

**MTZ** extra



# ElroSeal™ E

Hochleistungsdichtungen für Elektroantriebe



## ElroSeal E – Der neue Standard für Elektroantriebe

© ElringKlinger Kunststofftechnik

Die Elektromobilität und alternative Antriebe sind Antworten auf den Klimawandel, die Verknappung fossiler Ressourcen und lokale Umweltbelastungen. Elektromotoren bilden dabei die Basis für Batterie-, Brennstoffzellen- und Hybridantriebe. ElringKlinger entwickelte auf Basis der Speedflon-Hochleistungsichtung eine Dichtungsfamilie für schnelldrehende Anwendungen speziell für die Elektromobilität.

### HOHE DREHZAHLEN

Der Trend geht zu integrierten E-Achsen, bei denen Elektromotor, Getriebe und Antriebsachse zu einer Einheit zusammengefasst sind. Beim Übergang zwischen Elektromotor und Getriebe liegen mit 12.000 bis 17.000/min Bedingungen vor, die deutlich höhere Herausforderungen an die Dichtung stellen als die Drehzahlen bei Verbren-

nungsmotoren, mit der Tendenz zu noch höheren Werten. Extreme Herausforderungen entstehen bei den notwendigen Wellendurchmessern durch sehr hohe Umfangsgeschwindigkeiten in Kombination mit Betriebsbedingungen bei hohen und tiefen Temperaturen, der geforderten Medienbeständigkeit und möglichen Trockenlaufphasen. Konventionelle Elastomer-Radialwellendichtringe stoßen hier an ihre Grenzen.

### AUTOREN



**Dipl.-Ing. (FH) Uwe Koch** ist Produktverantwortlicher für Radialwellendichtungen bei der ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH in Bietigheim-Bissingen.



**Dr.-Ing. Uwe Wallner** ist Leiter der Produktentwicklung bei der ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH in Bietigheim-Bissingen.

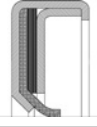
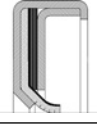
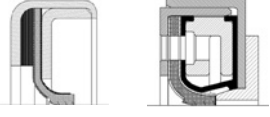
Basierend auf den Erfahrungen mit ultrahochdrehenden Speedflon-Radialwellendichtringen [1] für Drehzahlen bis über 150.000/min hat ElringKlinger Kunststofftechnik den neuen ElroSeal-Dichtsystembaukasten entwickelt, **TABELLE 1**, der diese schwierigen Bedingungen anwendungsspezifisch beherrscht.

Alle Dichtungen können kundenspezifisch optimiert und an die geforderten Drehzahlen und Drehrichtungsanforderungen angepasst werden. Über Drallstrukturen auf der Welle oder eine spezielle Profilierung der Dichtlippe lässt sich eine hydrodynamische Förderwirkung erzeugen, die das dynamische Öldichtverhalten weiter verbessert. Ein Vorteil ist, dass dies bei sehr geringer radialer Anpressung der Dichtlippe und niedriger Reibleistung möglich ist. Kombiniert mit ElringKlingers Wechseldralldesign kann so die Dichtfunktion in beiden Drehrichtungen gewährleistet werden.

### WERKSTOFF

Auch der Einsatz des richtigen Dichtlippenwerkstoffs spielt eine entscheidende Rolle. ElroSeal-Dichtungen werden mit Dichtlippen aus PTFE-Compounds gefertigt. Die in das Basismaterial PTFE eingearbeiteten Füllstoffe wurden durch die eigene Materialentwicklung gezielt an den Anwendungsfall angepasst.

Weiche Wellen können durch den Einsatz spezieller Füllstoffe erfolgreich ab-

Bezeichnung	Designbeispiel	Empfohlene Umfangsgeschwindigkeit	Besonderheit
ElroSeal E		20 bis 40 m/s	Reibungsreduziertes Dichtungsdesign
ElroSeal E Speedflon		40 bis 60 m/s	Einfederdesign
Speedflon		60 bis ≥ 100 m/s	Doppelfederdesign mit patentiertem Druckentlastungssystem unter anderem für Turboladeranwendungen

**TABELLE 1** Vertreter der ElroSeal-Dichtungsfamilie (© ElringKlinger Kunststofftechnik)

gedichtet werden. Auch können elektrisch leitende Füllstoffe in den Dichtlippenwerkstoff eingearbeitet werden, um eine statische Aufladung zu verhindern. Die besten Ergebnisse in Bezug auf Verschleiß im Trockenlauf zeigte der Werkstoff Polytetraflon HS 22157, mit dem die folgend aufgeführten Ergebnisse ermittelt wurden.

