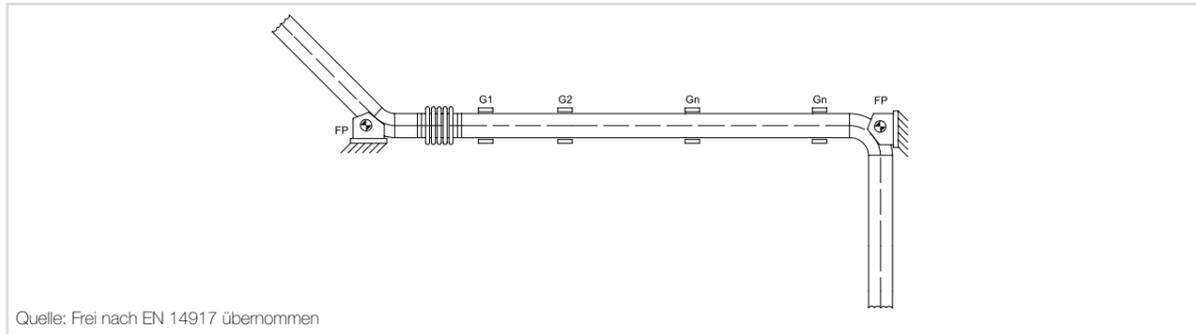
Zeigt den Einsatz eines einzelnen Kompensators in einem Rohrleitungssystem mit Versatz. Bitte beachten Sie, dass die Anwendung dieses Typs üblicherweise nicht empfohlen wird und nur unter bestimmten Bedingungen zufriedenstellend zum Einsatz kommen kann. Wie dargestellt wird, verfügt das Rohrleitungssystem über Festpunkte an jedem Ende, um Druck, Bewegungslasten und Reibung der Loslager aufzunehmen. Dort, wo die Rohrleitung einen

Versatz aufweist, muss diese Last zunächst über den versetzten Rohrleitungsabschnitt übertragen werden, was zu einer Bewegung des Rohrleitungssystems führt. Bei geringer Nennweite des Rohrleitungssystems, deutlichem Versatz oder hohen Druck- und Bewegungskräften kann diese Konfiguration zu Überbeanspruchung oder Verformung des Rohrleitungssystems und der Loslager führen. Man beachte die Nähe des Kompensators zu einem

Festpunkt und den Abstand zwischen dem ersten Loslager (G1) sowie dem Abstand zwischen dem ersten Loslager und dem zweiten Loslager (G2) und den Abstand der Loslager (Gn) entlang des restlichen Rohrleitungssystems. Loslager sollten in der Nähe beider Enden des versetzten Rohrleitungsabschnitts montiert werden, um die Wirkung der Biegebewegung auf das System zu minimieren.

Auswahl der Kompensatoren

AXIALE AUSFÜHRUNGEN



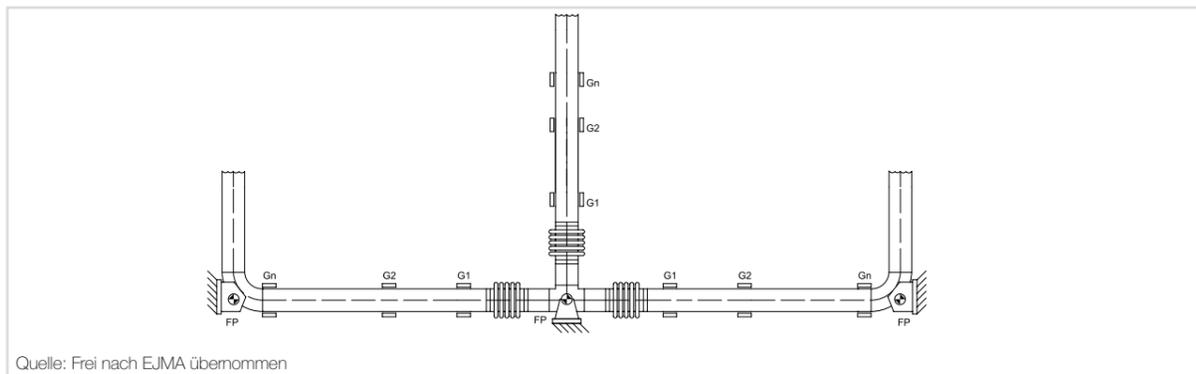
Quelle: Frei nach EN 14917 übernommen

Gerader Rohrleitungsabschnitt mit Krümmung/Versatz mit Axialkompensatoren

Zeigt ein gutes Anwendungsbeispiel eines einzelnen Kompensators zur Aufnahme axialer Ausdehnung des Rohrleitungssystems. Man beachte den Einsatz eines Kompensators

zwischen zwei Festpunkten, den Abstand zwischen Kompensator und Festpunkt, die Nähe des ersten Loslagers (G1), den Abstand zwischen dem ersten Loslager und

dem zweiten Loslager (G2) und den Abstand der Loslager (Gn) entlang des restlichen Rohrleitungssystems.



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Axiale Ausdehnung des Rohrleitungssystems in einem Rohrleitungssystem mit Abzweigung

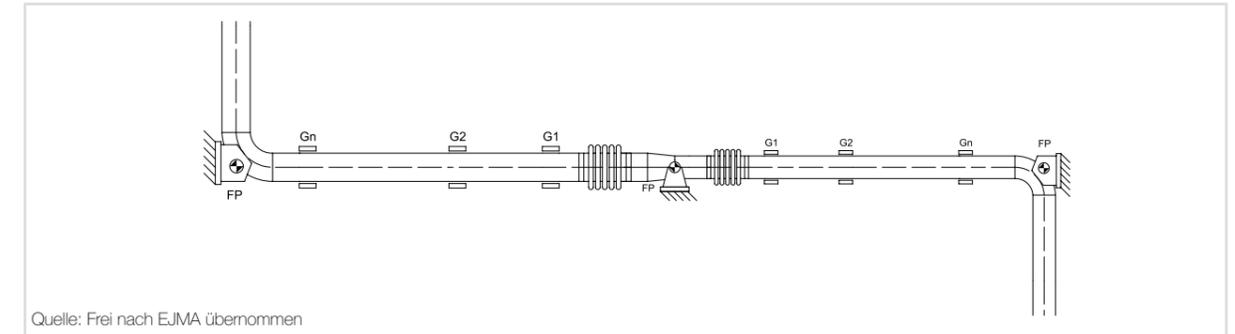
Zeigt ein gutes Anwendungsbeispiel von Kompensatoren zur Aufnahme axialer Ausdehnung in einem Rohrleitungssystem mit Abzweigung. Der Festpunkt an der Abzweigung, in diesem Fall ein T-Stück, ist für die

Aufnahme des Schubs der Kompensatoren im abzweigenden Rohrleitungsabschnitt konzipiert. Man beachte die Nähe jedes Kompensators zu einem Festpunkt, die Nähe jedes ersten Loslagers (G1),

den Abstand zwischen dem ersten Loslager (G1) und dem zweiten Loslager (G2) und den Abstand der Loslager (Gn) entlang des restlichen Rohrleitungssystems.

Auswahl der Kompensatoren

AXIALE AUSFÜHRUNGEN



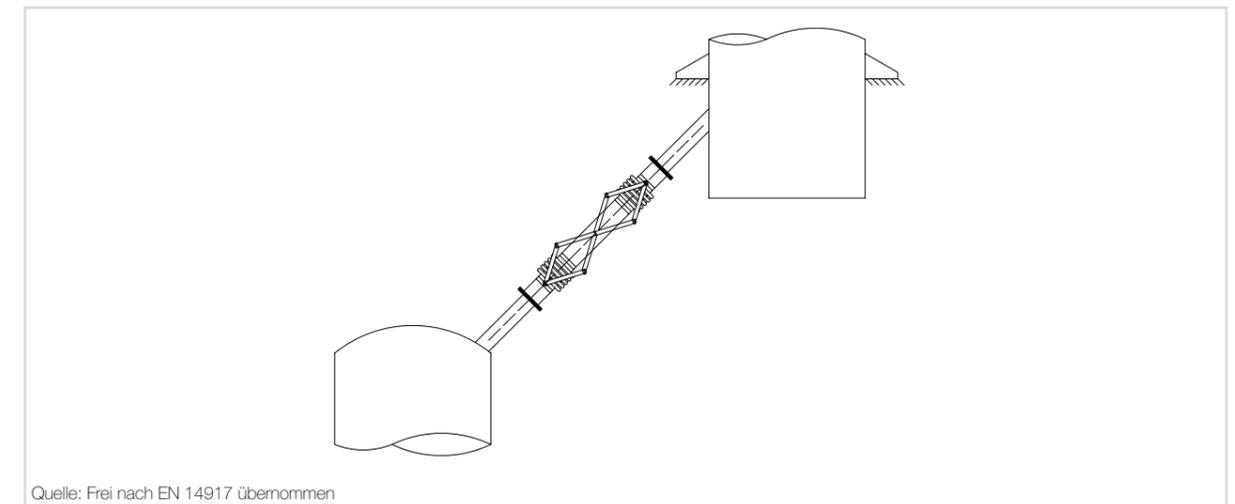
Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Axialkompensator im Rohrleitungssystem mit Reduzierstück

Zeigt ein gutes Anwendungsbeispiel eines Kompensators zur Aufnahme axialer Ausdehnung in einem Rohrleitungssystem mit einem Reduzierstück. Der Festpunkt am Reduzierstück ist zur Aufnahme des

Unterschiedes der Kompensator-schübe an jeder Seite des Reduzierstücks konstruiert. Man beachte die Nähe jedes Kompensators zu einem Festpunkt, die Nähe jedes ersten Loslagers (G1), den Abstand

zwischen dem ersten Loslager und dem zweiten Loslager (G2) und den Abstand der Loslager (Gn) entlang des restlichen Rohrleitungssystems.



