



■ *O-RING* ■ **AKADEMIE** ■[®]





Webinar O-Ring-Akademie®

„FKM IST NICHT GLEICH FKM.“

Pinneberg, 28.06.2022

Nomenklatur der Kautschuke

Gruppe	Chemischer Name	DIN/ISO 1629	ASTM D 1418	COG-Nr.
M	Polyacrylat-Kautschuk	ACM	ACM	AC ...
M	Ethylen-Acrylat-Kautschuk	AEM	AEM	--
M	Chlorsulphonyl-Polyethylen-K.	CSM	CSM	Hy ...
M	Ethylen-Propylen-Kautschuk	EPM	EPM	EP ...
M	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk	EPDM	EPDM	AP ...
M	Fluor-Kautschuk	FKM	FKM	LT ... Vi ...
		FEPM	FEPM	AF ... Vi ...
M	Perfluor-Kautschuk	FFKM	FFKM	COG Resist® Perlast®
R	Chloropren-Kautschuk	CR	CR	NE ...
R	Isobuten-Isopropen-K. (Butyl-K.)	IIR	IIR	BT ...
R	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	NBR	NBR	P ...
R	Hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	HNBR	HNBR	HNBR ...
Q	Fluor-Methyl-Silikon-Kautschuk	FVMQ	FVMQ	Si ... FL
Q	Methyl-Phenyl-Vinyl-Silikon-K.	PVMQ	PVMQ	--
Q	Methyl-Vinyl-Silikon-Kautschuk	VMQ	VMQ	Si ...
U	Polyester-Urethane	AU	AU	PU ...
U	Polyether-Urethane	EU	EU	EU ...

Handelsbezeichnungen

Basiskautschuk	ASTM D 1418	Handelsnamen (Auswahl)
Acrylnitril-Butadien- Kautschuk	NBR	Perbunan [®] , Europrene N [®] , Krynac [®]
Styrol-Butadien-Kautschuk	SBR	Europrene [®] , Buna-S [®]
Hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	HNBR	Therban [®] , Zetpol [®]
Chloropren-Kautschuk	CR	Baypren [®] , Neoprene
Acrylatkautschuk	ACM	Nipol AR [®] , Hytemp [®] , Cyanacryl [®]
Ethylen-Acrylat-Kautschuk	AEM	Vamac [®]
Fluorkautschuk	FKM	Viton [®] , Dai-El [®] , Tecnoflon [®]
	FEPM	Viton [®] Extreme, Aflas [®]
Perfluorkautschuk	FFKM	Kalrez [®] , Perlast [®]
Silikonkautschuk	VMQ	Elastosil [®] , Silopren [®]
Fluor-Silikon-Kautschuk	FVMQ	Silastic [®]
Polyurethan-Kautschuk	AU/EU	Urepan [®] , Adiprene [®]
Etyhlen-Propylen-(Dien-) Kautschuk	EPM, EPDM	Buna EP [®] , Dutral [®] , Nordel [®]

Auswahl der Elastormischung



Es gibt keine, mit metallischen Werkstoffen vergleichbare, einheitliche Normung der Elastomere

Frage 1

Ist Ihnen bekannt dass es innerhalb der FKM Gruppe große Unterschiede hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten bzw. Materialeigenschaften gibt?

