

DICHT!

www.isgatec.com

Dialog der Dichtungs-, Kleb- und Polymertechnik

3.2019

Dichten

Die Gummiverarbeitung

optimieren S. 20



Der richtige Werkstoff für eine Dichtung

Trends und Entwicklungen im Überblick

BRANCHENÜBERGREIFEND ROHSTOFFE/MISCHUNGEN/HALBZEUGE – Die Antwort auf diese Frage ist angesichts der Vielzahl von Rohstoffen, Compounds und anwendungsspezifischen Rahmenbedingungen nicht einfach zu beantworten und erfordert viel Know-how auf verschiedenen Ebenen. Experten geben Impulse, worauf zu achten ist und wohin die Reise geht.



Abdichtung eines Batterie-Packs mit Silicon
(Bild: WACKER SILICONES)

In nahezu allen Industriebranchen haben die Anforderungen an Dichtungswerkstoffe deutlich zugenommen. Bestes Beispiel ist die Automobilindustrie. Seit Jahrzehnten steigen die Durchschnittstemperaturen im Motorraum. Das Downsizing, also das Verbauen von Aggregaten mit immer höherer Leistung bei immer dichter Anordnung, unterstützte diese Entwicklung. Im Bereich elastischer Materialien haben vor allem Werkstoffe wie Siliconelastomere davon profitiert. Standard-Siliconelastomere bleiben in einem Temperaturbereich von -45 °C bis zu 180 °C vollkommen stabil. Spezielle Hochleistungsprodukte verkraften sogar Temperaturen von 250 °C und mehr.

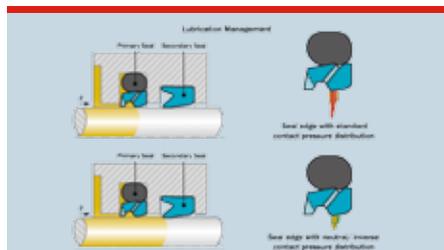
„Silicone decken im Automotive-Bereich ein breites Einsatzspektrum ab. Das gilt für Verbrennungsmotoren genauso wie für Fahrzeuge mit Elektroantrieb.“

– Dr. Klaus Angermaier, Director Global Business Development, Engineering Silicones, WACKER SILICONES



Elektrofahrzeuge ohne Verbrennungsmotor als Wärmequelle besitzen ein völlig anderes Temperaturprofil. Dennoch treten auch im elektrischen Antriebsstrang bei Batterie, Elektromotor, Spannungswandler und Leitungen lokale Wärmepunkte auf. Vergussmaterialien und Klebstoffe aus Silicon sind dank ihrer hohen Hitzebeständigkeit auch hier das Material der Wahl. Das gilt insbesondere dann, wenn die

eingesetzten Kleb- und Dichtstoffe auch eine aktive Rolle bei der Wärmeabführung übernehmen sollen. Solche Thermal Interface Materialien (TIM) werden in ihrem angestammten Einsatzgebiet, der Elektronikindustrie, zu mehr als 80% auf Basis von Silicon formuliert. Selbst dort, wo die Temperaturbelastung in der Anwendung nicht besonders hoch ist, wie etwa beim Bau von Batterien für Elektrofahrzeuge, sind Silicone erste Wahl. Sie überzeugen durch die Möglichkeit, Haftstärke und mechanische Festigkeit gezielt abzustimmen, gerade auch dann, wenn moderate Werte gefragt sind.



Lubrication Management - moderne Werkstoffe mit einem neuen konstruktiven Ansatz sinnvoll kombiniert (Bild: Trelleborg Sealing Solutions)

Branchenübergreifend gilt die Forderung nach höherer Leistungsfähigkeit von Dichtungswerkstoffen. Beständigkeit bei immer anspruchsvolleren Druckmedien in Verbindung mit erhöhten Temperaturbelastungen führt permanent zu Herausforderungen, die vom Dichtsystem, bestehend aus Werkstoff und Geometrie, gemeistert werden müssen. Bei den Elastomeren am Beispiel NBR kann man den Trend der Leistungssteigerung in Bezug auf Temperaturanforderungen ablesen, wenn die Standardwerkstoffe die geforderten Standzeiten, z.B. durch erhöhten Compression Set, nicht mehr erbringen können. In der anspruchsvollen Mobilhydraulik geht daher ein Trend in Richtung einer höheren Temperaturstabilität. Reicht die Leistungsfähigkeit eines NBR nicht mehr aus, ist dann der Schritt zu HNBR oder FKM erforderlich. FKM ist hier sicher eine sehr gute Alternative für den Hoch-



temperaturbereich, kann aber bei den Standard-FKM-Werkstoffen den Tieftemperaturbereich nur bedingt abdecken. Um hier das Temperaturfenster zu erweitern, muss tief in die Polymerwelt eingegriffen werden, was nur mit höheren Kosten für entsprechende Grundpolymere möglich ist. Hier steht dann wieder der Kosten/Nutzen-Aspekt im Fokus.