Quelle: Frei nach EN 14917 übernommen

Gerader Rohrleitungsabschnitt mit zwei Krümmungen und Axialkompensatoren

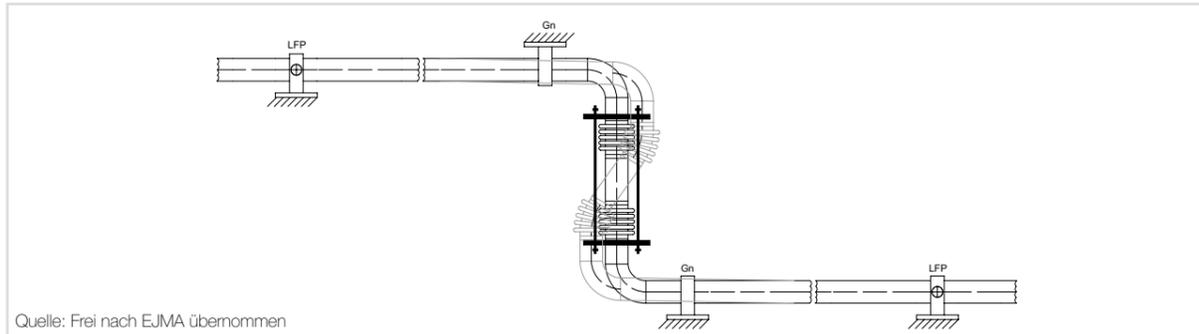
Muss ein Universalkompensator eine andere axiale Bewegung als seine eigene thermische Ausdehnung aufnehmen, kann dieser nicht als Kompensator mit Begrenzung eingesetzt werden und muss in Kombination mit Festpunkten zur

Aufnahme der Druckbeanspruchung eingesetzt werden. Die relative Ausdehnung zwischen den zwei Behältern führt zu sowohl axialer als auch lateraler Bewegung des Kompensators. Beide Behälter müssen zur Aufnahme der auf die

Festpunkte wirkenden Last konzipiert werden. Zuganker oder pantographische Verbindungen können zur gleichmäßigen Verteilung der Bewegung zwischen den Bälgen und zur Kontrolle der Bewegungen der Bälge eingesetzt werden.

Auswahl der Kompensatoren

LATERALE AUSFÜHRUNGEN

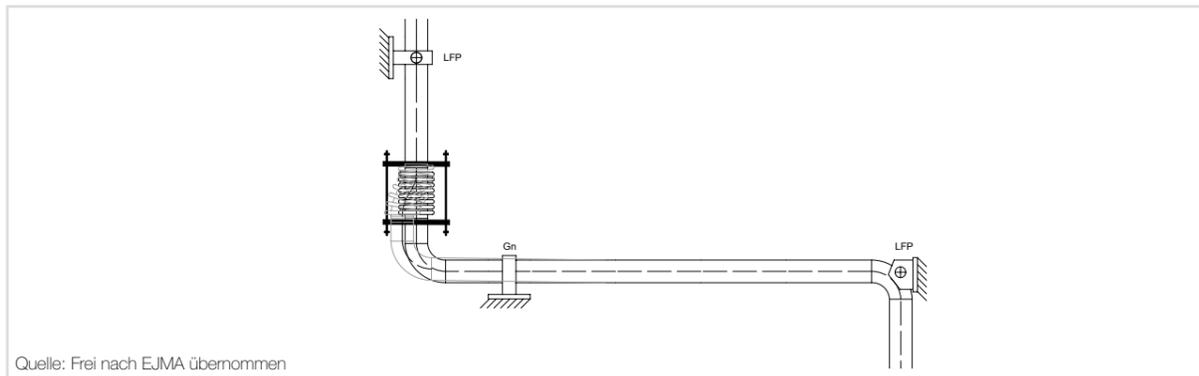


Universalkompensator zur Aufnahme lateraler Bewegung

Zeigt einen Universalkompensator mit Begrenzung zur Aufnahme lateraler Bewegung in einem Z-Bogen auf einer Ebene. Sofern hinsichtlich der Maße möglich, sollte der Kompensator so ausgelegt werden, dass er den gesamten versetzten Rohrleitungsabschnitt abdeckt, sodass dessen Ausdehnung von den Zugankern als axiale Bewegung aufgenommen wird. Der Zuganker sollte, sofern praktika-

bel, bis zur Mittellinie des Rohrkrümmers verlängert werden. Die thermische Bewegung der horizontalen Rohrleitungen wird als laterale Bewegung vom Kompensator aufgenommen. Hier ist nur ein richtungsführendes Loslager erforderlich, da die auf das Rohrleitungssystem wirkende Drucklast nur die zur Bewegung des Kompensators erforderliche Kraft umfasst. Jegliche Wärmeausdehnung des versetzten

Rohrleitungsabschnitts außerhalb der Zuganker, wie beispielsweise der Teil der Rohrkrümmer am jeweiligen Ende, muss durch Krümmung der horizontalen Rohrleitungsabschnitte aufgenommen werden. Bei der Konstruktion der Loslager muss sowohl diese Bewegung als auch die verringerte Länge des Kompensators in dessen ausgelenkter Lage berücksichtigt werden.



Zuganker zur Verhinderung axialer Bewegung

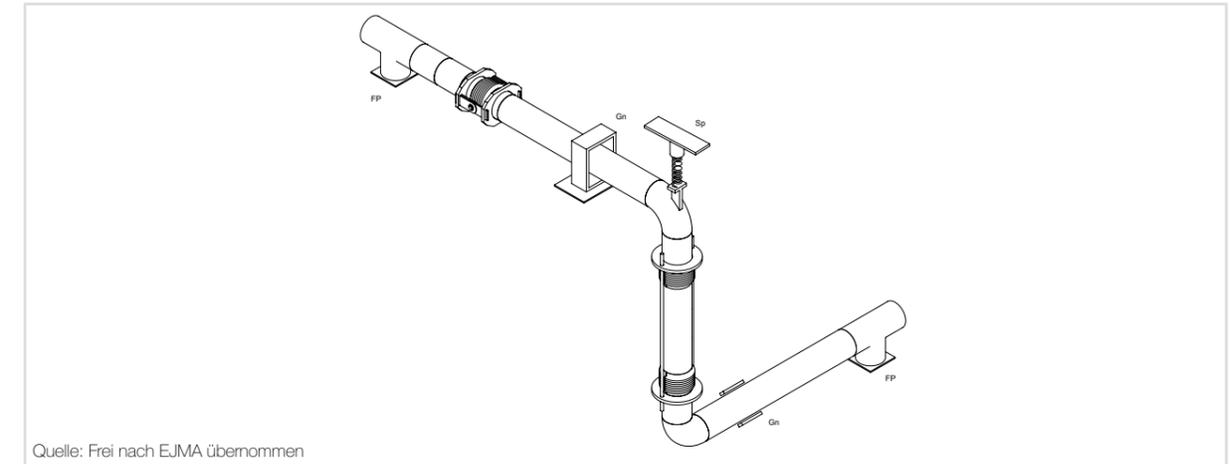
Eine Rohrleitungskonfiguration, die die Verwendung angepasster Zuganker zur Verhinderung axialer Bewegung erlaubt, vereinfacht und reduziert häufig die Montagekosten. Aufgrund der Zuganker kann der Kompensator keinerlei axiale Bewegung außer der eigenen thermischen

Ausdehnung aufnehmen. Demzufolge wird die Wärmeausdehnung der Rohrleitung im kürzeren Rohrleitungsabschnitt in Form einer Bewegung auf den längeren Rohrleitungsabschnitt übertragen. Ist der längere Rohrleitungsabschnitt nicht ausreichend flexibel und die Maße

des kürzeren Rohrleitungsabschnitts geeignet, können Zuganker montiert werden, die den gesamten kurzen Rohrleitungsabschnitt abdecken, sodass keine Bewegung auf den längeren Rohrleitungsabschnitt von dessen Ausgangspunkt her übertragen wird.

Auswahl der Kompensatoren

LATERALE AUSFÜHRUNGEN

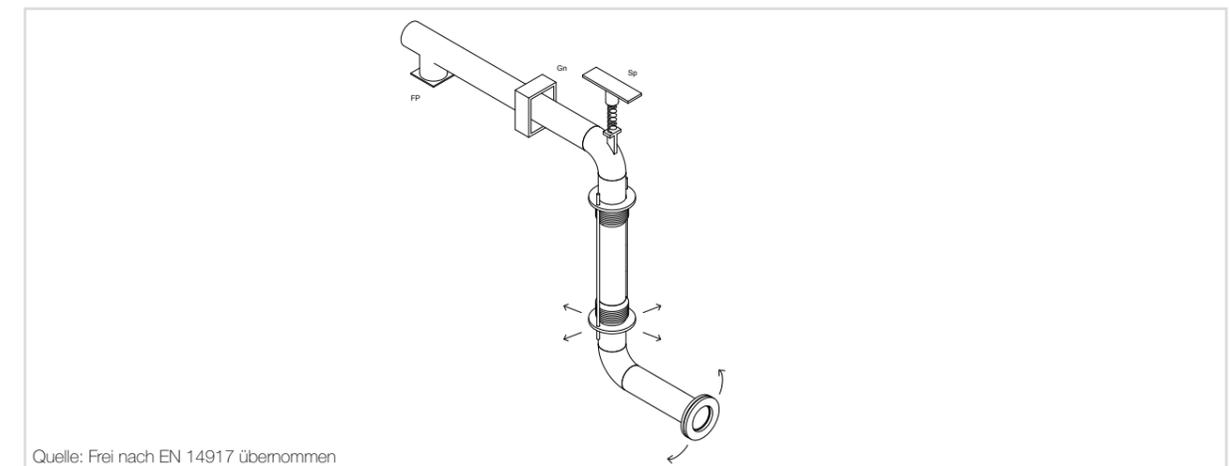


Universalkompensator in einem Z-Bogen

Zeigt ein typisches Anwendungsbeispiel eines Universalkompensators mit Begrenzung in einem Z-Bogen auf drei Ebenen. Da der Universalkom-

pensator laterale Bewegung in jede Richtung aufnehmen kann, können sich die zwei horizontalen Rohrleitungsabschnitte auf der horizontalen

Ebene in jedem beliebigen Winkel befinden.



Lateralkompensator mit zwei Zugankern

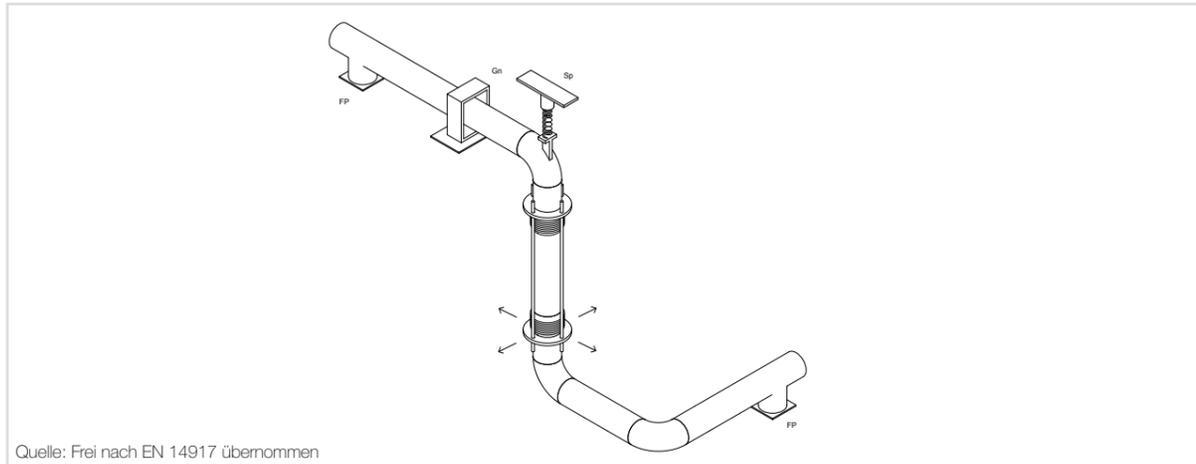
Die Zeichnung zeigt die möglichen Bewegungen. Die am Boden

angeschlossene Rohrleitung sollte so geführt werden, dass der

Kompensator keinerlei Torsion ausgesetzt ist.

