

# WWW 01 18

WWW.WACKER-MAGAZINE.COM

**WACKER**



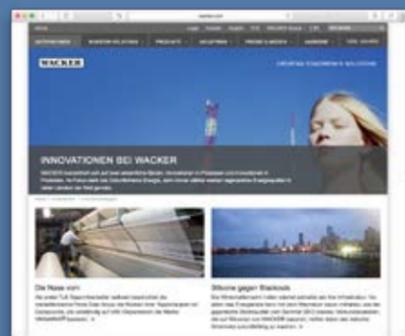
## DIE ZUKUNFT TANKT STROM

Silicone für die Elektromobilität

# WACKER DIGITAL

WACKER bietet Ihnen mit einer Vielzahl von gedruckten und digitalen Medien die Möglichkeit, sich über das Unternehmen, die innovativen Produkte und spannenden Anwendungsmöglichkeiten zu informieren. Nutzen Sie diese Angebote auf der Konzern-Website unter [www.wacker.com](http://www.wacker.com) und die mobile Version des WWW-Magazins, das Sie auch ganz einfach über den unten abgebildeten QR-Code aufrufen können.

## DAS ONLINE-MAGAZIN



Mit dem Innovations-Magazin auf der WACKER-Website können Sie sich über intelligente Lösungen und zukunftsweisende Technologien des Konzerns informieren.

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

## SOCIAL MEDIA

Erfahren Sie mehr über WACKER, indem Sie unsere Tweets bei Twitter verfolgen, sich Videos auf unserem Kanal bei YouTube ansehen oder mit uns via LinkedIn netzwerken.



<https://twitter.com/wackerchemie>  
[www.linkedin.com/company/wacker-chemie-ag](http://www.linkedin.com/company/wacker-chemie-ag)  
[www.youtube.com/wackerchemie](http://www.youtube.com/wackerchemie)

## DIE WWW-APP



Das WWW gibt es auch als App für Ihren Tablet-Computer oder für Ihr Smartphone. Laden Sie sich die WWW-App aus dem App Store oder dem Google Play Store herunter oder scannen Sie diesen QR-Code. Alternativ finden Sie sämtliche Links unter [www.wacker.com/www-magazine](http://www.wacker.com/www-magazine). Auf dieser Seite leiten wir Sie außerdem zu einer Browser-Version der WWW weiter, die auf jedem Desktop-Rechner oder Notebook gelesen werden kann oder die Sie über [www.wacker-magazine.com](http://www.wacker-magazine.com) direkt aufrufen können.

## HIER GIBT ES NOCH MEHR VON WACKER

Diese Symbole zeigen an, wo wir für Sie weitere Services und Informationen bereitstellen.

### IMPRESSUM



**Radio to go**  
 Im Podcast Center auf der WACKER-Website finden Sie viele Audio-Beiträge, die Sie direkt anhören oder für den späteren Gebrauch herunterladen können.  
[www.wacker.com/podcast](http://www.wacker.com/podcast)



**Das Plus an Information**  
 Hinter diesen fünf Symbolen verbergen sich in der WWW-App zusätzliche Bilder, Links, Videos und Grafiken, die Möglichkeit, aus der App heraus eine E-Mail an einen der WACKER-Ansprechpartner zu schicken, sowie eine lesefreundliche Textansicht. Einfach auf ein Zeichen tippen und die zusätzlichen Elemente und Informationen werden aufgerufen.

**WWW WACKER WORLD WIDE** Das Konzernmagazin; Herausgeber: Wacker Chemie AG; verantwortlich: Jörg Hettmann; Redaktion: Michael Kuhli (Ltg.), Verena Roithmeier; ANSCHRIFT DER REDAKTION: Wacker Chemie AG, WWW, Hanns-Seidel-Platz 4, 81737 München, Germany; Telefon +49 89 6279-1176; Telefax +49 89 6279-2830; [www-magazine@wacker.com](mailto:www-magazine@wacker.com); <http://www.wacker.com>. Konzeption und Realisierung: plan p. GmbH, Hamburg. Die Inhalte dieses Magazins sprechen Frauen und Männer gleichermaßen an. Zur besseren Lesbarkeit wird nur die männliche Sprachform (zum Beispiel Kunde, Mitarbeiter) verwendet. BILDNACHWEIS: Alamy 36/37; Getty Images 18, 23, 52; Hamburger Hochbahn AG 46; Mauritius 39; Bernd Fickert/Museum Wiesbaden 80, 81, 82, 83, 85; Daniela Petersen 31; picture alliance 26; Ryan Searle 45; Shutterstock 7, 9, 21, 25, 28/29, 30, 42/43, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 87; Rücktitel; Klaus Wechsler 82, 84; alle übrigen Bilder von WACKER. Erscheinungstermin dieser Ausgabe: Mai 2018.

# SILICONE FÜR EINE NEUE ÄRA

### Liebe Leserinnen und Leser,

Siliconkautschuke haben das wohl breiteste Anwendungsspektrum unter den Elastomeren: Sie vereinen hohe Temperaturbeständigkeit mit einer hervorragenden Öl- und Medienresistenz sowie ausgezeichneten Dicht- und Dämpfungseigenschaften – und dies auch bei dynamischem Stress und unter Dauerbelastung. Zudem lassen sich ihre Eigenschaften hochspezifisch einstellen. Ihr außergewöhnliches Eigenschaftsprofil macht Siliconelastomere zu idealen Kunststoffen für die hohen Anforderungen der Autoindustrie. In jedem Automobil sind heute mehrere Kilogramm Silicone verbaut.

Viele dieser Einsatzgebiete – wie Schwingungstilger, Dichtkissen oder Airbag-Beschichtungen – werden auch dann die Domäne von Siliconen bleiben, wenn die Industrie zunehmend auf elektrische Antriebe umsteigt. Andere Anwendungen – wie Ladeluftschläuche für Turbolader – werden in rein elektrisch betriebenen Wagen entfallen.

Dafür kommen mit der Elektromobilität neue Anwendungsgebiete auf die Autoindustrie und ihre Partner aus der chemischen Industrie zu: Zu den Herausforderungen, mit denen Ingenieure wie Chemiker gleichermaßen konfrontiert sind, zählt beispielsweise die Abführung der Wärme, die beim Betrieb von Elektromotor und Batterie sowie durch die Leistungselektronik entsteht. Die heute verwendeten Lithium-Ionen-Batterien erreichen ihre volle Leistungsfähigkeit nur zwischen 20 und 35 Grad Celsius und müssen daher temperiert werden. Um die Batteriemodule an das Temperierungssystem anzubinden, hat WACKER neue wärmeleitende Gap-Filler aus Silicon im Angebot. Dies sind echte Hochleistungskunststoffe, die wir gemäß den individuellen Anforderungen unserer Kunden entwickelt haben.

Weitere solcher hochspezifischen Werkstoffe sind in Vorbereitung – rechtzeitig zum Start der Großserienproduktion von Elektrofahrzeugen. Mit einem derart maßgeschneiderten Produktportfolio wollen wir unsere Partner aus der Autoindustrie in die Ära der Elektromobilität begleiten.

Mehr dazu lesen Sie in dieser Ausgabe unseres Unternehmensmagazins in einem 20-seitigen Dossier in der Heftmitte.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen dieser Ausgabe!

Ihr

**Dr. Rudolf Staudigl**  
 Vorsitzender des Vorstands der Wacker Chemie AG



**Dr. Rudolf Staudigl,**  
 Vorsitzender des Vorstands  
 der Wacker Chemie AG

„Ihr außergewöhnliches Eigenschaftsprofil macht Siliconelastomere zu idealen Kunststoffen für die hohen Anforderungen der Autoindustrie.“

# INHALT

WWW 1.18

Hier finden Sie alle Artikel dieser Ausgabe im Überblick.

42

## ELEKTROMOBILITÄT

### MASSGESCHNEIDERTE SILICONPRODUKTE FÜR EINE NEUE ÄRA

Die Elektromobilität nimmt Fahrt auf – und WACKER begleitet die deutsche Autoindustrie dabei: Siliconbasierte Gap-Filler und wärmeabführende Klebstoffe stellen das Wärmemanagement im Motor, in den Batterien und der Leistungselektronik sicher. Vergussmassen schützen Systeme für das induktive Laden sowie die Sensoren für Fahrerassistenzsysteme.

ab Seite 42



36



62



68

## NEWS

### 8 MELDUNGEN

WACKER kauft Biotech-Anlage in Holland / Siliconöl auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen / Neue Hydrosilylierungsanlage in Indien ...