- **Ja**
- **Nein**

Inhaltsübersicht

1 FKM-Kautschuk Eigenschaften

2 FKM-Kautschuk Anwendungen

3 Rezepturaufbau FKM

4 Wirkung Inhaltsstoffe

5 Polymerisation / Polymer

6 KWS-Kette

7 Polymer: VF2 + HFP (FKM, Viton)

8 FKM Kautschuk Aufbau

9 FKM Vernetzungssysteme

10 FKM Copolymer in Heißdampf

Inhaltsübersicht

11 Fluorgehalt im FKM

12 Einsatz von FKM bei tiefen Temperaturen

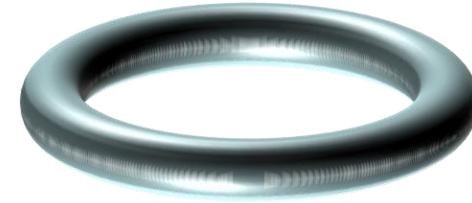
13 Fazit

14 Diskussion

FKM-Kautschuk Eigenschaften

Merkmale

- Fluor-Kautschuk
- Entwickelt 1958 von der Fa. DuPont als Viton A
- Monomer-Bausteine: VF_2 , HFP, TFE, PMVE
- Vernetzung: Bisphenol (Standard), Peroxid
- gesättigte Hauptkette
- sehr gute Medienbeständigkeit
- niedrige Gasdurchlässigkeit
- Einsatztemperaturbereich von -15 (-40 °C) bis +200 °C (Typ)



FKM-Kautschuk Eigenschaften

Beständig

- Kohlenwasserstoffe aller Art (Öle, Fette, Lösungsmittel)
- Mineralöle und -fette
- Kraftstoffe
- pflanzliche und tierische Öle und Fette
- Hochvakuum

FKM-Kautschuk Eigenschaften

Unbeständig

- polare Lösungsmittel (Aceton, Ether, Ketone)
- starke organische Säuren (Ameisen-, Essigsäure)
- starke Basen (Natrium-, Kaliumhydroxid)
- Ammoniak
- aminhaltige Medien (Hydrauliköle)
- Heißwasser/Wasserdampf >120 °C

Frage 2

Nach welchen Kriterien wählen Sie Ihre FKM Dichtungswerkstoffe aus?

- **Wir bestellen grundsätzlich „Viton“ bzw. FKM**
- **Wir lassen uns Anwendungstechnisch beraten**
- **Wir geben bei der Bestellung die Prozessdaten an d.h. Druck, Temperatur, Medium usw. an.**
- **Sonstiges**

FKM-Kautschuk Anwendungen



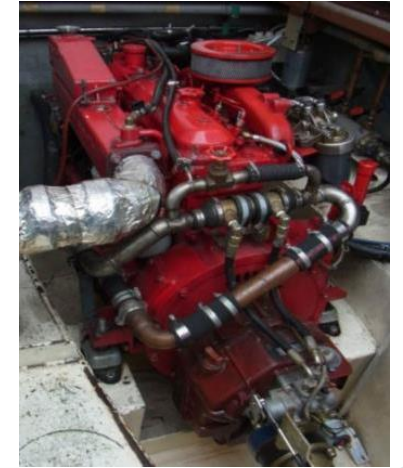
Chemiearmaturen
(Ventile, Rührwerke, Pumpen)



Vakuumanwendungen



PKW-Motoren



Schiffsaggregate
(Zylinderlaufbuchse)

Rezepturaufbau FKM

parts per hundred rubber (phr)

Füllstoff (Carbon Black,
helle Füllstoffe)
45,2% (90phr)

Verarbeitungshilfsmittel
1,5 % (3phr)



Kautschuk (FKM-Polymer)
50,3% (100phr)

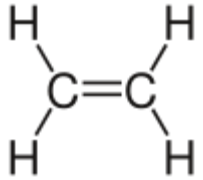
Vernetzungsmittel
(Bisphenol, Peroxid)
1% (2phr)

Sonstige (Metalloxide, Aktivatoren)
2 % (4phr)

Wirkung Inhaltsstoffe

Inhaltsstoffe	Wirkung
Polymer	Medienbeständigkeit
Vernetzer	Elastizität (elastisches Netzwerk)
Füllstoffe	mechanische Eigenschaften (Härte)
Verarbeitungshilfsstoff	Hilfsmittel für die Herstellung
Metalloxide	Ausbildung Vernetzungsgrad, Abfangen von freigesetztem HF

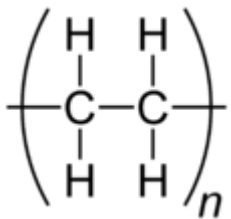
Polymerisation / Polymer



Ethen (auch Äthen, Ethylen oder Äthylen)