„Mit Werkstoffmodifikationen werden heute viele Fragestellungen gelöst. Man sollte nur nicht ausschließlich in diese Richtung denken und dabei konstruktive Optionen, die immer noch da sind, vernachlässigen.“ – Holger Jordan, Director Global Technical Management, Trelleborg Sealing Solutions



Bei thermoplastischen Polyurethanen verhält es sich ähnlich, wobei die Spreizung des Temperaturfensters von Tieftemperatur-FKM nicht erreicht werden kann. Bei den Fluor-Polymeren (PTFE-Compounds) bestehen grundsätzlich sehr wenig Einschränkungen in chemischer Beständigkeit und bei Temperatureinsatzgrenzen. In den Branchen der Mobilhydraulik sind eher tribologische Besonderheiten ausschlaggebend für Modifikationen oder Anpassungen. Hier verfolgen wir einen anderen Ansatz. Um die Robustheit gegen Verschleiß zu verbessern, wird das Druckmedium in einer neuen Art zur Unterstützung herangezogen. Schmierfilmunterstützte Dichtkontaktzonen erlauben eine deutliche Steigerung der möglichen Standzeit. Weitere Themen sind natürlich auch die Funktionsintegration in Werkstoffe und Dichtsysteme und das Cognitive Sealing im Rahmen der IoT-Trends.



O-Ringe, teilweise beschichtet mit Funktions- und Farbbeschichtung (Bild: seals'n'finishing)



Die Anforderungen an Dichtungen steigen unbestritten stetig an. Elastomerwerkstoffe sollen zunehmend auch bei extremen Einsatzbedingungen genutzt werden können. Daher werden neue Werkstoffformulierungen, z.B. für sehr hohe Temperaturen oder extreme Kälte, entwickelt. Selbst im Bereich herkömmlicher Anwendungen tauchen immer wieder Anforderungen auf, denen es mit neuen Mischungen zu begegnen gilt. Jedoch längst nicht alle Ansprüche können allein über neue Werkstoffmischungen erfüllt werden. Der Aufwand für die Entwicklung neuer Mischungen muss sich einerseits rechnen. Andererseits gibt es Anforderungen an die Funktionalität von Dichtungen, die sich auch mit den besten Werkstoffmischungen nicht oder nur auf Kosten mancher Werkstoffmerkmale erfüllen lassen. So lässt sich z.B. Reibungsreduzierung durchaus mit speziellen, entsprechend wirksamen Werkstoffzusätzen erreichen. Jedoch verschlechtern solche Zusätze häufig die mechanischen Eigenschaften der fertigen Dichtungen. Eine nachträglich aufgebraute Beschichtung, wohlweislich ausgewählt, macht hier oft mehr Sinn.

„Die wachsenden hohen Ansprüche an die technische Sauberkeit von Dichtungen lassen sich ohne zusätzliche Reinigungsprozesse oder speziell auf Sauberkeit ausgerichtete Produktionsprozesse nicht bewältigen.“ – Simone Frick, Inhaberin, seals'n'finishing



Es sind also nicht allein die neuen Werkstoffmischungen, die moderne Aufgabenstellungen in der Dichtungstechnik lösen. Auch die Veredelung der Dichtungen, sei es zur Reibungsreduzierung, Montageerleichterung, Kennzeichnung, zur farbigen Unterscheidung oder zur Erfüllung von Sauberkeitsanforderungen, spielt eine zunehmend große Rolle. Die Auswahl der richtigen technischen Veredelung einer Dichtung ist dabei ebenso anspruchsvoll wie die Auslegung der Dichtung oder eines Werkstoffes selbst. Hier ist umfangreiches Know-how bei der Auswahl technisch und ökonomisch sinnvoller Lösungen für Projekte und die Optimierung eines Produktportfolios nötig. Dies kann heute als Beratungsleistung eingekauft werden oder intern über die Schulung der Mitarbeiter in Inhouse-Seminaren aufgebaut werden. Wichtige Themen sind u.a. die Dichtungsveredelung, technische Sauberkeit und LABS-Freiheit von Dichtungen – auf der Basis aktueller Regelungen und Normen wie

dem Einheitsblatt VDMA 24364 zur Prüfung der LABS-Konformität von Bauteilen und zur Partikelsauberkeit von Dichtungen nach VDA 19-1 und ISO 16232.



