

Die in dieser Broschüre mitgeteilten Daten entsprechen dem derzeitigen Stand. Der Abnehmer ist von sorgfältigen Eingangsprüfungen im Einzelfall hierdurch nicht entbunden. Änderungen der Produktkennzahlen im Rahmen des technischen Fortschritts oder durch betrieblich bedingte Weiterentwicklungen behalten wir uns vor. Die in dieser Broschüre gegebenen Hinweise und Informationen erfordern wegen durch uns nicht beeinflussbarer Faktoren während der Verarbeitung, insbesondere bei der Verwendung von Rohstoffen Dritter, eigene Prüfungen und Versuche. Unsere Hinweise und Informationen entbinden nicht von der Verpflichtung, eine eventuelle Verletzung von Schutzrechten Dritter selbst zu überprüfen und gegebenenfalls zu beseitigen. Verwendungsvorschläge begründen keine Zusicherung der Eignung für einen bestimmten Einsatzzweck.

**WACKER**

**SILICONES**

WACKER SILICONES INFO-SERVICE

0800 6279 800 (Germany)

+800 6279 8000 (worldwide)

[silicones@wacker.com](mailto:silicones@wacker.com)

Wacker-Chemie GmbH

Hanns-Seidel-Platz 4

81737 München, Germany

[www.wacker.com](http://www.wacker.com)



**WACKER**

**SILICONES**

**ELASTOSIL®**

DIE VERARBEITUNG VON ELASTOSIL® LR  
FLÜSSIGSILICONKAUTSCHUK.

INTELLIGENT INDUSTRY SOLUTIONS



WENN SIE MIT ELASTOSIL® LR FLÜSSIG-SILICONKAUTSCHUKEN ARBEITEN, KANN ES IHNEN SCHON EINMAL PASSIEREN, DASS SIE MIT DEM TEMPERN NICHT MEHR NACHKOMMEN.

# SPAREN SIE LIEBER AM STÜCKPREIS ALS AN DEN GUTEN EIGENSCHAFTEN.

## WAS STEHT WO?

Einleitung	3
Gebrauchsinformationen	4
Verarbeitung im Spritzguss	6
Nachbearbeitung	16
Fehlerquellen	22
Anwendungsbeispiele	24
Stichwortverzeichnis	26
Wacker-Chemie GmbH	27

Wer auf eine vollautomatische Produktion in großen Stückzahlen setzt und dabei seine Herstellungskosten auf ein Minimum reduzieren möchte, der ist bei Flüssigsilikonkautschuken aus der Reihe ELASTOSIL® LR richtig.

Mit ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuken<sup>1)</sup> können Sie elastische Formteile mit komplexen Geometrien, in fast allen Farben und mit faszinierenden optischen Effekten vollautomatisch in Großserien rund um die Uhr fertigen. Und dank der 2-Komponenten- oder 2-Farbenspritzgusstechnologie lassen sich Kunststoffe jetzt auch in einem Arbeitsschritt mit Siliconkautschuk verbinden.

Entscheidend für den Verarbeitungsprozess ist die wesentlich höhere Vulkanisationsgeschwindigkeit von ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuken. Das reduziert die Zyklen und senkt die Stückkosten ganz erheblich. In Verbindung mit der einfachen, vollautomatischen und nahezu nachbearbeitungsfreien Produktion bedeutet das ein Maximum an Einsparpotenzialen.

ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuke lassen sich genauso einfach wie Thermoplaste im Spritzguss verarbeiten. Alles, was Sie dazu wissen und beachten müssen, haben wir auf den folgenden Seiten für Sie zusammengestellt: als spannende Informationslektüre oder zum Schnell-mal-was-Nachschlagen bei laufender Produktion.

<sup>1)</sup> Die Unterscheidung zwischen Fest- und Flüssigsilikonkautschuken spiegelt sich in den Markennamen ELASTOSIL® R (R = Rubber) und ELASTOSIL® LR (LR = Liquid Rubber) wider.

# STATT BEIPACKZETTEL.



Bei den A- und B-Komponenten werden zwei verschiedene Gebindegrößen angeboten:  
20-kg-Hobbocks mit PE-Inliner (Ø innen 280,0 mm).  
200-kg-Fässer mit PE-Inliner (Ø innen 571,5 mm).

Die A- und B-Komponenten von ELASTOSIL® LR Flüssigsiliconkautschuken sind verarbeitungsfertig gemischt und werden in Gebinden mit 20 kg oder 200 kg geliefert. Das bedeutet eine vollautomatische Verarbeitung von bis zu 2 x 200 kg ohne Gebindefwechsel bei Verwendung eines automatischen Dosiersystems.

Bitte beachten Sie:  
Beim Öffnen der Fässer darf kein Schmutz auf die Materialoberfläche fallen.

### Lagerbeständigkeit

ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuke sollten in geschlossenen Gebinden in kühlen Räumen gelagert und nicht der prallen Sonne ausgesetzt werden. Bei ungeöffneten Gebinden und einer Temperatur von 0 bis 30 °C sind sie bis zu 6 Monate ab Datum der Lieferung lagerfähig. Höhere Durchschnittstemperaturen können die >Lagerbeständigkeit verkürzen. Eine >Lagerung über den angegebenen Zeitraum hinaus bedeutet nicht unbedingt, dass die Ware unbrauchbar ist. Bitte prüfen Sie in so einem Fall aus Gründen der Qualitätssicherung die Eigenschaftswerte, die Sie für Ihre Einsatzzwecke brauchen.

### Verstrammung

Silikonkautschuk wird bei Lagerung steifer. Ursache für diese Viskositätserhöhung oder >Verstrammung ist eine Orientierung von >Polymer und >Füllstoff, die aber jederzeit reversibel ist.

Trotz erhöhter Steifigkeit lässt sich der Kautschuk innerhalb der angegebenen Lagerfähigkeit problemlos weiterverarbeiten. Die Schnecke in der Spritzgießmaschine bzw. entsprechender Druck beim Einspritzen sorgen für eine ausreichende >Replastizierung des Materials und damit für ein vollständiges Befüllen der Form.

### Musterplatten

Zum Bestimmen von Produkteigenschaften kann man aus ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuk blasenfreie >Musterplatten ganz einfach im Labor herstellen:

- Beide Komponenten verrühren und unter Vakuum im Exsikkator entlüften.
- Material im Überschuss von ca. 20 % in eine kalte, konventionelle Prüfplattenform eingießen oder streichen.
- Unter Druck bei 240 bar und 165 °C 5 Minuten lang verpressen. Dadurch werden beim Vermischen eingebrachte Blasen ausgepresst.
- Prüfkörper ausstanzen.

### Zu Ihrer Sicherheit

Bitte beachten Sie bei der Verarbeitung von ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuken:

- ELASTOSIL® LR enthält keine aggressiven und keine toxischen Bestandteile.<sup>1)</sup>
- Eine Emission von PDMS-Zyklen und Formaldehyd in kleinen Mengen ist möglich.
- Obwohl unkritisch, wird eine Absaugung zur Reinhaltung der Raumluft empfohlen.

<sup>1)</sup> Bitte fragen Sie nach unseren Produktmerkblättern oder den DIN-Sicherheitsdatenblättern, wenn Sie mehr zum Thema Sicherheit wissen möchten.

# VIEL SPASS BEI DER ARBEIT.

Bei großen Stückzahlen mit mehr als 100.000 Formteilen und hohen Anforderungen an eine konstante Produktqualität ist das Spritzgießverfahren die derzeit modernste Herstellungsmethode. Sowohl Kolben- als auch Schneckenspritzgießmaschinen werden erfolgreich eingesetzt. Und in Verbindung mit einer modernen Steuerungstechnologie sind diese Systeme unschlagbar.