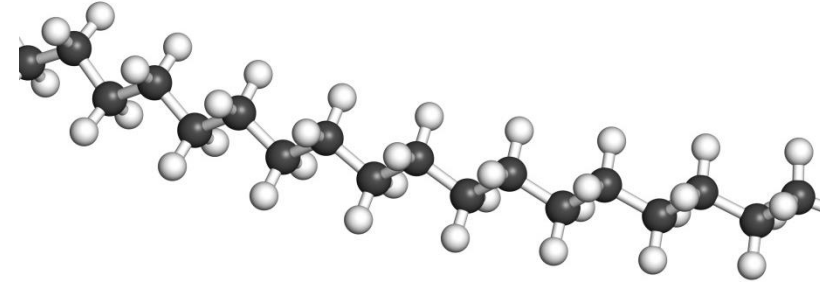
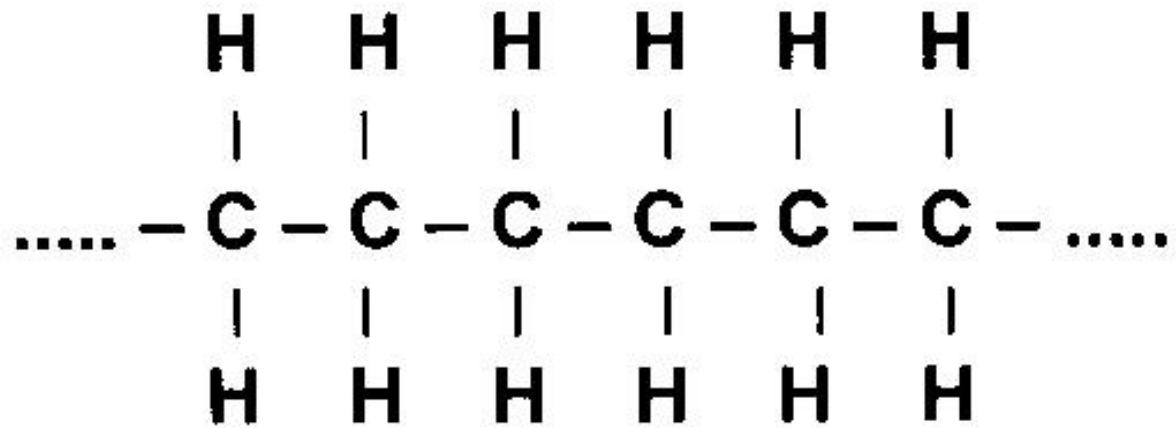


Polymerisation



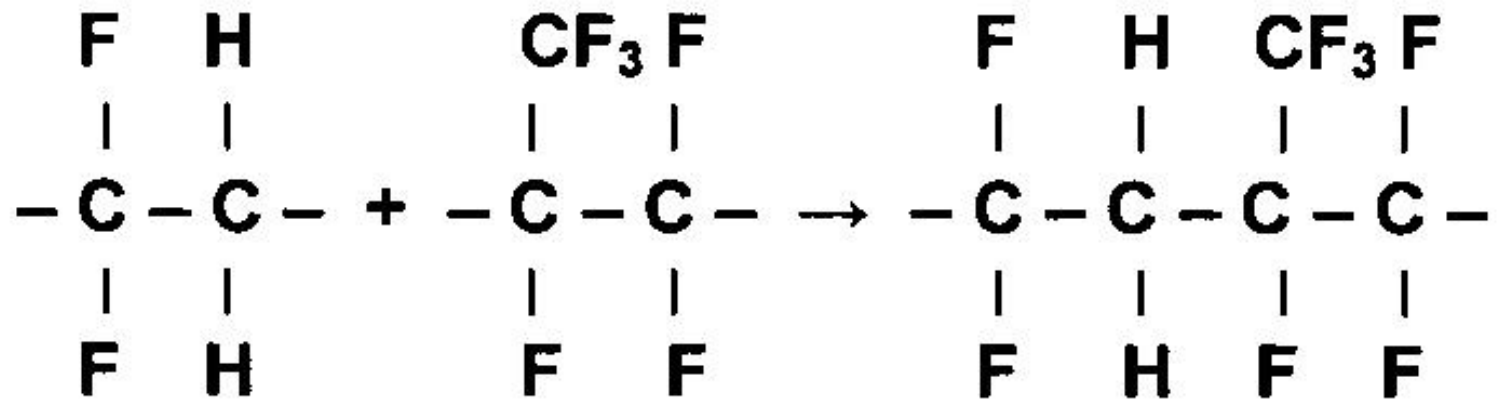
Polyethylen

KWS-Kette



Kohlenwasserstoffkette Polyethylen

Polymer: VF2 + HFP (FKM, Viton)



