

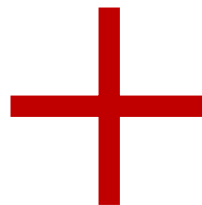
Technische Informationen zu den Produkten der PAVO AG

In allen Produkten, welche auf dem PAVO-Gummifederelement basieren, wird die Federkraft mittels Gummikörpern erreicht. Somit ist der Gummi das funktionsentscheidende Material und hat wie die Materialien anderer Federsysteme spezifische Eigenschaften.

Mit diesem Schreiben informieren wir unsere Kunden über die Eigenschaften, welche nicht als Leistungsdaten in den Dokumenten zu den verschiedenen Produktgruppen beschrieben sind, jedoch für den Einsatz qualitätsrelevante Entscheidungsmerkmale aufweisen.

Gummimischung

Die Firma PAVO AG bestückt etwa 95% der von ihr produzierten Gummifederelemente mit ihrer Standardqualität, welche auf einem Anteil Kunstgummi und einem Anteil Naturgummi basiert. Die Basis-Mischung wird durch Füllstoffe optimiert. Damit werden die mechanischen Eigenschaften, die Beständigkeit und die Leistungsdaten angepasst. Die genaue Rezeptur der Mischung und die Parameter in der Herstellung sind geschützt und für Dritte nicht zugänglich.



- Hohe Beständigkeit gegen Alterung und somit konstante Leistungsdaten über den ganzen Zeitraum des Einsatzes.
- Gute chemische Beständigkeit und geringe Werte bezüglich Abrieb
- Ausgewogenes Verhältnis zwischen Dämpfung und Rückprallelastizität
- Geringer Druckverformungsrest (DVR) auch bei erhöhter Temperatur im höchsten Spannungsfeld der Gummikörper
- Grosser Einsatzbereich bezüglich Temperatur -55°C bis +85°C

Toleranzen

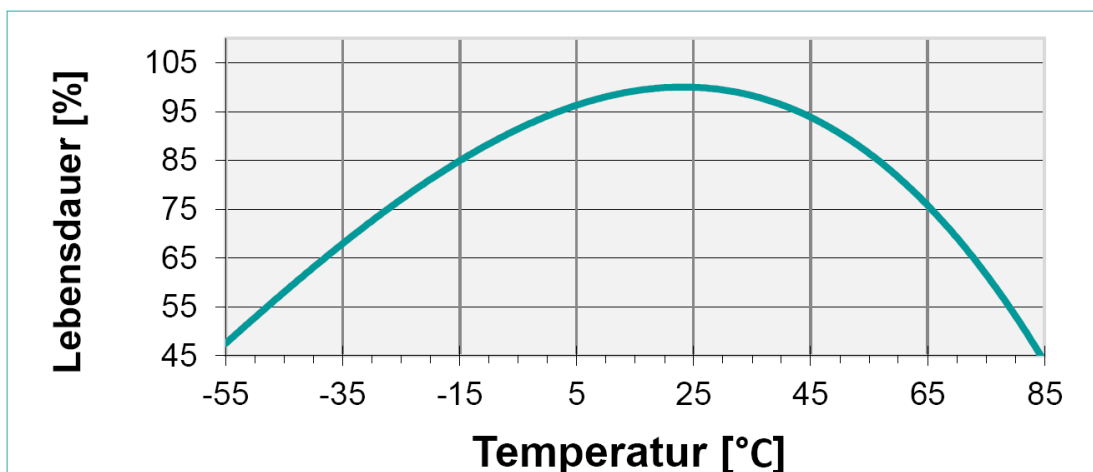
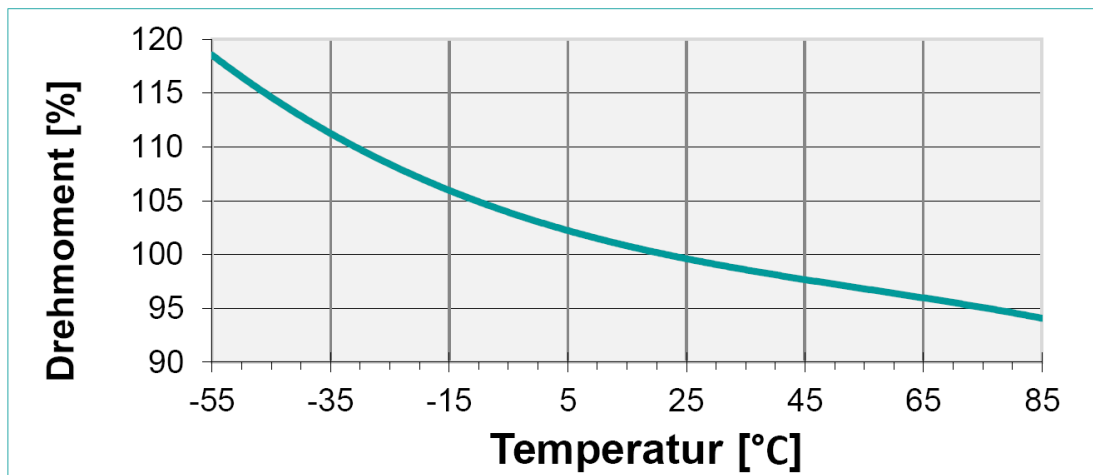
Durch den Anteil von Kunstgummi werden konstante Rohstoffe, mit hoher Replizierbarkeit und mit dem Anteil von Naturgummi, welcher die notwendigen hohen mechanischen Werte aufweist, wird eine für diesen Einsatz optimierte Mischung erreicht. Dadurch sind Gummiprofile form- und masstechnisch in engen Toleranzen replizierbar und ergeben, selbst mit den Toleranzen der in der Baugruppe verbauten Metall-Komponenten, nur geringe Abweichungen in den Leistungsdaten.