Eine gute Steuerungstechnologie ist beim >Spritzgießverfahren eine entscheidende Voraussetzung für gute Reproduzierbarkeit: bei >vollautomatischer Produktion in engsten Toleranzen. Sie sollte schwankende rheometrische Daten der Masse unter der Vorgabe von Werkzeugfüllwiderstand und Temperatur selbstständig regeln. So werden geringfügige Schwankungen automatisch ausgeglichen. Zum Beispiel Viskositätschwankungen in der Mischung.

## Dosieren und Vermischen

Das Mischaggregat kann als >statischer oder >dynamischer Mischer ausgeführt sein. In der Regel verwendet man statische Mischer in Kombination mit >Schneckenmaschinen und dynamische Mischer mit >Kolbenmaschinen.

Spezielle Dosiergeräte pumpen die A- und B-Komponente des Flüssigsilikonkautschuks im Verhältnis 1 : 1 direkt aus den >Hobbocks bzw. >Fässern zu einem Mischaggregat und leiten sie anschließend in den Dosierzylinder der Spritzgießmaschine. Bei Bedarf kann man ELASTOSIL® Farbpaste FL über eine zusätzliche Pigmentlinie zum Mischaggregat leiten.<sup>1)</sup>

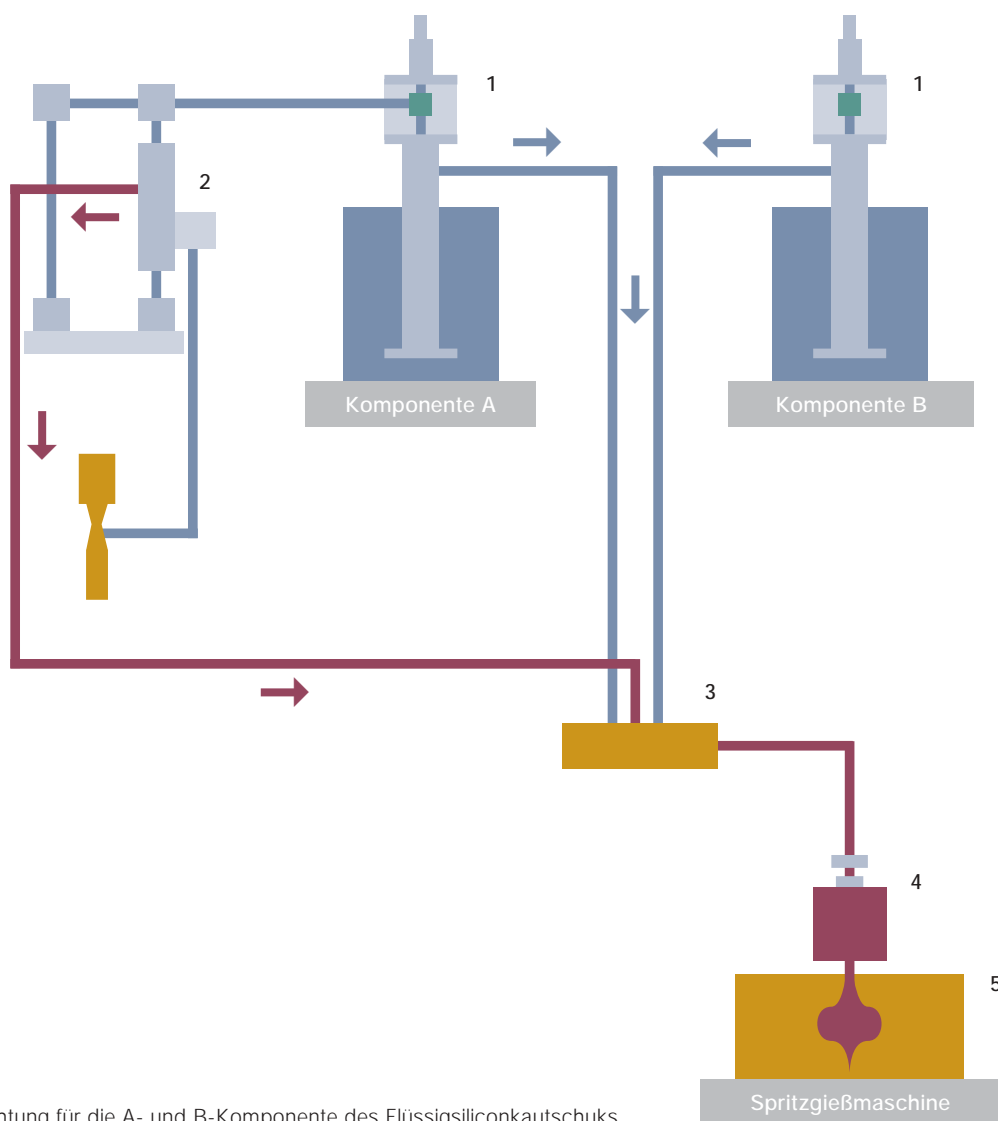
In der Regel haben Schwankungen im Mischungsverhältnis von bis zu 10 % keinen nennenswerten Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften der Teile. Möglicherweise aber auf die Verarbeitungszeit des A-B-Gemisches und auf die Vulkanisationsgeschwindigkeit.

## Bitte beachten Sie:

Bei der Verarbeitung sollten die A- und B-Komponente die gleiche Chargennummer tragen.

<sup>1)</sup> Mehr zu dem Thema Farbe in: „Die Typen und Eigenschaften von ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuk“.

## Misch- und Dosieranlage



- 1 Dosiervorrichtung für die A- und B-Komponente des Flüssigsilikonkautschuks
- 2 Dosiervorrichtung für Farbe
- 3 Mischstation
- 4 Dosierzylinder
- 5 Beheizte Spritzgießform mit Spritzgussteil

# DIE TOPFZEIT RICHTET SICH AUCH NACH IHRER BROTZEIT.

Die Topfzeit von ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuken läuft in der Regel ab dem Vermischen der beiden Komponenten im statischen Mischer. Sie lässt sich durch Regulieren der Raum- bzw. Verarbeitungstemperatur nach Wunsch jederzeit verlängern oder verkürzen.

## >Topfzeit

Nach dem Vermischen der beiden Komponenten A und B beginnt die Kautschukmischung bereits zu vulkanisieren. Die Vulkanisationsgeschwindigkeit ist aber bei Raumtemperatur so gering, dass sich ELASTOSIL® LR bei guter Thermostatisierung mindestens drei Tage lang verarbeiten lässt.

Bei höheren Temperaturen verkürzt sich die Verarbeitungszeit, bei tieferen verlängert sie sich, wie in der Abbildung unten zu sehen ist: Bei 50 °C beträgt sie nur wenige Stunden, bei -20 °C mehrere Monate. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, Dosierzylinder und statischen Mischer zu thermostatisieren. Auch während längerer Produktionsstillstände. Bei hohen Umgebungstemperaturen sollte die Produktionshalle klimatisiert sein.

So sorgen Sie für eine konstante Qualität von ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuk:

- Düse, Spritzaggregat und statische Mischer auf ca. 18 °C thermostatisieren.
- Über 25 °C eine Topfzeitkontrolle machen.
- Vor längeren Betriebspausen von mehr als 3 Tagen Spritzaggregat mit A-Komponente spülen oder bei -20 °C einlagern.