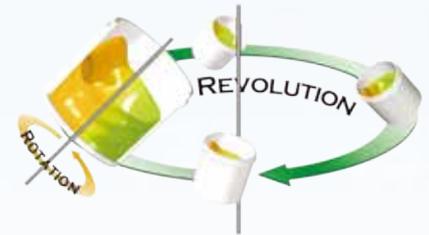
Prüfung von kundenspezifischen Dichtungslösungen im Labor (Bild: Klinger GmbH)

Der Markt für Flachdichtungen im industriellen Einsatz ist eher ein konservativer Markt, denn die Masse der Anwendungen ist technologischen „Hypes“ nicht so sehr unterworfen. Wasser kocht bei 100 °C (bei Normaldruck) und bei 250 °C liegt der Satteldampfdruck bei ca. 40 bar – das war bisher so und das wird auch in Zukunft so sein. Und die verschiedensten anderen Medien, die wir im Laufe der letzten Jahrzehnte mit unseren Dichtungsmaterialien abgedichtet haben, haben ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften nicht verändert. Warum sollten also neue Dichtungsmaterialien entwickelt werden? Die Antwort liegt in den veränderten Rahmenbedingungen, denen die verschiedensten Anwendungen ausgesetzt sind. Ein leichter Ölschimmer, der vor 20 bis 30 Jahren noch unter der Maschine toleriert wurde (ist ja auch Öl drin) geht heute überhaupt nicht mehr. Und das ist auch richtig. Rahmenbedingungen sind aber auch die Ansprüche der Kunden, maßgeschneiderte Dichtungen – speziell für ihre Serienprodukte – zu erhalten. Technisch könnte man von einer Optimierung der Dichtung sprechen. Hier sind wir in der Lage, bei den verschiedensten Produkttechnologien (Faserdichtungen, PTFE-Dichtungen und Graphitdichtungen) mit unterschiedlichsten Anpassungseigenschaften, Stabilitäten, Dicken, Toleranzen und Beschichtungen passgenaue Lösungen zu bieten. Besonders vielfältig sind die Varianten von Verbundplatten aus expandiertem Graphit: Mit Einlagen und Auflagen aus Steckmetall, Glattblech, Glasfaser, PET, Aluminium, Nickel, Monel, Inconel und Hastelloy können wir gezielt Lösungen für den jeweiligen Anwendungsfall optimieren. Diese entstehen in unseren leistungsfähigen Laboren.



DICHT!digital: REPRODUZIERBAR MISCHEN mit den automatisierten Zentrifugalmischern von THINKY.

Mischen, Entgasen und Dispergieren ohne Rührorgan schnell, effizient und reproduzierbar



Die Planetenzentrifugalmischer von THINKY
Kapazitäten von einigen ml / g bis 10 l / 10 kg
reproduzierbar gleichbleibende Qualität
Mischen von Kleb- und Dichtstoffen,
Nanopartikeln, Farben/Lacken, etc.



ARE-250 bis 310 g – Labormischer mit Misch- und Entgasungsmodus



ARV-310 bis 310 g
Labormischer mit Vakuumfunktion



ARV-930 TWIN – Mischer für Technikum und Produktion bis 2 * 930 g / 2 * 500 ml

www.c3-analysentechnik.de

Ihr Thinky-Partner in D, A und CH



C3 PROZESS- UND ANALYSENTECHNIK GmbH

THINKY

„Veränderte Rahmenbedingungen erfordern bei Flachdichtungen immer wieder Optimierungen und neue Materialkombinationen.“ – Norbert Weimer,

Geschäftsführung, KLINGER GmbH



Eine andere Art der Optimierung kann aber auch die Reduzierung auf wenige oder nur ein Dichtungsmaterial/ien sein, um im Alltag die Verwechslungssicherheit und damit den sicheren Betrieb der Anlage zu gewährleisten. Für die Zukunft wird es interessant, wie sich verschiedene Eigenschaften unserer Produkte kombinieren lassen können.



