

# SCHNELL ZUM INDIVIDUELLEN MODELL

Immer kürzer werden die Entwicklungszeiten im Zeitalter der Globalisierung. Wer seine Idee nicht schnell genug auf den Markt bringt, hat das Nachsehen. Zudem entscheiden Design und Form auch immer öfter über Erfolg und Misserfolg von Produkten. Mit Abformmassen von WACKER SILICONES lassen sich Prototypen aus verschiedenen Werkstoffen herstellen. Das spart Zeit und Geld in der Produktentwicklung.

## VAKUUMGUSS: ZUVERLÄSSIG NUR MIT SILICON

Bei der Herstellung von Prototypen mittels Vakuumguss kommt es unter anderem auf eine extrem hohe Wiedergabegenauigkeit von Oberflächenstrukturen an. Auch das Fließverhalten und das Trennvermögen des Formenmaterials sind wichtige Kriterien, damit später ein qualitativ hochwertiger Prototyp entsteht. Diese Anforderungen erfüllt Silicon in einzigartiger Weise – und noch mehr: Die schnelle, schrumpffreie Vulkanisation bei Raumtemperatur, die hohe Shore-Härte, eine hervorragende Langzeitstabilität der mechanischen Eigenschaften und die ausgezeichnete Beständigkeit gegen Gießharze machen Silicon zu dem zuverlässigsten Werkstoff für den Vakuumguss.



Selbst großvolumige Teile lassen sich mit ELASTOSIL® M in Kleinserie herstellen.



**Responsible Care® (Verantwortliches Handeln) ist eine weltweite, freiwillige Initiative der chemischen Industrie. Sie hat das Ziel, konkrete Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung (Sustainable Development) zu leisten.**

Individualität ist Trend – und das Design bestimmt den Markterfolg: Egal ob Mobiltelefon, Auto oder Kaffeemaschine, die beste Technik findet keinen Käufer, wenn das Design nicht der Zielgruppe entspricht. Und längst müssen sich auch Produkte des täglichen Lebens durch besondere und einzigartige Formen hervorheben: modische Accessoires für die Küche und edle oder besonders auffällige Verpackungen in der Lebensmittelbranche. „Selbst bei der Markteinführung eines neuen Mode-Getränks, hängt der Erfolg unter anderem vom Design der Flaschen ab“, sagt Dr. Thomas Gröer, Anwendungstechniker bei WACKER SILICONES.

Seit fast zehn Jahren beschäftigt er sich im Unternehmen mit dem Thema Rapid Prototyping – für die Produktentwickler aller Industriebereiche ein unverzichtbarer Teil ihrer Arbeit. Denn bereits in der Pla-

nungsphase neuer Produkte werden Anschauungs- und Funktionsmodelle benötigt, mit denen die Eigenschaften schnell überprüft und Konstruktions- und Designfehler frühzeitig korrigiert werden können. Der Bedarf an physischen Prototypen steigt weltweit kontinuierlich. Insbesondere für die innovationsstarken Industrien, allen voran die Automobil- und Automobilzulieferindustrie, die Medizintechnik und die Elektro- und Elektronikbranche gehören Rapid-Prototyping-Verfahren heute längst zum Alltag.

**Schnelligkeit entscheidet über Erfolg** Denn: „Zur Anforderung, ein individuelles Design zu schaffen, kommt noch der Faktor Zeit hinzu“, betont WACKER-Chemiker Thomas Gröer. „Was nützt die beste Gestaltungsidee, wenn der Wettbewerb den Designer-MP3-Player schneller auf den Markt bringt?“ Geschwindigkeit

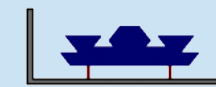
### SCHNELLER ZUM PROTOTYP

Ursprünglich bezeichnete der Begriff Rapid Prototyping die schnelle Herstellung von Musterbauteilen ausgehend von Konstruktionsdaten. Heute ist Rapid Prototyping eine Methode zur schnellen Produktion von Prototypen, mit denen Funktionen oder Design einer geplanten Anwendung frühzeitig getestet und optimiert werden können. Verbesserte Materialien und Prozesse erlauben mittlerweile aber auch die direkte Herstellung von Produkten. Weil bei dieser sogenannten generativen Fertigung keine Werkzeuge benötigt werden, können komplexe Produkte auch in Kleinserie oder als Einzelstücke direkt produziert und wirtschaftlich angeboten werden.

