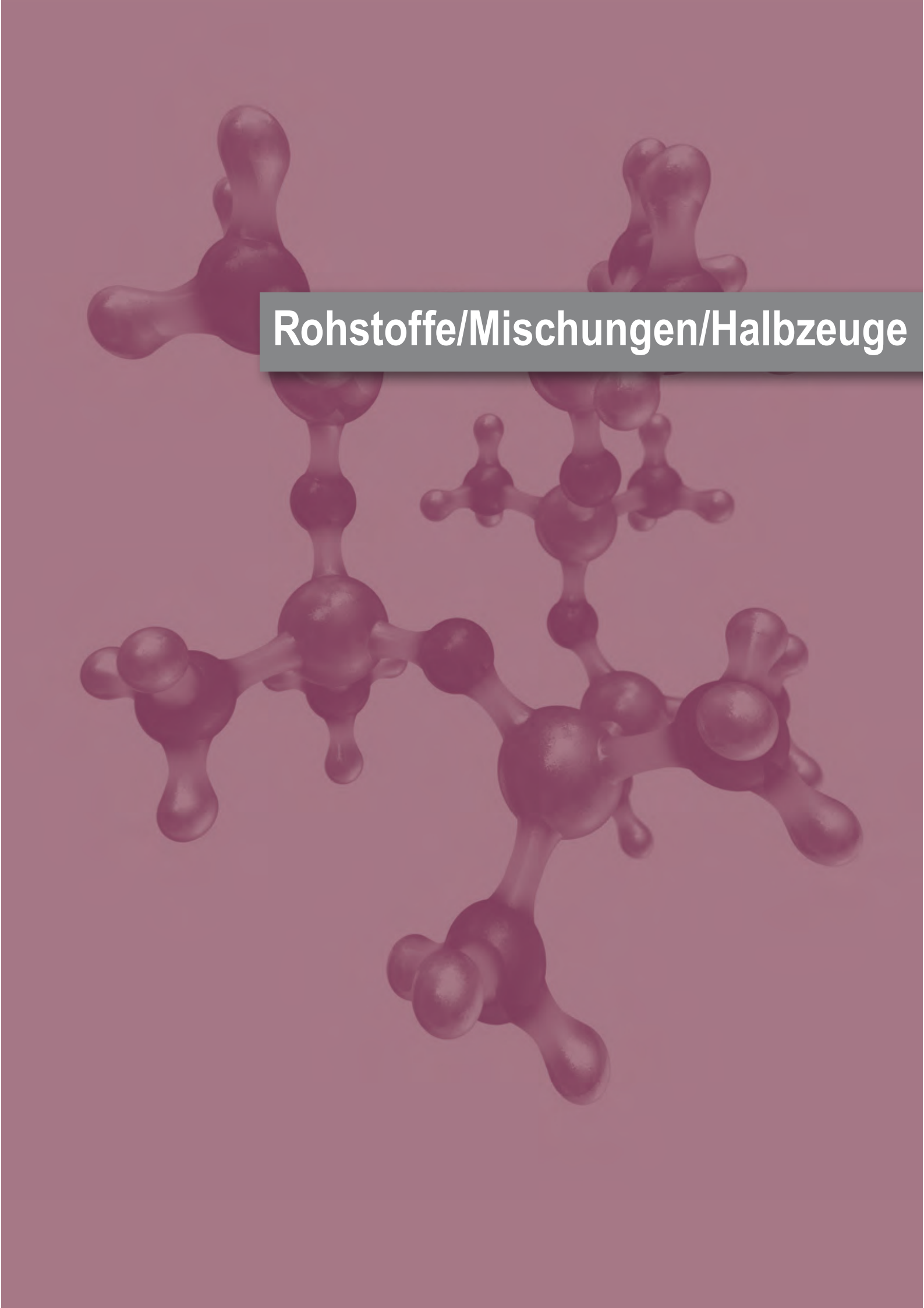


Berger/Kiefer (Hrsg.)