Einsatzbeispiel für thermoplastische Elastomer-Hybride im Maschinenbau (Bild: KRAIBURG TPE)

Auch bei thermoplastischen Elastomeren geht die Entwicklung kontinuierlich weiter – ein Beispiel ist die Entwicklung und Produktion von Thermoplastischen Elastomer-Hybriden (TEH). Diese Herstelltechnologie erlaubt es, unterschiedliche Elastomere und Thermoplaste, gepaart mit entsprechenden Vernetzungssystemen, zu Materialien mit bisher nie dagewesenen Eigenschaften zu vereinen. Sie eignen sich u.a. für Dichtungsanwendungen und zeichnen sich durch eine hohe Medien- und Temperaturbeständigkeit aus. Zudem lassen sich Thermoplastische Elastomer Hybride im 2K-Spritzguss verarbeiten und bieten je nach Materialauswahl eine Haftung zu unterschiedlichen Hartkomponenten.

„Neue TEH-Compounds können aufgrund ihrer Performance als Alternative zu entsprechenden Gummi-Materialien betrachtet werden.“

– Dirk Butschkau, Leiter Business Development EMEA, KRAIBURG TPE



Je nach Anwendungsprofil und Anforderungen kombinieren wir entsprechende Elastomere mit Thermoplasten zu passenden, thermoplastisch verarbeitbaren Materiallösungen. Als Spezialist für thermoplastische Elastomere arbeiten wir daran, unsere Materialien – entsprechend den

aktuellen Markttrends – weiterzuentwickeln, und fokussieren uns dabei auf eine erhöhte Einsatztemperatur von bis zu 150 °C und eine verbesserte Medienbeständigkeit. Auch das Thema Nachhaltigkeit in Bezug auf alternative Rohstoffe und Recycling spielt in unserer täglichen Entwicklungsarbeit eine bedeutende Rolle.



Thermoventil-Dichtung aus Moldflon® (Bild: ElingKlinger Kunststofftechnik GmbH)

Die derzeitigen Herausforderungen für Dichtungswerkstoffe auf der Basis von Fluorkunststoffen, wie z.B. PTFE oder Moldflon®, in den für uns traditionell wichtigen Branchen sehen wir in der Realisierung einer nachhaltigen Produktion und in der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit unserer Produkte. Optimierte Werkstoffe leisten hierzu einen signifikanten Beitrag. Insbesondere für automobiler Anwendungen mit hohen Stückzahlen müssen PTFE-Compounds günstige Verarbeitungseigenschaften besitzen und gleichzeitig eine sehr gute Performance als Dichtungen in der Anwendung bieten. Hier sind Compounds gefragt, die vorteilhafte Verarbeitungseigenschaften sowohl für die Halbzeugherstellung als auch für den Zerspanungsprozess besitzen.

„Der bestmögliche Werkstoff ist ein fein abgestimmter Kompromiss aus den Eigenschaften eines Dichtungswerkstoffes einerseits und aus z.B. geringem abrasiven Verschleiß von Werkzeugen in der spanenden Bearbeitung andererseits.“

– Dr. Patrick Klein, Entwicklungsingenieur, Dr. Daniel Schiefer, Entwicklungsingenieur, ElingKlinger Kunststofftechnik GmbH



Spritzgegossene Dichtungen aus Moldflon®, z.B. als „near net shape“ mit lediglich geringem Nachbearbeitungsaufwand oder als Fertigspritzgussteil, reduzieren den Werkstoffeinsatz deutlich. Bei komplexen Bauteilen sind auf diese Weise Materialeinsparungen von bis zu 70% möglich. Aus den aktuellen Aktivitäten heraus

