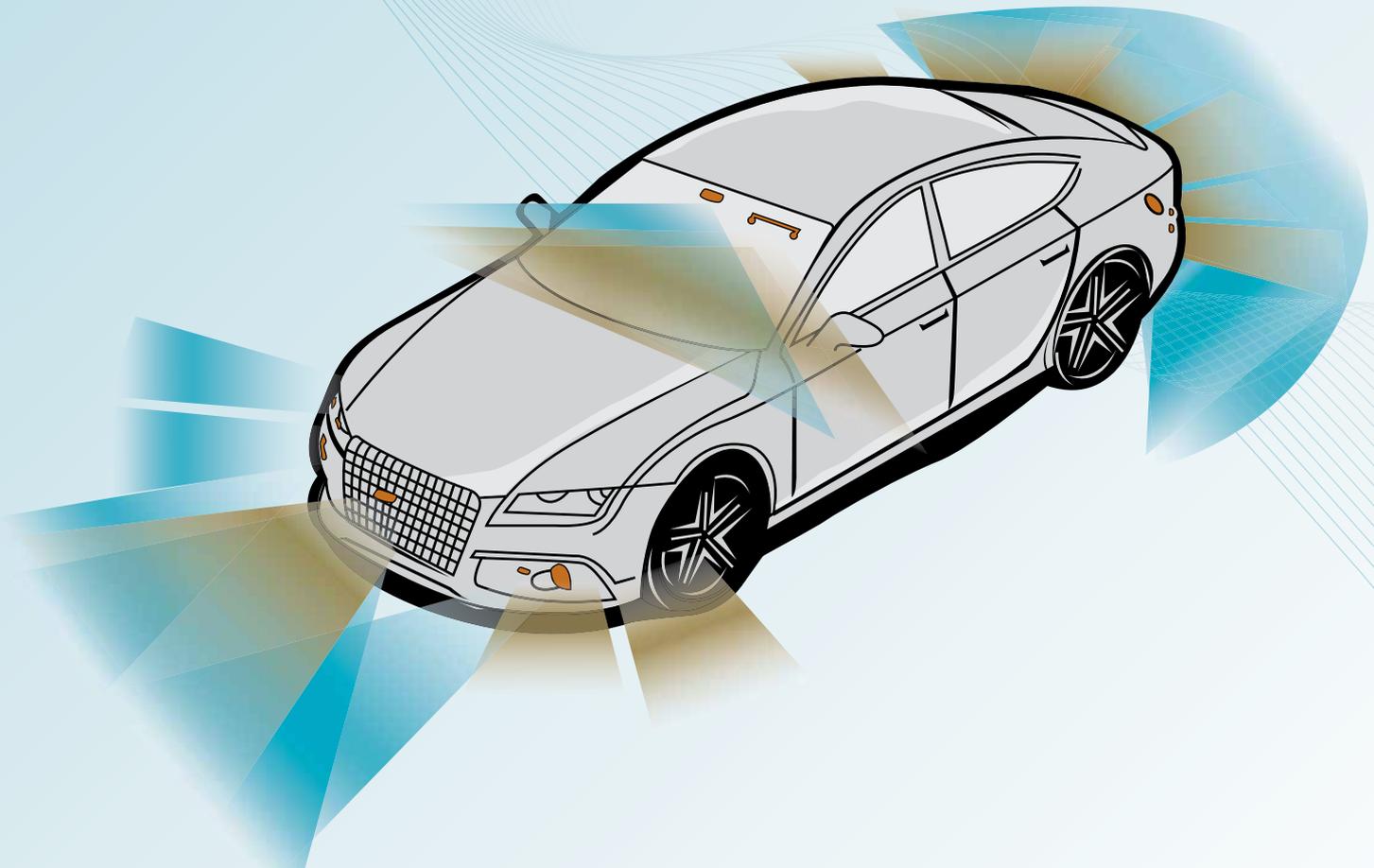


Flüssigsilikontechnologie (LSR) für smarte Fahrassistenzsysteme und Fahrsicherheit