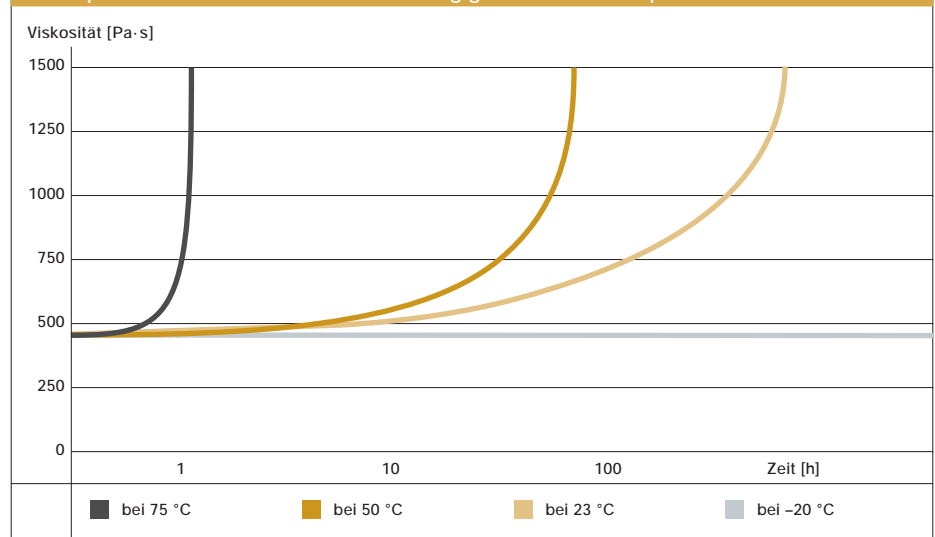
## Bitte beachten Sie:

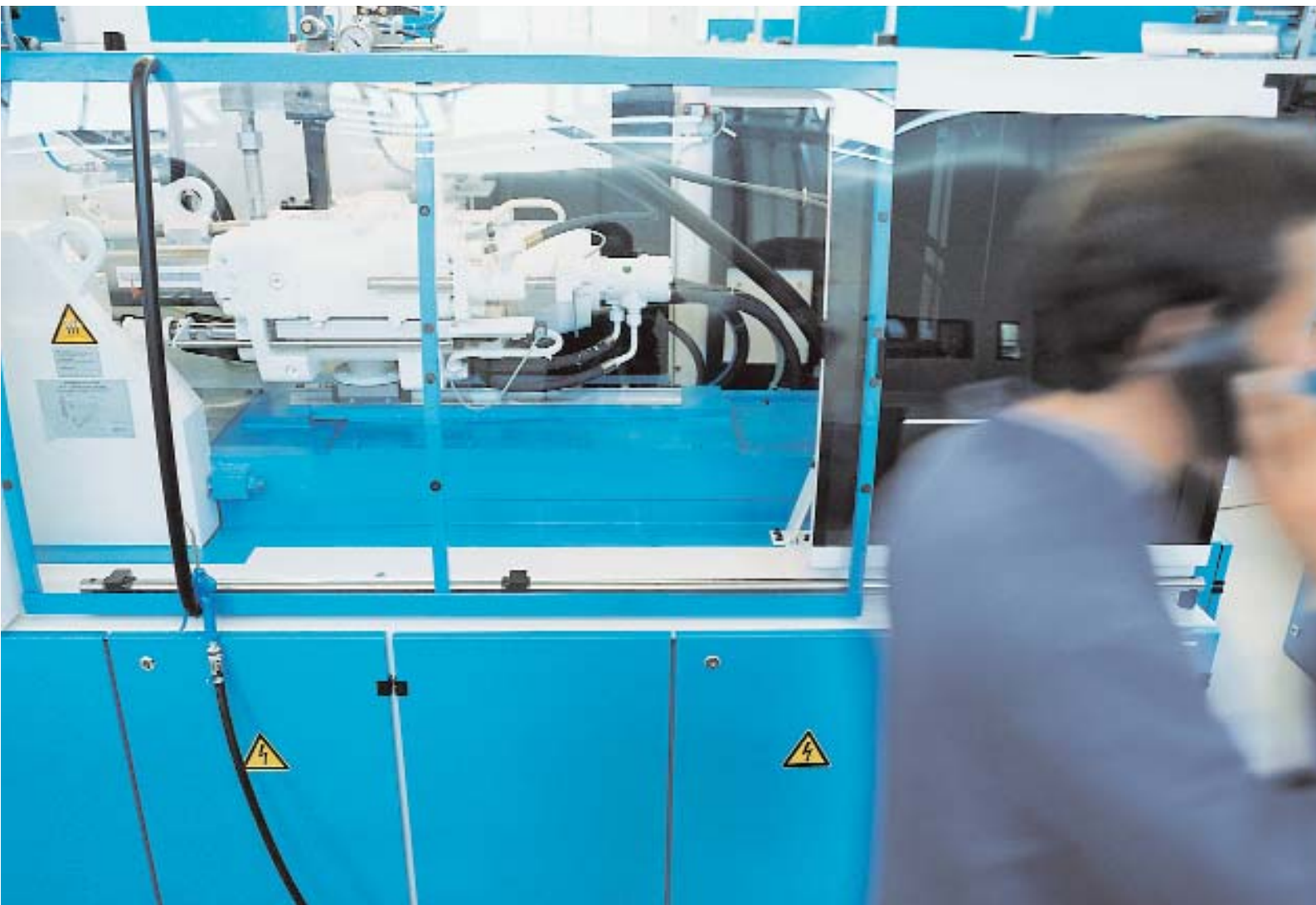
Bei schneller vulkanisierenden Systemen beträgt die >Topfzeit nur drei Tage bei Raumtemperatur.

## Spritzdruck

Der spezifische >Spritzdruck ist bei der Kautschukverarbeitung abhängig von der Angussart, den Angussquerschnitten, der Vortemperatur und der Viskosität des Materials. Im Unterschied zur Thermoplastverarbeitung hat das Material bei Spritzbeginn die maximale Viskosität. Sie fällt erst bei der Durchströmung im Angussystem durch die Druck- und Scherbelastung ab. Dabei wird der durch die >Strukturviskosität eintretende Druckverlust in Wärme umgewandelt.

Die Topfzeit von ELASTOSIL® LR in Abhängigkeit von der Temperatur





Bei ausreichender Kühlung wirkt sich auch ein längerer Maschinenstillstand nicht ungünstig auf die Topzeit aus.

# IHRE MASCHINEN BRAUCHEN NUR EINE KLEINE ZUSATZAUSBILDUNG.



Das optimale Zusammenspiel von Maschine und Werkzeug beeinflusst ganz entscheidend die Teilequalität und die Produktivität einer Produktion.

Zur Verarbeitung von ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuk können die für die Thermoplastverfahren üblichen Spritzgießmaschinen eingesetzt werden. Sie werden lediglich in einigen Details dem Werkstoff Flüssigsilikonkautschuk angepasst.

### Angussysteme

Als >Angussysteme haben sich Kaltkanalvarianten mit geringem Druckabfall und guter Druckverteilung besonders bewährt. Das >Kaltkanalsystem hat die Aufgabe, den Kautschuk ohne relevante Temperaturerhöhung bis an die Angussverteilung oder das Formnest zu transportieren.

Die Angussspinnen des Verteilersystems sollen symmetrisch ausgeführt sein. Reihenangüsse sollte man möglichst vermeiden, da die exakte Vermaßung der Anschnitte sehr problematisch ist. Der Angussverteiler sollte einen halbrunden Querschnitt haben. Von einem Stangenanguss raten wir ab.

Die Anspritzung selbst kann zentrisch oder in der Trennebene erfolgen. Bei zentrischem Anguss sollte das Werkzeug einen >Tauchdüsenanschluss haben. Er verhindert Druckverlust beim Spritzvorgang. Und wenn man das Dosieraggregat nach dem Dosieren um ca. 10 mm zurückbewegt, kann man das Material im >Kaltkanalblock entspannen. Auf diese Weise kann nach dem Öffnen des Werkzeugs keine unvulkanisierte Masse in die geöffnete Form ausfließen.

Die Anbindung des Spritzlings soll nach Möglichkeit eine Geometrie haben, die eine rasche Abvulkanisation gewährleistet. Zum Beispiel >Filmanschnitt oder >Ringanschnitt. >Punktanguss und >Untertunnelanguss sind in entsprechender Ausführung auch möglich. Wegen der guten Fließeigenschaften von Flüssigsilikonkautschuk können die Angusskanäle des Materials kleiner als bei der Thermoplastverarbeitung ausgelegt werden.