Monomere FKM Viton A

FKM Kautschuk Aufbau

Monomer		Merkmale/Eigenschaften
VF2	Vinylidenfluorid	Basisbaustein
HFP	Hexafluorpropylen	zur Vernetzung mit Bisphenol erforderlich; ergibt zusammen mit VF2 den Kautschukcharakter
TFE	Tetrafluorethylen	wird hinzugefügt zur Erhöhung der Medienbeständigkeit
PMVE	Perfluormethylvinylether	dient der Verbesserung der Kälteflexibilität
P	Propylen	dient der Verbesserung in alkalischen Medien
E	Ethylen	dient der Verbesserung in alkalischen Medien

FKM-Kautschuk Aufbau

Monomere

VF₂ + HFP

allgemeine Anwendung, beste Ausgewogenheit aller Eigenschaften

VF₂ + HFP + TFE

erhöhte Medienbeständigkeit (insbesondere aromatische KWS)

VF₂ + TFE + PMVE

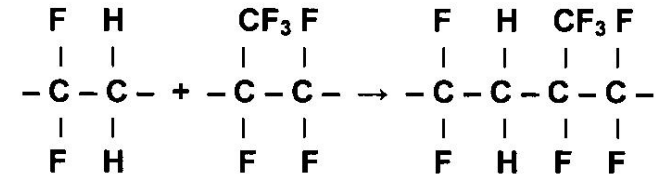
verbesserte Kälteflexibilität

VF₂ + TFE + P

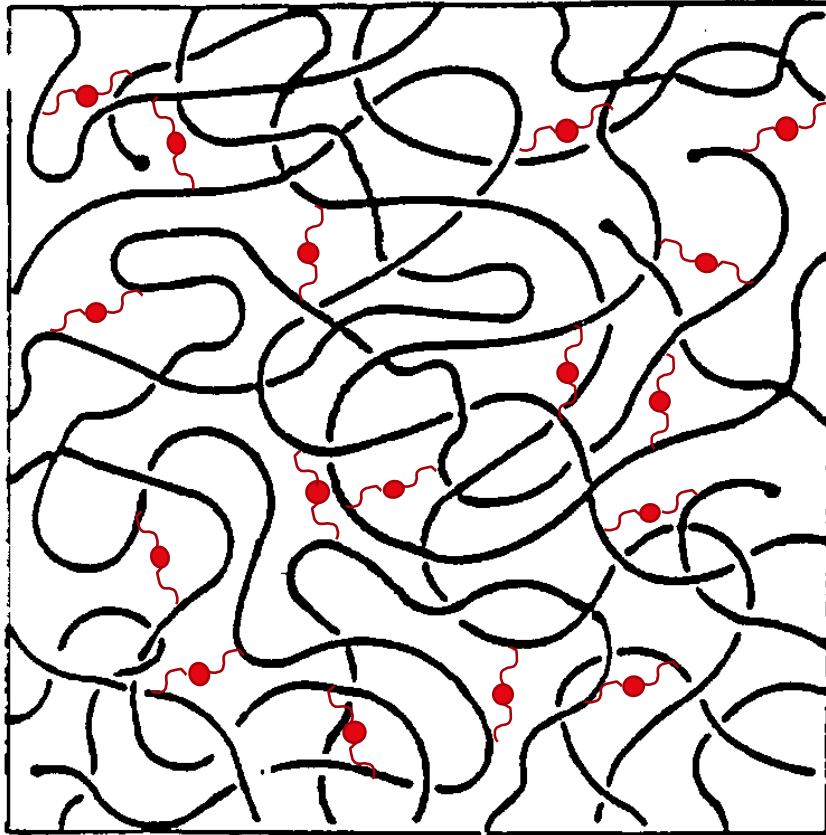
verbesserte Basenbeständigkeit, höhere Quellung in KWS