Einleitung

Die Bereiche Dichten, Dämpfen und Schützen sind die Schlüssel für die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit von elektrischen und mechanischen Komponenten in intelligenten Fahrerassistenz- und Fahrsicherheitssystemen (ADAS: Advanced Driver Assistance Systems). Das Entwickeln dieser wachsenden Produktgruppe benötigt Produktionsprozesse, welche von der Bauteilentwicklung bis zur fertigungsgerechten Produktgestaltung reichen. Eine geeignete Technologie für ADAS-Komponenten ist Flüssigsilikon (LSR) Spritzguss. Dieses Whitepaper vergleicht die wichtigsten Materialien und fokussiert sich dabei auf die Vorteile von LSR, sowohl material- wie auch prozesstechnisch.



Paradigmenwechsel in der Automobilenentwicklung

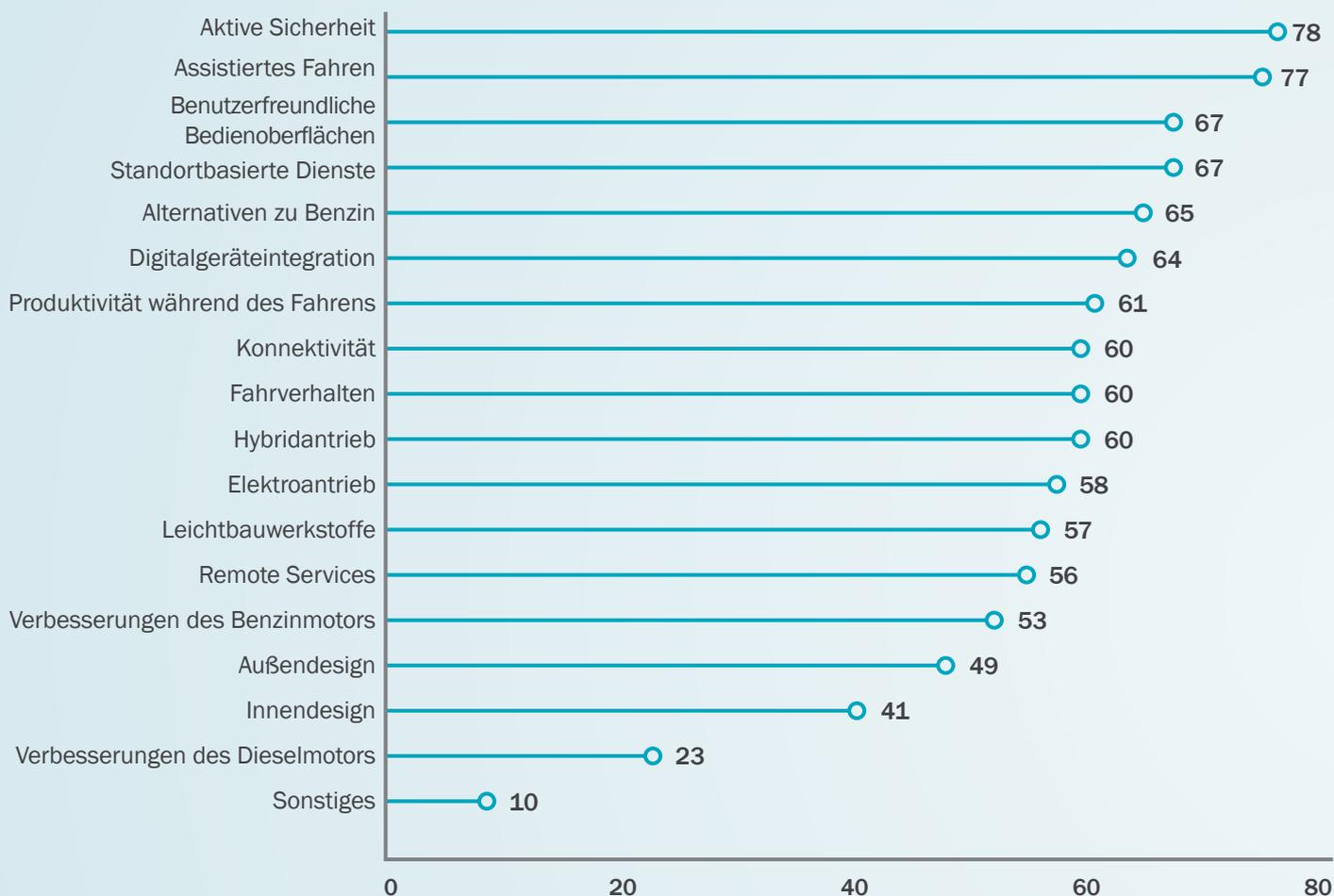
Aktive wie auch passive Fahrsicherheits- und Fahrassistenzsysteme sind die Grundsteine für komplett autonomes Fahren. Die sogenannten Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) erfordern die Integration von elektronischen, mechatronischen und optischen Bauteilen sowie den dafür notwendigen Datenaustausch. In 93 % aller Unfälle ist menschliches Versagen die Hauptursache, was die Wichtigkeit zusätzlicher