Auswahl der Kompensatoren

LATERALE AUSFÜHRUNGEN



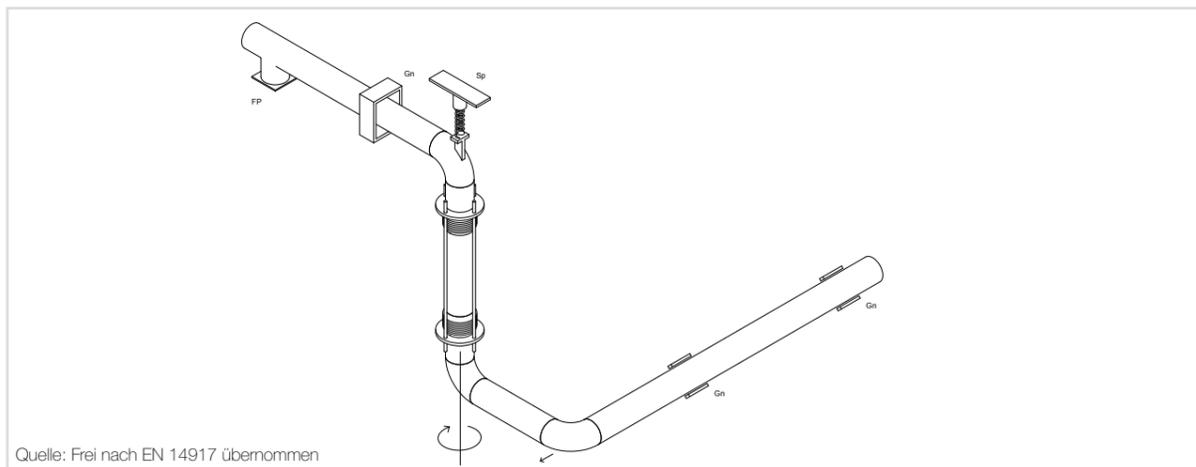
Quelle: Frei nach EN 14917 übernommen

Lateralkompensator mit drei oder mehr Zugankern

Diese Art von begrenztem Lateral-kompensator wird auf eine ähnliche Weise wie ein Kompensator mit zwei Kardangelenken verwendet.

Der einzige Unterschied ist, dass die Wärmeausdehnung zwischen den Zugankern innerhalb des Kompensators kompensiert wird.

Die maßgebliche Kompression oder Dehnung muss bei Berechnung der Ermüdungslebensdauer der Bälge berücksichtigt werden.



Quelle: Frei nach EN 14917 übernommen

Lateralkompensator mit drei oder mehr Zugankern

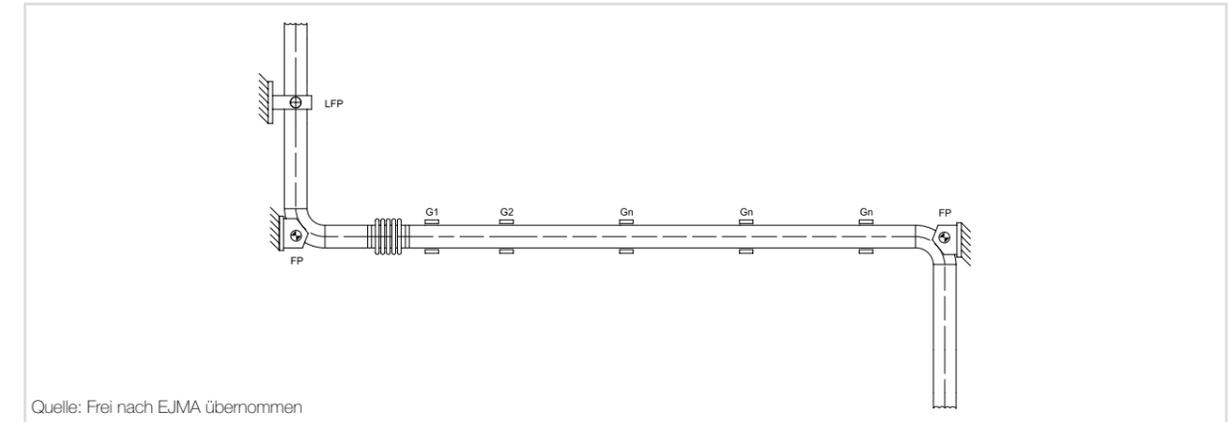
Der Einsatz von Lateralkompensatoren mit auf Gelenken gelagerten Zugankern in dreidimensionalen

Rohrleitungssystemen kann in gewissen Fällen kritisch sein, da eine Drehung um die Längsachse des

Kompensators theoretisch möglich ist. Eine Drehung um die Längsachse des Balgs muss vermieden werden.

Auswahl der Kompensatoren

LATERALE AUSFÜHRUNGEN



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

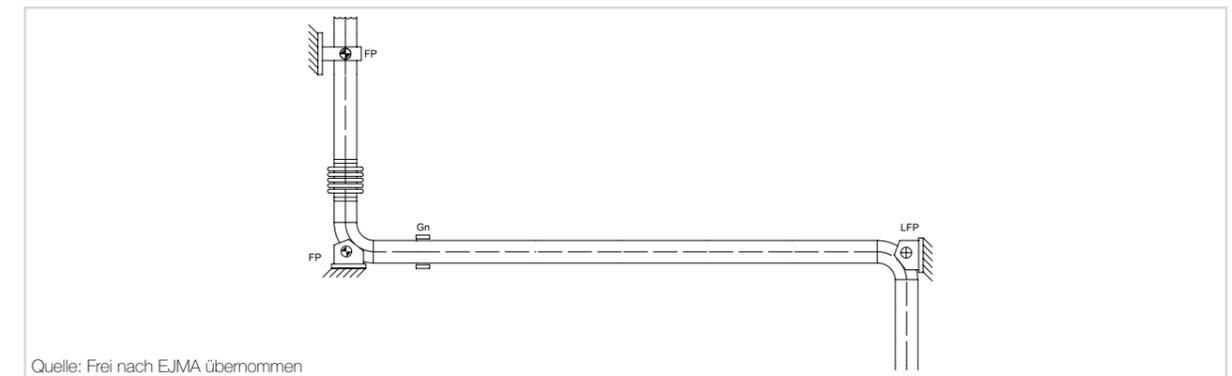
Einzelner Kompensator für kombinierte Bewegungen

Da ein einzelner Kompensator die preiswerteste Option ist, wird in der Regel zunächst dessen Verwendungsmöglichkeit geprüft. Die Konfiguration zeigt den typischen Einsatz eines einzelnen Kompensators, der sowohl axiale als auch laterale Bewegungen aufnimmt. Das System ähnelt der Anordnung für axiale Bewegung, die im vorherigen

Abschnitt gezeigt wurde.

Der Kompensator ist an einem Ende des langen Rohrleitungsabschnitts mit Festpunkten an jedem Ende montiert. Die Loslager verfügen über einen guten Abstand, um sowohl Bewegungen zu kontrollieren als auch das Rohrleitungssystem vor Ausknicken zu schützen. Der Festpunkt (FP) am linken Ende des Rohrleitungssystems

nimmt die auf den Festpunkt (FP) wirkende Last in der Richtung der Kompensatorachse auf. Gleichzeitig lässt er zu, dass die Wärmeausdehnung des kurzen Rohrleitungsabschnitts als laterale Bewegung auf den Kompensator wirkt. Aufgrund des Festpunkts besteht nur eine Belastung im Rohrleitungsabschnitt, das den Kompensator enthält.



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Montage des Kompensators im kurzen Rohrleitungsabschnitt

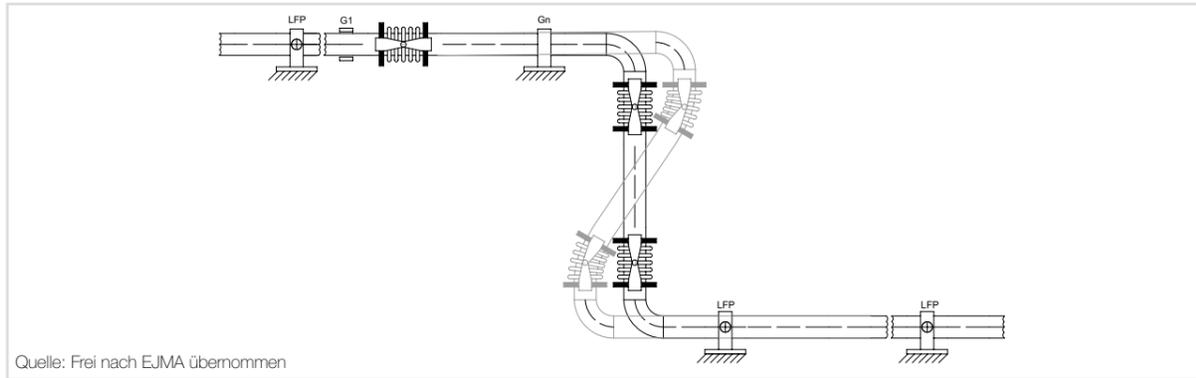
Diese Konfiguration ist eine alternative Anordnung, in der der Kompensator im kurzen Rohrleitungsabschnitt montiert ist und die hauptsächlich

Ausdehnung als laterale Bewegung aufgenommen wird. Der längere Rohrleitungsabschnitt ist frei von stauender Druckbeanspruchung

und erfordert nur Festpunkte und ein Loslager (Gn).

Auswahl der Kompensatoren

AUSFÜHRUNGEN MIT GELENKEN



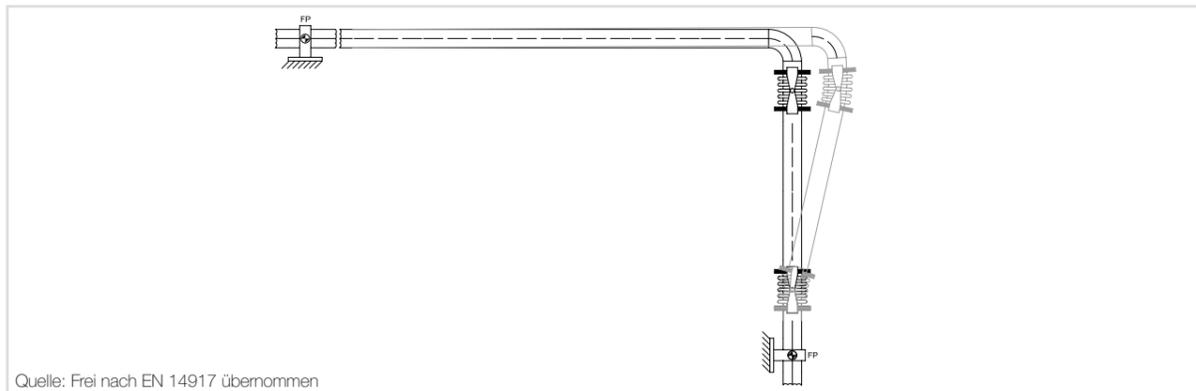
Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Drei Gelenke in einem ebenen System

Gelenkkompensatoren können in Sätzen von zwei oder drei Angulare Kompensatoren montiert, Grosse Laterale und Axiale Bewegungen

absorbieren. Generell soll man nie Mehr als 3 Angulare Kompensatoren wovon höchstens zwei Kardangelen Kompensatoren, zwischen

zwei Festpunkte Montieren.