In der Fertigung werden wo nicht anders definiert in den folgenden Toleranzen gefertigt:

- | | |
|---|------------------------------|
| - Toleranz für spanende oder umformende Fertigung | ISO 2768-mK |
| - Toleranzen für Schweisskonstruktionen | EN ISO 13920-AE |
| - Toleranzen für Gusskonstruktionen | ISO 8062-3DCTG 7-9 |
| - Galvanische Verzinkung | EN 12329-FE // Zn 15-20 // B |
| - Feuerverzinkung (450°C) | ISO 1461-S235J / 50-150 |
| - Phosphatieren | ISO 9717-Fe/Mnph3.5-8.5/T4 |
| - Lackierung (RAL 5020 + RAL 2011) | Pulverlack 80µ |

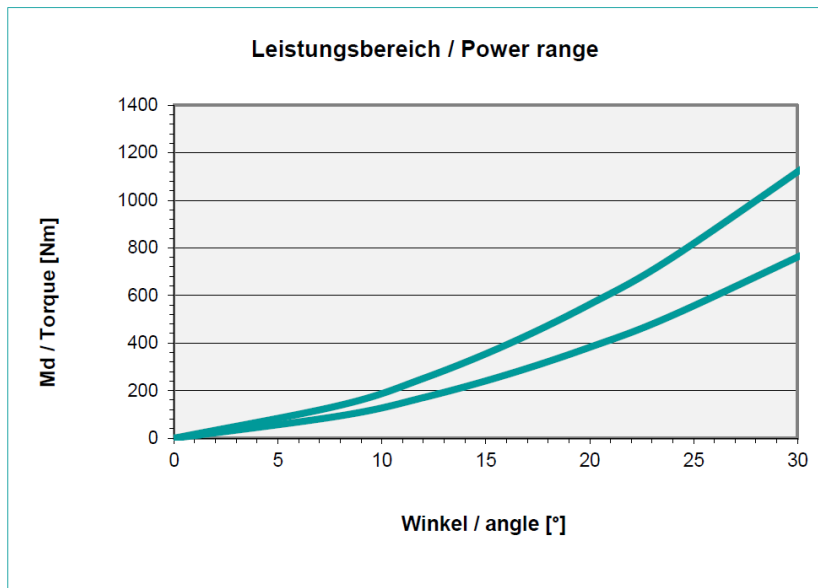
Temperatur

Die PAVO-Gummifederelemente sind in einem Temperaturbereich von -55°C bis +85°C einsetzbar. Die Leistungsdaten und die Standzeit variieren in Anhängigkeit mit der Temperatur. So sind die Leistungsdaten mit steigender Temperatur kleiner und mit sinkender Temperatur grösser.



Dynamische Steifigkeit

Bedeutend höher als bei einer Stahlfeder steigen bei einer Gummifeder die Leistungsdaten mit erhöhter Erregerfrequenz und können bei der maximalen Erregerfrequenz den 1.5fachen Wert erreichen.