VF₂ + HFP + TFE + PMVE + E

verbesserte Basenbeständigkeit, geringere Quellung in KWS



FKM Vernetzungssysteme



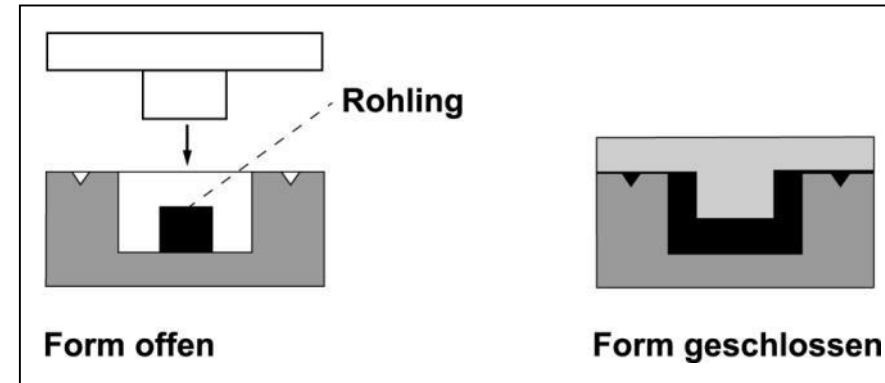
Vernetzer



Polymer

- Copolymere: Bisphenolvernetzung
 - Bessere Wärmebeständigkeit
 - Bessere (niedrigere) DVR-Werte
- Terpolymere: Peroxidvernetzung
 - Bessere Beständigkeit gegen Wasser, Dampf, Säuren, alkoholhaltigen Kraftstoffen und aminischen Motorenölen
 - Tieftemperatur Flexibilität

FKM Vernetzungssysteme



- FKM Mischungen werden in 2 Stufen vernetzt
- *Vorvulkanisation* unter Druck und Temperatur (IM, CM)
- *Nachvulkanisation* im Heißluftofen

FKM Copolymer in Heißdampf

Standard FKM in Heißdampf bei 180 °C



Frage 3

Hatten Sie schon einmal Ausfälle mit einem „Standard“ FKM, die durch den Einsatz eines Terpolymers (peroxydisch vernetzt) behoben werden konnten?

- Ja
- Nein

Fluorgehalt im FKM

Ordnungszahl	9	18,998	Atomgewicht
	F		
Elektronegativität	3,98	1,70	Dichte



Fluor ist das elektronegativste aller Elemente d.h. mit steigendem Fluorgehalt verbessert sich die Beständigkeit der Fluorelastomere

Fluorgehalt im FKM

FKM-Polymer	Monomere	Vernetzer	Fluorgehalt in %	Einsatztemperaturbereich
Copolymer	VF2 + HFP	Bisphenol	66	-20 °C bis 200 °C
Terpolymer	VF2 + HFP + TFE + CSM	Peroxid	68 - 70	-10 °C bis 200 °C
Terpolymer	VF2 + TFE + PMVE + CSM	Peroxid	ca. 65	-40 °C bis 200 °C

FKM in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie



Typischer Einsatz eines FKM Terpolymers in der Pharmaindustrie

- Außergewöhnliche Beständigkeit gegenüber einer Vielzahl von Medien
- Hervorragende Dampfbeständigkeit (~170-180°C) CIP/SIP geeignet
- Div. Zulassungen nach FDA, USP Class VI usw.