### Dosieraggregat

Der >Spritzzylinder der Maschine muss mit Hilfe eines >Temperiergerätes thermostatisierbar sein. Die empfohlene Temperatur beträgt 18 °C. Bei dickwandigen Artikeln kann eine Vortemperatur des Materials im Spritzzylinder auf bis zu 60 °C nützlich sein. Der Flüssigsilikonkautschuk wird mit einer separaten >2-Komponentenmisch- und -dosieranlage zugeführt. Damit lässt sich auch problemlos eine Farbpaste als dritte Komponente zudosieren.

### Dosierschnecke

Für die Dosierung von Flüssigsilikonkautschuk braucht man eine spezielle >Schnecke mit Leckströmungen an den vorderen Schneckengängen. Die Spritzdüse des Aggregats muss einen hydraulischen Nadelverschluss haben. Silicontypen mit abrasiven >Füllstoffen erfordern eine geeignete Panzerung für Zylinder, Schnecke, Rückstromsperre, Nadelverschluss und Angusswege. Dafür gibt es verschiedene technische Lösungen. Eine kostengünstige und wirksame Lösung ist das Borieren dieser Bereiche. Selbstverständlich können auch Hartmetall-, Cerid- oder Titancarbidbeschichtungen eingesetzt werden. Einsatzhärten, Nitrieren oder ähnliche Methoden haben sich nicht bewährt.

Wenn man zum Beispiel eine abrasive Anodenkappenmischung verarbeitet, sollte man den Anschnittbereich als Einsatz aus Hartmetall ausführen.

# ARBEITEN SIE AN IHREM WERKZEUG. DANN ARBEITET IHR WERKZEUG FÜR SIE.

Für die Verarbeitung von ELASTOSIL® LR Flüssigsiliconkautschuken im Spritzgießverfahren braucht man Werkzeuge mit besonderer Konstruktion. Für einen bestmöglichen Formschluss müssen die Werkzeuge nach jedem Hauptarbeitsgang spannungsarm gegläht werden. Und nach dem Härten sind die Teile durch wiederholtes Anlassen von Restspannungen zu befreien. Erst danach kann die Endbearbeitung erfolgen.

## Werkzeugstähle

Für die Formplatten braucht man hoch warmfeste, durchhärtbare >Werkzeugstähle. Bewährt haben sich die folgenden Sorten:

Werkzeugteil	Stahlsorte (ISO)
Formplatte	1.2379, 1.2344
Kerne	1.2764
Einsätze	1.2735
Aufspannplatte	1.2312
Kaltkanaldüse	VA

## Werkzeugausführung

Wegen der guten Fließeigenschaften von Siliconkautschuk werden an die Fertigungstoleranzen des Werkzeugs höchste Anforderungen gestellt. Bei >Spaltweiten zwischen 0,01 und 0,02 mm kann es bereits zur >Gratbildung kommen. Ideal sind Passungstoleranzen unter 0,01 mm.

>Entlüftungsmöglichkeiten sind bei der Werkzeugkonstruktion mit einzuplanen. Man kann auch ein Vakuum anlegen. Dieses sollte aber 200 mbar nicht unterschreiten. Bei zu starkem Vakuum wird das einströmende Material nach dem engen Anschnitt zu schnell expandiert. Milchige Teile und Bläschenbildung können die Folge sein.

Die unterschiedlichen Temperaturbelastungen erfordern bei der Planung des Werkzeugs besondere Aufmerksamkeit. Denn beim Übergang vom gekühlten in den beheizten Bereich dehnen sich die Werkstoffe unterschiedlich aus. Und dadurch können sich Mittelabstände von >Bohrungen und >Durchbrüchen versetzen.

## Entformung

Wegen der hohen >Wandhaftung von Siliconvulkanisaten kann man bei nicht transparenten Teilen die Werkzeugoberflächen durch Nassstrahlen, Erodieren oder Ätzen aufräuen. Dadurch lassen sich Spritzlinge besser entformen.

Zylindrische Auswerferstifte sind in der Regel wenig geeignet. Der Artikel kann beim >Entformen leicht perforiert werden. Besser geeignet sind hier Pilzstifte. Sie werden nur wenige Millimeter angehoben, damit sie Pressluft über den Pilzstiftschaft in die Form einblasen und so automatisch entformen können. Auch Ausbürstvorrichtungen und andere Handlingsgeräte können zur leichteren Entformung eingesetzt werden.

## Kühlung

Die Isolierung der beheizten gegen die gekühlten Teile des Werkzeugs erfolgt mit Hilfe von Epoxidharzplatten. Die Aufspannplatten des Werkzeugs sollten Kühlbohrungen haben, damit der Maschinenrahmen nicht überhitzt.

### Schrumpfung

Nach dem Entformen kühlt der Spritzartikel aus ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuk stark ab und schrumpft dabei entsprechend.

Die >Schrumpfung ist temperaturabhängig, wie auf der Abbildung unten zu sehen ist: Je höher die Formtemperatur, desto größer die Schrumpfung bzw. der >Schwund von ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuken nach dem Entformen.

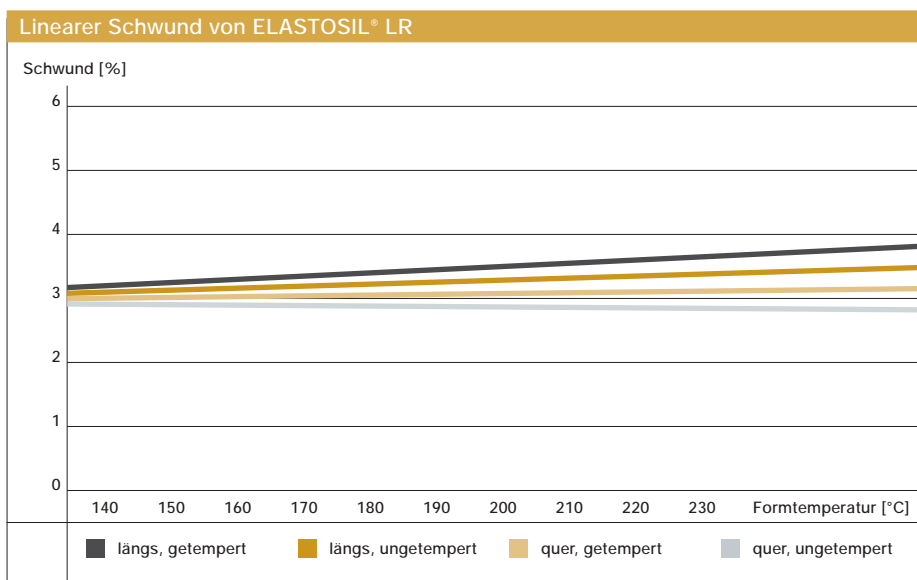
Die Werkzeugdimension ändert sich beim Übergang von tiefer auf hohe Temperatur nur geringfügig. Denn die >Wärmeausdehnung von Werkzeugstahl beträgt nur ca.  $11 \cdot 10^{-8} \cdot K^{-1}$ . Demgegenüber beträgt die Wärmeausdehnung von Silikonkautschuk  $3 \cdot 10^{-4}$ . Dieser Unterschied in der thermischen Ausdehnung muss bei der Werkzeugkonstruktion berücksichtigt werden.

### Forminnendruck

Um eine Überspritzung und damit eine Gratbildung zu vermeiden, muss man bei der Werkzeugauslegung und bei der Wahl der Schließkraft den >Forminnendruck berücksichtigen.

Wegen der niedrigen Viskosität von ELASTOSIL® LR genügt ein relativ niedriger >Einspritzdruck von ca. 50 bis 100 bar.

Als Folge der >Wärmeausdehnung von ELASTOSIL® LR ist mit einem relativ hohen Forminnendruck von ca. 100 bis 500 bar zu rechnen.