## ANWENDUNGEN

### 18 DISPERSIONSPULVER

Die Münchner Olympiabauten waren 1972 ein bundesdeutsches Prestigeobjekt – und ein Referenzobjekt für den Einsatz von VAE-Dispersionen in Spachtelmasse und Fliesenklebern.

### 36 ALTBAUSANIERUNG

Dank der Imprägnierung mit einem alphasilanterminierten Polyether strahlt der Boden des Budapester Westbahnhofs wieder wie vor 150 Jahren.

### 68 ABFORMMASSEN

Im Auftrag der französischen Staatsmuseen fertigt Arnaud Briand Gipskopien der wichtigsten Skulpturen der Kunstgeschichte.

### 78 CHEMIEDIDAKTIK

Zum WACKER-Schulversuchskoffer CHEM<sub>2</sub>DO® gibt es jetzt auch eine begleitende Website.

## INNOVATIONEN

### 28 3D-DRUCK

Gemeinsam mit ACEO® prüft die Deutsche Bahn, ob sie in Zukunft auch Ersatzteile aus Siliconkautschuk im 3D-Druck fertigen wird.

### 62 SÜSSWAREN

Mit CAPIVA® C 03 können Kaugummi künftig in den unterschiedlichsten Formen gegossen werden.

## LÖSUNGEN

### 80 PRÄPARATE

Mit Siliconen lassen sich auch feinste natürliche Strukturen abformen. Eine Pilzausstellung im Museum Wiesbaden tritt den Beweis an.

# WACKERWELTWEIT

WACKER ist mit Produktionsstandorten, anwendungstechnischen Zentren, Tochtergesellschaften und Vertriebsniederlassungen auf allen Kontinenten engagiert. Hier zeigen wir Ihnen Interessantes und Neues aus den vier Geschäftsbereichen des Konzerns.



## 1 ADRIAN

Der US-amerikanische WACKER-Standort Adrian in Michigan hat Anfang 2018 ein umfangreiches Social-Responsibility-Audit erfolgreich abgeschlossen. Die Auditoren prüften Themen wie Arbeitsbedingungen, Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit, Umweltmanagement und Unternehmensethik bei der Wacker Chemical Corporation nach dem Auditverfahren SMETA (Sedex Members' Ethical Trade Audit). Besonders positiv hoben die Prüfer die Richtlinien und Programme für den Umweltschutz sowie die Programme für die Gemeinschaft rund um den Standort hervor. Die Ergebnisse des Audits stellt WACKER interessierten Kunden in der Sedex-Datenbank zur Verfügung. Die Online-Plattform Sedex (Supplier Ethical Data Exchange) stellt soziale und ethische Prozesse von Unternehmen über die Lieferkette hinweg dar.



## 2 MÜNCHEN

79 Jugendliche aus ganz Bayern präsentierten beim Landeswettbewerb Jugend forscht im März ihre naturwissenschaftlich-technischen Projekte einer Fachjury und der Öffentlichkeit. Das Themenspektrum reichte von Analyseverfahren zur Borkenkäferprävention bis zur Suche nach schweren Neutrinos in Kaonzerfällen. Die elf besten Arbeiten zeichneten Auguste Willems, Mitglied des Vorstands der Wacker Chemie AG, Prof. Dr. Wolfgang Heckl, Generaldirektor des Deutschen Museums, und Delia Tietge, Stiftung Jugend forscht, bei einem Festakt in der Alten Kongresshalle aus. Die 14 prämierten Jungforscher vertreten Bayern im Mai beim Bundeswettbewerb in Darmstadt. WACKER fördert Jugend forscht seit vielen Jahren und richtet alle zwei Jahre den Landeswettbewerb in Bayern aus.



## 4 LUDHIANA

Ende 2017 organisierte Wacker Metroark Chemicals (WMC) gemeinsam mit seinem Textilpartner H&K Chemicals und dem Diagnostik-Labor Dr. Lal in der nordindischen Stadt Ludhiana ein Health Camp für bedürftige Anwohner. 343 Menschen nutzten

das Angebot zu kostenlosen Vorsorge- und Augenuntersuchungen in diesem überwiegend ländlichen Teil des Bundesstaates Punjab. Vor Ort niedergelassene Ärzte boten Blut- und EKG-Untersuchungen sowie Sehtests und andere medizinische Leistungen an. In Zukunft soll das Health Camp in Nordindien mindestens einmal jährlich stattfinden, ein Camp für Südindien ist in Vorbereitung.



## 5 GANSU

In puncto erneuerbare Energien gibt China mächtig Gas. Seit 2009 entsteht im Norden Chinas am Rand der Wüste Gobi der weltweit größte landbasierte Windpark. 2010 ging bereits ein erster Teilabschnitt mit einer installierten Leistung von 5,16 Gigawatt in Betrieb, bis 2020 soll die Leistung auf 20 Gigawatt steigen. Die Windräder werden dann etwa 50.000 Gigawattstunden Strom pro Jahr erzeugen. WACKER liefert zukunftsfähige Lösungen für die Energie- und Elektrotechnik, darunter Schlagzähmodifikatoren, mit denen die Rotorblätter von Windkraftanlagen langlebiger werden.

## 3 BENBEN

In Kairo entwickelte der amerikanische Wissenschaftler Frank Shumann bereits 1913 eine der weltweit ersten Solaranlagen. Kein Wunder, denn das Land im Sonnengürtel der Erde bietet dafür beste Voraussetzungen. Die ägyptische Regierung plant, bis 2022 mindestens 20 Prozent des Stroms mit Solarenergie zu erzeugen. Bis 2035 soll der Gesamtanteil von erneuerbaren Energien an der Energiegewinnung sogar auf 37 Prozent steigen. In Benben, nördlich von Assuan, entsteht zurzeit die größte Photovoltaikanlage der Welt. Sie soll ab 2019 bis zu 1.650 Megawatt Energie erzeugen. WACKER gehört global zu den größten Herstellern von Polysilicium für die Solarindustrie.



# MELDUNGEN AUS DEM KONZERN

## NEUES TECHNICAL CENTER IN ISTANBUL NIMMT BETRIEB AUF

WACKER eröffnet neue Testlabore für Silicone und Polymere in der Bau-, Textil-, Haushalts- und Kosmetikindustrie

Die Wacker Chemie AG hat Ende letzten Jahres ihr neues Technical Center für Bau-, Textil-, Haushalts- und Kosmetikanwendungen in Istanbul in Betrieb genommen. „Mit den steigenden Absätzen unserer Kunden wachsen auch die Qualitäts- und Serviceansprüche, die wir nun in der neuen Testeinrichtung vor Ort noch besser bedienen können“, sagte WACKER-Vorstandsmitglied Auguste Willems im Rahmen der Eröffnungsfeier. Insbesondere die Bauindustrie der Region erlebt derzeit einen Aufschwung, was einen steigenden Beratungsbedarf zur Folge hat.



Im neuen Technical Center von WACKER in Istanbul können künftig Silicone für Bau-, Textil-, Kosmetik- und Haushaltsanwendungen getestet werden.

In der neuen Einrichtung können zum Beispiel polymere Bindemittel für Fliesenkleber und Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) getestet werden, unter anderem bei verschiedenen Klimabedingungen. Es verfügt zudem über modernes Laborequipment für eingehende Analysen zur Viskosität, zum Luftporengehalt oder zur Aushärtezeit von frischem Mörtel. Weiterhin bietet es die Möglichkeit, die Eigenschaften von ausgehärtetem Mörtel nach verschiedenen Normen wie zum Beispiel EN 12004 oder EN 13499 zu testen. Dazu gehören Tests zur Bestimmung der Haft-, Biege- und Druckfestigkeit sowie Wasserdampfdurchlässigkeit und Stoßfestigkeit.