Quelle: Frei nach EN 14917 übernommen

Zweigelenksystem

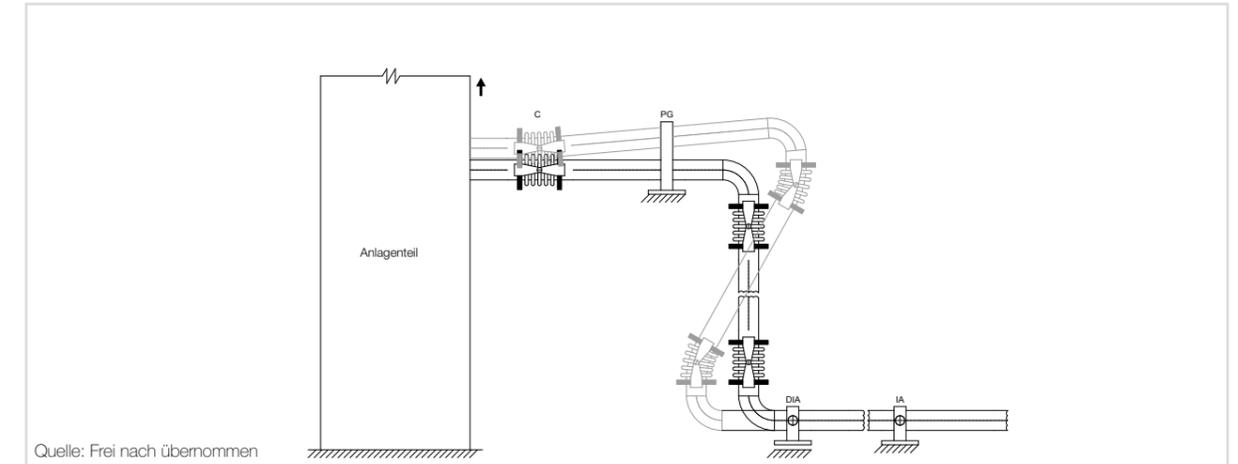
Illustriert den Einsatz eines Zweigelenksystems zur Aufnahme der hauptsächlich Wärmeausdehnung in einem Z-Bogen auf einer Ebene. Da die axiale Druckkraft von den Gelenken der Kompensatoren aufgenommen wird, sind Festpunkte lediglich an jedem Ende des Rohrleitungssystems erforderlich. Die Wärmeausdehnung des versetzten Rohrleitungsabschnitts, der die Kompensatoren enthält, muss durch die Krümmung der senkrecht zu diesem Abschnitt verlaufenden Rohrleitungsabschnitte aufgenommen werden, da die Kompensatoren durch deren Gelenke auf eine reine Angularbewegung beschränkt sind und

weder gedehnt, noch komprimiert werden können. Das Ausmaß der auf die beiden langen Rohrleitungsabschnitte wirkenden Biegeauslenkung kann durch eine effektive Planung der Loslager und Stützen kontrolliert werden. Ist ein langer Rohrleitungsabschnitt ausreichend flexibel, um die vollständige Wärmeausdehnung des versetzten Rohrleitungsabschnitts aufzunehmen, kann der andere lange Rohrleitungsabschnitt so ausgelegt werden, dass dieser lediglich Längsbewegungen zulässt. Die an den Enden des langen Rohrleitungsabschnitts in der Nähe der Rohrkrümmung gezeigten Loslager halten das Rohrleitungssystem in der Ebene und

müssen Biegeauslenkungen des langen Rohrleitungsabschnitts zulassen. Bei der Berechnung der Abstände der Loslager muss berücksichtigt werden, dass die Wärmeausdehnung des versetzten Rohrleitungsabschnitts, der die Kompensatoren enthält, aufgrund der Verringerung der Länge, die durch die Bewegung der Mittellinie des Rohrleitungssystems verursacht wird, teilweise versetzt auftreten wird. Dieser Effekt darf nur ignoriert werden, wenn der Abstand zwischen den Gelenkbolzen äußerst groß und die laterale Auslenkung klein ist.

Auswahl der Kompensatoren

AUSFÜHRUNGEN MIT GELENKEN



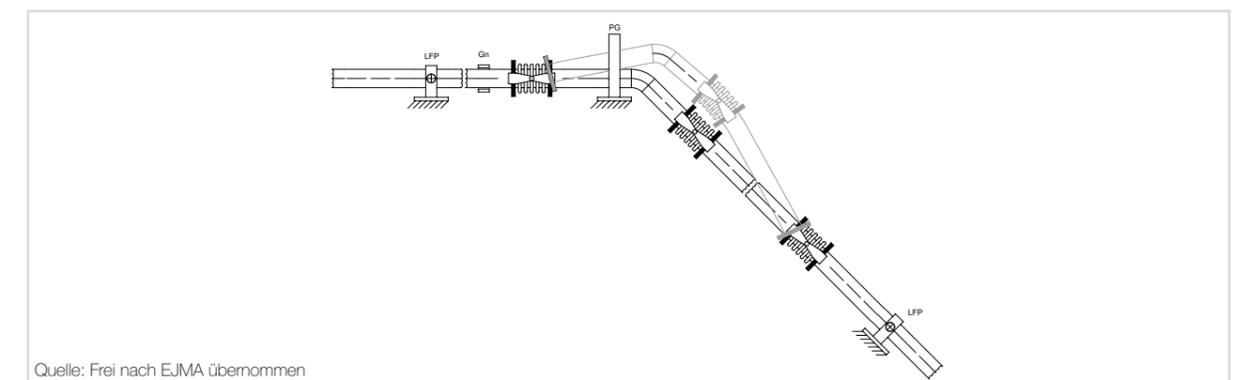
Quelle: Frei nach übernommen

Dreigelenksystem

In diesem Fall wird sämtliche Bewegung durch die Kompensatoren aufgenommen und wirken lediglich vernachlässigbare Biegebeanspruchungen der Rohre auf die Festpunkte. Bei großem Abstand zwischen dem Festpunkt auf der linken Seite und dem ersten Gelenkkompensator C sollte angrenzend an den Kompensator wie dargestellt eine Rohrleitung montiert werden. Diese Rohrleitung

minimiert die Biegung des Rohrleitungsabschnitts zwischen Kompensator C und dem linken Festpunkt, die ansonsten von der zur Biegung des Kompensators erforderlichen Bewegung erzeugt werden könnte. Ein oder mehrere zusätzliche Loslager (Gn) können eingesetzt werden, um das Rohrleitungssystem auf der Ebene zu halten und um die Gelenke von Biegekräften zu entlasten,

die durch externe Lasten erzeugt werden können. Das Rohrleitungssystem kann auf verschiedene Weisen getragen werden, bei der die verfügbaren tragenden Bauteile effizient genutzt werden. Es sind zwingend Federstützen zu verwenden, um die freie Bewegung des Rohrleitungssystems zwischen den Kompensatoren zu ermöglichen.



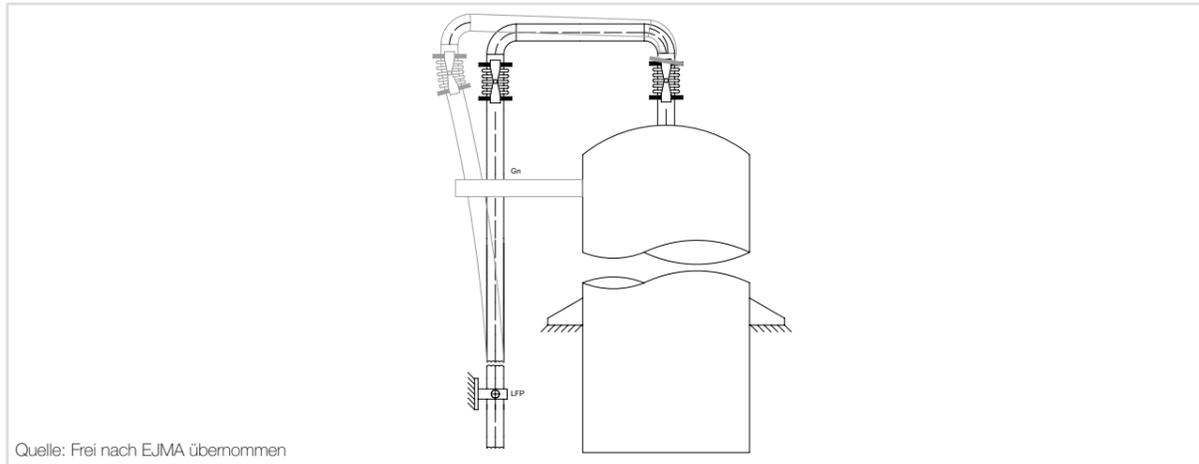
Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Gelenksystem in Krümmung anders als 90°

Die Abbildung illustriert, dass Gelenkkompensatoren auch dann eingesetzt werden können, wenn die

Krümmung nicht 90° beträgt. In diesem Fall sind lediglich Festpunkte und Loslager erforderlich.