Fahrsicherheit nur unterstreicht. Allein in den USA belaufen sich die Unfallzahlen pro Jahr auf 3,9 Millionen Verletzte, über 33.000 Todesfälle und 910 Milliarden Dollar Schaden. Somit genießen die innovationsfreudigsten Hersteller im Bereich ADAS zunehmendes Konsumervertrauen. Umfragen in den USA belegen, dass fast 60 % der Verbraucher den Kauf von einem Innovationsführer als sehr wichtig erachten.



Abbildung 1: Aktive Fahrsicherheit und Fahrassistenz ganz oben auf der Liste der innovativen Leistungsmerkmale

„Leistungsmerkmale von Automobilen, die als moderat innovativ bis sehr innovativ gesehen werden“



Quelle: BCG Consumer Survey, Oktober 2013.

Anteil der Befragten, %

Zu ADAS-Komponenten gehören Sensoren, Schalter oder sonstige Steuergeräte, bestehend aus elektronischen, mechatronischen und optischen Elementen und basierend auf LIDAR (Light Detection And Ranging) sowie Radar- und Sonartechnologien.

Entwicklung von ADAS Komponenten

Die Entwicklung von ADAS Komponenten bedient sich speziell verfügbarer Technologien, Werkstoffe sowie Herstellungsprozesse, um eine nahtlose Integration und Verknüpfung zu erzielen. Die Beherrschung komplexer Sensorik-, Steuer- und Systemtechnik zusammen mit der dafür notwendigen Prozesstechnik wird sich von den traditionellen Automobilherstellern und Zulieferern teilweise zu den Spezialisten hin verschieben. Experten wie Bosch, ZF oder TRW liefern bereits maßgeschneiderte Module und integrierte Systeme an die Automobilhersteller.

Da Ressourcen- und Kostenaufwand für die Entwicklung solch spezieller Technologien zunehmend steigen, beschränkt sich das Angebot auf wenige marktführende Tier 1 Anbieter. Diese Tier 1 Zulieferer verlassen sich wiederum auf die speziell Expertise in der Entwicklung und Fertigung der Tier 2 Zulieferer. Kritische Funktionen und Eigenschaften der Komponenten oder eines ganzen Systems gilt es frühzeitig in den Design- und Prototypenphasen des Produkts über alle Tiers hinweg zu berücksichtigen und optimal aufeinander abzustimmen.

Die Entwicklung leistungsfähiger smarterer ADAS-Komponenten erfordert nahtlose Schnittstellen und eine enge Schulter-an-Schulter-Entwicklungsarbeit zwischen den OEMs und allen Stufen der Tier-Lieferanten. Die Zusammenarbeit mit einem erfahrenen Lieferanten während der Design- und Prototypenphasen gewährleistet die vollständige Integration dieser Merkmale im ADAS-Endprodukt, so auch am Beispiel des Abdichtens oder Dämpfens desselben. Der herkömmliche produktorientierte Ansatz in der Entwicklung ist nicht adäquat bei der Integration von Dichten, Dämpfen und Schützen des Produktes.

Die Integration der Dichtung als ein einfaches Bauteil in ein bereits bestehendes Produkt kann die Gesamtsystemkosten deutlich erhöhen und die Markteinführung verzögern. Auch vergrößert sich die Gefahr von Nachbesserungen oder im schlimmsten Fall sogar für Rückrufe.