zeichnet sich für uns ein Trend hin zum Einsatz von spritzgießbarem PTFE ab. Nicht nur bei den bisherigen Anwendungen im Automotive-Bereich, z.B. bei Dichtungen für Kraftstoffpumpen oder für das Thermomanagement von Verbrennungsmotoren, sondern auch in den neuen Anwendungen der Elektromobilität werden spritzgegossene Dicht- und Gleitelemente aus PTFE eingesetzt und tragen dazu bei, die Größe von Baugruppen klein zu halten. Zum Regeln von Stoffströmen, z.B. in Brennstoffzellen oder in Kühlkreisläufen von Elektroantrieben und Batterien, werden besonders reibungsarme Dichtelemente benötigt, damit elektromechanische Aktuatoren effizient eingesetzt werden können. Spritzgegossene Dicht- bzw. Gleitelemente aus PTFE bieten geringe Reibung und zusätzlich die Möglichkeit der Funktionsintegration. Für einfache und schnelle Bemusterungen von Spritzgussgeometrien aus Fluorthermoplasten soll Moldflon® zukünftig auch im 3D-Druck verarbeitet werden. Im Bereich der Werkstoffentwicklung von klassischen PTFE-Compounds fokussieren wir unsere Aktivitäten auf die Optimierung von Gleitpaarungen, also auf das Zusammenspiel von Dichtungs- oder Gleitwerkstoff mit einer genau spezifizierten Gegenlauffläche. Anwendungen, die hier im Vordergrund der Entwicklungen stehen, sind z.B. Dichtungen und Gleitbeläge für ölfreie Kompressoren.



Moderne Multilayerfertigung für höchste Anforderungen an Werkstofflösungen (Bild: Tec-Joint AG)

Wie bereits in den letzten Jahren steigen die technischen Anforderungen weiterhin stark an. Waren es zuvor eher steigende Drücke und Temperaturen, so sind es heute Anforderungen an die Oberflächen, die Reinheit, die Dickentoleranzen u.v.m., die moderne Werkstofflösungen erfordern. Aber auch geänderte Normen haben einen erheblichen Einfluss. So müssen z.B. heute Elastomerwerkstoffe der neuen Bahnnorm DIN EN 45545 für Schienenfahrzeuge entsprechen. Eine fast unendliche Geschichte ist die Elastomerleitlinie und damit das Thema der Trinkwassernorm. Unabhängig von dieser Diskussion gibt es bisher auch schon Lösungen mit thermoplastischen Elastomeren oder mit entsprechenden Silikonen. Neuerdings gibt es aber auch Elastormischungen, die den neusten Anforderungen entsprechen, sodass ein

weiteres Verschieben der Wirksamkeit der Verordnung nicht mehr notwendig ist. Die Einflüsse von REACH und ROHS sind – gerade für Elastomerverarbeiter – auch weiterhin erheblich. Da eine Elastomermischung aus einer Vielzahl von Komponenten besteht, kann der notwendige Austausch auch nur einer Mischungskomponente fallweise zum völligen Versagen im Einsatz führen. Hier ist eine enge Zusammenarbeit der Mischungshersteller, der Verarbeiter und Kunden unabdingbar. In der Lebensmittelindustrie verstärkt sich die Forderung nach metalldetektierbaren Werkstoffen.

Branchenspezifische Normen und Regelungen sind immer eine Herausforderung, aber keine unüberwindbare Hürde, wie z.B. eine Elastomermischung, die die Trinkwassernorm erfüllt, zeigt.“ –

Richard Gisler, Geschäftsführer, Tec-Joint AG



Durch unsere Spezialisierung auf Sonderlösungen liegt der Schwerpunkt der Entwicklung von Elastomerwerkstoffen eher auf der Kombination von Elastomeren mit anderen Materialien. Ein Beispiel ist die Kombination einer EPDM-Folie mit Faserverbundstoffen, wodurch u.a. eine erhöhte mechanische Belastbarkeit, verbesserte Dämmwerte und ein größerer Splitterschutz erreicht werden. Derzeit werden auf der Basis von 92 Mischungen und 26 Trägermaterialien Lösungen für ein breites Anwendungsspektrum entwickelt und hergestellt. Kombiniert mit unserer jahrzehntelangen Erfahrung und unserer Maschinenteknologie können so Anforderungen von Kunden aus den unterschiedlichsten Branchen individuell erfüllt werden. So wurden, z.B. bei einer gemeinsamen Entwicklungsarbeit mit einem Sportunternehmen, für ein neues „Fell“ für Skitourengeher acht Werkstoffe miteinander kombiniert und verbunden. Zahlreiche Tests und Prüfungen belegten u.a. auch die Haltbarkeit. Inzwischen wurden die ersten Serien produziert und am Markt erfolgreich verkauft. Bei diesem Beispiel handelt es sich zwar nicht um eine Dichtung, es zeigt aber, was heute geht und welche Ansätze ggf. auch zu transferieren sind.