Des Weiteren verfügt die neue Einrichtung auch über ein Labor für Silicone, die in der Textilindustrie eingesetzt werden. Es erlaubt eingehende Untersuchungen zur Ermittlung der Temperatur- und Scherstabilität, Schaumtendenz, Glanz- und Farbstabilität sowie des Wasserabweisungsvermögens oder der Hydrophilie der angebotenen Produkte und Formulierungen der Kunden. Unterschiedliche Rezepturen können in dem neuen Labor auch unter realen Bedingungen, zum Beispiel im Foulard- oder im Ausziehverfahren, angewendet und getestet werden. Darüber hinaus erlaubt das Equipment auch spezifische Untersuchungen für Kosmetik- und Haushaltsanwendungen gemäß den lokalen Bedürfnissen.

## WACKER AUF MESSEN

 **BATTERY SHOW**  
Hannover, Deutschland  
15.–17. Mai 2018  
[www.thebatteryshow.eu](http://www.thebatteryshow.eu)

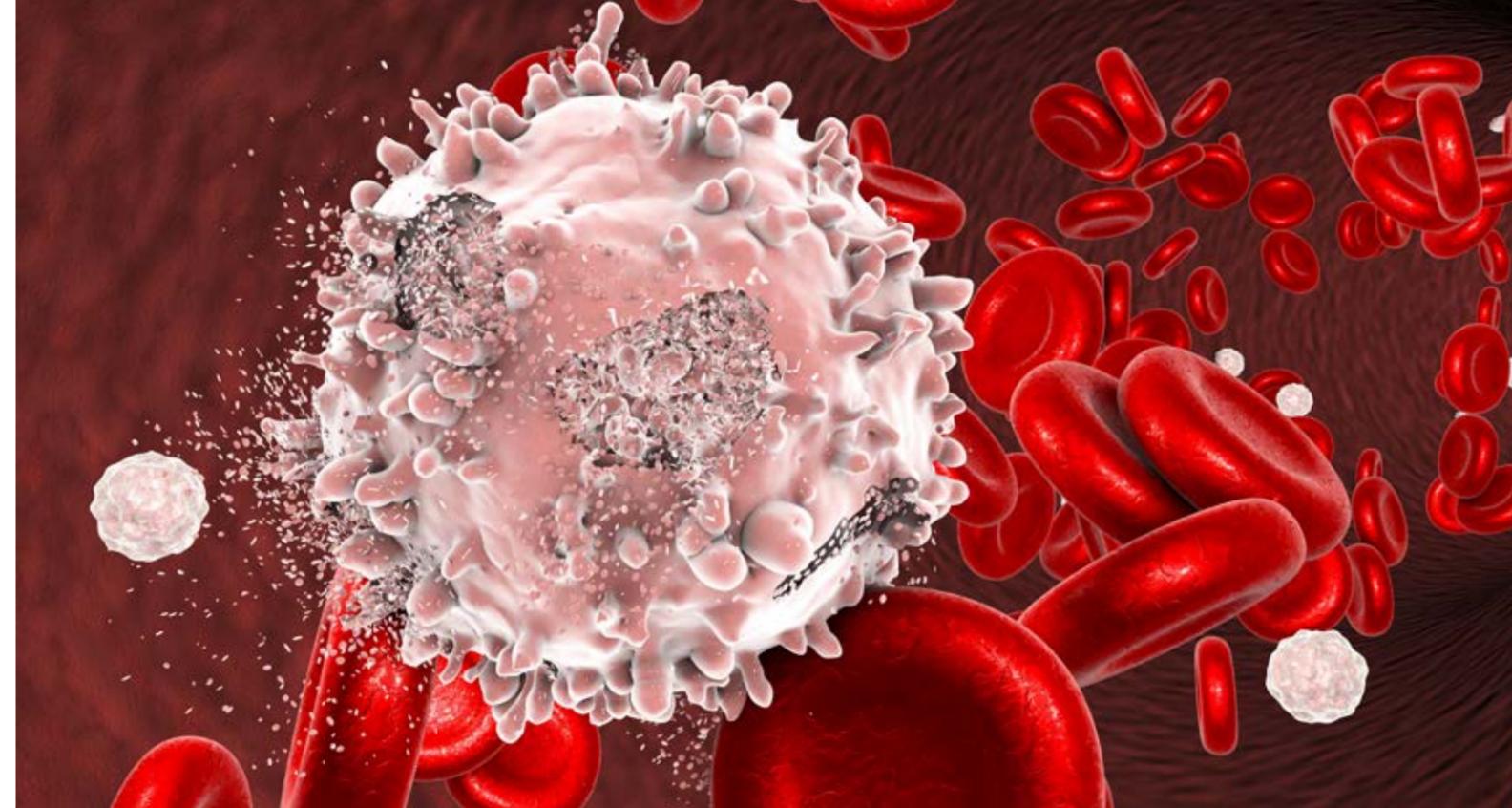
 **BIO USA**  
Boston/MA, USA  
4.–7. Juni 2018  
[convention.bio.org/2018](http://convention.bio.org/2018)

 **Incosmetics Korea**  
Seoul, Südkorea  
13.–15. Juni 2018  
[korea.in-cosmetics.com](http://korea.in-cosmetics.com)

 **DEUTSCHE KAUTSCHUK TAGUNG**  
Nürnberg, Deutschland  
2.–5. Juli 2018  
[www.dkt2018.com](http://www.dkt2018.com)

 **CPhi**  
Madrid, Spanien  
9.–11. Oktober 2018  
[www.cphi.com/europe](http://www.cphi.com/europe)

 **FAKUMA**  
Friedrichshafen, Deutschland  
16.–20. Oktober 2018  
[www.fakuma-messe.de](http://www.fakuma-messe.de)



## WACKER KAUFT BIOTECH-ANLAGE IN DEN NIEDERLANDEN

Produktion von Pharmaproteinen wird durch Akquisition gestärkt

Die Wacker Chemie AG hat von SynCo Bio Partners Luxembourg S.à.r.l. einen Produktionsstandort in den Niederlanden zur Herstellung von Biopharmazeutika, Lebendbakterien und Impfstoffen sowie das dazugehörige Geschäft erworben. Die bestehenden Kundenbeziehungen von SynCo wird WACKER mit hoher Priorität weiterführen. Ebenso werden die Mitarbeiter des Unternehmens weiterbeschäftigt.

„Diese strategische Akquisition ist ein wichtiger Schritt für unser weiteres Wachstum im stark expandierenden Markt für Biopharmaka“, begründete WACKER-Vorstandsmitglied Auguste Willems die Investition. „Mit der neuen Anlage können wir die starke Nachfrage des Markts auch in den kommenden Jahren sicher bedienen – und festigen so unsere Stellung als ein führender Auftragshersteller von biopharmazeutischen Proteinen mit mikrobiellen Technologien.“

Die im Jahr 2000 gegründete SynCo Bio Partners beschäftigt rund 110 Mitarbeiter und verfügt über zwei Fermentationslinien mit derzeitigen Kapazitäten von 1.500 und 270 Litern. Darin werden pharmazeutische Wirkstoffe für die klinische Prüfung, aber auch für die Marktvorsorgung durch mikrobielle Technologie hergestellt.

Eine weitere Linie mit Einwegfermentern bietet zusätzliche und flexible Produktionsmöglichkeiten. Eine sterile Abfüllanlage für pharmazeutische Wirkstoffe („Fill & Finish“), die die komplette Herstellung vom Wirkstoff bis hin zum abgefüllten Produkt aus einer Hand ermöglicht, rundet das Dienstleistungsangebot ab. Die Anlagen entsprechen den Qualitätsrichtlinien der „Good Manufacturing Practice“ (GMP) und sind von den europäischen und US-amerikanischen Aufsichtsbehörden – European Medicines Agency (EMA) und Food and Drug Administration (FDA) – für die Herstellung bestimmter Pharmaproteine zugelassen.