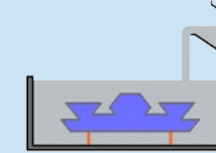
keit ist also oberstes Gebot in der Produktentwicklung: Denn egal ob Hersteller von Unterhaltungselektronik oder Autos, sie befinden sich im globalen Wettbewerb und stehen ebenso unter einem hohen Innovations- und Kostendruck wie Produzenten von Elektronik-Spielzeug, Druckern oder Mountainbikes. Und Zeit ist Geld: Es muss möglichst schnell gehen von den ersten Entwürfen bis zur Serienfertigung. „Vor 15 Jahren dauerte die Entwicklung eines neuen Modells einer Automarke noch acht bis zehn Jahre“, erinnert Gröer. „Und anschließend verkaufte man es zehn Jahre lang in nahezu unverändertem Design. Heute veranschlagen die Autobauer für die Entwicklungszeit maximal 30 Monate.“

**Autobranche im Umbruch** Und den Wandel in der Autoindustrie spürten die Siliconexperten von WACKER ganz direkt. Denn besonders im Motorraum

### SILICON IM VAKUUM



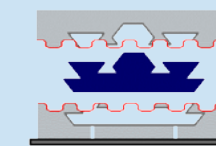
Um das Modell wird ein Rahmen gesetzt.



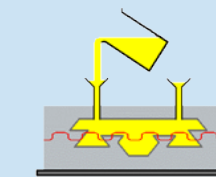
Der Rahmen wird mit Siliconmasse ausgegossen.



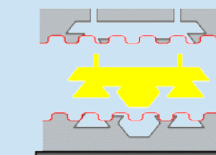
Der Siliconblock wird aufgetrennt.



Das Modell wird aus der Form gelöst.

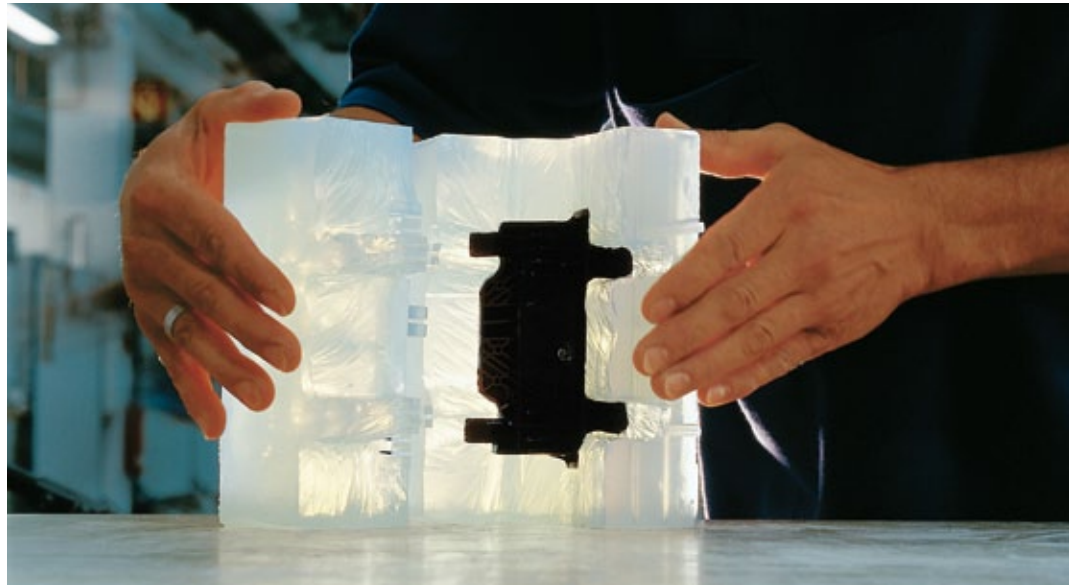


Die Form wird mit Kunststoffen wie Polyurethan-Gießharz oder Polyamid gefüllt.