AUSFÜHRUNGEN MIT GELENKEN



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

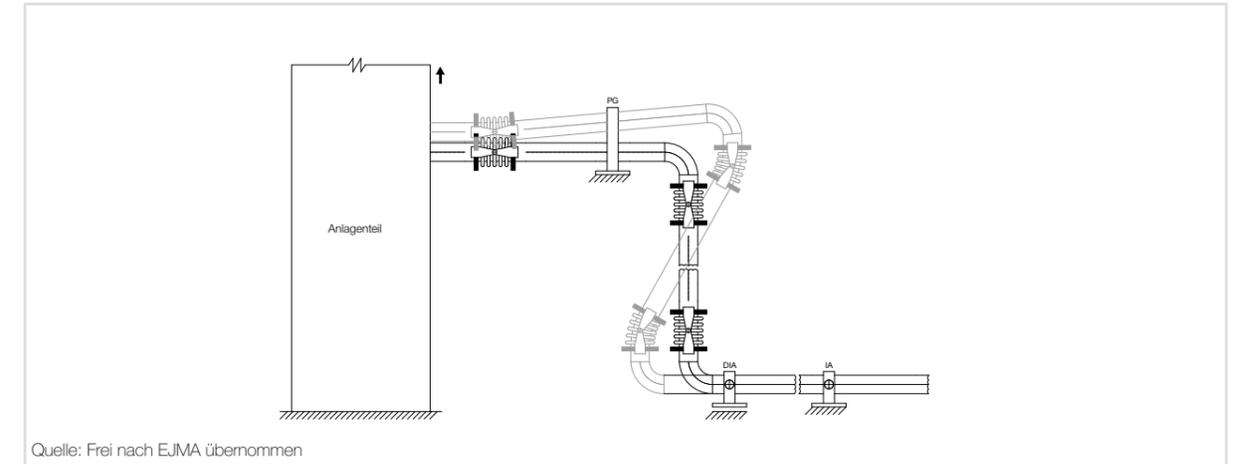
Zweigelenksystem

Für den möglichst effizienten Einsatz von Gelenkkompensatoren ist zu beachten, dass für deren ordnungsgemäße Funktion die Gelenke nicht auf gleicher Höhe angeordnet sein müssen. Die Abbildung zeigt ein Zweigelenksystem. In diesem Fall nehmen die Kompensatoren nur die differenzielle senkrechte Ausdehnung zwischen dem Behälter und dem Steigrohr auf. Jegliche horizontale Bewegung aufgrund der Ausdehnung des Rohrs sowie aufgrund von Schwingungen und Windlasten

werden durch die Krümmung des senkrechten Rohrleitungsabschnitts aufgenommen. Ein planares Loslager kann in der Nähe der Behälteroberseite montiert werden, um die Gelenkkompensatoren vor Windlasten zu schützen, die im rechten Winkel zur Rohrleitungsebene auftreten. Der am Boden des Steigrohrs gezeigte Festpunkt ist lediglich ein Festpunkt, da die Drucklast von den Kompensatorgelenken aufgenommen wird. Dieser Festpunkt muss in der Lage sein, den durch die Krümmung

des Steigrohrs erzeugten Kräften widerstehen zu können. Abhängig von der Dimensionierung und des Gewichts des Rohrleitungssystems können der Prozessbehälter und Festpunkt das Rohrleitungssystem ausreichend tragen. Sind zusätzliche Stützen erforderlich, sind Federstützen zu verwenden. Die vertikale Rohrleitung kann zur Reduzierung von Biegespannungen vorgespannt sein und mithilfe der Gelenke den Kräften der Vorspannung widerstehen.

AUSFÜHRUNGEN MIT GELENKEN



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Gelenkkompensator

Ein Gelenkkompensator kann effektiv in Anwendungen eingesetzt werden, in denen neben der reinen Wärmeausdehnung auch andere Bewegungen des Rohrleitungssystems auftreten. Die Abbildung zeigt eine Anwendung, bei der die Wärmeausdehnung eines Rohrleitungssystems mit den auf einer Ebene auftretenden Bewegungen eines Bauteils kombiniert wird, das an das Rohrleitungssystem angeschlossen ist. Solange alle Bewegungen auf eine einzige Ebene beschränkt sind, entspricht das Verhalten des Kompensatorsystems nahezu dem abgebildeten System.

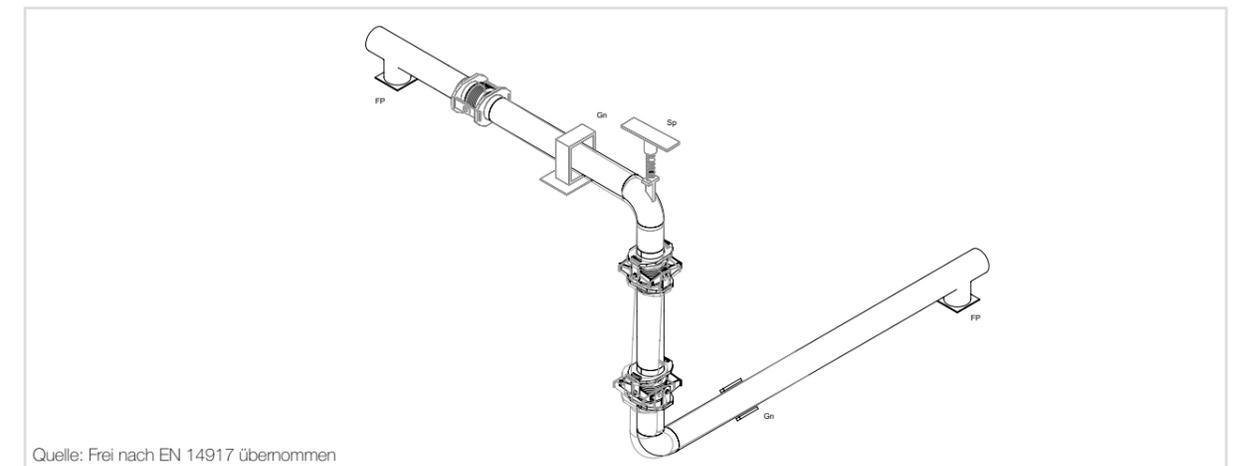
An einem Ende des Rohrleitungssystems ist ein Festpunkt erforderlich, während die Ausrüstung als Festpunkt am gegenüberliegenden Ende dient. Bei der Beurteilung der Bewegungen der Kompensatoren werden die Ausdehnungen der Rohrleitungssysteme hinzugerechnet. Um sowohl die Bewegungen der Bauteile als auch die Biegungen des Rohrleitungssystems zu ermöglichen, müssen die Abstände zwischen den planaren Loslagern auf der Ebene des Rohrs ausreichend ausgelegt sein. Die kompakte Größe und strukturelle Festigkeit sind die Vorteile dieses

Kompensatorstyps. Durch den Einsatz dieser einzelnen Einheiten ist es in der Regel möglich, die Wärmeausdehnung irregulärer und komplexer Rohrleitungskonfigurationen zu kompensieren, bei denen die Verwendung anderer Kompensatorstypen ausgeschlossen ist. Da die Gelenkstruktur Lasten übertragen kann, üben Rohrleitungssysteme mit Gelenkkompensatoren minimale Kräfte auf die Festpunkte aus. Solche Systeme können an nahezu jedem Punkt gestützt werden, ohne die freie Bewegung des Systems zu beeinflussen.



Auswahl der Kompensatoren

AUSFÜHRUNGEN MIT KARDANGELENKEN



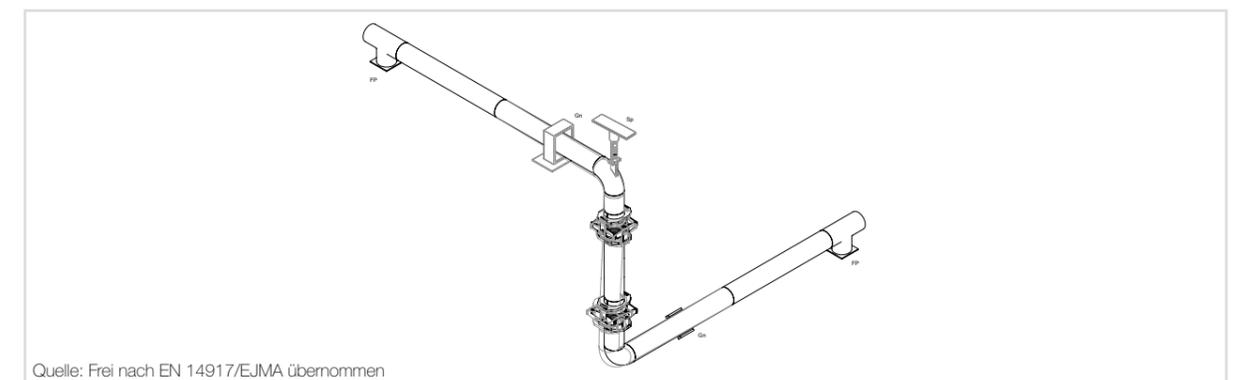
Quelle: Frei nach EN 14917 übernommen

Zwei Kardangelenke und ein Gelenkkompensator in einem dreidimensionalen System

Dieses häufig verwendete System nimmt mithilfe der Kardangelenke Bewegungen in jede Richtung der

horizontalen Rohrleitungen auf, wohingegen der angulare Gelenkkompensator die durch die Verringerung

des vertikalen Abstands zwischen den Kardangelenken auftretenden vertikalen Bewegungen aufnimmt.



Quelle: Frei nach EN 14917/EJMA übernommen

Zwei Kardangelenke in einem dreidimensionalen System

Ebenso wie Gelenkkompensatoren bei Anwendungen auf einer Ebene viele Vorteile bieten, sind Kardangelenkkompensatoren für die gleichen Vorteile in Systemen auf mehreren Ebenen konzipiert. Die Fähigkeit der Kardangelenkkompensatoren, Angularbewegungen auf jeder Ebene aufzunehmen, wird häufig durch den Einsatz von zwei solcher Einheiten zur Aufnahme lateraler Bewegung erzielt. Eine Anwendung dieses Typs ist in der Abbildung dargestellt. Da die

Druckbeanspruchung von der Kardangelenkkonstruktion aufgenommen wird, kommen lediglich Festpunkte zum Einsatz. Loslager werden eingesetzt, um die Bewegung jedes Rohrleitungsabschnitts einzuschränken. Da die Kardangelenkkonstruktion Lasten tragen kann, gestaltet sich – genau wie bei Gelenkkompensatoren – die Positionierung der Rohrleitungshalter einfacher. Da in einem System mit zwei Kardangelenken die

Ausdehnung des vertikalen Rohrleitungsabschnitts durch die Krümmung der längeren Rohrleitungsabschnitte aufgenommen wird, können in einem oder beiden Abschnitten Federstützen (SP) erforderlich sein. Loslager müssen so konstruiert sein, dass sie die Wärmeausdehnung des Rohrleitungsabschnitts mit den Kompensatoren ermöglichen und die Verkürzung dieses Rohrleitungsabschnitts aufgrund der Bewegung ermöglichen.



Auswahl der Kompensatoren AUSFÜHRUNGEN MIT ROHRBÖGEN

In einigen Rohrleitungssystemen können die Betriebsbedingungen recht herausfordernd sein. Dies erfordert häufig besondere Überlegungen in Bezug auf die Bauweise des Rohrleitungssystems einerseits und der Kompensatoren andererseits. Große Bewegungen können auf vielfältige Weise und mit unterschiedlichen Arten von Kompensatoren aufgenommen werden. In vielen Fällen ist der Einbau von zwei oder mehreren Kompensatoren in naheliegenden oder berechneten Abständen in der Rohrleitung eine gute Lösung zur Aufnahme vieler Bewegungen. Die gleiche Rohrleitungskonstruktion kann ebenfalls für die Aufnahme angularer Bewegungen verwendet werden, was bei einem geraden Rohrleitungssystem nicht möglich wäre.