Materialoptionen in Dicht-, Dämpfungs- oder Schutzfunktionen

Die Konstruktion einer ADAS-Komponente wie z. B. ein Sensor bedarf geeigneter Materialien für das Dichten, Dämpfen und den Schutz kritischer Elemente wie z. B. der Elektronik innerhalb eines Gehäuses. Traditionell wurden für diese Zwecke Elastomere oder weiche gummiartige Materialien verwendet. Hier unterscheidet man zwischen zwei Hauptkategorien wie im folgenden Bild dargestellt.



Abbildung 2:
Elastomere

Thermoplastische Elastomere (TPE)

- + Recyclebar und umweltfreundlich
- + Hervorragende mechanische Widerstandsfähigkeit
- + Schnelle Verarbeitung durch Spritzguss
- + Geeignet für kleine und diffizile Teile
- + Gute Haptik und "Soft Touch"-Eigenschaften
- + Geringe Gesamtkosten
- Begrenzter Einsatz bei hohen Temperaturen, schmilzt bei hohen Temperaturen
- Begrenzte chemische Beständigkeit bei erhöhten Temperaturen
- Hoher Druckverformungsrest bei erhöhten Temperaturen

Elastomere

- + Ausgezeichnetes Hoch- und Tieftemperaturverhalten
- + Sehr gute Formstabilität
- + Ausgezeichnete chemische Beständigkeit über ein breites Medienspektrum
- + Bietet viele Designoptionen
- + Verarbeitung mit verschiedenen Methoden möglich
- + Moderate Werkzeugkosten
- Nicht recyclebar
- Mehr Aufwand und Zeit für das Finishing erforderlich

Vor- und Nachteile von TPE's gegenüber klassischen Elastomeren

Innerhalb der Silikone bietet sich Flüssigsilikon (LSR) als ein sehr vielseitiges Material sowohl bezüglich seiner Eigenschaften als auch seiner Verarbeitung an. Letzteres insbesondere in Hinsicht der Möglichkeit, extrem komplexe und

filigrane Geometrien in großen Volumina sehr effizient herstellen zu können. Herausstellungsmerkmale, die sich im Bereich ADAS als sehr vorteilhaft erweisen.

Flüssigsilikon (LSR) - die beste Wahl

Neben einer hervorragenden Beständigkeit im typischen Umfeld der Fahrzeugelektrik und -elektronik verfügt Silikon über weitere herausragende Merkmale, die es prädestinieren für Anwendungen in Steuerungs- und Sicherheitssystemen.

Über diese physikalischen Materialeigenschaften hinaus bietet LSR eine Reihe von Vorteilen bei der Verarbeitung, die dem Produktentwickler entgegenkommen in seiner Aufgabe, smarte integrierte Systemlösungen zu entwickeln, die dem Anspruch hoher Zuverlässigkeit, Langlebigkeit und Kosteneffizienz gerecht werden.

Zu diesen Eigenschaften gehören:

- Ausgezeichnetes Temperaturverhalten von -40°C bis $+200^{\circ}\text{C}$.
- Ausgezeichnete Dämpfungseigenschaften.
- Wetter- und UV-resistent.
- Überragende elektrische Eigenschaften.
- Gute Adhäsion zu einer Vielzahl von Materialien und Substraten, besonders auch technische Thermoplaste wie PA, PBT, oder PEEK®.
- Extrem niedrige Viskosität des Rohmaterials ermöglicht Herstellung hochkomplexer Geometrien in höchster Präzision.
- Möglichkeit von Geometrien und technischen Lösungen, die mit anderen Materialien nicht möglich sind.
- Produktion im Flashless-Prinzip erübrigt Nachbearbeitung von Teilen.
- Kurze Zykluszeiten ermöglichen höchst effiziente Produktion in hohen Stückzahlen.
- Minimaler Materialabfall durch hochpräzises, spezialisiertes LSR-Werkzeugdesign.
- Garant für höchste Präzision und Qualität zu geringsten Kosten



Hervorragende
Beständigkeit bei
hohen und niedrigen
Temperaturen von
 -40°C bis $+200^{\circ}\text{C}$