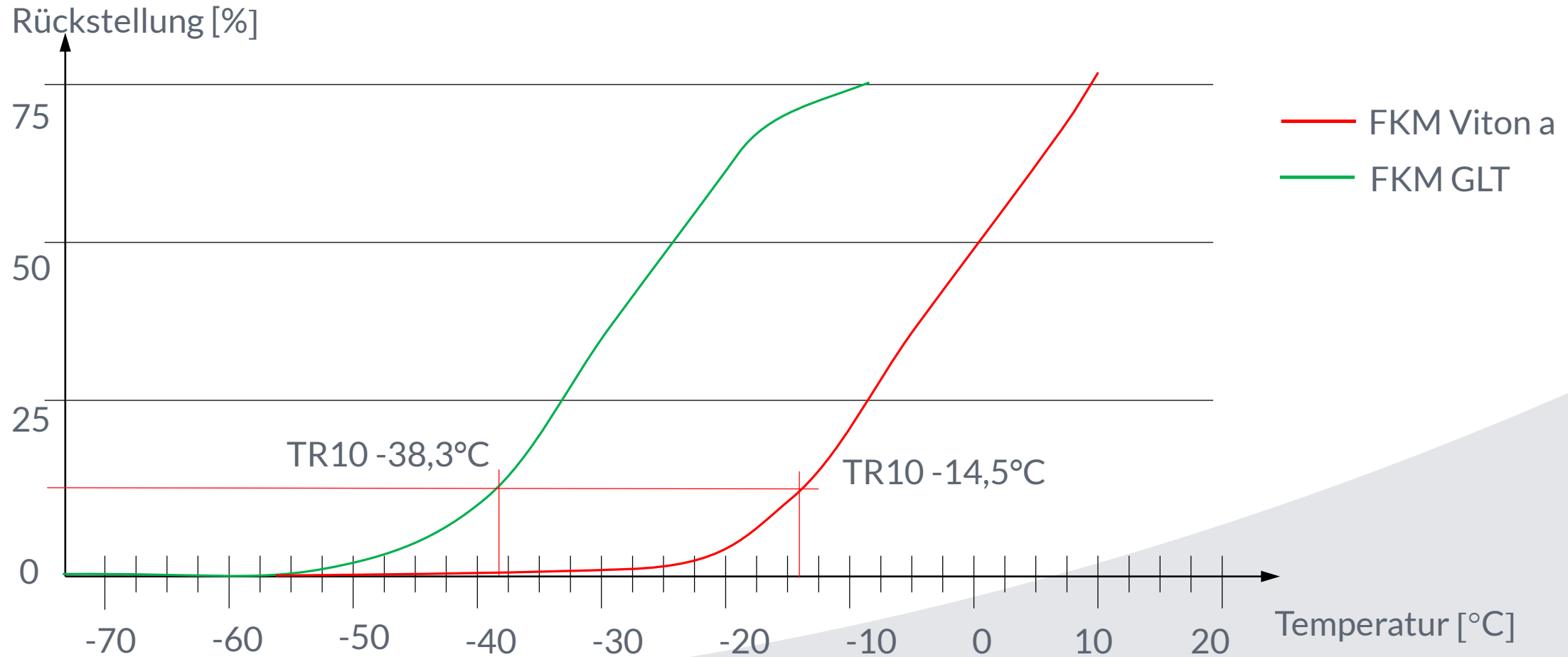
Einsatz von FKM in tiefen Tieftemperaturen



Einsatz eines Tieftemperatur FKM
Terpolymers im Anlagenbau

- Außergewöhnliche Beständigkeit gegenüber einer Vielzahl von Medien
- Hervorragende Tieftemperaturflexibilität ($\ll -40^{\circ}\text{C}$)
- Div. Zulassungen nach DVGW DIN EN 682 / 13787 API 6A, NORSOK M710 usw.