# DIESE GRAPHEN SAGEN ALLES. DESHALB DER KURZE TEXT.

Flüssigsilicon wird beim Spritzguss extra belastet. Wer die Zusammenhänge von Scherung, Viskosität und Temperatur versteht, hat schon halb gewonnen.

## Strukturviskosität

Die >Viskosität von ELASTOSIL® LR Flüssigsiliconkautschuken ist bei langsamer Strömung in der Dosierpumpe am höchsten, bei schnellerer Strömung im statischen Mischer niedriger und bei sehr hohen Strömungsgeschwindigkeiten im Kaltkanal und in der Düse sehr niedrig.

Aufgrund dieses Viskositätsverhaltens können die bei der Einspritzung nötigen Geschwindigkeiten durch einen relativ geringen zusätzlichen Kraftaufwand realisiert werden.

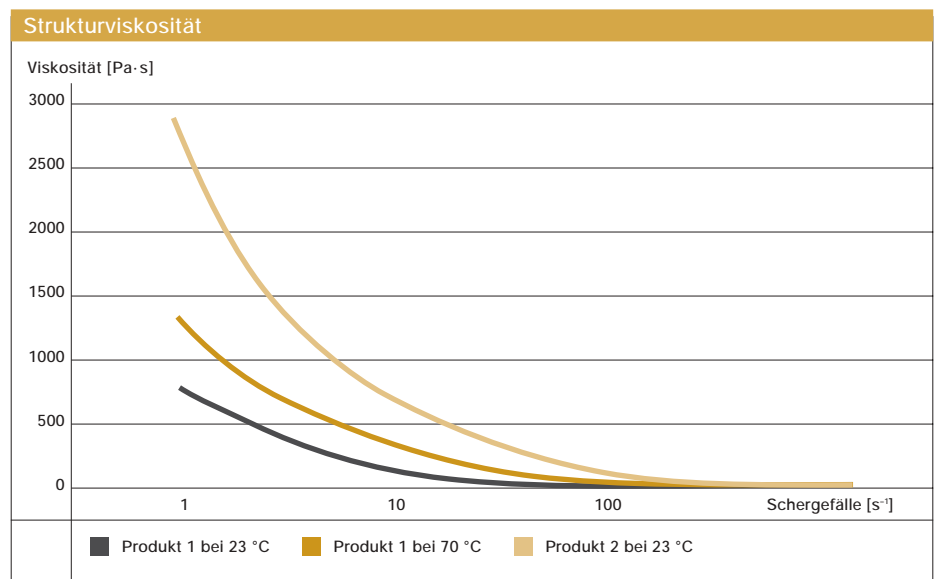
## Vernetzungscharakteristik

Wie man auf der Abbildung unten sehen kann, ist die >Additionsvernetzung von ELASTOSIL® LR Flüssigsiliconkautschuken sehr schnell und setzt bei sehr

viel niedrigeren Temperaturen ein als die >peroxidische Vernetzung von Festsiliconkautschuken aus der Reihe ELASTOSIL® R.

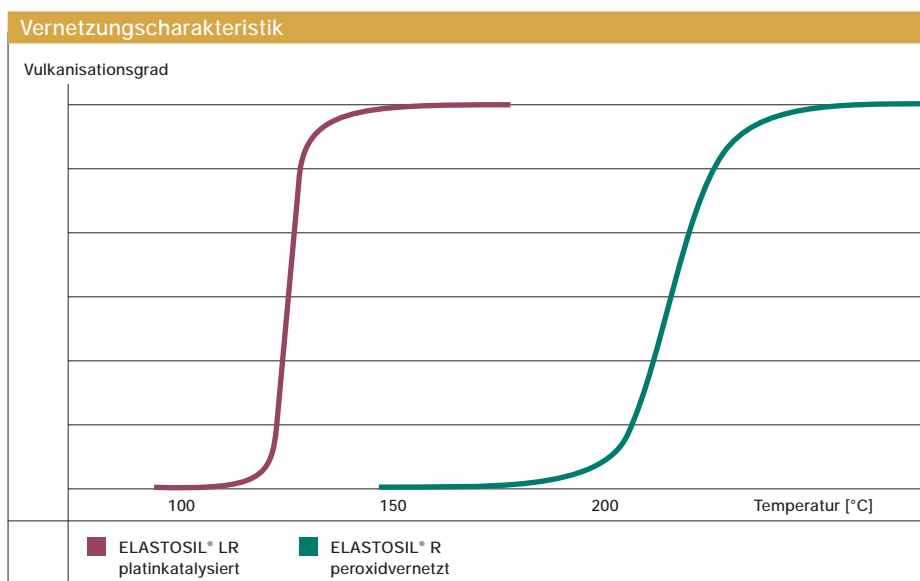
Flüssigsiliconkautschuke aus der Reihe ELASTOSIL® LR haben zu Beginn des Einspritzvorgangs eine sehr niedrige Viskosität, die mit Beginn der Vulkanisation steigt. Das Werkzeug muss also vor dem Erreichen eines nennenswerten Vulkanisationsgrades gefüllt sein. Die Kautschuke werden bei Formtemperaturen zwischen 150 °C und 200 °C verarbeitet und vulkanisieren bei 190 °C innerhalb von ca. 5 s/mm Wandstärke.

Schnell vernetzende Systeme aus der Reihe ELASTOSIL® LR erlauben eine optimale Befüllung der Form, extreme Gratfreiheit und kurze Heizzeiten.





Flüssigsilikonkautschuk durchläuft bei dem Verarbeitungsprozess extrem unterschiedliche Viskositäten.



# HIER EINE MENGE ARBEIT, DIE SIE SICH SPAREN KÖNNEN.

Im Unterschied zu peroxidisch vernetzenden Systemen setzen additionsvernetzende Massen keine Spaltprodukte frei, die bei der so genannten Temperung entfernt werden müssen. Deshalb kann man bei der Verarbeitung von ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuken in den meisten Fällen auf diese Nacharbeit verzichten.

Eine >Temperung von Vulkanisaten aus ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuk ist nur in bestimmten Fällen notwendig:

- Für Produkte im Kontakt mit Lebensmitteln.
- Für Produkte im medizinischen Einsatz.
- Zum Erreichen eines niedrigen Druckverformungsrestes.

## Tempern oder nicht tempern?

Vulkanisate aus ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuk enthalten flüchtige Polymerbestandteile. Wenn sie für den Kontakt mit Lebensmitteln gemacht sind, müssen sie laut Regularien<sup>1)</sup> getempert werden. Wie die Abbildung rechts zeigt, variiert die dazu benötigte Temperzeit mit der Schichtdicke. Für planparallele Platten mit 2 mm Dicke reichen in der Regel 4 Stunden bei 200 °C. Wir empfehlen, die für ein bestimmtes Formteil benötigte Temperzeit selbst zu optimieren, indem Sie die Flüchtigkeit prüfen.<sup>2)</sup>

Ungetemperte Vulkanisate aus der Reihe ELASTOSIL® LR haben einen Druckverformungsrest von 60 – 70 %. Dieser hängt sehr stark von der Temperdauer ab, wie die Abbildung rechts zeigt.

>Temperfreie Typen aus der Reihe ELASTOSIL® LR haben aufgrund ihrer Zusammensetzung einen besonders niedrigen Druckverformungsrest. Auch ohne Temperung. Sie dürfen allerdings meist nur im technischen Bereich eingesetzt werden:

ELASTOSIL® LR 3005  
ELASTOSIL® LR 3013  
ELASTOSIL® LR 3015  
ELASTOSIL® LR 3080  
ELASTOSIL® LR 3081  
ELASTOSIL® LR 3088  
ELASTOSIL® LR 3089  
ELASTOSIL® LR 3094

<sup>1)</sup> Nach den Empfehlungen des BfR XV „Silicone“ und FDA § 177.2600.

<sup>2)</sup> Zum Beispiel nach BfR.