„Der Ausbau unserer Produktionskapazitäten stärkt unsere Marktposition nachhaltig“, sagte Gerhard Schmid, Leiter des Geschäftsbereichs WACKER BIOSOLUTIONS: „Mit den zusätzlichen Fermentationslinien verdoppeln wir unsere bisherige Kapazität und erweitern so unsere Möglichkeiten zur kosteneffizienten Herstellung wichtiger Medikamente mit fortschrittlichen mikrobiellen Methoden. Wir freuen uns, die bestehenden Kunden von SynCo weiterhin umfassend zu betreuen und ihnen zudem die proprietären Technologien von Wacker Biotech anbieten zu können.“

Eine wertvolle Ergänzung des Know-hows von WACKER als Vollservice-Anbieter ist die Expertise von SynCo bei der Produktion von Biopharmaka mit Lebendbakterien. Diese stellen eine vielversprechende neue Wirkstoffklasse dar, die innovative Therapien für schwere Erkrankungen und neue Impfstoffe ermöglicht, beispielsweise gegen Cholera.

Krebszelle im Blut: Auch Medikamente zur Behandlung von akuter lymphatischer Leukämie werden bei Wacker Biotech auf biopharmazeutischem Weg hergestellt.



## ZENTRALLAGER IN SÜDCHINA VERKÜRZT LIEFERZEITEN

WACKER eröffnet Güterverteilzentrum mit 10.000 Quadratmeter Lagerfläche in der Provinz Guangdong

Der Südchina-Hub von WACKER Greater China (WGC), ein Güterverteilzentrum in Foshan in der Provinz Guangdong, 22 Kilometer von der Provinzhauptstadt Guangzhou entfernt, hat offiziell seinen Betrieb aufgenommen. Durch eine Verlagerung des derzeit extern bei den Produktionsstandorten gelagerten Bestands in ein Zentrallager, das nahe beim Kunden liegt, will WACKER Greater China sich Wettbewerbsvorteile in Südostchina verschaffen. Der neue Hub, ein erweiterbares Lager mit einem Hochplattform- und Regalsystem, erstreckt sich über eine Fläche von 10.000 Quadratmetern und umfasst bis zu 10.000 Lagerorte.

40 Prozent des Absatzvolumens von WGC werden in der Provinz Guangdong generiert, vor allem in Guangzhou und den umliegenden Städten wie Shunde, Foshan und Shenzhen. „Durch den Transfer des Lagerbestands zu einem Hub in der Nähe werden wir die Vorlaufzeit für die Bearbeitung einer Bestellung verkürzen und so die Kundenzufriedenheit weiter verbessern“, sagte Paul Lindblad, President von WACKER Greater China, in seiner Rede zur Eröffnung.

Silicon- und Polymerprodukte, die an den Produktionsstandorten in Zhangjiagang und Nanjing hergestellt wurden, werden direkt an diesen Hub geliefert, in dem die Kunden ihre Ware entweder selbst abholen oder sich diese von WACKER liefern lassen können. Damit wird die Distanz zwischen den Produkten und Kunden in Südchina

von 1.700 auf 300 Kilometer verkürzt, wodurch die Vorlaufzeit für die Bearbeitung einer Bestellung von maximal 19 Tagen auf bis zu einem Tag verkürzt werden kann. Zudem wird für eine effiziente Auftragsabwicklung sowie eine genaue Erfassung des Bestands und des Lieferstatus im System ein SAP-Terminal mit allgemeinen Logistikfunktionen installiert.



Blick ins neue Zentrallager von WACKER in der Provinz Guangdong. Der Konzern generiert dort 40 Prozent seines Absatzes in China.

## NEUE ANLAGE FÜR FUNKTIONALE SILICONÖLE IN INDIEN ERÖFFNET

Wacker Metroark Chemicals baut Produktion am Standort Amtala aus

Die Wacker Metroark Chemicals Pvt. Ltd. erweitert ihre bestehende Siliconproduktion am Standort Amtala im Großraum Kalkutta um eine neue Hydrosilylierungsanlage zur Herstellung funktioneller Siliconöle. Die Anlage mit einer Jahreskapazität von mehr als 6.000 Tonnen wurde Mitte März eröffnet. Das Unternehmen trägt damit dem steigenden Bedarf an Spezialsiliconen in der Region Rechnung, die in der Textil- und Körperpflegeindustrie, für feste und flexible Polyurethanschäume sowie für agrochemische Anwendungen benötigt werden. Die Investitionssumme für die Anlage beläuft sich auf rund sechs Millionen Euro.

„Durch diesen Ausbau unserer Produktion erweitern wir unser Produktportfolio und können uns damit neue Märkte in den Wachstumsregionen Indien und Südostasien erschließen“, erklärte Dr. Christian Hartel, für Asien verantwortliches Vorstandsmitglied der Wacker Chemie AG. „Diese Investition unterstreicht das Engagement von WACKER auf dem indischen Markt und zeigt, dass unser Unternehmen seine technische Expertise und seine Kapazitäten in Asien kontinuierlich ausbaut.“

Bei der Hydrosilylierung handelt es sich um einen chemischen Prozess, bei dem an Silicone organofunktionelle Gruppen „angedockt“ werden,

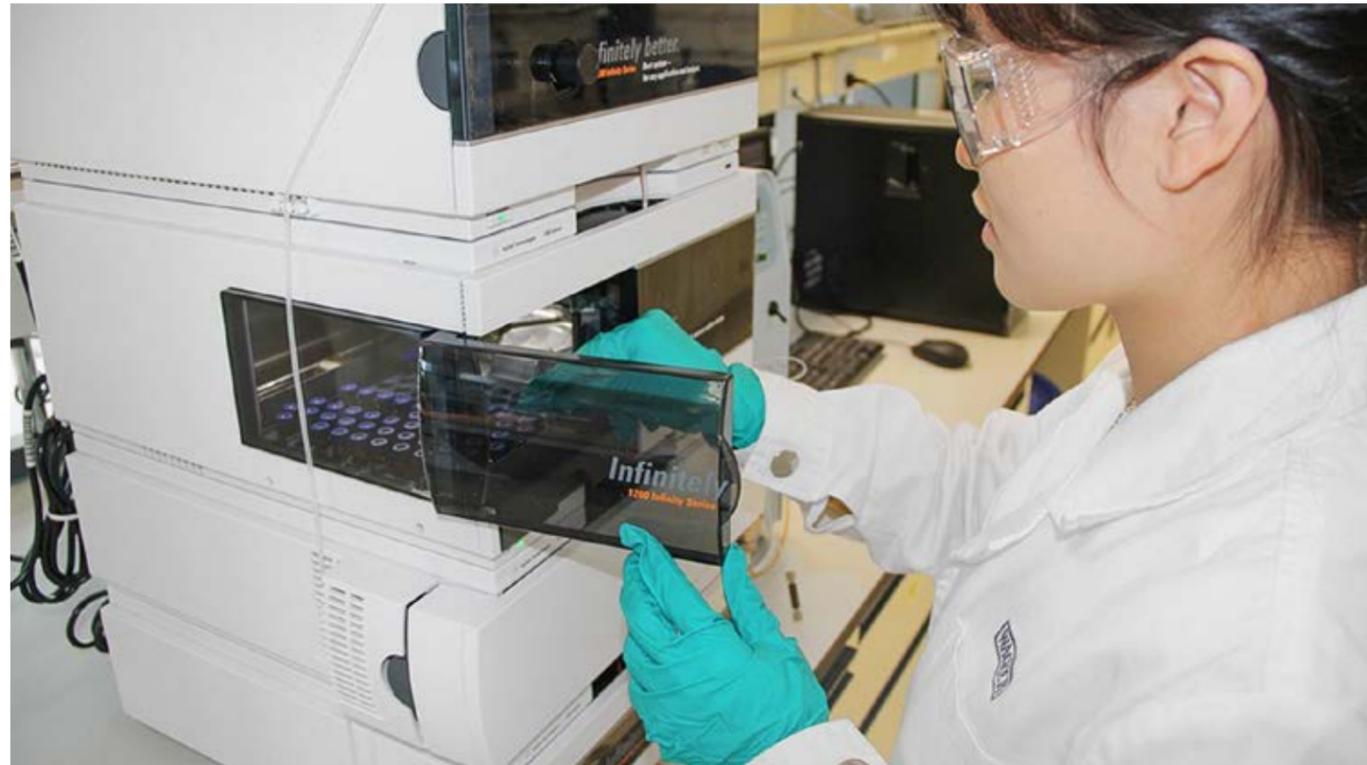
darunter Glykole, Olefine oder Ketone. Dies geschieht, um die Eigenschaften des Endprodukts zu beeinflussen und ein Siliconöl zum Beispiel hydrophob (wasserabweisend) oder hydrophil (wasseranziehend) auszurüsten.