Weshalb ein U-Bogen oder Rohrbögen

Zur Aufnahme größerer Bewegungen ist ein U-Bogen eine gute Lösung. Die Konfiguration der Rohrbögen mit 3 angularen Kompensatoren mit Gelenk kann im Vergleich zu den herkömmlichen Rohrbögen ohne Angularkompensatoren mindestens das dreifache an Bewegungen aufnehmen. Die Gelenke an den Kompensatoren nehmen die Druckkräfte aus dem Balg auf und stellen gleichzeitig sicher, dass Bewegungen kontrolliert werden. Gleichzeitig stützen sie die Rohrleitung.

Die Rohrleitungsgeometrie wird durch das Ausmaß der aufzunehmenden Bewegung sowie der Biegekapazität der Kompensatoren bestimmt: Je größer die Bewegungen sind, desto größer ist der erforderliche Abstand zwischen dem mittleren Kompensator und den Kompensatoren an den Enden.

Die Vorteile dieses U-Bogens sind

- Aufnahme großer Bewegungen
- Die Krafteinwirkung auf die Festpunkte des Systems sind bedeutend geringer als bei gleichwertigen Kompensatoren ohne Begrenzung
- Die Kosten für Festpunkte werden gesenkt
- Lösungen, die Kompensatoren mit Begrenzung verwenden, können sich – insbesondere bei Rohrleitungssystemen auf großen Höhen – als äußerst wirtschaftlich erweisen. Sind bei Kompensatoren ohne Begrenzung üblicherweise entsprechend ausgelegte Festpunkte und Loslager für das Rohrleitungssystem erforderlich, so ist dies in diesem Fall nicht erforderlich, da die axiale Druckkraft der Bälge von den Gelenken der Kompensatoren aufgenommen wird

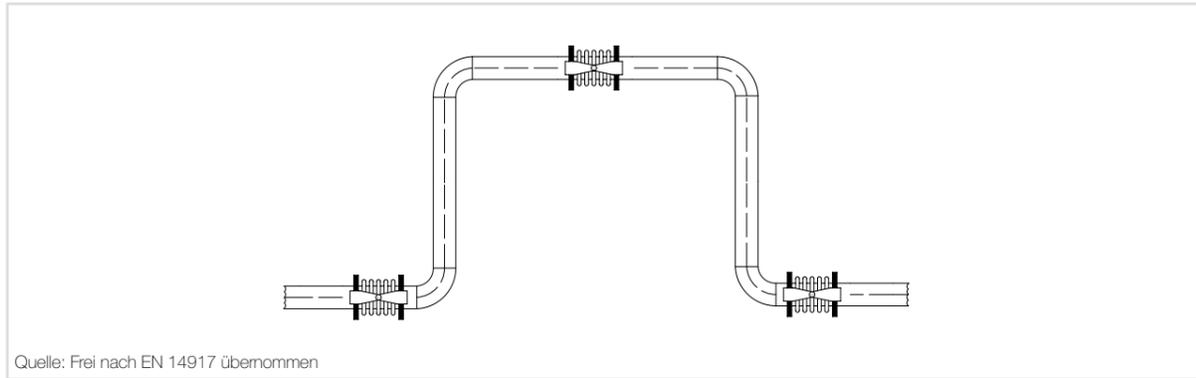
- Wie in den nebenstehenden Abbildungen dargestellt, kann die Verwendung von Kompensatoren in Rohrbögen die Anzahl der erforderlichen Bogen von 3 auf 1 verringern

Tipps!

- Ist der Bogen vertikal montiert, so kann Entlüften oder Entleeren erforderlich sein
- Kompensatoren so nahe wie möglich an den Rohrkrümmungen platzieren
- Loslager sollten in der Nähe der äußeren Kompensatoren platziert werden, um die Rohrausdehnung in die Krümmung zu lenken. Die Loslager müssen jederzeit eine freie Bewegung der Rohre und Kompensatoren zulassen
- Der mittlere Kompensator im U-Bogen muss dieselbe Biegung wie die der äußeren Kompensatoren aufnehmen
- Es ist ratsam, den U-Bogen vorzuspannen, sodass die Kompensatoren von ihrem neutralen Zustand aus gleichmäßig wirken können. Dies maximiert den von der Krümmung aus verfügbaren Bewegungsspielraum, minimiert die Höhe der Krümmung und halbiert die auf die Festpunkte wirkende gesamte Auslenkungskraft

Auswahl der Kompensatoren

AUSFÜHRUNGEN MIT ROHRBÖGEN

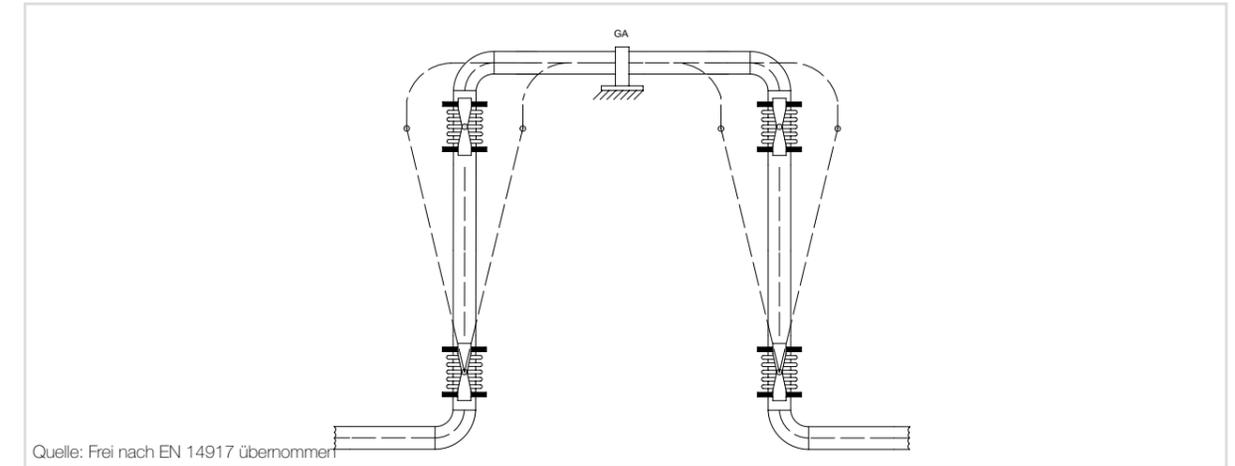


3 Gelenke auf einer Ebene in einem U-Bogen

Mit 3 Gelenken können große Bewegungen aufgenommen werden.

Auswahl der Kompensatoren

AUSFÜHRUNGEN MIT ROHRBÖGEN



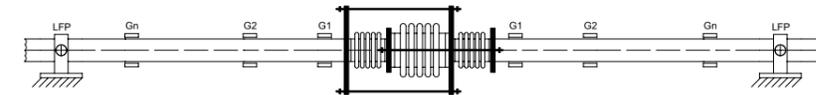
Angularkompensator mit 4 Gelenken in einem U-Bogen

Der oben dargestellte U-Bogen kann bei fehlendem Loslager A (GA) aufgrund der Reibung in den Gelenken und der unterschiedlichen Steifigkeit der Kompensatoren

theoretisch jede beliebige Lage einnehmen. Dieses Problem kann durch Montage eines lateralen Loslagers A (GA) an der Oberseite der Krümmung gelöst werden.

Auswahl der Kompensatoren

DRUCKENTLASTETE AUSFÜHRUNGEN



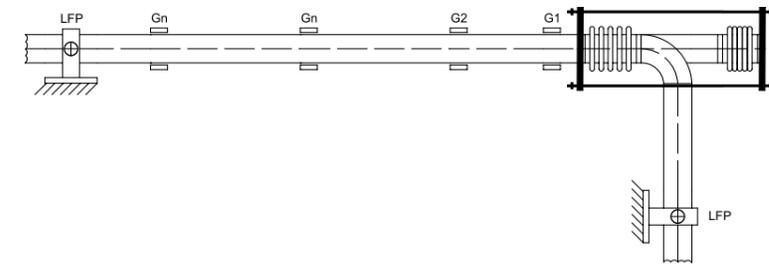
Quelle: Frei nach EN 14917/EJMA übernommen

Druckentlastete In-line-Kompensatoren

Die Darstellung oben zeigt den Einsatz eines druckentlasteten In-line-Kompensators, der zur Aufnahme der axialen Bewegungen des Rohrleitungssystems in einem langen, geraden Rohrleitungssystem

zum Einsatz kommt. Durch den Einsatz dieser Anordnung werden die zwei gezeigten Festpunkte von der Druckbeanspruchung entlastet. Da das Rohrleitungssystem von der komprimierenden Druckbeanspruchung

entlastet ist, sind lediglich eine Mindestanzahl von Loslagern erforderlich. Diese sollen dann hauptsächlich die Wärmeausdehnung des Rohrleitungssystems in axialer Richtung in die Kompensatoren leiten.



Quelle: Frei nach EN 14917/EJMA übernommen

Druckentlasteter Kompensator an einer Strömungsumlenkung

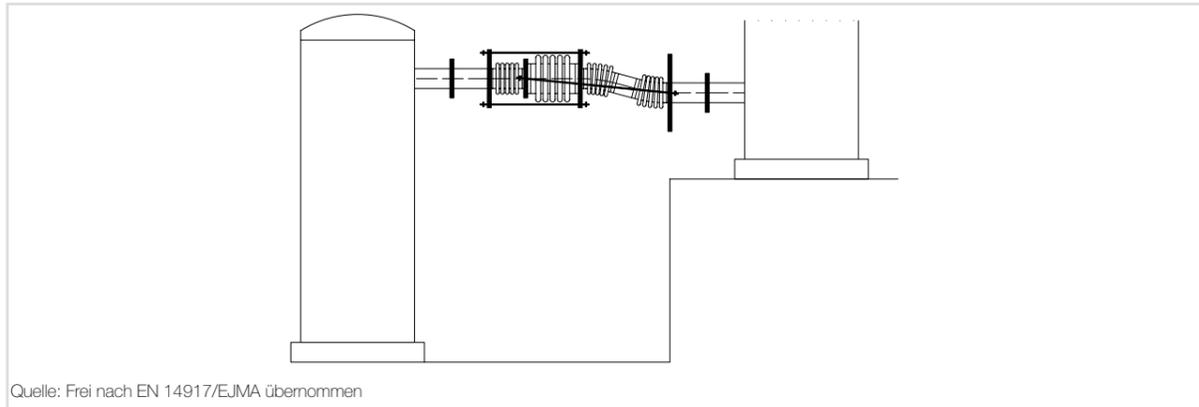
Die Darstellung oben zeigt ein gutes Anwendungsbeispiel eines druckentlasteten Kompensators zur Aufnahme axialer Ausdehnungen des Rohrleitungssystems. Man beachte, dass der Kompensator an der Stelle der Strömungsumlenkung platziert ist. Die Krümmung und das Ende des

Rohrleitungssystems werden durch Loslager gesichert. Da die axiale Druckkraft vom Kompensator selbst aufgenommen wird und nur die zur Bewegung des Kompensators benötigten Kräfte auf das Rohrleitungssystem ausgeübt werden, ist lediglich eine Mindestanzahl an

Loslagern erforderlich. Loslager mit führender Funktion, die an den Kompensator angrenzen, sind, wie dargestellt, in den meisten Fällen ausreichend. In langen Rohrleitungssystemen mit geringen Durchmessern können zusätzliche Loslager erforderlich sein.