DICHTUNGS TECHNIK

JAHRBUCH 2017

ISGATEC®



Rohstoffe/Mischungen/Halbzeuge

Hybride Dichtstoffe für den modernen automobilen Getriebebau

Die Entwicklung neuer und effizienter Fahrzeuggetriebe stellt Entwickler und Konstrukteure im Automotive-Bereich vor immer größere Herausforderungen. Moderne Fahrzeuggetriebe >>1 sollen generell betrachtet immer leichter werden, aber das bei gleichbleibender Stabilität bzw. Steifigkeit. Neue Metalllegierungen, geringere Wandstärken und Dichtflanschbreite, Aufweitung der Abstände zwischen den Verschraubungspunkten am Gehäuse sowie eine Reduzierung der Getriebeölmenge sind u.a. oft das Ergebnis. Der Einsatz neuer hochviskoser und durch die Additivierung immer aggressiver werdender Getriebeöle fordern zudem die Hersteller moderner Dichtstoffe. Weitere Folgen der technologischen Entwicklung sind immer schmaler werdende Dichtflächen zwischen den Gehäusehälften und an den Schnittstellen. Die Beanspruchungen im Fahrbetrieb bringen intensiver auftretende Mikrobewegungen und Klaffungen am Dichtflansch mit sich, noch verstärkt durch immer höher werdende Betriebstemperaturen.

Betrachtet man dann die daraus entstehenden Anforderungen an einen modernen Dichtstoff, so ergibt sich nicht nur eine spannende Aufgabe sondern insbesondere eine enorme Herausforderung für den Dichtstoffhersteller. Aus den Anforderungen moderner Getriebetechnologie ergibt sich ein komplexer Forderungskatalog, der bei der Entwicklung eines marktgerechten modernen Getriebedichtstoffs erfüllt werden muss:

- hohe Temperaturbeständigkeit,
- generelle Getriebeölbeständigkeit,
- generelle adhäsive Einstellung (Verbindung zur Flanschoberfläche),
- hohe Scherfestigkeit (Mikrobewegungen, Klaffungen),
- hohe Bruchdehnung (Spaltüberbrückung),
- hohe Elastizität (Mikrobewegungen),
- thixotrope Einstellung (Standfestigkeit am Dichtflansch),
- ausreichend lange Topfzeiten (Prozesszeiten),
- optimale Dosierbarkeit, automatisiert im Fertigungsprozess,
- weltweite Vertriebs- und Versorgungssicherheit.

Denn der Anspruch jedes Dichtstoffherstellers muss sein, einen Dichtstoff anzubieten, der diese Anforderungen über die gesamte Fahrzeuglebensdauer sicherstellt. Im engen Austausch mit Anwendern werden im Rahmen der modernen Getriebeentwicklung nah an der Fertigung entsprechende Dichtstoffe entwickelt. Hier ist auch eine über die letzten Jahrzehnte erarbeitete Expertise bei der Entwicklung und Herstellung von Dichtstoffen für den gesamten Powertrain von Vorteil.



>>1: Modernes Fahrzeuggetriebe

(Bild: Drei Bond GmbH/loraks®-Fotolia.com)

Herangehensweise bei der Entwicklung

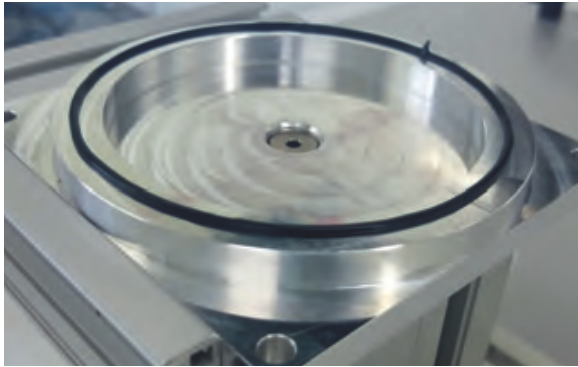
Um die generelle Betriebssicherheit bei der Verwendung des Getriebedichtstoffes abzusichern, kommt ein Testverfahren eines Kunden zum Einsatz. Bei diesem Testverfahren wird der Dichtstoff einer Alterung unterzogen. Die dafür benötigten Parameter gehen aus der VW TL52715 bzw. aus der Prüfvorschrift VW PV2046 hervor.