Ultimative Möglichkeiten – Innovative 2K-LSR-Technologie

2K-Spritzguss ist nicht neu und geläufig im Kunststoffspritzguss zur Herstellung von Teilen bestehend aus mehreren Komponenten und Materialtypen. 2K-Spritzguss erfreut sich wachsender Popularität in vielen Branchen. Nicht so weit verbreitet, und deshalb begrenzt auf wenige Spezialisten, ist der 2K-Spritzguss zur Herstellung von Hart-Weich-Verbindungen in sicherheitskritischen Anwendungen wie ADAS.

Dafür muss den unterschiedlichen und sehr konträren Verarbeitungseigenschaften z. B. eines technischen Thermoplasts und denen von LSR in Form von spezialisiertem Werkzeugbau und Prozessautomation Rechnung getragen werden.

Dieses Verfahren bietet eine Vielzahl von Vorteilen, unter anderem:

- Mehr Designfreiheit für den Produktentwickler, um mehrere Komponenten und Funktionen in ein Bauteil zu integrieren
- Gewichtsparende Lösungen durch Verwendung eines technischen Thermoplasts in Verbindung mit LSR anstelle eines Metalls
- Potenzielle Risiken und Kosten aus Montage einzelner Komponenten fallen weg
- Alternative zu FIPFG (Formed-in-Place Foam Gaskets) in Dichtfunktionen, wo ein hohes Maß an Präzision und Maßhaltigkeit erforderlich ist
- Kosteneinsparung durch Reduzierung der Bauteile in der Beschaffungskette des Kunden
- Eliminierung potentieller Leckage in der Montage
- Die einzige robuste und kosteneffiziente Kombination von technischem Thermoplast und Silikonkomponenten. Alternativen sind das Verkleben oder die Montage von Einzelteilen. Beide Alternativen erfordern zusätzliche Prozessschritte, die weitere Prozess- und Qualitätsvariablen mit sich bringen, was wiederum zu höheren direkten und indirekten sowie vielfach versteckten Zusatzkosten führen kann.



LSR-Anwendungsbeispiele

LSR-Komponenten bieten unter anderem langjährig bewährte Lösungen für Druck- und Ultraschallsensoren für ADAS-Systeme sowie Schalter und Taster im Cockpit des Fahrzeugs.

Dichtungen innerhalb von ECUs oder Sensoren



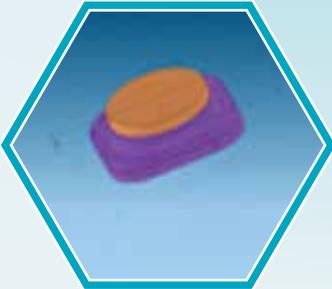
LSR-Dichtungen lassen sich optimal und mit engsten Toleranzen an Gegenflächen und Konturen individuell anpassen. Im vollautomatisierten 2K-Verfahren ermöglicht die Kombination aus Thermoplast, LSR und eventuell anderen Elementen ein höchstes Maß an Prozesssicherheit und sehr kosteneffiziente sowie technisch robuste Lösungen für Sensoren, ECU oder Steckverbindungen

Mikro-Komponenten



LSR eignet sich für kleinste Silikonkomponenten im Mikro- und Nano-Bereich (< 10 mg) für den Schutz von kritischen elektrischen und elektronischen Bauteilen. Produziert im Flashless-Prinzip und 100 % Prozessautomation sind der Garant für fehlerlose Qualität.

Spezielle 2K-Membran für maximale, konstante Lastenwechsel



Hochpräzise Werkzeuge auf Basis speziell entwickelter Mikro-Spritztechnik in vollautomatischer Verarbeitung ermöglichen diese speziell entwickelte 2K-Membran zur Aktivierung der Bedienelemente im Cockpit. Konstanz in Maßhaltigkeit und Qualität sind der Garant für eine zuverlässige Funktion über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs.

Komplexe Teiledesigns (z. B. Hinterschnitte, dünnwandige Elemente, etc.)