Chemische Beständigkeit

In der folgenden Tabelle ist die Beständigkeit der meist gefragten Stoffe ersichtlich. Auskünfte zu anderen Stoffen oder in anderer Konzentration erfragen Sie unter info@pavo.ch

Chemische Beständigkeit			
Aceton	B	Meerwasser / Salzwasser	A
Alkohol	A	Milchsäure wässrig, kalt	A
Ameisensäure	A	Natronlauge 50%, 50°C	A
Ammoniak flüssig + gasförmig (kalt)	A	Nirto	D
Benzin	D	Olivenöl (kalt)	C
Benzol	D	Petroleum	D
Borsäure	A	Phosphorsäure 50%, 50°C	A
Chlor	D	Radioaktive Strahlung	C
Dieselöl	B	Salmoniak	A
Erdgas	B	Salpetersäure 10%	D
Essigsäure 30%	B	Salzsäure 20%, 50°C	B
Fette pflanzlich + tierisch	A	Schmieröl	D
Fruchtsäfte	A	Schwefelsäure 25%, 50°C	B
Glycerin	A	Tannin (Gerbsäure)	B
Hydraulikflüssigkeit HFC 60°C	A	Wasserstoffperoxyd verdünnt	B
Hydraulikflüssigkeit HSC	B	Weinsäure	A
Jauche / Urin	A	Zitronensäure	A
Jawellwasser	C	Zuckerlösung	A
A	ausgezeichnete Beständigkeit	keine oder nur unwesentliche Beeinträchtigung	
B	gute Beständigkeit	geringfügige Einwirkung	
C	mässige Beständigkeit	genügende Gebrauchsfähigkeit	
D	keine Beständigkeit	Einsatz wird nicht empfohlen	

Alterung

Folgende Parameter verändern sich wie folgt:

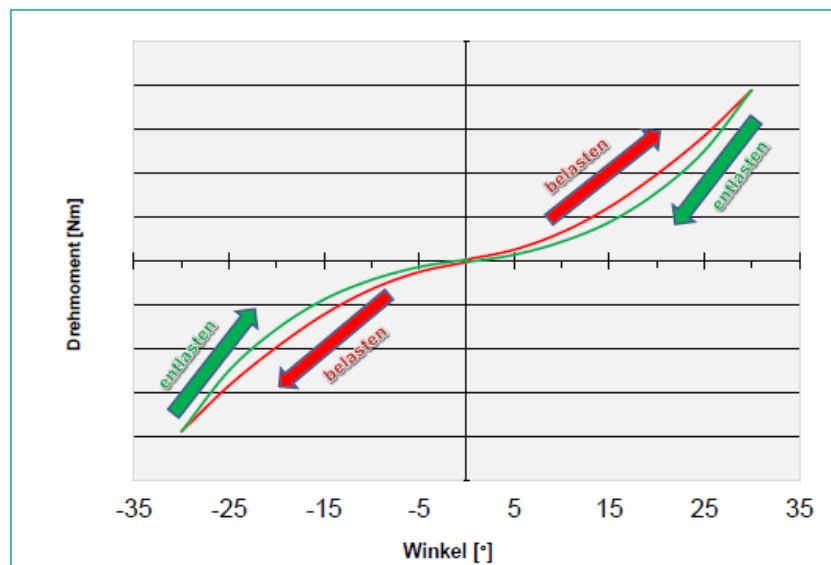
DVR DIN ISO 815 [24h, 23°C,50%]	3-4%
DVR DIN ISO 815 [168h, 23°C,50%]	5-6%

Künstliche Alterung [168h, 70°C]

Härte (Shore A) DIN 53 505	+~2°
Zugfestigkeit DIN 53 504	~1.5MPa
Reissdehnung DIN 53 504	~1/6
Weiterreissfestigkeit	unverändert