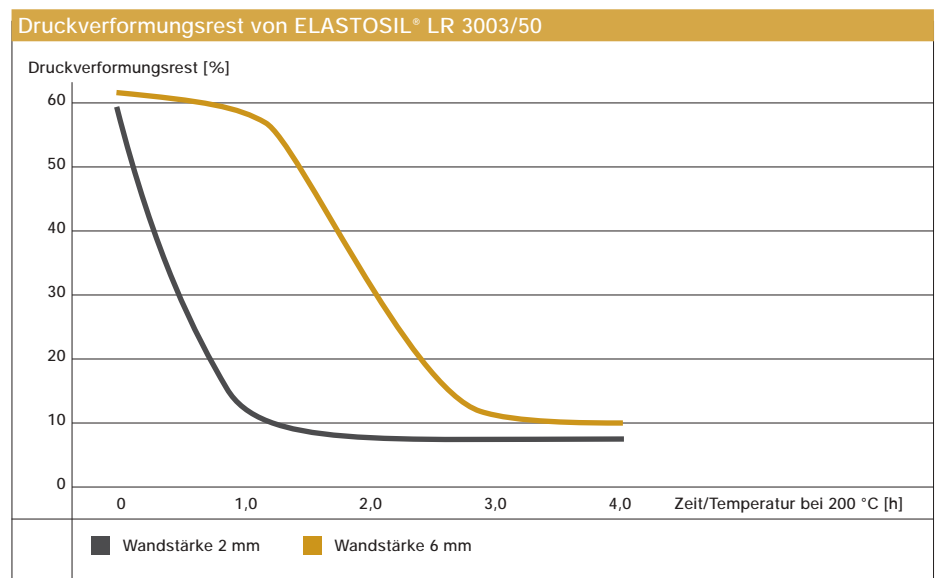
### So tempern Sie richtig.

Führen Sie die Temperung in einem Umluftofen mit Frischluftzufuhr durch. Die flüchtigen Bestandteile bestehen hauptsächlich aus brennbaren Siloxanen, die aus dem Ofen entfernt werden müssen.

- Pro kg Silicongummi aus ELASTOSIL® LR müssen Sie 100 bis 120 l Frischluft/min durch den Ofen saugen, um Verpuffungen zu vermeiden.
- Platzieren Sie die Teile so, dass sie aufgrund ihres Gewichts nicht deformiert werden.
- In den ersten 2 Stunden entweicht der größte Teil der flüchtigen Bestandteile. Sorgen Sie in dieser Zeit für eine besonders gute Be- und Entlüftung.

### Mechanische Nachbearbeitung.

Bei einer fachgerechten Verarbeitung von ELASTOSIL® LR Flüssigsiliconkautschuk und exakt gearbeitetem Werkzeug kann eine mechanische Nachbearbeitung der Formteile entfallen. Und wenn die Verarbeitungsparameter in Werkzeug, Maschine und Dosiereinrichtung richtig gewählt sind, kann man die Kostenvorteile in Form von gratarmen oder gratfreien Teilen optimal ausnützen.



# OB MIT ODER OHNE GRUNDIERUNG: SILICONE HALTEN ZUSAMMEN.

Harte und weiche Komponenten lassen sich bei Siliconkautschuk grundsätzlich auf zwei Arten verbinden: chemisch oder mechanisch.

Einen rein mechanischen Verbund erhält man durch Überspritzung von Durchbrüchen oder Hinterschnitten in der Hart-Komponente. Für einen mediendichten, kraftschlüssigen chemischen Verbund braucht man interne oder externe Haftvermittler.

Gegenüber dem >mechanischen Verbund hat die >chemische Kohäsion viele Vorteile:

- keine Durchbrüche, deshalb keine Akkumulierung von Stress
- geringere Neigung zur Ermüdung des Verbunds
- geringeres Gewicht
- verbindet und dichtet zugleich
- Verbindung mit schocksensitiven Substraten möglich
- Verbindung mit galvanisch problematischen Metallen möglich
- meist preisgünstiger

Siliconkautschuke zeichnen sich durch eine ausgeprägte Trennfähigkeit gegenüber anderen Werkstoffen aus. Deshalb braucht man für eine chemische Verbindung >externe oder >interne Haftvermittler. Hierzu trägt man entweder eine entsprechende Grundierung auf oder modifiziert den Siliconkautschuk chemisch.

## Mit Grundierung

Zum Grundieren von Siliconkautschuk gibt es spezielle >Haftvermittler. Solche Primer sind Lösungen von Siliconharzen oder -kautschuken und Silanen und lassen sich sehr vielfältig einsetzen.

Zum Beispiel:

- zum Belegen von Metallwalzen
- zur Herstellung von Dämpfungs- und Federelementen
- für Wellendichtringe
- für gummielastische Überzüge

Die zu grundierende Oberfläche muss trocken und frei von fettigen, öligen und anderweitigen Verunreinigungen sein. Lockere Teile sollten entfernt, sehr glatte Oberflächen aufgeraut und anschließend entfettet werden. Dann wird die Grundierung dünn und blasenfrei aufgetragen. Bei saugfähigen Untergründen muss die Oberfläche gegebenenfalls mehrfach behandelt werden. In den Fällen, wo die Grundierung in die Oberfläche eindringen kann, ist die mechanische Verankerung für den Verbund maßgebend. Dies kann bei saugfähigen Materialien der Fall sein. Oder auch bei Kunststoffen, die durch Lösemittel in der Grundierung aufgequollen sind.

Generell kann man eine mechanische Verankerung des Harz- oder Kautschukfilms dadurch begünstigen, dass man glatte Substratoberflächen aufraut.

Nach dem Auftragen der Grundierung muss eine entsprechende Trocknungs- oder Einbrennzeit eingehalten werden, beim Trocknen unter Einfluss von Luftfeuchtigkeit. Unmittelbar danach sollte der Siliconkautschuk aufvulkanisiert werden, da sonst die haftvermittelnde Wirkung verloren geht.

### Ohne Grundierung

Wem der chemische Verbund durch Auftragen einer Grundierung zu aufwändig ist, der kann auf selbsthaftende Typen<sup>1)</sup> aus der Reihe ELASTOSIL® LR zurückgreifen. Sie enthalten Haftmittel auf Basis von Silanen, die im Kautschuk verträglich, aber im Siliconelastomer unverträglich sind. Deshalb diffundieren sie während und nach der Vulkanisation aus dem Elastomer aus. Wie die Primer reagieren sie anschließend unter katalytischen Mengen von Luftfeuchtigkeit mit der Oberfläche des Substrats und gehen dabei eine chemische Verbindung ein.

Neuartige Produkte wie der Flüssigsilikonkautschuk ELASTOSIL® LR 3070/40 sind so eingestellt, dass sie bei der Vulkanisation direkt auf verschiedenen Substraten wie Polyamiden oder Polyestern, Metallen und deren Legierungen haften, nicht aber an der Werkzeugoberfläche.

>Selbsthaftende Flüssigsilicone eignen sich besonders zur Herstellung von Silicon-Thermoplast-Verbundartikeln im 2-Komponentenspritzguss.