Im Gegensatz zu anderen Optionen ermöglicht LSR die Herstellung komplexester Geometrien in gratarmer Qualität. Speziell für das einzelne Teil zugeschnittene Werkzeugkonzepte ermöglichen die Produktion in kleinen oder großen Stückzahlen aus 1- oder mehrkalibrigen Werkzeugen

Integrierte Mehrkomponenten-Lösungen aus zwei oder mehr Komponenten und Werkstoffen



LSR verfügt generell über ausgezeichnete Haftungsbereitschaft mit vielen anderen Materialien, insbesondere Thermoplaste, aber auch Metalle und weitere Substrate. Damit lassen sich technisch sehr anspruchsvolle und komplexe Designs bestehend aus 1, 2 oder mehr Komponenten in einer vollintegrierten Lösung im 2K- oder Umspritzverfahren realisieren.

Der partnerschaftliche Ansatz ADAS- und LSR-Experten zur smarten Lösung

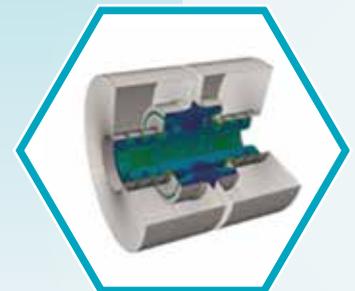
Obwohl die LRS-Technologie eine hohe Affinität sowohl zur generellen Elastomer-Einspritztechnik als auch zur Kunststoff-Einspritztechnik hat, unterscheiden sich die Anforderungen an die LSR-Verarbeitung bezüglich kritischer Elemente wie Werkzeugkonstruktion, Prozesstechnik und Prozessautomatisierung doch deutlich.

Die Schlüsselkriterien bei der Auswahl eines Entwicklungspartners und Lieferanten sind (1) One-Stop-Shop-Lieferant mit umfassender

Expertise für alle Phasen - von der initialen Konzeptentwicklung bis hin zur Massenfertigung und (2) ein Schulter-an-Schulter-Entwicklungsansatz zwischen Kunde und Lieferant in allen Aspekten eines neuen Produkts. Kritische Dichtungs-, Dämpfungs- oder Schutzfunktionen innerhalb einer ADAS-Komponente können nur zuverlässig gewährleistet werden, wenn sie das Ergebnis eines integrierten Prozesses zwischen Kunde und Zulieferer sind.

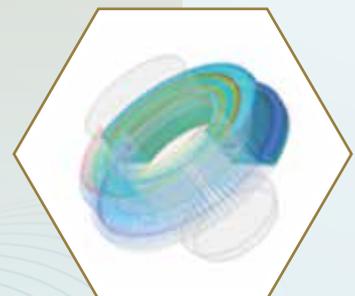
Konzept-Phase

Schon in der Konzept-Phase eines neuen Produkts ist es wichtig, kritische Dichtungs-, Dämpfungs- und Schutzfunktionen in das Anforderungsprofil des Produkts zu integrieren. Dadurch kann gewährleistet werden, dass Produktperformance, Lebensdauer und Gesamtkosten des Systems optimal berücksichtigt und erfüllt werden. In dieser Phase ist es wichtig, den Dichtungsexperten bereits hinzuzuziehen. Über Austausch von 3D-Modellen lassen sich Ideen zur Optimierung von Produkt und Prozess in enger Zusammenarbeit zwischen Anwendungs-, Design- und Metallingenieuren des Lieferanten und dem technischen Team des Kunden visualisieren und integrieren.



Design-Phase

In der Design-Phase fällt der Kunde die prinzipielle Entscheidung, ob eine Dichtungslösung als Black-Box-Lösung gewünscht ist oder technischer Input zu einem vom Produktentwickler bereits ausgearbeiteten Lösungsansatz bevorzugt wird. Eine dritte Alternative bestände eventuell in der Anpassung eines bereits bestehenden Produkts. Ein kompetenter Lieferant und Entwicklungspartner sollte alle Optionen anbieten können. Ein Non-Lineares Finite Elemente Analysis Programm (NLFEA) ist ein kritisches und wertvolles Werkzeug für weiche Komponenten wie beispielsweise LSR und sollte ein kompetenter Entwicklungspartner ebenfalls anbieten können. NLFEA ist ein wichtiger Bestandteil bei der Modellierung einer Komponente unter Last, d. h. wie sie sich unter Anwendungsbedingungen verhält. Auch Montagebedingungen lassen sich damit evaluieren. Damit kann das Produkt-Design unter funktionalen Gesichtspunkten für die Prototypen-Phase und vor Fertigung von Mustern bereits verbessert werden. Die Werkzeug- und Prozessingenieure des Lieferanten sind der Schlüssel für diese Phase, besonders im Hinblick auf die Optimierung des Designs unter Produktions- und Qualitätsgesichtspunkten.