Siliconprodukte, die aus der Hydrosilylierung hervorgehen, verringern die Unverträglichkeiten zwischen Ölen und Wasser und verbessern so die Kompatibilität mit organischen Systemen. Zweiter Anwendungsbereich für die neu in Amtala hergestellten Produkte sind Industrieschäume auf Polyurethanbasis, in denen funktionelle Siliconöle als Additiv für die Einstellung der Zellstruktur sorgen. Solche Schäume kommen in den Innenverkleidungen von Autos oder in Dämmmaterialien zum Einsatz. Auch in Körperpflegemitteln, etwa in Haarshampoos, Textilweichmachern und landwirtschaftlichen Anwendungen kommen Siliconöle und Siliconölemulsionen zum Einsatz.

„Unsere neue Hydrosilylierungsanlage gibt uns die Möglichkeit, vielversprechende neue Märkte zu adressieren, auf denen wir in Indien und Südostasien bislang nicht vertreten waren, zum Beispiel den Markt für funktionale Siliconöle mit seinen vielfältigen Absatzmöglichkeiten“, sagte Soumitra Mukherjee, Geschäftsführer von Wacker Metroark Chemicals.



Die neue Hydrosilylierungsanlage von Wacker Metroark Chemicals am Standort Amtala nahe Kalkutta.



Blick in das Analytik-Labor im Shanghai Technical Center. Die F&E-Labore für Silicone sowie das neue Anwendungslabor für die Nahrungsmittelindustrie werden in diesem Jahr fertiggestellt.

## WACKER BAUT PRODUKTIONS- UND F&E-KAPAZITÄTEN IN CHINA AUS

Konzern investiert wegen steigender Nachfrage 20 Millionen Euro in chinesische Standorte

Die Wacker Chemie AG erweitert in China ihre Produktionskapazitäten für Silicon- und Polymerprodukte sowie ihre Forschungs- und Entwicklung und baut so ihre Marktposition in der Region weiter aus. Für die Erweiterungen sind Investitionen von insgesamt 20 Millionen Euro vorgesehen.

Die Mittel fließen größtenteils in technische Maßnahmen zur Beseitigung von Produktionsengpässen und in den Ausbau von Kapazitäten. Ein Investitionsschwerpunkt ist der Siliconstandort Zhangjiagang. Durch den Bau einer neuen Produktionslinie können dort künftig mehrere Tausend Tonnen Festsilikonkautschuk zusätzlich gefertigt werden. Am Polymerstandort Nanjing sind verfahrenstechnische Verbesserungen bei der Herstellung von VAE-Dispersionen vorgesehen. Dadurch steigt die Produktionskapazität um bis zu 30.000 Tonnen im Jahr. Die angekündigten Ausbau- beziehungsweise Debottlenecking-Maßnahmen werden voraussichtlich in der zweiten Jahreshälfte 2018 abgeschlossen sein.

„Die Region Greater China ist einer der wichtigsten Absatzmärkte für uns. Mit einem Umsatz von über einer Milliarde Euro ist die Region, in der wir ein Viertel unseres Konzernumsatzes erwirtschaften, der größte

Binnenmarkt für WACKER“, sagte Vorstandsvorsitzender Dr. Rudolf Staudigl. Die Nachfrage nach Silicon- und Polymerprodukten in China nimmt seit Jahren stetig zu. Wegen der bereits hohen Auslastung der Produktionsanlagen seien zusätzliche Mengen aber kaum noch möglich. „Deshalb erweitern wir jetzt die Kapazitäten an unseren chinesischen Standorten Zhangjiagang und Nanjing.“

Paul Lindblad, Leiter der Landesgesellschaft WACKER Greater China, kündigte darüber hinaus eine Erweiterung der F&E-Einrichtungen in Shanghai an. Bis Ende 2018 entstehen in Shanghai zusätzliche Siliconlabore für die Entwicklung neuer Produkte und Anwendungen im Beschichtungs-, Bau- und Konsumgüterbereich. Im Zuge des Ausbaus wird auch das Labor für raumtemperaturvernetzende Siliconelastomere erweitert. Dort werden neuartige Kleb- und Dichtstoffe für die Baubranche und für Industrieanwendungen entwickelt. Ein anwendungstechnisches Labor für die wachsenden Ansprüche der Nahrungsmittelindustrie wird ebenfalls eingerichtet. „Die Erweiterung unserer F&E-Einrichtungen wird unsere Innovationsfähigkeit vor Ort deutlich stärken“, betonte Lindblad.



Das Gewinnerteam von WACKER: Ina Weber (N-Q-L1/NUN), Irina Seiler (S-B-TM-2/NUN) und Thomas Eigner (IT-FA-LP/BGH) mit Susanne Engl, Leiterin Ideenmanagement/BVW (v. l.).

## ERSTER PREIS BEIM IDEENMANAGEMENT

Verbesserungsvorschlag überzeugte Jury

Ein dreiköpfiges Team von WACKER gewann Ende Februar 2018 den ersten Preis in der Kategorie „Produktion und Technik“ beim diesjährigen Deutschlandkongress des ZI (Zentrum Ideenmanagement) in Fulda. Ina Weber und Irina Seiler (Produktion, Labor) aus Nünchritz sowie Thomas Eigner (IT) aus Burghausen überzeugten die Jury mit einer Lösung, dank derer sich jährlich Analysekosten im fünfstelligen Bereich einsparen lassen. Zudem trägt der Verbesserungsvorschlag dazu bei, dass die Laborergebnisse zur Bestimmung des sogenannten T-Gehalts im Siloxan den Betrieben künftig früher vorliegen. Den Einreicher gelang dies durch eine intelligente Kombination von parallel laufenden IT-Systemen, die zuvor nicht miteinander verbunden waren.

„Dieser Vorschlag ist ein schönes Beispiel für die organisatorische sowie zugleich standortübergreifende Zusammenarbeit und Ideenfindung im Konzern“, sagte Susanne Engl, Leiterin Ideenmanagement/BVW bei WACKER. „Unser Dank gilt den Mitarbeitern für ihre kreativen Ideen, aber auch den Führungskräften, die ihre Mitarbeiter ermutigten und bei der Umsetzung der Ideen unterstützten. Sie haben damit einen wesentlichen Beitrag zum Erfolg des eigenen Bereichs wie auch des Unternehmens geleistet.“

Mit den ZI-Ideen-Awards werden jährlich Mitarbeitende ausgezeichnet, die sich mit ihren Ideen um die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit ihres Unternehmens verdient gemacht haben. Das Zentrum Ideenmanagement (ZI) ist eine Interessengemeinschaft zur Förderung und Verbreitung des Ideen- und Innovationsmanagements in Deutschland. WACKER ist eines von 150 Mitgliedsunternehmen.



Im Technical Center Moskau mischt Laborassistentin Ekaterina Aleksandrova mithilfe eines Planetenmixers einen Niedermodul-Dichtstoff auf Basis von silanmodifiziertem Polyether.

## WACKER ERWEITERT TECHNICAL CENTER MOSKAU

Neues Labor für Kleb- und Dichtstoffe eröffnet

WACKER verstärkt seine Präsenz in Russland und baut das Serviceportfolio seines Technical Centers in Moskau aus. Der Konzern integriert ein neues Speziallabor zur Untersuchung von Kleb- und Dichtstoffen auf Basis von silanterminierten Polyethern (Hybridpolymeren), die vor allem in der Bauindustrie zum Einsatz kommen. Darüber hinaus wurden die Labore für Trockenmörtel-, Farb-, Beschichtungs- und Bausiliconanwendungen von der staatlichen russischen Akkreditierungsstelle als offizielle Testlabore akkreditiert.

„Der Markt für Dicht- und Klebstoffe in Russland hat ein hohes Potenzial. Uns ist es wichtig, unsere Kunden technisch so schnell wie möglich zu unterstützen und dabei den lokalen Marktanforderungen Rechnung zu tragen“, sagte Dr. Alexander Serov, Geschäftsführer von WACKER Russland, bei der Eröffnungsfeier.