Die Testverfahren

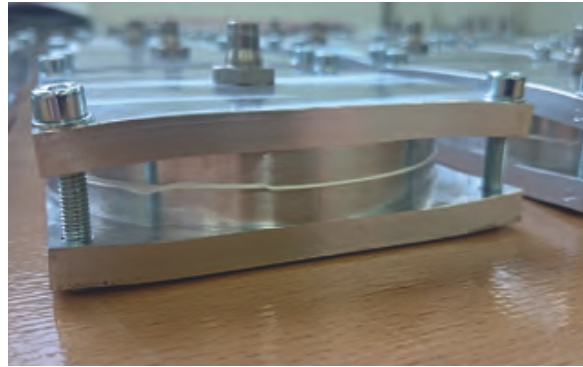
Diese Norm VW TL 52715 legt die Werkstoff- und Dichtverbund-Anforderungen an Flüssigdichtmittel auf Silikonbasis für Anwendungen im Getriebe- und Motorenbau fest. Anwendung findet die Norm für Dichtmittel zur Abdichtung von planen, starren Flanschen im Getriebe- und Motorenbau. Der Dichtverbund wird durch eine Flächenpressung mit Metall-/Metall- oder Metall-/Kunststoff-Kontakt, Ausfüllung von Bearbeitungsrautiefen und Zwischenräumen hergestellt. Als Werkstoffe kommen im Metallbereich vorzugsweise Al-Legierungen und Mg-Legierungen zum Einsatz.

Die Prüfnorm VW PV 2046 dient der Untersuchung von Dichtverbindungen, hergestellt mit Flüssigdichtmitteln auf Basis Diacrylsäureester, anaerob härtender Dichtstoffe und Silikon in Abhängigkeit von Temperaturen und Medien. Die Alterungsuntersuchung nach der VW PV2046 läuft folgendermaßen ab:

- Befüllen – 1 h nach Applikation und Verschließen der Prüfkörper,
- Konditionierung – 96 h bei Normalklima,
- Einlagerung – 96 h bei 150 °C,
- Einlagerung – 1.404 h bei 130 °C.



>>2: Dichtmittelauftrag auf das Gehäuse



>>3: Geschlossener Dichtprüfkörper

Nach jeweils 250 h Wärmelagerung wird der Prüfkörper auf Raumtemperatur re-konditioniert und mit einem sofort anliegenden Druck von 3 bar 60 s beaufschlagt.

Testvorbereitung an dafür gefertigten Prüfkörpern

Die Dichtflächen (RZ 12) der Prüfkörper wurden mit einem Cleaner gereinigt, um eine öl- und fettfreie Flanschoberfläche zu erzeugen. In Folge der Reinigung wurden die Prüfkörper ausreichend abgelüftet bis zur maschinellen Applikation des Dichtmittels. Nach Ablüften der Flanschflächen Einlegen des Oberteils in die Bauteilaufnahme der Dosieranlage. Dann folgte der automatisierte Dichtmittelauftrag. Damit für jede Kombination aus Dichtmedium und Getriebeöl zwei Prüfkörper in der Untersuchung zur Verfügung standen, wurden je Dichtmedium acht Prüfkörper beschichtet, um sie folgend mit vier Getriebeölen zu befüllen. >>2 zeigt den exemplarischen Dichtmittelauftrag. Danach folgte das Aufsetzen des Unterteils und das diagonale Verschrauben (M5 x 30) an den Ecken mit einem Anziehdrehmoment von 8 Nm. Anschließend fand die Konditionierung von einer Stunde im Normalklima statt. >>3 zeigt den zur Alterung verklebten Prüfkörper. Nach einer Stunde wurde der Prüfkörper mit Getriebeöl befüllt.

Untersuchte Getriebedichtstoffe und -öle

Im Zuge der Untersuchung wurden vier Dichtstoffe in Kombination mit vier verschiedenen Getriebeölen auf ihre Dichtigkeit bzw. Verträglichkeit getestet. Von jeder Kombination gingen zwei Prüfkörper in die Langzeituntersuchung. Untersuchte Getriebedichtstoffe waren:

- Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis,
- Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis,
- Polyacrylat,
- Hybriddichtstoff 9140.

Bei den Getriebeölen kamen vier neue Öle unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz.