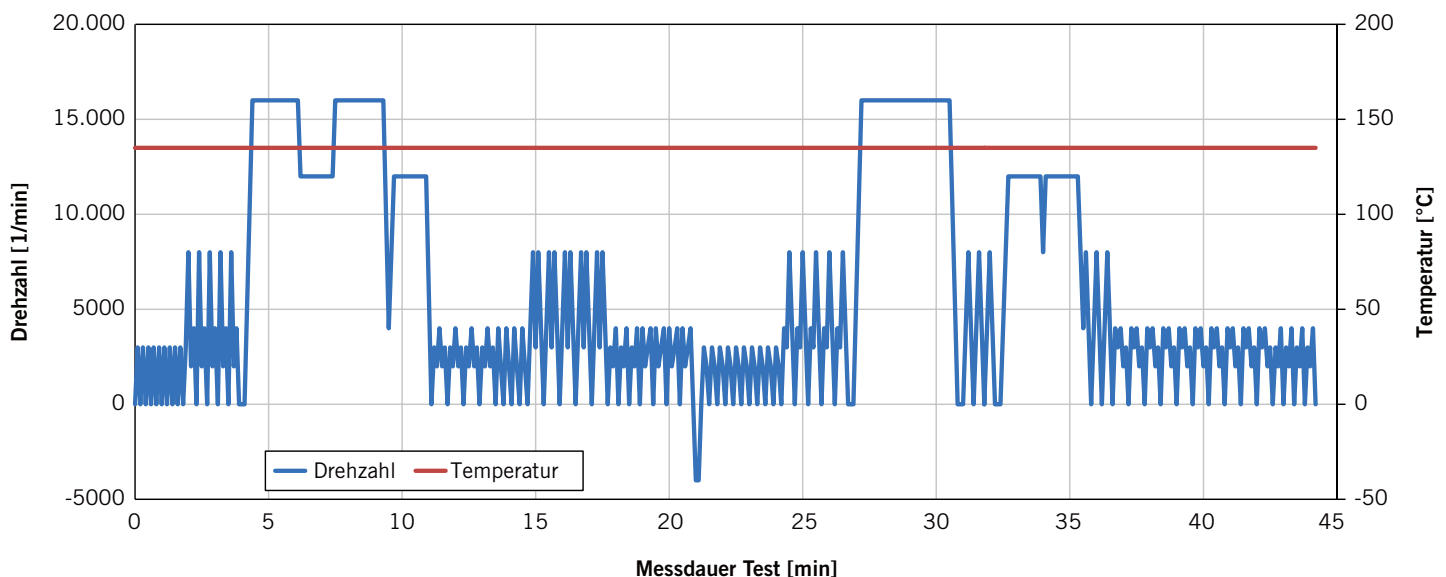
### PRÜFZYKLUS

Zur Beurteilung der Dichtungseigenschaften und zugunsten einer gezielten Weiterentwicklung betreibt ElringKlinger speziell entwickelte Radialwellendich-

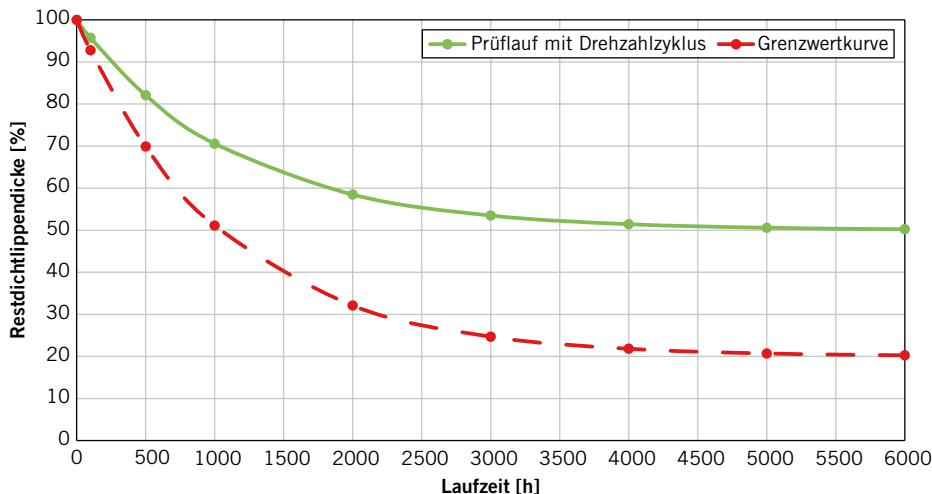
tungsprüfstände, die Drehzahlen bis 150.000/min abbilden können. Für die folgenden Ergebnisse wurden Prüfstände mit einer Maximaldrehzahl von 50.000/min und einer Auslegung speziell für Anwendungen im Bereich Elektromobilität verwendet.