Prototypen-Phase



Abhängig von der Anwendung, Projektentwicklungsplanung und Kundenpräferenz kann die Produktion erster Prototypen mit Hilfe der additiven Fertigung aus ähnlichen oder fast identischen Materialien ein wichtiger Schritt im Entwicklungsprozess sein. Daraufhin muss die praktische Produzierbarkeit der Teile mit echten Materialien und im echten Prozess, und die Funktionalität der Teile anhand von Mustern aus einem Prototypen-Werkzeug beurteilt werden. In dieser Phase bietet sich die Absicherung der Werkzeugkonstruktion seitens des Lieferanten mittels eines Materialflow-Simulations-Programms an. Durch diese Computersimulation kann die Werkzeugkonstruktion nochmals optimiert und der gesamte Entwicklungsprozess effektiv beschleunigt werden. Die Optimierung von Werkzeug und Prozess reduziert ebenfalls die Zeit zwischen der Produktion mit einem Testwerkzeug und der Massenproduktion aus mehrkalibrigen Serienwerkzeugen zu einem späteren Zeitpunkt.

Serienproduktion

Sowohl für die initiale Kleinserienproduktion als auch die spätere Großserienproduktion sind optimal aufeinander abgestimmtes Teiledesign, Werkzeugkonstruktion, Prozess-Engineering und –Automation der Schlüssel zur erfolgreichen Einführung eines neuen Produkts. Das ganzheitliche gebündelte Know-how der Experten des Zulieferers und des Kunden sollte über alle Phasen

des Projektes in den Produktionsprozess eingebunden sein. Eine enge Schulter-an-Schulter-Zusammenarbeit mit einem Experten durch alle Phasen eines Projekts garantiert eine vollständige Integration und die bestmöglichen Prozesse und Produkte in kürzester Zeit.

Zusammenfassung der LSR-Vorteile

LSR bietet die ideale Kombination aus physikalischen Eigenschaften und Verarbeitungsvorteilen für den Einsatz in kritischen Dichtungs-, Dämpfungs- und Schutzfunktionen innerhalb von Fahrsicherheits- und Fahrassistenzsystemen. Know-How in spezieller LSR Werkzeug-, Prozess- und Automationstechnik ermöglichen die Realisierung komplexester Designs in Mustern wie Großserien. Der Nutzen von LSR wird durch die Zusammenarbeit mit einem fachkundigen Zulieferer

und Entwicklungspartner vom ersten Konzept bis hin zur Vollserie maximiert. Dieser holistische Ansatz garantiert die Integration der LSR-Vorteile in das gewünschte Produkt oder System.





Trelleborg ist ein weltweit führender Industriekonzern, dessen Polymer-Lösungen in anspruchsvollen Umgebungen dichten, dämpfen und schützen. Seine innovativen Lösungen steigern nachhaltig die Leistungen für Kunden. Die Trelleborg Gruppe unterhält lokale Präsenzen in über 40 Ländern rund um den Erdball.

WWW.TSS.TRELLEBORG.COM/AUTOMOTIVE



linkedin.com/company/trelleborg-sealing-solutions
facebook.com/TrelleborgSealingSolutions
twitter.com/TrelleborgSeals
youtube.com/TrelleborgSeals



Europe – Stuttgart +49 (0) 711 7864 0 **Brazil – São José dos Campos** +55 12 3932 7600 **USA – Northville, MI** +1 734 354 1250
China – Shanghai +86 (0) 21 6145 1830 **India – Bengaluru** +91 80 3372 9000