Medium	Öl	Dichtigkeitstest nach ____ h					
		250	500	750	1.000	1.250	1.500
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Polyacrylat	Getriebeöl 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Polyacrylat	Getriebeöl 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Polyacrylat	Getriebeöl 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 4	✓	○	○	○	○	○
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Polyacrylat	Getriebeöl 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓

>>4: Tabellarische Zusammenfassung der Dichtigkeitsuntersuchung

Medium	Öl	Scherkraft Nm	Scherkraft Nm/cm ²
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 1	17,0	0,7
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 1	> 135	> 5,8
Polyacrylat	Getriebeöl 1	> 135	> 5,8
Drei Bond 9140	Getriebeöl 1	> 135	> 5,8
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 2	15,0	0,6
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 2	108,3	4,7
Polyacrylat	Getriebeöl 2	> 135	> 5,8
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 2	> 135	> 5,8
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 3	46,0	2,0
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 3	115,8	5,0
Polyacrylat	Getriebeöl 3	> 135	> 5,8
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 3	> 135	> 5,8
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 4	–	–
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 4	31,4	1,4
Polyacrylat	Getriebeöl 4	> 135	> 5,8
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 4	> 135	> 5,8

>>5: Tabellarische Zusammenfassung der Scherfestigkeit

Medium	Öl	Bruchbild A/K/M	Bemerkung	Zustand Dichtmedium
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 1	K	> 90% in die Klebfläche	zersetzt
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 1	K	< 25% adhäsive Anteile	versprödet
Polyacrylat	Getriebeöl 1	K		formstabil
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 1	K		formstabil
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 2	K	> 90% in die Klebfläche	zersetzt
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 2	K	< 25% adhäsive Anteile	versprödet
Polyacrylat	Getriebeöl 2	K		formstabil
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 2	K		formstabil
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 3	K	> 90% in die Klebfläche	zersetzt
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 3	K	< 25% adhäsive Anteile	versprödet
Polyacrylat	Getriebeöl 3	K	< 10% adhäsive Anteile	formstabil
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 3	K		formstabil
Silikon, neutralvernetzend auf Oximbasis	Getriebeöl 4	–	> 90% in die Klebfläche	zersetzt
Silikon, neutralvernetzend auf Alkoxybasis	Getriebeöl 4	K	50% in die Klebfläche	zersetzt
Polyacrylat	Getriebeöl 4	K		formstabil
Hybriddichtstoff 9140	Getriebeöl 4	K		formstabil

>>6: Tabellarische Zusammenfassung zum Bruchbild

Ergebnisse der Untersuchung

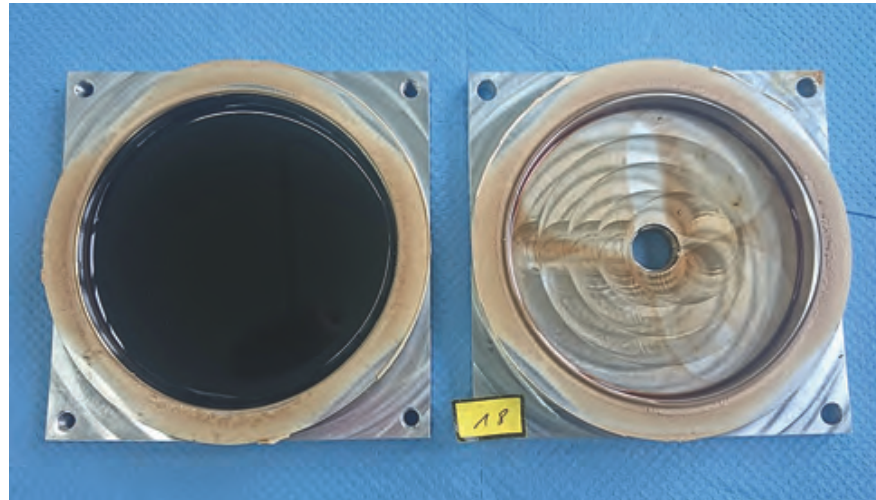
Nach Ende der vorgeschriebenen Prüfdauer wurden alle Prüfkörper geöffnet und beurteilt. >>4 zeigt die Abschnittsergebnisse dieser Untersuchung im Vergleich. Nachfolgende Untersuchungen wurden in den Vordergrund gestellt:

- Untersuchung der Dichtigkeit (3 bar),
- Messung der Scherfestigkeit absolut und umgerechnet,
- Betrachtung des Bruchbildes (Adhäsions [A]/Kohäsions [K]/Mischbruch [M]),
- Zusammenfassung der Testergebnisse nach den zyklischen Dichtigkeitstests,
- Zusammenfassung der Testergebnisse zur Scherfestigkeit – die Werte (135 Nm) zeigen den Maximalwert des verwendeten Drehmomentschlüssels >>5,
- Zusammenfassung der Testergebnisse zum Bruchbild >>6,
- Bildliche Darstellung eines optimalen und somit kohäsiven Bruchbildes >>7.