Um Lebensdauerbetrachtungen, Leckage oder das Verschleißverhalten zu ermitteln, gibt es verschiedene Herangehensweisen. Basierend auf der ISO 19865-4 existieren herstellereigenspezifische Prüfzyklen, **BILD 1**.

Der gezeigte Prüfzyklus beschreibt eine typische Verkehrssituation mit Stadtverkehr-, Landstraßen- und Auto-



**BILD 1** Temperatur und Drehzahlzyklus für ElroSeal mit 38 mm Wellendurchmesser gemäß ISO 19865-4 (© ElringKlinger Kunststofftechnik)



**BILD 2** Verschleißkurve ElroSeal E mit Wellendurchmesser 38 mm; Drehzahlzyklus nach ISO 19865-4 bis 16.000/min (© ElringKlinger Kunststofftechnik)

bahnanteilen. Die frei programmierbare Drehzahl liegt bei maximal 16.000/min, die Medientemperatur beträgt 135 °C, der Druck entspricht dem Umgebungsdruck. Dieser Zyklus wird wiederholt bis die geforderte Prüfdauer erreicht ist. **BILD 2** zeigt das Ergebnis der Verschleißprüfung.

## REIBLEISTUNG UND VERSCHLEISS

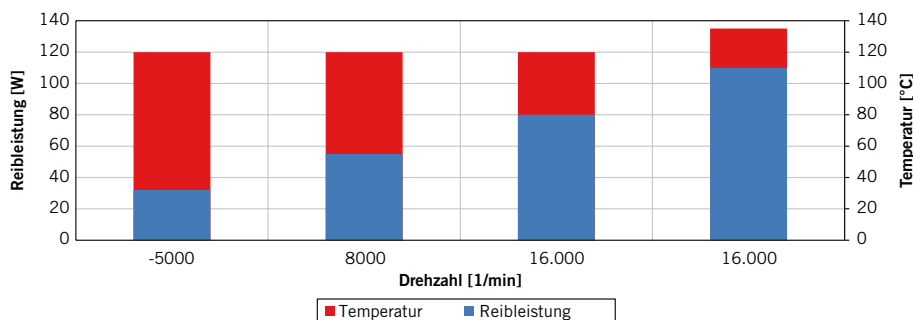
Die Verschleißkurve zeigt ein typisches Verlaufsbild für Radialwellendichtringe, mit stärkerem Verschleiß während der Einlaufphase und asymptotisch auslaufendem Verhalten. Untersucht wurden Radialwellendichtringe im ölgeschmierten Zustand. Das Verschleißverhalten bei Mangelschmierung und teilweisem Trockenlauf, ist in der Grenzwertkurve dargestellt.

Die Reibleistung von Radialwellendichtungen ist entscheidend für das Funktionsverhalten. Eine zu hohe Reibleistung führt unter anderem durch eine

starke Temperaturentwicklung meist zu einem schnellen Ausfall des Dichtungssystems. Die Reibleistung von ElroSeal-Dichtungen bei unterschiedlichen Drehzahlstufen ist in **BILD 3** dargestellt. Unabhängig von der Drehrichtung steigt die Reibleistung bei gleicher Temperatur mit steigender Drehzahl. Auch bei erhöhten Temperaturen von 135 °C zeigt die Dichtung zulässige Reibleistungen. Das bedeutet, dass die Dichtung auch unter sich verschlechternden Schmierbedingungen leakagefrei funktioniert.

ElroSeal-Radialwellendichtringe zeigen bei sehr geringer Reibleistung auch nur eine geringfügig abnehmende radiale Anpressung der Dichtlippe nach Einsatz im Öl- oder Trockenlauf, **BILD 4**. Der Vergleich mit einem elastischen Dichtlippenwerkstoff zeigt eine deutlich höhere Restkraft.

ElroSeal-PTFE-Radialwellendichtringe zeigen demnach gegenüber dem gemess-



**BILD 3** Reibleistung bei verschiedenen Drehzahlen und Temperaturen; ElroSeal E mit Wellendurchmesser 38 mm; konstante Drehzahl nach DIN 3760 (© ElringKlinger Kunststofftechnik)

senen Elastomer-Radialwellendichtring sowohl im Öl- als auch im Trockenlauf einen signifikant geringeren Radialkraftabfall auf.