### Verfahrensweisen

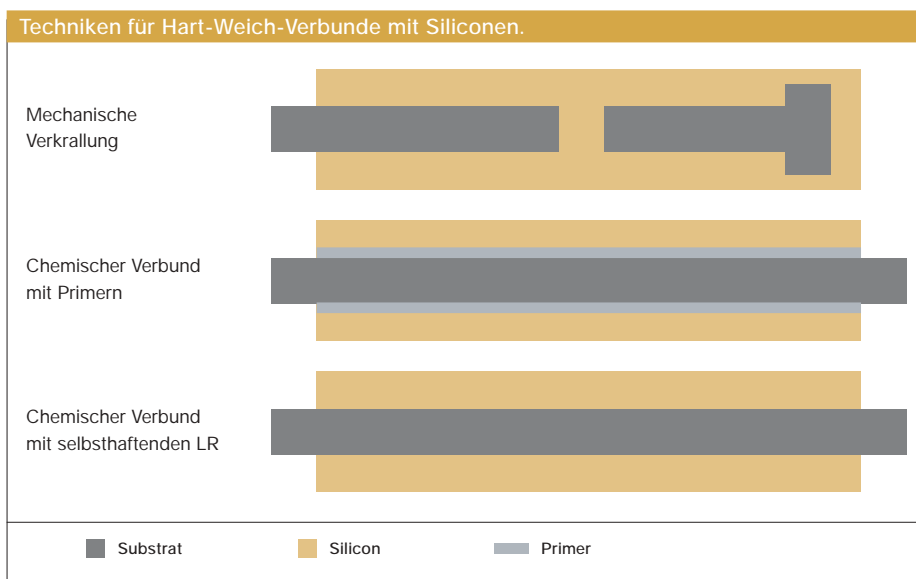
Das >Einlegeverfahren eignet sich insbesondere zur Herstellung von Silicon-Metall-Verbunden. Vor dem Einlegen müssen die Metalle entfettet werden. Dafür sollte man vorzugsweise Lösemittel wie zum Beispiel Ethanol oder Aceton verwenden. Bei allen anderen Verfahren ist darauf zu achten, dass die Patina auf der Metalloberfläche nicht verletzt wird, da sich sonst keine Haftung erzielen lässt.

Für die Herstellung von Silicon-Thermoplast-Verbunden eignet sich dieses Verfahren nicht. Denn Thermoplaste nehmen über die Zeit signifikante Mengen an Wasser auf. In diesem Fall bietet sich

das ein- oder zweistufige Verfahren an: Bei dem >einstufigen Verfahren verwendet man eine 2-Komponentenspritzgießmaschine mit einem Werkzeug, das auf einem Drehteller sitzt oder mit zwei Kernen ausgestattet ist.

Bei dem >zweistufigen Verfahren wird das Thermoplast-Trägerteil mit einer Spritzgießmaschine in einem Thermoplastwerkzeug gespritzt. Im noch warmen Zustand wird dieses von einem Portalroboter in eine Siliconform umgesetzt und mit ELASTOSIL® LR angespritzt. Die Siliconform ist in einer weiteren Spritzgießmaschine eingebaut.

<sup>1)</sup> Mehr dazu in der Broschüre „Selbsthaftende Typen des ELASTOSIL® Siliconkautschuks“.



# VOM ERNST DES KLEBENS.



Richtig verklebte Teile aus ELASTOSIL® LR Flüssigsiliconkautschuk halten so fest zusammen, dass sie sich nur durch Zerstörung des Gummis wieder voneinander lösen.

**Zum Verkleben von Silicongummitellen untereinander oder von Silicongummi mit anderen Substraten gibt es 1- oder 2-komponentige Kautschuksysteme, die bei Raumtemperatur aushärten.**

### **1-Komponentensysteme**

Einkomponentige, raumtemperaturvernetzende Siliconkautschukmassen (RTV-1) werden verarbeitungsfertig in Tuben oder Kartuschen geliefert. Damit lassen sich Silicongummitelle miteinander oder mit anderen Substraten >verkleben.

Nach dem Reinigen des Untergrundes wird der Siliconkautschukkleber ca. 0,5 mm dick aufgetragen. Die zu verbindenden Teile werden sofort zusammengedrückt und bis zur Aushärtung fixiert. Je nach dem Grad der Luftfeuchtigkeit tritt die optimale Festigkeit der Verklebung bei Raumtemperatur nach 12 bis 15 Stunden ein. Die Verklebungszeit wird durch Erhöhung der Temperatur auf ca. 50 bis 100 °C sowie eine Erhöhung der Luftfeuchte erheblich verkürzt.

Bei sehr korrosionsempfindlichen Metallen empfehlen wir den Einsatz von aminhärtenden oder neutralen Systemen. Zur besseren Haftung können Untergründe mit Grundierungen behandelt werden. Dadurch lässt sich auch die Korrosion des Untergrundes weitestgehend vermeiden. In der Regel sind die Hafteigenschaften handelsüblicher RTV-1-Systeme aber so gut, dass dies nicht nötig ist.

### **2-Komponentensysteme**

Die lange Reaktionszeit der mit Luftfeuchtigkeit härtenden 1-Komponentensysteme macht bei größeren Serien oft Platzprobleme. Hier sind Siliconkautschuk-2-Komponentensysteme (RTV-2) eine wirtschaftlich sinnvolle Alternative. Auch für großflächige Verklebungen. Denn im Gegensatz zu den RTV-1-Systemen härten sie auch bei geringem Luftzutritt schnell aus.

Die RTV-2-Paste wird dünn auf die Schnittfläche aufgetragen. Anschließend fixiert man die >Verklebung in einer geeigneten Haltevorrichtung unter leichtem Druck und härtet aus: mittels Direktheizung der Klemmvorrichtung, mit einer Heißluftpistole oder in einem Trockenschrank. Wie lange das dauert, hängt von der Heizmethode und der Wärmekapazität der zu verklebenden Teile ab. Bei ca. 170 °C vulkanisiert die Klebestelle innerhalb von 20 bis 30 Sekunden.

# ALLES WIRD GUT.

Sind die Maschinen einmal darauf eingestellt, ist die Verarbeitung von ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuk denkbar einfach und unkompliziert. Und wenn Fehler auftreten, dann sind es meist Vulkanisationsstörungen, Lufteinschlüsse oder eine mangelnde Formfüllung. So können sie schnell behoben werden:

## Vulkanisationsstörungen

Wenn >Inhibitoren mit ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuk in direkten Kontakt kommen oder auch nur in der Umgebungsluft vorhanden sind, können sie die Vulkanisation verlangsamen oder gar verhindern. Die Folge von >Vulkanisationsstörungen sind klebrige oder schmierige Stellen. Deshalb sollten alle mit unvulkanisiertem ELASTOSIL® LR in Berührung kommenden Stoffe vor dem Einsatz auf ihre Verträglichkeit untersucht werden.

## Vorsicht bei

- Schwefelverbindungen
- Natur- und Synthetikautschuken
- Aminen
- Urethanen, Epoxidharzen
- metallorganischen Verbindungen etc.

### Lufteinschlüsse

>Lufteinschlüsse sind oft eine Folge von Anvulkanisation. Dafür sind meist verantwortlich:

- zu hohe Formtemperaturen
- zu hohe Temperaturen im Kaltkanal
- zu niedrige Einspritzgeschwindigkeiten
- zu hohe Einspritzgeschwindigkeiten aufgrund von Schererwärmung

Wenn in angussfernen Bereichen Luftblasen entstehen, zum Beispiel an Stellen des Materialzusammenflusses, deutet dies häufig auf Entlüftungspro-

bleme hin. Hier bietet sich das Anlegen von Vakuum an. Allerdings nicht unter 200 mbar.

### Mangelnde Formfüllung

Zu einer mangelnden >Formfüllung kann es kommen, wenn das Material aus der Form zurückfließt. Dieses Problem lässt sich durch Verlängerung der Nachdruckzeit beheben. Dadurch erfolgt die Anvulkanisation in der Düse, und das Material kann nicht mehr zurückströmen. Bei kleinen Angussquerschnitten genügen kurze Nachdruckzeiten.



Ein wesentlicher Kostenvorteil der Verarbeitung von Spritzguss ist die vollautomatische Produktion. Denn sobald der Prozess richtig eingestellt ist, läuft er auch ohne Überwachung ganz von selbst.