Die neue Einrichtung von WACKER bietet die Möglichkeit, anspruchsvolle Formulierungen auf Basis lokaler Füllstoffe und Additive zu testen und zu entwickeln. Mit einem modernen Planeten- und einem asymmetrischen Zentrifugenmischer können Kleb- und Dichtstoffe unterschiedlicher Viskosität und Thixotropie hergestellt und mithilfe eines Rheometers charakterisiert werden. Die Laborausrüstung erlaubt darüber hinaus, Zugfestigkeit, Adhäsion, Scherfestigkeit und Shore-Härte der Produkte zu bestimmen.

Die bestehenden Labore für Trockenmörtel-, Farb- und Beschichtungs- sowie Bausiliconanwendungen im Technical Center Moskau wurden von der staatlichen russischen Akkreditierungsstelle als offizielle Testlabore nach GOST ISO/MEK 17025 akkreditiert. WACKER darf so künftig ein in Russland staatlich anerkanntes Protokoll über die Ergebnisse von Produktuntersuchungen ausstellen, auf dessen Basis Kunden Qualitätszertifikate für ihre Produkte beantragen können.



Professor Zhifeng Wang, der stellvertretende Vorsitzende des SolarPACES-Exekutivkomitees, überreichte den Innovationspreis an WACKER-Forschungsleiter Dr. Fridolin Stary, Royal Tech CSP-Strategiedirektor Dou Huaixin und WACKER-Projektleiter Erich Schaffer (v. l.).

## SILICONÖL FÜR SOLARTHERMIE-EINSATZ ERHÄLT INNOVATIONSPREIS

Technologienetzwerk prämiert WACKER und chinesisches Partnerunternehmen Royal Tech

WACKER und das chinesische Unternehmen Royal Tech CSP Limited, das sich auf die Entwicklung und Förderung von hocheffizienten solarthermischen Kraftwerken spezialisiert hat, sind mit dem Innovationspreis des Technologienetzwerks SolarPACES ausgezeichnet worden. Seit 2016 testen beide Unternehmen in einem Solarthermie-

kraftwerk in der Inneren Mongolei (China) ein neu entwickeltes und hoch hitzebeständiges Siliconöl als Wärmeträgerflüssigkeit für Parabolinnenkollektoren.

Professor Zhifeng Wang, stellvertretender Vorsitzender des Exekutivkomitees und Leiter für Solarthermie und Photovoltaik an der Chinesischen Akademie der Wissenschaften

in Peking, überreichte den Technologiepreis während der 23. SolarPACES-Konferenz in Santiago, Chile.

Die derzeit verwendeten Wärmetransportmittel bestehen meist aus aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen. Wegen ihrer eingeschränkten thermischen Belastbarkeit können sie bis höchstens 400 Grad Celsius



CSP-basierte Solarthermiekraftwerke – CSP steht für concentrated solar power – bündeln mittels verspiegelter Parabolinnenkollektoren das einfallende Sonnenlicht und erhitzen auf diese Weise das in einer Vakuumröhre fließende Wärmeträgeröl.

### SolarPACES

Solar Power and Chemical Energy Systems (SolarPACES) ist ein internationales Forschungsnetzwerk auf dem Gebiet der Solarthermie (englisch: concentrated solar power, CSP). 1977 gegründet, hatte die Plattform von Anfang an prägenden Einfluss auf die Erforschung neuer Technologien und Konzepte im Bereich der Solarthermie. Im Rahmen des Programms der Internationalen Energieagentur IEA zur technologischen Zusammenarbeit koordiniert SolarPACES die Forschung internationaler Solarthermieexperten. Dem Netzwerk gehören derzeit 19 Mitgliedsstaaten an.

eingesetzt werden. Auch Kälte ist ein Problem. Bei Außentemperaturen unter 12 Grad Celsius erstarren solche Flüssigkeiten, weshalb Solarkraftwerke oft mit Begleitheizungen ausgestattet werden.

Das neue Siliconöl, das WACKER unter dem Namen HELISOL® vertreibt, verkraftet hingegen Betriebstemperaturen bis zu 425 Grad Celsius und ist auch bei –40 Grad Celsius Kälte noch flüssig. Dadurch lassen sich deutlich höhere Wirkungsgrade und Energieausbeuten erzielen. Silicone spalten außerdem weniger Wasserstoff ab als herkömmliche Medien. Experten gehen deshalb von einer deutlich längeren Lebensdauer der Receiver aus, in denen das Öl zirkuliert.

„WACKER und Royal Tech ist es gelungen, die physikalischen Spielräume von Wärmeträgern für Solarkraftwerke in Sachen Hitze- und Tieftemperaturbeständigkeit zu vergrößern. Betreiber großtechnischer Anlagen können damit die Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit ihrer Anlagen deutlich erhöhen“, sagte Professor Wang.

Für WACKER nahmen Forschungsleiter Dr. Fridolin Stary und Projektleiter Erich Schaffer die Auszeichnung entgegen. „Dieses Siliconöl setzt Maßstäbe und macht die Solarthermie für Betreiber noch attraktiver – ökologisch wie ökonomisch“, sagte Dr. Stary.



In den Solarthermieröhren von Royal Tech ermöglicht das Siliconöl der Marke HELISOL® hohe Wirkungsgrade.



Piet van der Slikke (r.), CEO von IMCD, nahm die Auszeichnung in der WACKER-Hauptverwaltung von Vorstandsmitglied Auguste Willems (l.) entgegen.

## WACKER ZEICHNET DISTRIBUTOR IMCD AUS

Vertriebspartner setzt erstmals mehr als 100 Millionen Euro mit WACKER-Produkten um

Die Wacker Chemie AG hat ihren langjährigen Distributionspartner IMCD für dessen Leistungen in den letzten Jahren und den im Jahr 2017 mit WACKER-Produkten erreichten Umsatz von 100 Millionen Euro ausgezeichnet.

Das niederländische Unternehmen IMCD, ein weltweit führender Distributor von Spezialchemikalien, erzielte 2017 einen Umsatz von rund 1,9 Milliarden Euro und beschäftigt mehr als 2.200 Mitarbeiter in über 40 Ländern.

IMCD erhielt die Auszeichnung für die sehr erfolgreiche und langjährige Geschäftsbeziehung zu WACKER und den kontinuierlichen Ausbau des Geschäfts. Über viele Jahre wurde die Zusammenarbeit auf weitere Länder und Produktgruppen erweitert und gefestigt, sodass IMCD im vergangenen Jahr erstmals einen Umsatz von 100 Millionen Euro mit WACKER-Produkten erzielen konnte.

Gestartet wurde die Kooperation zwischen WACKER und IMCD 1999 in Westeuropa. Weltweit vertreiben 15 IMCD-Niederlassungen auf allen fünf Kontinenten Produkte von WACKER.

„IMCD ist beispielhaft dafür, wie aus einer guten Geschäftsbeziehung zu einem Vertriebspartner mittlerweile eine strategische Partnerschaft geworden ist, von der beide Partner in hohem Maße profitieren“, sagte WACKER-Vorstandsmitglied Auguste Willems.

# SILICONÖL AUF BASIS VON BIOMETHANOL

TÜV zertifiziert Einsatz nachwachsender Materialien bei WACKER. Günstigere CO<sub>2</sub>-Bilanz durch Verzicht auf fossile Rohstoffe



Siliconöle werden unter anderem in der Kosmetik- und Konsumgüterindustrie verwendet.

Das Prüf- und Zertifizierungsinstitut TÜV SÜD hat das Massenbilanzverfahren von WACKER zum Nachweis erneuerbarer Rohstoffe in der Siliconherstellung zertifiziert. Damit besitzt das Unternehmen ein anerkanntes Verfahren, um den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im gesamten Produktionsprozess bis zum Endprodukt nachzuverfolgen. Da WACKER seit April auch pflanzenbasiertes Methanol in der Produktion verwendet, ist der Konzern jetzt in der Lage, Siliconöle zu vermarkten, die ausschließlich mithilfe von Biomethanol hergestellt werden. Silicone, die mit biobasiertem Methanol hergestellt werden, sind chemisch identisch mit petrochemisch erzeugtem Methanol. Mit Biomethanol hergestellte Silicone besitzen allerdings eine deutlich günstigere CO<sub>2</sub>-Bilanz, da bei der Methanolproduktion keine fossilen Rohstoffe eingesetzt wurden.