## STATISCHE DICHTHEIT

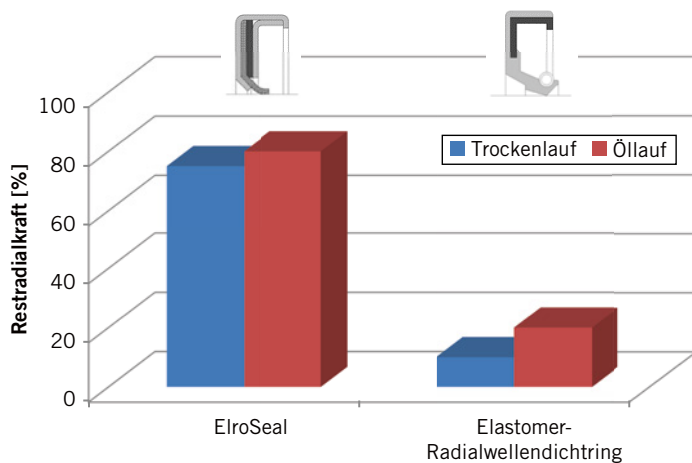
Neben den dynamischen Eigenschaften ist auch die statische Dichttheit eine bedeutende Eigenschaft in der Betrachtung des Systems. Das statische Abdichtverhalten wird durch das Einpressen der Dichtung in den Einbauraum mitbestimmt. Durch eine statische Luftdichtheitsprüfung im Versuchsaufbau oder in einer End-of-line-Prüfung bei der Montage wird dies überprüft. Die statische Dichttheit wird nach einer internen Norm bei einer Messtemperatur von 23 °C, einem Prüfüberdruck Luft von 0,2 bar nach 5 s geprüft. Der zulässige Druckabfall beträgt maximal 0,05 bar.

In der Anwendung werden die Dichtungen in der Regel in Aluminiumeinbauräumen eingepresst. Das ElroSeal-Design wurde für diesen Anwendungsfall hinsichtlich Einpresskraft und statischem Abdichtverhalten entsprechend maßgeschneidert. Das bedeutet, dass ElroSeal-Dichtungen selbst bei suboptimaler Oberflächenrauheit im Einbauraum und ohne zusätzliche elastische Beschichtung am Gehäuseaußendurchmesser in Aluminiumeinbauräumen eingesetzt werden können.

Dies hat den Vorteil, dass kritische Zustände durch Reduzierung der Einpresskraft nach Temperatureinwirkung, Alterung oder chemischen Angriff im Vergleich zu mit Elastomer beschichteten Außengehäusen vermieden werden. Im oben genannten Beispiel betrug die Auspresskraft nach dem Prüfzyklus (100 h, 135 °C, Getriebeöl) nur noch 23 % zur ermittelten Einpresskraft. ElroSeal-PTFE-Radialwellendichtringe zeigten hier eine sehr gute Restkraft bei 67 % Auspresskraft zur Einpresskraft.

Ein viel diskutierter Punkt ist der Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit des Einbauraums auf die statische Dichttheit. Untersuchungen zeigen, dass für den Einsatz der ElroSeal-Dichtung eine größere Oberflächenrauheit des Aluminiumeinbauraums, wie beim Einsatz von Dichtungen mit Elastomerumspritzung am Außendurchmesser, kein Problem darstellt.





**BILD 4** Radialkraft nach 100 h Prüfung im Trockenlauf und ölgeschmierten Versuch, nach Durchlaufen des Prüfzyklus für 100 h mit maximal 16.000/min © ElringKlinger Kunststofftechnik

deutliche Glättung der Aluminiumoberfläche festgestellt werden. Durch die besondere Außengeometrie erfolgt eine Verdichtung des Aluminiumeinbauraums ohne Spannbildung. Beim anschließenden Auspressen der Dichtung entgegen der Einpressrichtung konnte im Vergleich zur Einpresskraft nur eine geringfügig niedrigere Auspresskraft ermittelt werden, **BILD 5**.