# WAS UNSERE TYPEN ALLES MIT SICH MACHEN LASSEN.



Dank ihrer vorteilhaften Eigenschaften haben ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuke ein äußerst vielseitiges Anwendungsspektrum. Und durch die stetige Produktentwicklung in unseren Labors kommen laufend neue Anwendungen hinzu. Wir zeigen Ihnen hier nur ein paar Beispiele aus den wichtigsten Branchen: zu Ihrer Information oder als Anregung für die Entwicklung einer neuen Anwendung.

## Automobilindustrie und Maschinenbau

- O-Ringe
- Zentralverriegelungsmembranen
- Zündkerzenstecker
- Ventildeckeldichtungen
- Lüftungsklappendichtlippen
- Vibrationsdämpfer
- Einzeldrahtabdichtungen und Steckverbindungen (weather packs)
- etc.

## Elektronik und Elektrotechnik

- Anodenkappen für Bildröhren
- Kontaktmatten für Tastaturen für Telefon, Fernbedienungen u. a. Steuergeräte
- Dichtungen für Steckverbinder
- Schalterabdeckungen
- Federelemente für Schalter
- Gehäuseabdichtungen
- etc.

## Medizintechnik

- Beatmungsbälge
- Faltenbälge
- Mundstücke von Narkosegeräten
- Schlauchkupplungen
- O-Ringe
- Dichtungen in Dialysatoren
- Membranen
- Pumpenteile
- Verschlussstopfen von Injektionsflaschen
- Dichtungen in Einwegspritzen
- Verpackungshilfen
- etc.

## Human- und Lebensmittelbereich

- Babysauger
- Brustwarzenhütchen
- Membranen in Getränkeautomaten
- Dosierventile für Nahrungsmittel
- Trinkventile
- Tauchermasken
- Dämpfungselemente in Sportartikeln
- Mehrwegverpackungen
- etc.



#### Sanitär- und Haushaltsbereich

- Türdichtungen für Herde
- Schläuche und Ventiltteile für Kaffeemaschinen
- Duschkopfeinsätze
- Spülkastendichtungen
- Membranen für Bewässerungsanlagen
- Dichtungen für Mischbatterien
- etc.

Diese Anwendungsbeispiele für ELASTOSIL® LR Flüssigsilikonkautschuke zeigen wir Ihnen nur, um Sie auf ganz neue und andere Ideen zu bringen, etwas damit zu machen.

# WO FINDEN SIE IHR STICHWORT IM TEXT?

- >Additionsvernetzung (14)
- >Angusssysteme (11)
- >Bohrungen (12)
- >Chemische Kohäsion (18)
- >Durchbrüche (12)
- >Dynamischer Mischer (6, 12)
- >Einlegeverfahren (19)
- >Einspritzdruck (13)
- >Einstufiges Verfahren (19)
- >Entformen (12)
- >Entlüftungsmöglichkeiten (12)
- >Externe Haftvermittler (18)
- >Fässer (6)
- >Filmanschnitt (11)
- >Formfüllung (23)
- >Forminnendruck (13)
- >Füllstoffe (5, 11)
- >Gratbildung (12)
- >Haftvermittler (18)
- >Hobbocks (6)
- >Inhibitoren (22)
- >Interne Haftvermittler (18)
- >Kaltkanalblock (11)
- >Kaltkanalsystem (11)
- >Kolbenmaschinen (6)
- >Lagerbeständigkeit (5)
- >Lagerung (5)
- >Lufteinschlüsse (23)
- >Mechanischer Verbund (18)
- >Musterplatten (5)
- >Peroxidische Vernetzung (14)
- >Polymer (5)
- >Punktanguss (11)
- >Replastizierung (5)
- >Ringanschnitt (11)
- >Schnecke (11)
- >Schneckenmaschinen (6)
- >Schrumpfung (13)
- >Schwund (13)
- >Selbsthaftende Flüssigsilicone (19)
- >Spaltweiten (12)
- >Spritzdruck (8)
- >Spritzgießverfahren (6)
- >Spritzzylinder (11)
- >Statischer und dynamischer Mischer (6)
- >Strukturviskosität (8)
- >Tauchdüsenanschluss (11)
- >Temperfreie Typen (16)
- >Temperiergerät (11)
- >Temperung (16)
- >Topfzeit (8)
- >Untertunnelanguss (11)
- >Verkleben (21)
- >Verklebung (21)
- >Verstrammung (5)
- >Viskosität (14)
- >Vollautomatische Produktion (6)
- >Vulkanisationsstörungen (22)
- >Wandhaftung (12)
- >Wärmeausdehnung (13)
- >Werkzeugstähle (12)
- >2-Komponentenmisch- und -dosieranlage (11)
- >Zweistufiges Verfahren (19)

Wir danken der Firma Starlim für die freundliche Unterstützung bei Fotoaufnahmen, die in dieser Broschüre veröffentlicht sind.

# WACKER AUF EINEN BLICK



## WACKER

ist ein Technologieführer der chemischen und elektrochemischen Industrie und weltweiter Innovationspartner von Kunden in den globalen Schlüsselindustrien. Das Leistungsportfolio konzentriert sich auf Halbleitertechnologie, Siliconchemie, Spezialchemie und keramische Werkstoffe. Der Konzern erwirtschaftet mit ca. 17.000 Mitarbeitern einen jährlichen Umsatz von rund 2,7 Mrd. EUR. Davon entfallen auf Deutschland gut 20%, auf Europa (ohne Deutschland) und Amerika je etwa 30% und auf die Region Asien-Pazifik sowie die übrigen Länder knapp 20%. Mit 25 Produktionsstätten und mehr als 100 Vertriebsgesellschaften ist der Konzern weltweit präsent. Konzernsitz ist München. Mit einer Investitionsquote von über 10% vom Umsatz und einem Umsatzanteil von fast 6% für Forschung und Entwicklung gehört WACKER in die weltweite Spitzengruppe der forschenden Unternehmen.

## WACKER SILTRONIC

ist einer der Weltmarktführer für Reinstsilicium und beliefert die weltweit führenden Hersteller elektronischer Bauelemente, die in der Telekommunikation, der Computerindustrie, der Consumerelektronik, im Automobilbau sowie in der Luft- und Raumfahrttechnik eingesetzt werden. Das Produktportfolio umfasst polykristallines Reinstsilicium, Siliciumeinkristalle und Siliciumwafer mit Durchmessern bis 300 mm.

## WACKER SILICONES

bietet als einer der weltweiten Top-3-Hersteller mehr als 2.000 Siliconprodukte an und ist in zahlreichen Arbeitsfeldern die Nummer Eins am Weltmarkt. Silicone sind die Basis für Werkstoffe mit hochdifferenzierten Produkteigenschaften und nahezu unbegrenzten Einsatzmöglichkeiten. Sie finden Verwendung in den vielfältigsten Branchen: Von der Automobil-, Bau-, Chemie-, Elektro- und Elektronikindustrie über Kosmetik, Consumer Care, die Papier-, Textil- und Zellstoffindustrie bis hin zum Maschinen- und Metallbau.

## WACKER SPECIALTIES

hält bei hochwertigen Bindemitteln und polymeren Additiven die Spitzenposition auf dem Weltmarkt. Redispersionspulver, Dispersionen, Festharze, Bindepulver und Lackharze finden bei Unternehmen der Bau-, Automobil-, Farben- und Lackindustrie sowie bei Herstellern von Druckfarben Verwendung. In der Feinchemie und der Biotechnologie ist dieser Bereich zudem Experte für maßgeschneiderte Kundenlösungen, z. B. bei Synthesebausteinen für Arzneimittel, Kosmetika und Agrochemikalien.

## WACKER CERAMIGS

stellt High-Tech-Werkstoffe für höchste Ansprüche her. Das Produktportfolio umfasst Hochleistungskeramiken und keramische Pulver, funktionale Schichten und mikroporöse Dämmstoffe. In fokussierten Segmenten, etwa bei Bauteilen aus Hochleistungskeramik für Maschinenbau und Automobilindustrie, steht der Bereich auf Platz Eins des Weltmarkts.

**WACKER**