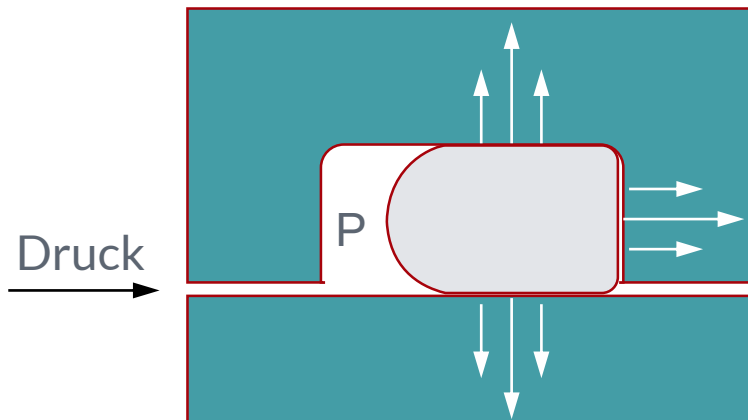
Einsatz von FKM bei tiefen Temperaturen



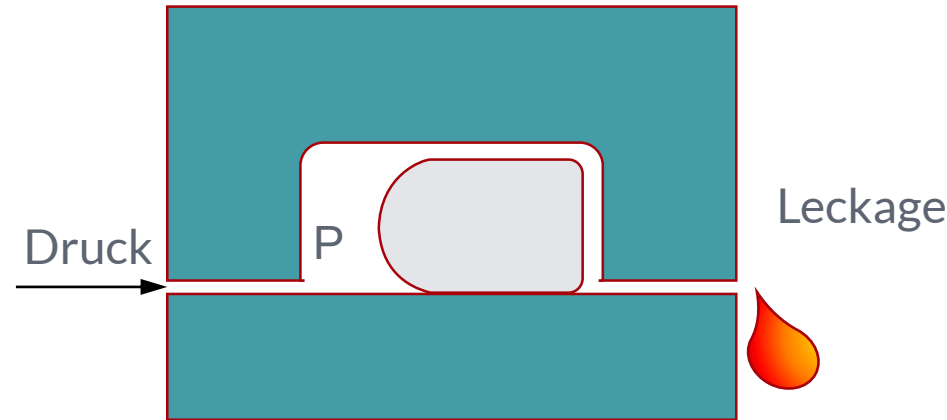
Typische Rückstellverhalten unterschiedlicher FKM Compounds

Einsatz von FKM bei tiefen Temperaturen

Flächenpressung



Verpresster O-Ring im Einbauraum
unter Druckbelastung



O-Ring im Einbauraum
nach Unterschreitung des
Glasübergangspunktes

Bei hohem Druck Anwendung weit unterhalb des TR10 möglich

Fazit

Die grundsätzliche Eignung eines FKM Werkstoffes ist maßgeblich von den folgenden Faktoren abhängig:

- Dem Polymertyp
- Der Vernetzung (Bisphenol, Peroxid)
- Der Rezeptur
- Den Herstellbedingungen.



FKM ist nicht gleich FKM !



FRAGEN?



Weiterführende Informationen

COG Homepage <https://www.cog.de/produkte/rund-um-den-o-ring>

COG Broschüre „Elastomerdichtungen für höchste Anforderungen“

COG Broschüre „O-Ring 1x1“

COG Experten der Anwendungstechnik



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



Schulungsunterlagen der

C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG
Gehrstücken 9
25421 Pinneberg, Deutschland

Telefon: +49 4101 5002-0
Telefax: +49 4101 5002-83
www.cog.de

Sollten Sie darüber hinaus Fragen zu diesem Seminar oder den dazugehörigen Unterlagen haben, dann wenden Sie sich gerne an:

Referent, Dipl.-Ing. (FH) Thomas Lucht, COG Anwendungstechnik
E-Mail: awt@cog.de
Telefon: +49 4101 5002-186

© 2022 C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG
Irrtümer und Änderungen vorbehalten.
Urheberrechtshinweis siehe nachfolgende Folie.

© 2022 C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG

Urheberrechtshinweis: Die Inhalte dieses Dokumentes (u. a. Texte, Grafiken, Fotos, Logos etc.) und das Dokument selbst sind urheberrechtlich geschützt. Sie wurden durch die C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG (COG) selbständig erstellt. Eine Weitergabe von Präsentation und/oder Inhalten ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung von COG zulässig. Ohne schriftliche Genehmigung von COG dürfen dieses Dokument und/oder Teile daraus nicht weitergegeben, modifiziert, veröffentlicht, übersetzt oder reproduziert werden, weder durch Fotokopien, noch durch andere – insbesondere elektronische – Verfahren. Der Vorbehalt erstreckt sich auch auf die Aufnahme in oder die Auswertung durch Datenbanken.