Die Kopie wird entformt.

Der Siliconvakuummuss ist ein sehr schnelles und preisgünstiges Verfahren, mit dem in kürzester Zeit kleinere Stückzahlen mit serienähnlichen Materialeigenschaften hergestellt werden können. Das Verfahren eignet sich ebenso für hochwertige, komplexe Prototypen für unterschiedliche Anwendungsgebiete, wie Funktions- und Einbautests oder seriennahe Erprobungen, als auch für die Kleinserienfertigung. Beim Siliconvakuummuss wird ein Urmodell in Siliconkautschuk eingegossen. Nach dem Aushärten der Siliconform trennt man diese auf und entnimmt das Urmodell. Die Siliconform wird wieder zusammengesetzt, in eine Vakuumkammer gegeben und durch einen Angusskanal mit Kunststoffen wie Polyurethan-Gießharz oder Polyamid gefüllt. Dabei entfernt das Vakuum die eingeschlossene Luft aus der Siliconform. Mit einer Siliconform lassen sich in Abhängigkeit von der Bauteilgeometrie und dem verwendeten Kunststoff bis zu 30 Musterteile herstellen. Momentane Entwicklungen bei Wacker zielen darauf ab, die neue UV-Vernetzungstechnologie auch für Siliconformen nutzbar zu machen. Aufgrund der extrem schnellen Vulkanisation des Silicons können die Formen dann auch schneller für das Rapid Prototyping zum Einsatz kommen.



Mit ELASTOSIL® M lassen sich auch Prototypen in Formen schnell und kostengünstig fertigen.

**KURZFASSUNG**

Beim Design von neuen Produkten kommt es darauf an, möglichst schnell Prototypen im gewünschten Werkstoff erzeugen zu können. Abformmassen von WACKER SILICONES ermöglichen eine kosten- und zeiteffiziente Herstellung im Rapid Prototyping – mit verschiedensten Materialien und für komplexe Formen.

wird es beim Pkw zunehmend anspruchsvoller: Weniger Platz und die zunehmende Kapselung der Aggregate bringen höhere Temperaturen, größere Druckdifferenzen und höhere Durchsätze mit sich. Mit dem einfachen Saugrohr von früher haben moderne Saugmodule kaum noch Ähnlichkeit. Außerdem tragen korrosive Beanspruchungen durch Kraftstoff, Schmier- und Reinigungsmittel zu höheren Belastungen der eingesetzten Materialien bei. Um Zeit und Geld zu sparen, verlangen die Autobauer immer öfter Funktionsmuster und Prototypen aus seriennahen Werkstoffen. Das Augenmerk des WACKER-Anwendungstechnikers Thomas Gröer richtet sich vor allem auf einen Prozess des Rapid Prototypings – das Vakuumgießverfahren

wird erst bei Temperaturen um 180 Grad Celcius verarbeitet. Dem hielten die bisher benutzten Abform-Silicone nicht mehr im erforderlichen Maß Stand. Deshalb suchten die Siliconexperten von WACKER nach neuen Werkstoffen, die sich für den Polyamid-Guss eignen. Fündig wurden sie in ihrer bewährten Reihe ELASTOSIL® M: „Das Material ELASTOSIL® M 4670 beispielsweise zeichnet sich durch besondere Hitzebeständigkeit sowie hohe Festigkeit, Shorehärte und Maßhaltigkeit aus und ist deshalb optimal geeignet für den Polyamid-Guss“, erklärt Gröer. Die Autobauer sparen also mit ELASTOSIL® M 4670 nicht nur einen Produktionsschritt, indem sie die benötigten Prototypen direkt im passenden Werkstoff herstellen können. Auch die Iterationsschleifen – also bis die Gestaltung den technischen Anforderungen und Vorstellungen der Designer entspricht – lassen sich so reduzieren.