Fazit

Für die störfreie Nutzung eines Fahrzeuggetriebes über die gesamte Lebensdauer ist neben vielen anderen Parametern die unbedingte Dichtigkeit des Getriebegehäuses Voraussetzung. Im Speziellen und im Gegenstand der gegenwärtigen Untersuchung wurde die Dichtigkeit in Verbindung mit neu entwickelten

>>7: Bruchbild des
Hybriddichtstoffes 9140
100% kohäsiv
(Bilder: Drei Bond GmbH)



und gängigen Getriebeölen überprüft. Die unterschiedlichen Dichtstoffe wurden auf einen Dichtprüfkörper automatisiert aufgetragen und der dann verklebte Prüfkörper mit vier unterschiedlichen Getriebeölen befüllt. Nach anschließender Alterung (1.500 h bei 150 °C bzw. 130 °C) konnte festgestellt werden, dass neueste hybride Dichtstoffe wie auch Polyacrylate sich hervorragend für diese Anwendung eignen und somit alle Anforderungen an einen modernen Dichtstoff erfüllen.

An diesem Punkt lohnt sich auch eine erweiterte Betrachtung zu Feststoffdichtungen bzw. Einlegedichtungen. Rein oberflächlich betrachtet, lassen sich Feststoffdichtungen – ob gestanzt, gepresst oder gespritzt – in bestimmten Anwendungsfällen einsetzen. Wenn der Entwickler/Konstrukteur jedoch Parameter wie:

- generelle adhäsive Einstellung (kraftschlüssige Verbindung der Flanschoberfläche),
 - hohe Scherfestigkeit (Aufnahme von Mikrobewegungen und Klaffungen),
 - hohe Bruchdehnung (Spaltüberbrückung und Überbrückung von Klaffungen),
 - hohe Elastizität (Aufnahme von Mikrobewegungen),
 - unterstützende kraftschlüssige Verbindung,
 - optimale Dosierbarkeit für einen automatisierten Fertigungsprozess
- aufgrund der gegebenen Anforderungen berücksichtigen muss, dann kommt er um die Verwendung von flüssigen Dichtstoffen und im Speziellen um hybride Dichtstoffe sowie Polyacrylate nicht herum.

Rückenwind durch Kompetenz = Σ (Erfahrung + Wissen)



Konstruktion & Entwicklung/Beratung:

Unsere Experten beschleunigen Ihren Entwicklungsprozess durch **anwendungstechnische Beratung**. Die fachkompetente **Marketing- und Managementberatung** sowie die **Vermittlung von Unternehmenskäufen und -verkäufen** durch unser Netzwerk bringen Sie sicher ans Ziel.



Seminare (auch Inhouse), Foren, Kongress:

Wir vermitteln das Wesentliche rund um die Themen **Dichtungs-, Klebe- und Polymertechnik** und der angrenzenden Bereiche praxisnah, herstellernerneutral, kompetent.



Fachliteratur:

Das **Fachmagazin DICT!** und die **DICHTUNGSTECHNIK JAHRBÜCHER** informieren über Trends und Entwicklungen, präsentieren die Systemalternativen differenziert nach den unterschiedlichen Einsatzbereichen und Branchen. Die **WÖRTERBÜCHER DER DICHTUNGSTECHNIK** vereinen Sprach- und Fachkompetenz.



Online Portal:

Online finden Sie Lieferanten unter **LÖSUNGEN FINDEN**, Fach- und Führungskräfte im **KARRIERENETZWERK**, Informationen, Links, Trends u.v.m. unter **WISSENSWERTES**. Dies unterstützt und beschleunigt Ihre tägliche Arbeit. Partizipieren Sie an unserer Erfahrung, dem Wissen und den Kontakten.

Rufen Sie uns an! Telefon: +49 (0) 621-717 68 88-0

DICHTEN KLEBEN POLYMER
WWW.ISGATEC.COM