Mithilfe von Ölbädern, Autoklaven und Magnetrührwerken können auch aggressive Kraftstoffe und inhomogene Blow-by-Gas-Gemische bei erhöhten Temperaturen geprüft werden (Bild: O-Ring Prüflabor Richter GmbH)

Bei Werkstoffen nehmen wir aus Sicht eines Prüflabors aktuell diverse Marktveränderungen wahr. Ein Beispiel sind Trinkwasserdichtungen, da sich die Bewertungskriterien für die Zulassung von Stoffen durch die neue Elastomerleitlinie des Umweltbundesamtes geändert haben. Diese wird ab 01.01.2022 voll in Kraft treten und spätestens dann muss der Umbruch hin zu neuen Rezepturen vollzogen sein. Auch im Lebensmittel-/Pharmabereich findet eine Umstellung der Rezepturen statt, weil sich immer stärker die Rechtsauffassung durchsetzt, dass die Konformität zur EC1935/2004 mit Erfüllung der entsprechenden FDA-Richtlinien nicht eindeutig abgesichert ist. Daher werden zunehmend Rezepturen eingesetzt, welche der BfR-Empfehlung XXI entsprechen. In der Automobilindustrie werden EPDM-Werkstoffe für Kühlsysteme von Kraftfahrzeugen weiter bezüglich ihrer Wärmebeständigkeit verbessert. Diese müssen zusätzlich gegen die weiterentwickelten Kühlmittelzusätze beständig sein. Im Bereich der kraftstoffbeständigen Elastomere – das sind fast ausschließlich FKM-Polymere – findet eine kontinuierliche Weiterentwicklung zur Verbesserung der Tieftemperatureigenschaften statt, gleichzeitig spielt bei der Auslegung auch eine gute Beständigkeit gegen Blow-by-Gase bzw. gegen deren Kondensate eine zunehmende Rolle. Parallel dazu finden in der Dichtungsinindustrie Beständigkeitsprüfungen gegen zukünftige, synthetische Kraftstoffe statt.

„Werkstoffentwicklungen quer durch alle Branchen erfordern eine immer bessere Mess- und Prüftechnik und viel Know-how, um aus den Messergebnissen die richtigen Erkenntnisse für die Praxis zu ziehen.“ – *Bernhard Richter, Geschäftsführer, O-Ring Prüflabor Richter GmbH*



Als Dienstleister reagieren wir hier, indem wir unser Weiterbildungsangebot kontinuierlich aktualisieren und Vertiefungsseminare für Spezialisten anbieten. Auch das O-Ring Forum, das wieder im März 2020 stattfindet, wird den Austausch zwischen Dichtungsherstellern und Anwendern bei der Lösung aktueller Fragestellungen fördern. Darüber hinaus haben wir unsere Prüfmöglichkeiten und -kapazitäten kontinuierlich erweitert, um unseren Kunden schnell belastbare Ergebnisse aus Werkstoffuntersuchungen zur Verfügung zu stellen. Zur besseren Absicherung der Prüfergebnisse haben wir auch eine neue CAQ-Software eingeführt. Darüber hinaus wurde die Analytik weiter ausgebaut, um bei Schadensanalysen noch

präziser den Verursacher zu identifizieren, aber auch, um unseren Kunden aufzuzeigen, in welchen Details der Rezeptur der feine, aber entscheidende Unterschied teilweise liegt. Damit ist auch unser zukünftiger Weg vorgezeichnet: Wir werden unsere Prüfungskompetenz weiter ausbauen und sie mit dem vertieften Wissenstransfer über die Herstellung und Anwendung von Dichtungen verbinden. Entwicklungspotenziale sehen wir dabei auch vermehrt im Einsatz der FEA zur umfassenden Beschreibung der Viskoelastizität mittels DMA-Daten. Mit diesem Ansatz lassen sich die Leistungsgrenzen von Dichtungswerkstoffen bei tiefen Temperaturen und schnellen Spaltänderungen optimal darstellen.

Weitere Informationen

WACKER SILICONES
www.wacker.com

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**

Trelleborg Sealing Solutions
http://www.tss.trelleborg.com

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**

seals'n'finishing
www.seals-and-finishing.com

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**

KLINGER GmbH
www.klinger.de

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**

KRAIBURG TPE
https://www.kraiburg-tpe.com/

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**

ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH
www.elringklinger-kunststoff.de

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**

Tec-Joint AG
www.tec-joint.ch

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**

O-Ring Prüflabor Richter GmbH
www.o-ring-prueflabor.de

 DICT!digital: **Zum Lösungspartner**