**Ideal auch für Kleinserieproduktion** Aber das WACKER-Silicon eignet sich nicht nur für die hohen Anforderungen des Prototypenbaus in der Autoindustrie. Die Reihe ELASTOSIL® M kann auch für die Kleinserien-Produktion eingesetzt werden: „Gerade in der Medizintechnik gibt es bei bestimmten Bauteilen nur geringe Stückzahlen, die mittels Spritzgussfertigung beispielsweise nicht wirtschaftlich herstellbar sind. Dafür kann das Vakuumgießverfahren mit Siliconmassen eine lukrative Alternative bieten“, erklärt Cornelia Pohl, Sales-Managerin bei der WACKER-Tochter DRAWIN Vertriebs-GmbH. Das Unternehmen versorgt WACKER-Kunden in Deutschland, Österreich, Lichtenstein und der

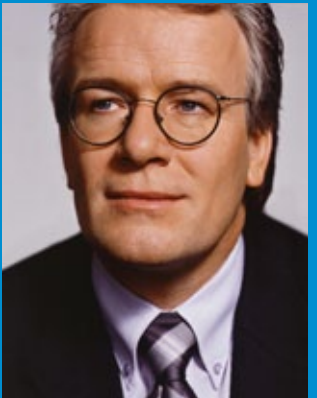
(s. Infografik). Denn dafür liefert WACKER – beispielsweise mit seiner Reihe ELASTOSIL® M – Siliconkautschuk zum Formenbau.

„Sensoren, Abdeckungen und Klappen im Motorraum sind meist aus Polyamid“, erklärt der Chemiker. Bisher verwendete man aber vor allem Polyurethan-Gießharze mit Verarbeitungstemperaturen von rund 70 Grad Celcius für die Prototypen und entsprechend optimierte Silicone für die Abformung. Doch Polyamid

*„In einigen Anwendungsfeldern wie im Maschinenbau oder der Medizintechnik werden bei bestimmten Bauteilen nur geringe Stückzahlen benötigt, die mittels Spritzgussverfahren nicht wirtschaftlich herstellbar wären. Hier bietet das Vakuumgießverfahren mit Siliconkautschuken inzwischen eine echte Alternative.“*

Cornelia Pohl

# Fünf Fragen an den Experten: „AUF DEM WEG ZUM PERSONAL FABRICATOR“



Prof. Dr.-Ing. Andreas Gebhardt

„WWW“ sprach mit Prof. Dr.-Ing. Andreas Gebhardt, Experte für Hochleistungsverfahren der Fertigungstechnik und Rapid Prototyping an der FH Aachen.

**Wie hat die Etablierung des Rapid Prototypings den Entwicklungsprozess in der Industrie verändert?**

Früher wurde eine bereits als Prototyp oder Muster vorliegende Produktidee angesichts der bereits hineingesteckten Zeit und Kosten nur noch verändert, wenn es nicht funktionierte. Heute erlauben schnellere und billigere Verfahren zur Herstellung von Prototypen die physische Umsetzung der Änderungsideen. Interdisziplinäre Diskussionen gewinnen deutlich mehr an Qualität, weil ihre Ergebnisse auch umgesetzt werden, und die Produkte erreichen schneller einen höheren Reifegrad. Und auf einzelne Kundengruppen oder sogar auf einzelne Kunden zugeschnittene Produkte sind mit Rapid Prototyping Verfahren schnell und effektiv umzusetzen und auf dem Markt zu testen. Einzelstücke können unter Umgehung der aufwendigen Werkzeuge mittels Rapid Manufacturing direkt produziert werden. Für den zunehmend beschworenen Trend der Individualisierung stehen damit die notwendigen Werkzeuge bereit.