Die Mitte März ausgestellten Zertifikate bescheinigen, dass das von WACKER in der Siliconherstellung eingesetzte Massenbilanzverfahren den Kriterien des TÜV-SÜD-Standards CMS 71 zur Nachverfolgbarkeit erneuerbarer Rohstoffe entspricht. Zertifiziert wurden unter anderem mehrere hoch- und niederviskose Siliconöle für die Kosmetik- und Konsumgüterindustrie. Laut Berechnungen von WACKER lassen sich pro Tonne Siliconöl rund 1,6 Tonnen Kohlendioxid einsparen.

„WACKER ist der erste Siliconhersteller, der den Einsatz von Biomethanol über sämtliche Produktionsstufen hinweg bis zum Endprodukt nachverfolgen kann“, betont Vorstandsmitglied Auguste Willems. „Durch den Einsatz unserer biobasierten Siliconöle können Kunden verstärkt nachhaltige Produkte anbieten, und auch die CO<sub>2</sub>-Bilanz verbessert sich signifikant.“

Siliconöl der Reihe BELSIL® eco: Der Zusatz „eco“ bedeutet, dass WACKER bei der Herstellung ausschließlich Silicium und nachwachsende Rohstoffe einsetzt.



## ERSTES ÖKO-SILICONÖL FÜR KOSMETIKPRODUKTE

**BELSIL® eco wird aus zertifiziertem Biomethanol hergestellt**

Mit BELSIL® eco bietet WACKER jetzt das erste Siliconöl für Kosmetikanwendungen, für das bei der Herstellung ausschließlich Silicium und nachwachsende Rohstoffe eingesetzt werden. WACKER ist derzeit der weltweit einzige Hersteller, der solche Siliconprodukte anbietet (siehe Beitrag links).

Die neue BELSIL® eco-Reihe umfasst aktuell sechs Siliconöle. Es handelt sich dabei um lineare, unmodifizierte Polydimethylsiloxane (Dimethicone), die sich durch eine niedrige Oberflächenspannung und gute Spreitungseigenschaften auszeichnen. Die Produkte decken den in der Kosmetik besonders wichtigen Viskositätsbereich zwischen 5 und 60.000 Centistokes (mm<sup>2</sup>/s) ab und eignen sich für die Formulierung von Pflegecremes, Lotionen, Sonnenschutzmitteln, Shampoos, Spülungen und anderen kosmetischen Präparaten.

Zu jedem BELSIL® eco-Produkt existiert ein Siliconöl, das auf petrochemisch erzeugtes Methanol zurückgeht. Chemisch betrachtet besitzen beide Produkte die gleiche Rohstoffbasis und die gleichen Eigenschaften. Deshalb lassen sich herkömmliche Siliconöle problemlos durch entsprechende BELSIL® eco-Produkte ersetzen. Technische Modifizierungen oder Rezeptur- beziehungsweise Formulierungsanpassungen sind folglich nicht erforderlich.

„Die Nachfrage nach ressourcenschonend hergestellten Rohstoffen für Kosmetikprodukte steigt kontinuierlich“, betont Dr. Robert Gnann, Geschäftsbereichsleiter von WACKER SILICONES. „Mit unserer neuen Produktlinie können wir diese Nachfrage sehr gut bedienen. Für BELSIL® eco verwenden wir zertifiziertes Biomethanol, das aus Pflanzenresten wie zum Beispiel Stroh oder Grasschnitt hergestellt wird.“

Da Biomethanol ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt wird, ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz von BELSIL® eco-Produkten günstiger als die von Siliconölen, die auf fossilen Rohstoffen basieren. Das Verfahren ist nach dem TÜV-SÜD-Standard CMS 71 zertifiziert (siehe Beitrag auf der linken Seite).

## TOP IN SACHEN NACHHALTIGKEIT

**Konzern erreicht EcoVadis Gold Level**

Um die Nachhaltigkeit in der Lieferkette zu verbessern, gründete die deutsche Chemieindustrie im Jahr 2011 die Initiative „Together for Sustainability“. Als Mitglied dieser Initiative bewertet WACKER nicht nur seine Lieferanten unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten, sondern unterzieht sich auch selbst einer externen Bewertung mittels der Plattform EcoVadis.

2018 erreichte der Konzern erneut das EcoVadis Recognition Level in Gold. WACKER verbesserte sein Ergebnis von 65 auf 72 Punkte und zählt damit zu den drei Prozent der am besten bewerteten Unternehmen.

Die Bewertung der Lieferanten erfolgt zum einen durch Assessments, wobei der Lieferant selbst einen Fragebogen auf der EcoVadis-Plattform ausfüllt und im Anschluss eine Bewertung erhält, sowie bei Audits, durchgeführt durch TFS-zertifizierte Audit-Unternehmen.

Der EcoVadis-Fragebogen basiert auf international anerkannten Nachhaltigkeitsstandards und den Prinzipien von Global Compact und Responsible Care®. Abgestimmt auf die Branche des Lieferanten werden 21 Kriterien aus den Bereichen Umwelt, Arbeitspraktiken und Menschenrechte, faire Geschäftsprinzipien und nachhaltiges Lieferkettenmanagement geprüft.

Spezialisten von EcoVadis analysieren die Angaben der Lieferanten, ergänzen sie durch eigene Recherchen und fassen die Ergebnisse als Scorecard zusammen. Bei allen Kategorien schnitt WACKER überdurchschnittlich ab und konnte sich insbesondere beim nachhaltigen Lieferkettenmanagement steigern. Somit kann WACKER seinen Kunden einen standardisierten und anerkannten Nachweis über die eigene Nachhaltigkeitsleistung bieten.



Siliconkautschuk vor der Auslieferung: Um die Nachhaltigkeit in der Lieferkette sicherzustellen, beteiligt sich WACKER an der Initiative „Together for Sustainability“.

# EINE OLYMPIAREIFE LEISTUNG

Die damals spektakulären Olympiabauten, die 1972 das Motto der „heiteren Spiele von München“ verkörperten, sollen jetzt zum Weltkulturerbe erklärt werden. Dass die Architekten ihre ehrgeizigen Ziele auch dank Dispersionspulvern von WACKER umsetzen konnten, ist ein wenig bekannter Teil der Geschichte.



Das olympische Dorf im Norden von München: Die städtebaulich intelligent konzipierte Anlage gehört bis heute zu den begehrten Wohngegenden der Stadt.

## „Wohnen im Olympiadorf ist Kult.“

**O**lympisches Dorf München, 1-Zimmer-Apartment, 9. Obergeschoss, Wohnfläche rund 33 Quadratmeter: Anfang des Jahres war es für 195.000 Euro zu kaufen. Ein stolzer Preis für eine Wohnung, die sich – dem Namen Dorf zum Trotz – in einer der typischen und in vielen Städten eher unbeliebten Großsiedlungen der frühen 1970er-Jahre befindet. Auf den ersten Blick sieht der Besucher viel Beton in Großtafelbauweise und eine stark verdichtete Bauweise. Auf den zweiten Blick aber offenbaren sich die hohen städtebaulichen Qualitäten dieser Siedlung: „Wohnen im Olympiadorf ist Kult“, stellt der „Immobilienreport München“ fest. Rund 6.000 Menschen leben hier gut und gern, und das seit vielen Jahrzehnten – rund

90 Prozent aller Umzüge finden nur innerhalb der Siedlung statt.

Seit 1997 steht das Münchner Olympiadorf unter Denkmalschutz, genau wie das Olympiastadion, das sich mit seinem spektakulären Zelt Dach in südlicher Richtung anschließt. Den Vereinen „Einwohner-Interessen-Gemeinschaft Olympisches Dorf“ und „Aktion Welterbe Olympiapark“ geht das sogar nicht weit genug: Sie möchten, dass der Olympiapark mit Stadion und Dorf – nach Ansicht der Fachzeitschrift „Bauwelt“ das „bedeutendste Bauensemble“, das die Bundesrepublik Deutschland geschaffen habe – auf die Liste des UNESCO-Weltkulturerbes gesetzt wird. Ende 2017 hörte dazu der Münchner Stadtrat Experten an, die sich fast alle für eine entsprechende Bewerbung der Stadt aussprachen.