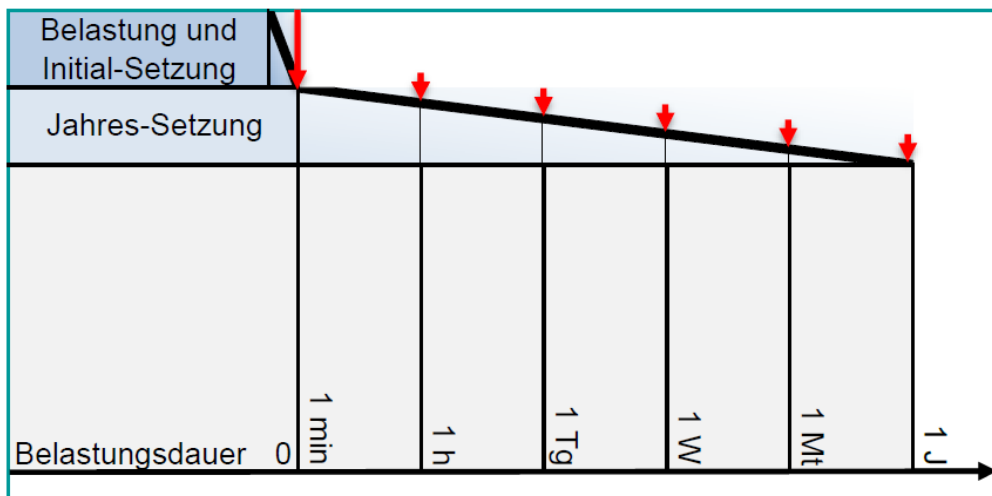
Charakteristik der PAVO-Gummifeder

Durch die Torsion in der Längsachse entsteht ein Rückstellmoment [Md] zurück in die Ausgangsposition. Durch die spezifische Komprimierung und die Formgebung wird eine leicht progressive Federkennlinie erreicht. Unter dem gummispezifischen Verhalten entsteht eine für PAVO-Gummifedern spezifische Hysterese.



Alle elastischen Werkstoffe haben eine messbare Setzung und einen Rückstellverlust (DVR). Das bedeutet, dass Gummi in der Belastungsrichtung abhängig von der Zeit, der Last, der Lastveränderung und Frequenz und der Temperatur, nachgibt und nach der Entlastung nicht mehr komplett in die Ausgangslage zurückgeht.

Unsere Gummimischung ist speziell mit einer möglichst geringen Setzung und einem kleinen Rückstellverlust entwickelt. Trotzdem kann die Setzung bei elastischen Werkstoffen nie komplett verhindert werden. Nach der Vulkanisation erfolgt durch den Zusammenbau der Gummifederelemente eine Formveränderung der Gummikörper. Dadurch werden auch ungewollte Spannungen im Gummi aufgebaut. Der grösste Anteil dieser Spannung wird unmittelbar bei der ersten Belastung abgebaut und in den folgenden 24 Stunden erfolgt der grösste Anteil der Setzung. Der Rest der Setzung erfolgt etwa innerhalb eines Jahres und ist danach nicht mehr messbar.



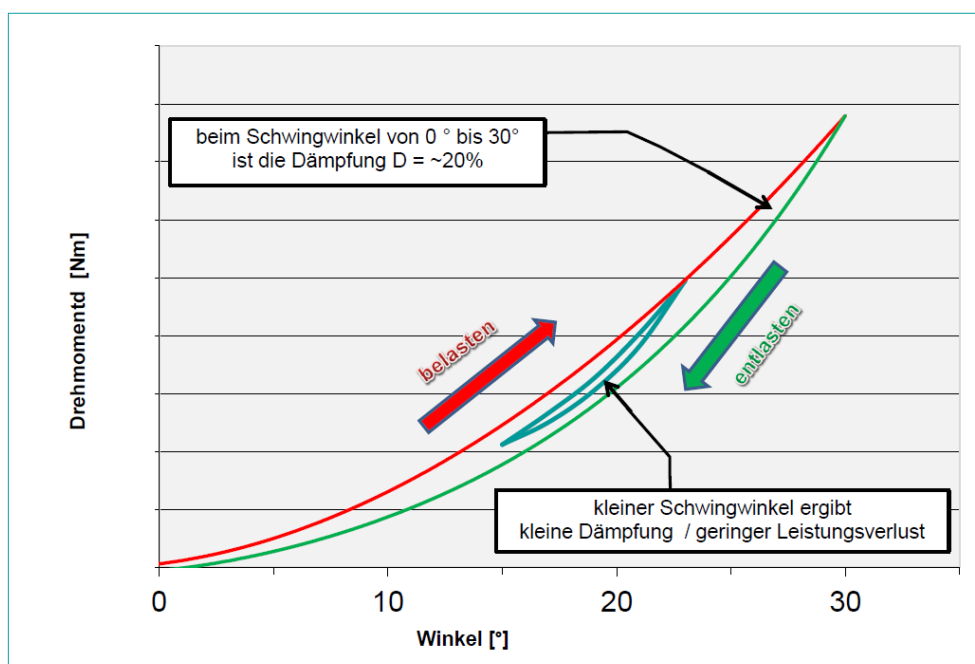
Da wir ein technisches Produkt in den Markt bringen, können diese Daten zur Setzung für die Auslegung der Produkte und die Konstruktion der Anlagen relevant sein.