**Welche Verfahren halten Sie für besonders zukunftsfähig und warum?**

Alle fünf Verfahrensfamilien, Polymerisation (Stereolithographie und Polymerdrucken), Lasersintern und -Schmelzen, Extrusion (FDM), Pulver-Binder Verfahren (3D Printing) und Schicht-Laminat-Verfahren (LOM) haben hohe Potenziale. Persönlich und aus heutiger Sicht erkenne ich dem Sintern (Lasersintern, Laserschmelzen, Elektronenstrahlschmelzen) die größten Potenziale zu, weil damit alle Werkstoffklassen (Kunststoffe, Metalle, Keramiken) zu verarbeiten sind und weil die meisten Branchenanwendungen realisiert wurden. Nachfolgend sehe ich die Polymerisationsverfahren, weil sie hervorragende Oberflächen erzielen und weil sie so zum Ausgangsverfahren für Klein- und Kleinstserien über Abformverfahren (Vakuumguss, siehe auch Kasten auf Seite 17) geworden sind. Extrusionsverfahren haben größere Oberflächen, trumpfen aber mit einer größeren Werkstoffpalette auf. Das 3D-Printing kann die farbigen Prototypen in Feld führen.

**Mittlerweile hat sich in einigen Industriebereichen bereits das Rapid Manufacturing durchgesetzt. Welche konkreten wirtschaftlichen Vorteile bringt die Verknüpfung der Verfahren – die ja oft hochtechnologisiert sind – und in welchen Industriezweigen?**

Der entscheidende Vorteil der generativen Verfahren besteht darin, keine Werkzeuge zu benötigen. Deshalb werden sie überall dort erfolgreich eingesetzt, wo die Werkzeuge häufig geändert werden müssten oder ihr Einsatz wegen der geringen Stückzahlen unwirtschaftlich wäre. Wirtschaftlich sehr erfolgreiche Anwendungen gibt es deshalb in der Medizintechnik bei der Herstellung von Hörgeräteschalen, zahntechnischen Konstruktionen und Implantaten. Im industriellen Bereich sind alle Anwendungen erfolgreich, die Serienprodukte über generativ gefertigte „Adapter“ für einen größeren Markt verfügbar machen. Oft bilden Produkt und Adapter eine neue Einheit, die auch konstruktive Besonderheiten ermöglicht.

**Wohin wird sich das Rapid Manufacturing entwickeln? Welche Prozesse sehen Sie am Horizont?**

Das wirkliche Potenzial steckt aus meiner Sicht in der Herstellung von Bauteilen aus Gradienten-Werkstoffen, also Materialien, die über dem Querschnitt sich verändernde physikalisch-technologischen Eigenschaften haben und vor allem in Composite-Bauteilen mit diskret räumlich verteilten Werkstoffeigenschaften. Über die direkte Herstellung von Bauteilen aus Zwei- und Drei-Komponenten Werkstoffen werden wir der Vision von gedruckten integrierten elektronischen Bauteilen und schließlich von gedruckten Organen (Organ Printing) immer näher kommen.

**Über 3D-Printing berichten ja mittlerweile schon Publikumsmedien. Wann werden wir Schuhe, Handy-Schalen oder Brillengestelle selbst zuhause am Computer ausdrucken können?**

Das können wir bereits. Begabte Bastler können Bausätze für ca. 2.500 € kaufen (FABatHOME) und einfache Gegenstände aus Kunststoff selbst herstellen. Wer nur Knöpfchen drücken will, muss ca. 10.000 € anlegen, um zu Hause dreidimensionale Gegenstände herstellen zu können. Ich sehe Parallelen zur Computerwelt: Die Atari Bewegung der 70er Jahre hat über den spielerischen Umgang mit Computerspielen den Weg zum PC aufgezeigt. Die „Fabber“ Bewegung ist auf dem besten Weg, den „Personal Fabricator“ zu definieren und als Massenprodukt zu etablieren.



#### PROTOTYPEN AUS POLYAMID

- ▶ besitzen alle Eigenschaften spritzgegossener Thermoplaste
- ▶ sind luft-, gas- und wasserdicht
- ▶ sind schweiß- und klebbar
- ▶ zeigen hohe chemische Beständigkeit
- ▶ machen dick- und dünnwandige Bauweise möglich
- ▶ können Metallussteile ersetzen

Der Siliconkautschuk ELASTOSIL® umfließt das Modell perfekt und formt es optimal ab.