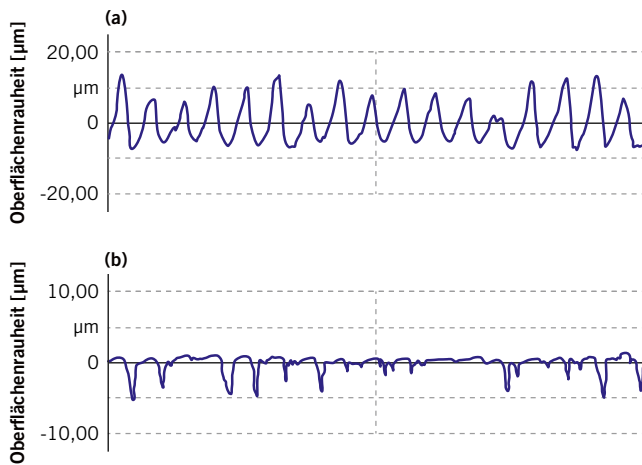
Der Traganteil Rmr erhöht sich im gezeigten Beispiel von 22,2 auf 84,8 %. Statische Dichtheitsprüfungen zeigen, dass ElroSeal-Radialwellendichtringe ohne zusätzliche elastische Gehäusebeschichtung die Vorgaben an statischer Dichtheit erfüllen.

### FAZIT

ElroSeal-Radialwellendichtringe zeigen auch bei den für die Elektromobilität geforderten Bedingungen bestes Leckageverhalten. Selbst langen Trockenlaufphasen hält der Dichtring stand, ohne Leckage im anschließenden Öllauf zu zeigen. Durch das Glätten des Aluminiumeinbauraums stellt der ElroSeal E Radialwellendichtring keine besonderen Anforderungen an die dort vorhandene Oberfläche. Weiterhin ist das Dichtungskonzept durch die niedrige und konstante Reibleistung und die sehr gute Verschleißfestigkeit über die geforderte Lebensdauer bestens für Anwendungen mit sehr hohen Drehzahlen geeignet. Daher kommen ElroSeal-Radialwellendichtringe bereits in vielen Elektromobilitätsanwendungen zum Einsatz.

### LITERATURHINWEIS

[1] Cankar, M; Koch, U.: Neue Radialwellendichtringe für Turboanwendungen. In: MTZ 77 (2016), Nr. 11, S. 60-65



**BILD 5** Oberflächenrauheit des Einbauraums vor dem Einbau (a) und nach dem Einbau (b) © ElringKlinger Kunststofftechnik

Um dies zu prüfen, wurden ElroSeal-Dichtungen mit Edelstahlgehäuse in einen Aluminiumeinbauraum mit Einheitsbohrung H<sub>8</sub> eingepresst und die äußere Mantelflächenrauheit des Dichtringes standardmäßig mit einer Oberflächenrauheit ≤ Rz 8 µm hergestellt. Die Fertigung der inneren Aluminiummantelfläche erfolgte im Drehprozess mit einer Oberflächenrauheit von Rz 21,1 µm.

Zur Bewertung der Einpressverhältnisse wurde eine mittlere Pressung zwischen dem Außendurchmesser des Dichtungsgehäuses und dem Einbauraumdurchmesser eingestellt. Nach dem Einpressen der Dichtung mit circa 6000 N erfolgte eine nochmalige Oberflächenmessung des Aluminiumeinbauraums im Bereich der Einpressfläche. Mit einer Oberflächenrauheit von Rz 6,9 µm konnte eine

Folgen Sie ElringKlinger Kunststofftechnik



click here

### IMPRESSUM:

Sonderausgabe 2021 in Kooperation mit ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH, Etzelstr. 10, 74321 Bietigheim-Bissingen; Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Postfach 1546, 65173 Wiesbaden, Amtsgericht Wiesbaden, HRB 9754, USt-IdNr. DE811484199

### GESCHÄFTSFÜHRER:

Stefanie Burgmaier | Andreas Funk | Joachim Krieger

PROJEKTMANAGEMENT: Anja Trabusch

TITELBILD: © ElringKlinger Kunststofftechnik

# Hochleistungs-Kunststoffe für e-Mobility.



Konsequente Weiterentwicklung der **Radialwellendichtring**  
**Produktfamilie ElroSeal™.**

Ausgelegt für hohe Rotations-Bewegungen von über  
100 m/s erfüllen sie zuverlässig hohe Anforderungen  
an die Leckagesicherheit, Drücke, Temperaturen,  
Drehzahlen und Trockenlauf.

Beschleunigen Sie mit uns in die Zukunft



ElroSeal™  
Radialwellendichtring

automotive@elringklinger.com  
Fon +49 7142 583-192  
www.ek-kt.de/elroseal

**elringklinger**  
Kunststofftechnik