Auswahl der Kompensatoren

DRUCKENTLASTETE AUSFÜHRUNGEN



Quelle: Frei nach EN 14917/EJMA übernommen

Druckentlasteter In-line-Kompensator zwischen zwei Prozessbehältern

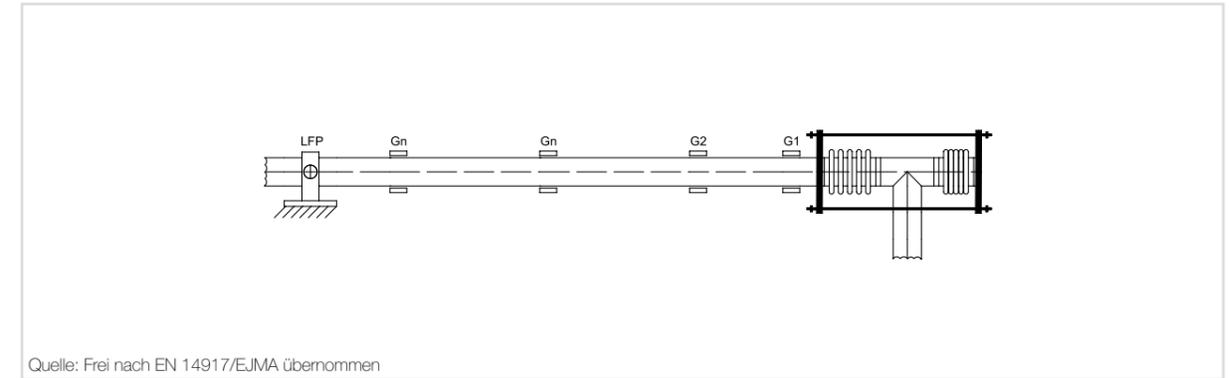
Werden zwei Prozessbehälter miteinander verbunden, stellt ein druckentlasteter Kompensator die beste Lösung dar. Diese Lösung sollte die Aufnahme der Ausdehnung des verbindenden Rohrleitungssystems umfassen und dabei die Bewegung aufgrund jeglicher differenzieller Ausdehnung der Behälter ermöglichen und die Auswirkungen von Setzungen aufnehmen können. Die Konstruktion der Prozessbehälter führt häufig dazu, dass jegliche wesentlichen vom Rohrleitungssystem erzeugten und auf den Behälter oder die Düsen wirkenden Kräfte zu vermeiden sind. Sämtliche Kräfte, die aufgrund des auf die Kompensator-

bälge wirkenden Innendrucks erzeugt werden, werden bei dem Einsatz eines druckentlasteten Kompensators aufgenommen. Hierdurch müssen lediglich noch die durch die Bewegungen der Bälge erzeugten Federkräfte aufgenommen werden – in den meisten Fällen sind diese Kräfte entscheidend geringer als die der Druckkraft und können üblicherweise einfach gelöst werden. Die Alternative zum Einsatz eines druckentlasteten Systems ist der Einsatz einfacher Kompensatoren ohne Begrenzung. Dies würde jedoch die Montage einer Struktur erfordern, die ebenfalls Festpunkte aufnehmen kann.

Dies könnte zu deutlich höheren Kosten führen, insbesondere wenn sich das verbindende Rohrleitungssystem in großen Höhen befindet. In manchen Anwendungen kann ein einfacher druckentlasteter In-line-Axialkompensator verwendet werden – dieser Kompensatortyp nimmt hauptsächlich axiale Bewegungen auf, kann jedoch ebenfalls für die Aufnahme geringerer lateraler Bewegungen konstruiert werden. In komplexeren Anordnungen sind zur Aufnahme größerer lateraler Bewegungen spezielle Kompensatoren mit einem Doppelbalg erforderlich.

Auswahl der Kompensatoren

DRUCKENTLASTETE AUSFÜHRUNGEN



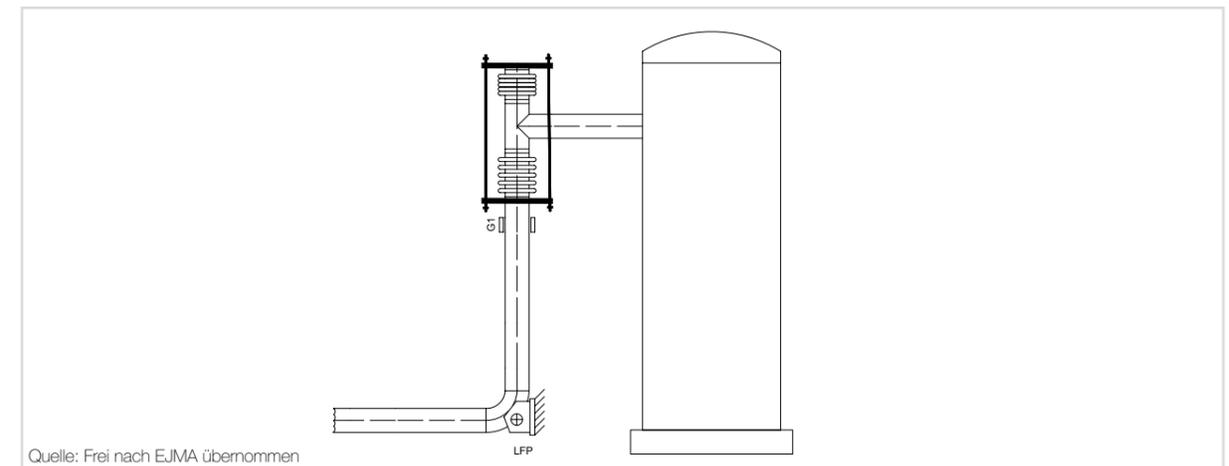
Quelle: Frei nach EN 14917/EJMA übernommen

Druckentlasteter Kompensator an einer Strömungsumlenkung

Bei einer Strömungsumlenkung in einem Rohrleitungssystem können druckentlastete Axialkompensatoren (Rohrkrümmer oder T-Profil) für die Aufnahme von Bewegungen eingesetzt werden, ohne dass dabei hohe

Kräfte durch die axiale Druckkraft auf die Festpunkte oder Enden wirken. Dies wird durch einen zusätzlichen Ausgleichsbalg erzielt, der mit dem Druck der Rohrleitung beaufschlagt wird und die Ausrüstung mit dem

In-line-Balg und dem Ausgleichsbalg verbindet. Jeder Balg sollte für die Aufnahme der vollen axialen Bewegung ausgelegt sein.



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Einsatz eines druckentlasteten Kompensators an einem Behälter

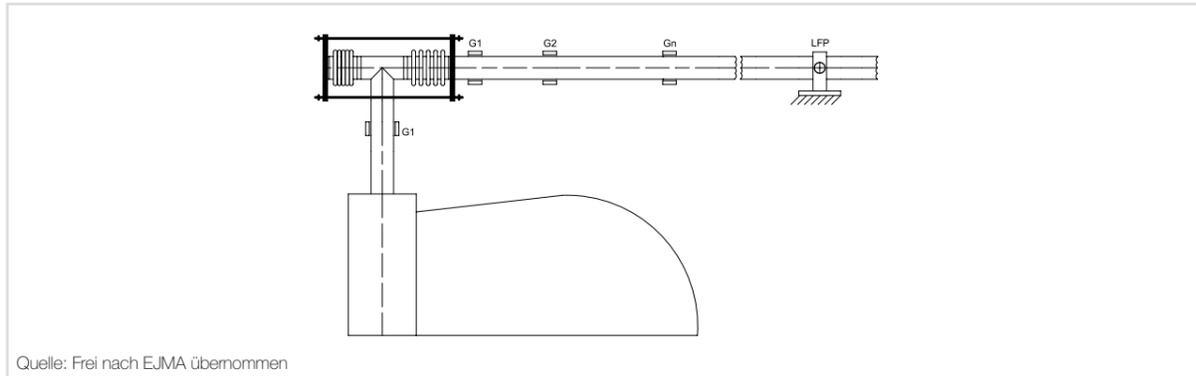
Die Abbildung oben zeigt eine übliche Anwendung, für die ein druckentlasteter Kompensator gut geeignet ist. Unter verschiedenen Prozessbedingungen können der Behälter und die vertikale Rohrleitung sich auf unterschiedliche Weise ausdehnen. Durch die Montage eines, wie oben dargestellten, druckentlasteten Kompensators wird die differenzielle vertikale Bewegung als axiale auf den Kompensator wirkende Bewegung und die Wärmeausdehnung von der

Mittellinie des Prozessbehälters aus in Richtung Rohrleitungssystem als laterale Bewegung aufgenommen. Das Rohrleitungssystem kann dann mit einem Festpunkt am Boden gesichert und mit einem Loslager ausgerüstet werden, das an den Kompensator angrenzt. In vielen Fällen ist im oberen Bereich des Prozessbehälters keine externe Struktur verfügbar und muss das Loslager am Behälter selbst befestigt werden. Bei dieser Anordnung kann

es zu einer geringen auf das Rohrleitungssystem wirkenden Biegebeanspruchung kommen. Dies insbesondere in den Fällen, in denen der Behälter groß und der Bewegung durch Windlasten oder ähnliche Einwirkungen ausgesetzt ist. Ist das Loslager an einer festen externen Struktur befestigt, muss der Kompensator so ausgelegt sein, dass er Bewegung durch Wind und andere Lasten als laterale Bewegung aufnimmt.

Auswahl der Kompensatoren

DRUCKENTLASTETE AUSFÜHRUNGEN



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Druckentlasteter Kompensator an einer Turbine

Die Darstellung oberhalb zeigt den typischen Einsatz eines druckentlasteten Kompensators für kombinierte axiale Bewegungen und laterale Bewegungen.