ELASTOSIL® M 4670 eignet sich bestens für detailgetreue Reproduktionen im Polyamidguss.



Das Material lässt sich auf Misch- und Dosieranlagen einfach verarbeiten und liefert exzellente Ergebnisse.

Schweiz mit Siliconkautschuk für den Formenbau. Im deutschsprachigen Raum tritt DRAWIN dabei direkt als Händler auf; der Rest der Welt wird mittels eines Händlernetzwerks beliefert. Die für Vakuumgießverfahren geordneten Siliconmengen reichen von 50 Kilogramm für Kleinanwender bis zum zweistelligen Tonnen-Bereich pro Jahr für große Dienstleistungsunternehmen, die schon mal ganze Pkw-Stoßfänger abformen wollen.

**Deutliche Kostenreduzierung** Und manchmal müssen die WACKER-Materialexperten ihr Silicon auch an ganz spezifische Aufgaben anpassen. So wie bei einem Kunden aus der Autoindustrie: Die Standzeit einer Siliconform sollte wesentlich erhöht werden. „Üblicherweise nutzt man dazu ein Trennmittel, mit dem die Innenseiten der Form eingestrichen werden, damit sich der Verschleiß verringert“, berichtet Gröer. Aber in diesem Fall musste der Automobilzulieferer den Herstellungsprozess beschleunigen und wollte deshalb auch das Aufbringen des Trennmittels einsparen. Die WACKER-Experten testeten verschiedene Rezepturen und bauten das Trennmittel kurzerhand direkt in die Formulierung des Siliconkautschuks ein. Ergebnis: Die Siliconform brachte rund 50 Prozent mehr Teile in gleich bleibender Qualität hervor. So konnte nicht nur ein Arbeitsgang, sondern auch noch Siliconmasse eingespart werden. „Alles in allem eine echte Kostenreduzierung für den Kunden“, betont Gröer. Für solche kundenspezifischen Anpassungen und zur Unterstützung der Beratungs- und Entwicklungsar-

beit stehen ihm und Cornelia Pohl auch die WACKER-Kollegen im anwendungstechnischen Labor in Burghausen zur Verfügung.

Zwar existieren diverse alternative Prototyping-Verfahren wie Lasersintern oder 3D-Drucken. Doch gerade für Anwendungen im Bereich Kleinserienfertigung werden nach Ansicht von Gröer in Zukunft sogar verstärkte Silicone zum Einsatz kommen. Denn: „Individualität zählt“, ist der WACKER-Manager überzeugt, „und der Trend zur Kleinserie ist ungebrochen.“

#### KONTAKT

Mehr Informationen erhalten Sie von

**Dr. Thomas Gröer**  
Tel. +49 8677 83-6940  
thomas.groeer@wacker.com

#### SILICON FÜR HOCHWERTIGE PROTOTYPEN

Das WACKER-Silicon ELASTOSIL® M 4670 A/B ist ein gießbarer, bei Raumtemperatur vulkanisierender, additionsvernetzender Zweikomponenten-Siliconkautschuk. Er eignet sich aufgrund seiner ausgezeichneten Gießharzbeständigkeit in Verbindung mit dem guten mechanischen Eigenschaften besonders für Abformanwendungen, bei denen Modelle mit nicht zu starken Hinterschneidungen reproduziert werden sollen und eine hohe Eigenstabilität der Formen gefordert wird.

#### Besondere Merkmale:

- ▶ gute Fließfähigkeit
- ▶ schnelle, schrumpffreie Vulkanisation bei Raumtemperatur, die durch Hitzeanwendung wesentlich beschleunigt werden kann
- ▶ hoher Härte Shore A (ca. 55)
- ▶ hohe Ein- und Weiterreißfestigkeit
- ▶ hervorragende Langzeitstabilität der mechanischen Vulkanisationseigenschaften
- ▶ ausgezeichnete Beständigkeit gegen Gießharze und Polyamid