In unseren Unterlagen weisen wir die Setzung bei den verschiedenen Produktgruppen einsatzrelevant aus. So zeigen wir beispielsweise bei den PAVO-Sieblagerungen die resultierenden Einfederungen der verschiedenen Produkte bei maximaler Last innerhalb des ersten Tages und nach einem Jahr in einem Diagramm auf.

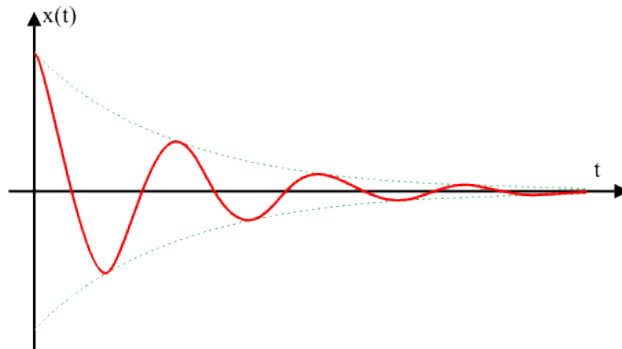
Der Rückstellverlust beträgt in etwa 10% des Torsionswinkels unter Last.

Dämpfung

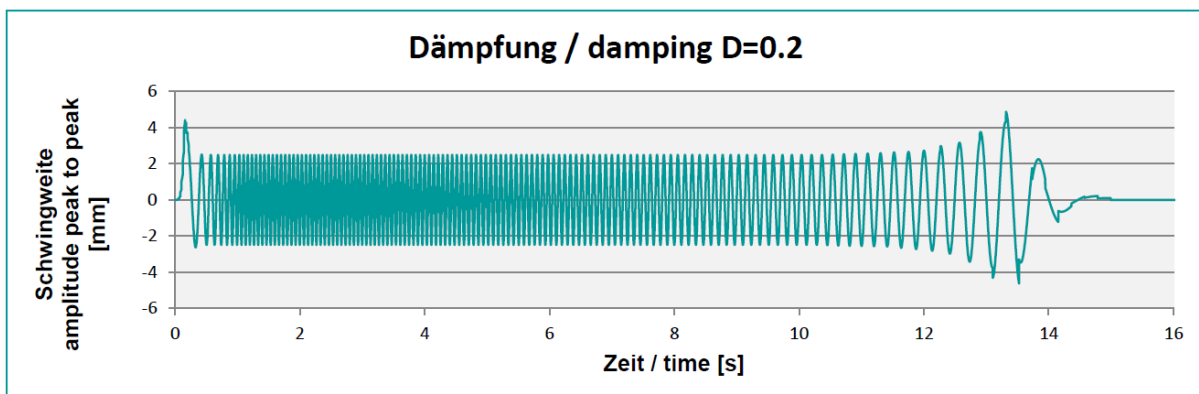
Wird das PAVO-Gummifederelement verdreht, resultiert zwischen der Belastungskurve und der Entlastungskurve bezüglich Drehmoment und beim entsprechenden Torsions-Winkel eine Differenz. Die Reibung zwischen den Molekülfäden wird in Wärme umgewandelt. Diese Verlustarbeit erzeugt eine Dämpfung, welche zum grössten Teil durch den Torsionswinkel und der Winkelgeschwindigkeit bestimmt wird.



Bei einem grossen Torsionswinkel mit kleiner Erregerfrequenz resultiert eine grössere Dämpfung. Unerwünschte Stösse und Vibrationen werden in wenigen Auslenkungen abgebaut.