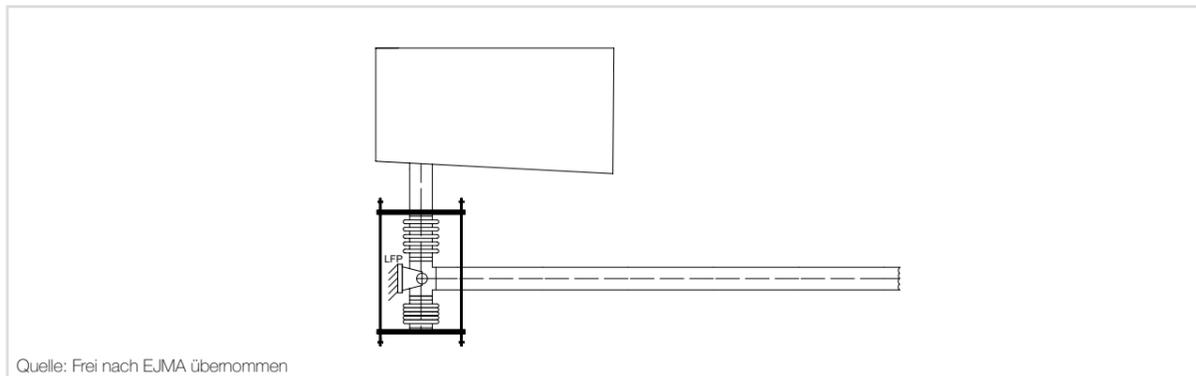
Sowohl der Festpunkt am Ende des

Rohrleitungssystems und an der Turbine sorgen dafür, dass lediglich Loslager erforderlich sind.

Mit einer effektiven Konstruktion kann das Loslager direkt oberhalb der Turbine für die Aufnahme der axialen

Bewegungskräfte des Kompensators ausgelegt werden, ohne diese auf die Turbine zu übertragen.

Die einzige auf die Turbine wirkende Kraft ist die zur lateralen Bewegung des Kompensators erforderliche Kraft.



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Druckentlasteter Kompensator an einer Turbine

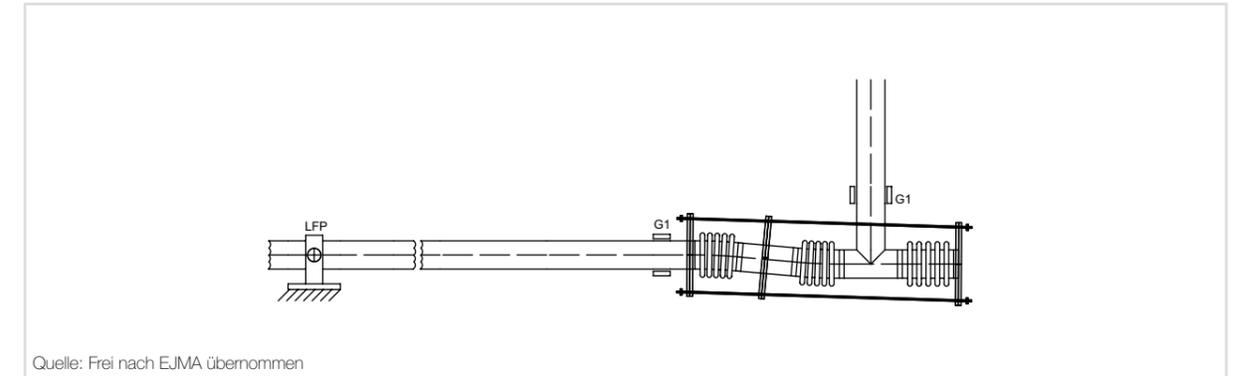
Die Abbildung oben zeigt ein gutes Anwendungsbeispiel für Turbinen, doch befindet sich der Festpunkt der Turbine in diesem Fall in einem gewissen Abstand zum Kompensator.

In diesem Fall wird die Ausdehnung der Turbine zwischen deren Festpunkt und dem Kompensator als laterale Bewegung aufgenommen. Als Mittelstück des Kompensators

kommt ein Festpunkt zum Einsatz. Da sich der Kompensator ganz in der Nähe der Turbine befindet, ist ein Loslager zwischen Turbine und Kompensator nicht erforderlich.

Auswahl der Kompensatoren

DRUCKENTLASTETE AUSFÜHRUNGEN



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Druckentlasteter Universalkompensator

Ist eine große laterale Bewegung aufzunehmen, so ist zwingend ein druckentlasteter Universalkompensator erforderlich. Bei dieser Bauweise werden zwei Bälge auf der Strömungsseite des Kompensators und ein einzelner Balg auf der Ausgleichseite verwendet. Sind die Zuganker so ausgelegt, dass diese sich an den Befestigungspunkten drehen und schwenken können, wird der Ausgleichsbalg, wie oben dargestellt, normalerweise lediglich axialen Bewegungen ausgesetzt. Damit der druckentlastete Kompensator ordnungsgemäß funktionieren kann, muss die von den Zugankern aufgenommene axiale Druckkraft die

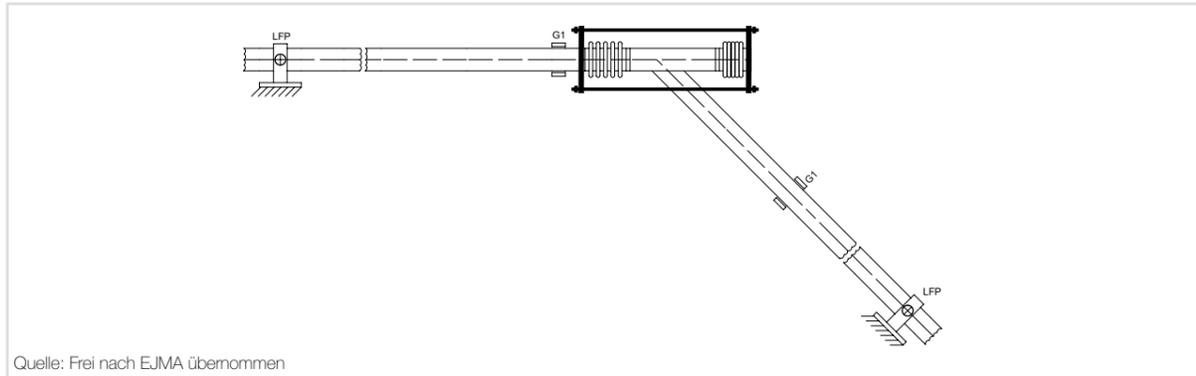
axialen Bewegungskräfte des Kompensators übersteigen. Bei einer Anwendung mit großem Durchmesser und geringem Druck kann der Einsatz des druckentlasteten Kompensators zur Aufhebung Druckbeanspruchung nicht möglich oder – im besten Fall – dessen Wirkung unklar sein. In solchen Fällen muss eine andere Kompensatorbauweise berücksichtigt werden.

Druckentlastete Kompensatoren sind nicht für Anwendungen geeignet, in denen die Ausgleichsleitung zwischen Arbeitsbalg und Ausgleichsbalg durch das Strömungsmedium oder Verschmutzungen verstopft werden kann. Wenn es die Strömung zulässt,

kann dieses Problem durch die Verwendung eines T-Stücks als Mittelstück des Kompensators anstelle eines Rohrkrümmers umgangen werden. In manchen Fällen erfolgt die Druckbeaufschlagung der ausgleichenden Seite des Kompensators über eine separate Quelle. Dies gilt jedoch als gefährlich. Ein Steuerungsausfall oder eine auch nur geringfügig zu langsame Steuerreaktion kann dazu führen, dass die Druckbeanspruchung teilweise oder vollständig auf das Rohrleitungssystem oder die Bauteile ausgeübt wird und somit der eigentliche Grund für den Einsatz eines druckentlasteten Kompensators umgangen wird.

Auswahl der Kompensatoren

DRUCKENTLASTETE AUSFÜHRUNGEN



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Druckentlasteter Kompensator an einer Strömungsumlenkung

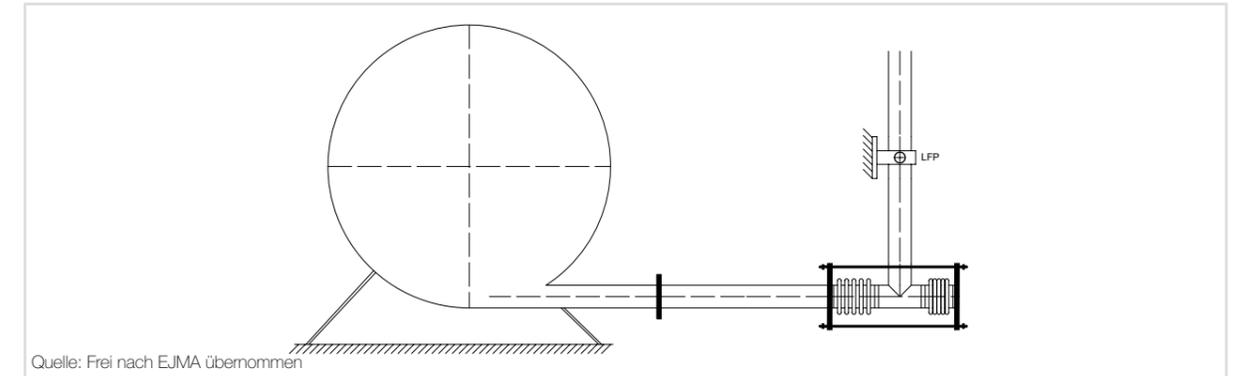
Die Abbildung oben zeigt, dass ein druckentlasteter Kompensator auch bei Strömungsumlenkungen anders als 90° eingesetzt werden kann. In diesem Fall wird die Ausdehnung des längeren Rohrleitungssystems als axiale auf den Kompensator wirkende Bewegung aufgenommen,

wohingegen die Wärmeausdehnung des versetzten Rohrleitungssystems sowohl axiale als auch laterale Bewegung bzw. Bewegung auf den Kompensator überträgt. Es sind lediglich Festpunkte an den Enden der Rohrleitungen sowie richtungsführende Loslager erforderlich.

Das Loslager im versetzten Rohrleitungsabschnitt kann zur Aufnahme der axialen Bewegungskräfte des Kompensators verwendet werden, wenn das Rohrleitungssystem für deren unmittelbaren Übertragung auf den Festpunkt nicht die entsprechende Steifigkeit aufweist.

Auswahl der Kompensatoren

DRUCKENTLASTETE AUSFÜHRUNGEN



Quelle: Frei nach EJMA übernommen

Druckentlasteter Kompensator an Ausrüstung wie Turbinen usw.

Die Darstellung oberhalb zeigt ein gutes Anwendungsbeispiel eines druckentlasteten Kompensators zur Aufnahme der Wärmeausdehnung von Bauteilen wie Turbinen, Pumpen und Kompressoren. Die Hauptfunktion des Kompensators ist die Minimierung der auf das Bauteilge-

häuse wirkenden Last. Man beachte, dass nur ein Festpunkt an der Strömungsumlenkung erforderlich ist. Wird der Kompensator unmittelbar angrenzend an die Maschine montiert, ist kein Loslager erforderlich. Es ist darauf zu achten, dass bei den beiden Arbeitsbälgen als auch dem

Ausgleichsbalg ausreichende Flexibilität gewährleistet ist, sodass die für die Kompression des Kompensators erforderlichen Kräfte die vom Bauteilhersteller vorgegebenen Lastgrenzen für das Bauteil nicht überschreiten.