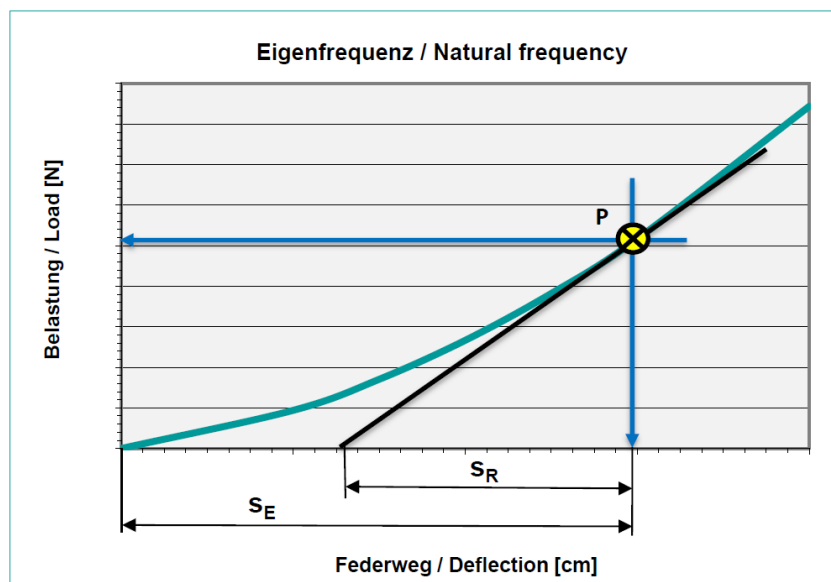


Bei einem kleinen Torsionswinkel mit grosser Erregerfrequenz resultiert eine kleine Dämpfung. Bei harmonisch erregten Schwingungen wird im Betrieb nur ein geringer Anteil in Wärme umgewandelt. Sobald sich die Schwingweite beim Resonanzdurchgang maximal 2.3fach vergrössert, wird durch die grösser werdende Dämpfung die Schwingung in wenigen Amplituden abgebaut.



Eigenfrequenz

Mit dem Federweg (S_E), welcher durch eine Belastung resultiert, kann die Eigenfrequenz (f_e) des Federsystems berechnet werden. Ist die Federkennlinie progressiv wird durch das Anlegen der Tangente im Schnittpunkt der Belastung (P) der relevante Federweg (S_R) bestimmt.



$$\text{Eigenfrequenz [Hz]} \quad fe = \frac{5}{\sqrt{sR}}$$

$$\text{Eigenfrequenz [min}^{-1}\text{]} \quad ne = \frac{300}{\sqrt{sR}}$$

Körperschall

Die Körperschallenergie verbreitet sich durch feste, homogene Stoffe aus. Metalle, welche im allgemeinen Maschinenbau verwendet werden sowie Materialien für den Gebäudebau haben selbst einen sehr geringen Verlustwert, welcher je nach Temperatur variiert. Dadurch wird die Körperschallenergie auch über eine weite Distanz verbreitet und kann negative Folgen haben. Verschiedene Materialien haben einen mehrfach höheren Verlustwert. Durch die Abtrennung fester Stoffe mit solchen Dämm-Materialien wird die Schallverbreitung gestoppt.

Die relevante Schallgeschwindigkeit wird durch die Dichte und das Elastizitätsmodul bestimmt. So besitzen die folgenden Materialien eine durchschnittliche Schallgeschwindigkeit von:

Stahl: 5050m/s, Aluminium: 5200m/s, Kupfer: 3500m/s

Mauerwerk: 3500m/s bis 4000m/s, PVC hart: 1700m/s

Materialien mit guter Dämmwirkung besitzen eine durchschnittliche Schallgeschwindigkeit von:

Luft: 334m/s bei 20°C, Kork 500m/s und Gummi: 150m/s

Mit allen PAVO-Gummifederelementen kann grundsätzlich eine optimale Körperschalldämmung erreicht werden.

Bauweise

Das PAVO-Gummifederelement besteht aus dem Aussenprofil, dem Innenprofil und den, in den vier Ecken an der Innenkontur des Aussenprofils anliegenden, Gummikörpern.

Selbst wenn die Gummikörper beschädigt sind, wird das Kernteil in dem geschlossenen Aussenteil gehalten und es entsteht eine Abreissicherung.



Wartungsfrei

Unsere Produkte benötigen keine spezielle Wartung. Bitte beachten Sie unsere Richtlinien zur:
Lagerung, Reinigung und Alterungsverhalten.



Im Einsatz stehende Gummifeder-Elemente haben beim strikten Einhalten aller Grenzwerte und dem Schutz vor allen schädlichen Emissionen eine Lebensdauer von:

- 1-Schichtbetrieb (8h/Tag) etwa 7-8 Jahre
- 2-Schichtbetrieb (16h/Tag) etwa 5-7 Jahre
- 3-Schichtbetrieb (24h/Tag) etwa 3-5 Jahre

Qualitätsmanagement

Zurzeit haben wir noch kein zertifiziertes Qualitätssystem. Trotzdem entsprechen unsere Prozesse den folgenden internationalen Normen:

- ISO 9001:2008 Qualitätsmanagementsystem
- ISO 14001:2015 Umweltmanagementsystem
- REACH (inkl. the RoHS Directive RoHS II + SVHC Candidates_2017/01/12)