München hat es besser als die meisten bisherigen Olympiastädte geschafft, sein olympisches Gelände nach den Spielen zu nutzen. Vor 50 Jahren, nachdem das Architekturbüro Behnisch & Partner gerade den Architektenwettbewerb für das Gesamtkonzept des Olympia-Ensembles gewonnen hatte, hätten das wohl die wenigsten für möglich gehalten. Skeptiker zweifelten sogar daran, dass die spektakuläre Konstruktion aus Acrylglas überhaupt realisierbar sei. „Nicht nur beim Zeltdach, sondern auch beim Beton und beim Mörtel galt es, Dinge zu bewältigen, die so noch niemand zuvor bewältigt hatte“, erinnert sich Karl-Heinz Kranz, heute 77 Jahre alt.

1968, als die ersten Erdarbeiten im späten Olympiapark begannen, war auch für ihn

persönlich ein wichtiges Jahr: Das Unternehmen Ardex, ein Hersteller von bauchemischen Produkten mit Sitz im nordrhein-westfälischen Witten, stellte den gelernten Maurer, Fliesenleger und Estrichleger-Meister an. Ardex und mit ihm Karl-Heinz Kranz spielten später beim Bau des Olympiageländes eine zwar kleine, aber trotzdem wesentliche Rolle, die in den folgenden Jahren das Spektrum der Trockenmörtel-industrie immens erweiterte.

#### LICHT UND TRANSPARENT

Mit ihrer lichten, transparenten und im Fall des Olympiastadiums geradezu beschwingten Architektur sollten die Münchner Olympiabauten für „heitere Spiele“ stehen – so der damalige Chef des Nationalen Olympischen

Bei den Olympiabauten, einem bundesdeutschen Prestigeprojekt, wurde hochwertiger Beton verwendet, der auch nach mehr als 40 Jahren noch gut dasteht.

Die kleinteiligen Reihenhäuser, die von Studenten bewohnt werden, und die Terrassenhäuser mit ihren großen Südbalkonen machen den hohen Wohnwert der Anlage aus.



Komitees, Willi Daume. Die bislang einzigen Sommerspiele, die nach dem Zweiten Weltkrieg in Deutschland stattfanden, wollten der Welt ein neues, freundliches und weltoffenes Gesicht präsentieren. Die Ausrichtung der Olympischen Spiele wurde damals als kollektive nationale Kraftanstrengung betrieben und von fast allen Münchnern einhellig mitgetragen.

Zu den vielen Tausend Fachleuten, die innerhalb von nicht einmal fünf Jahren das komplett neue Olympiagelände im Münchner Norden buchstäblich aus dem Boden stampften, gehörte auch Karl-Heinz Kranz. Er bekam die Aufgabe, eine tragende Betonsäule zu sanieren,

in der Löcher und Risse entdeckt worden waren. Die Olympiabauleitung durfte davon nichts mitbekommen, denn sie hatte die Devise ausgegeben, dass auf der Baustelle nichts ausgebessert werden dürfe. Tatsächlich hatte sie bei einer fehlerhaften Betonwand auch schon angeordnet, diese einzureißen und neu zu errichten. „Bei der Säule standen drei Monate Verzögerung und einige Hunderttausend D-Mark auf dem Spiel“, erinnert sich Kranz.

#### SPACHELMASS E IM GEPÄCK

Der Ardex-Fachmann wurde eingeflogen – und griff vor Ort zum zementbasierten

Betonspachtel Arducret B12. Dieses Ardex-Produkt, das Kranz mitentwickelt hatte, stand erst seit wenigen Monaten zur Verfügung. Es enthielt Dispersionspulver aus Vinylacetat-Ethylen-(VAE-)Copolymer, das ebenfalls erst seit Kurzem von WACKER produziert wurde.

„Das VAE-Copolymer wirkt im Mörtel neben dem starren Zement als zweites flexibles Bindemittel“, erklärt Dr. Peter Fritze, der bei WACKER ein anwendungstechnisches Labor im Bereich Baupolymere leitet. Dadurch erhöhe es zugleich Kohäsion und Flexibilität dieses speziellen Mörtels. Zudem verringere die Polymer-Modifizierung den Wasseranspruch des Betonspachtels, was einen geringeren Schwund zur Folge habe. „Dank dieser verbesserten Eigenschaften ist der Betonspachtel in der Lage, Fehlstellen im Beton dauerhaft zu sanieren“, betont der WACKER-Chemiker.

Anfang der 70er-Jahre waren polymer-modifizierte Spachtelmassen für Beton noch Neuland. Karl-Heinz Kranz machte sich dennoch ans Werk. „Luftverhältnisse und Sonne

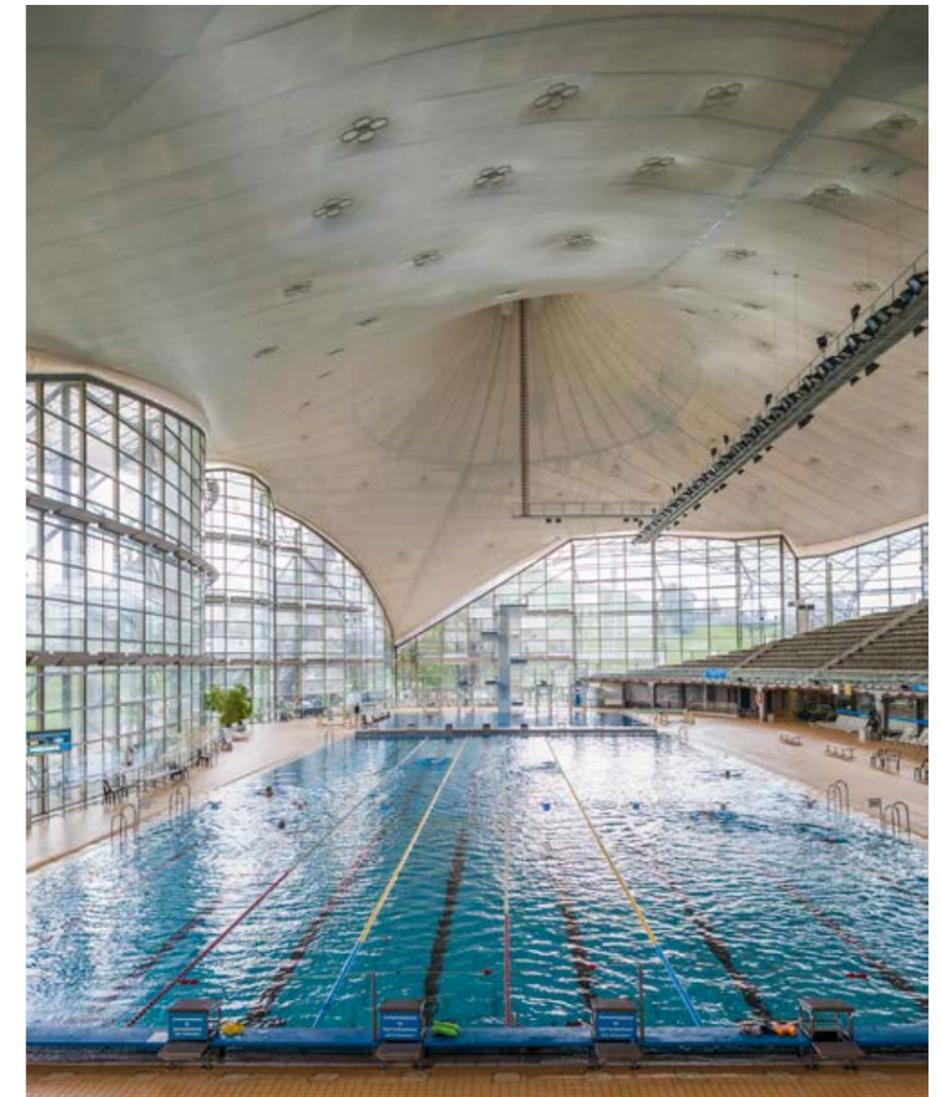
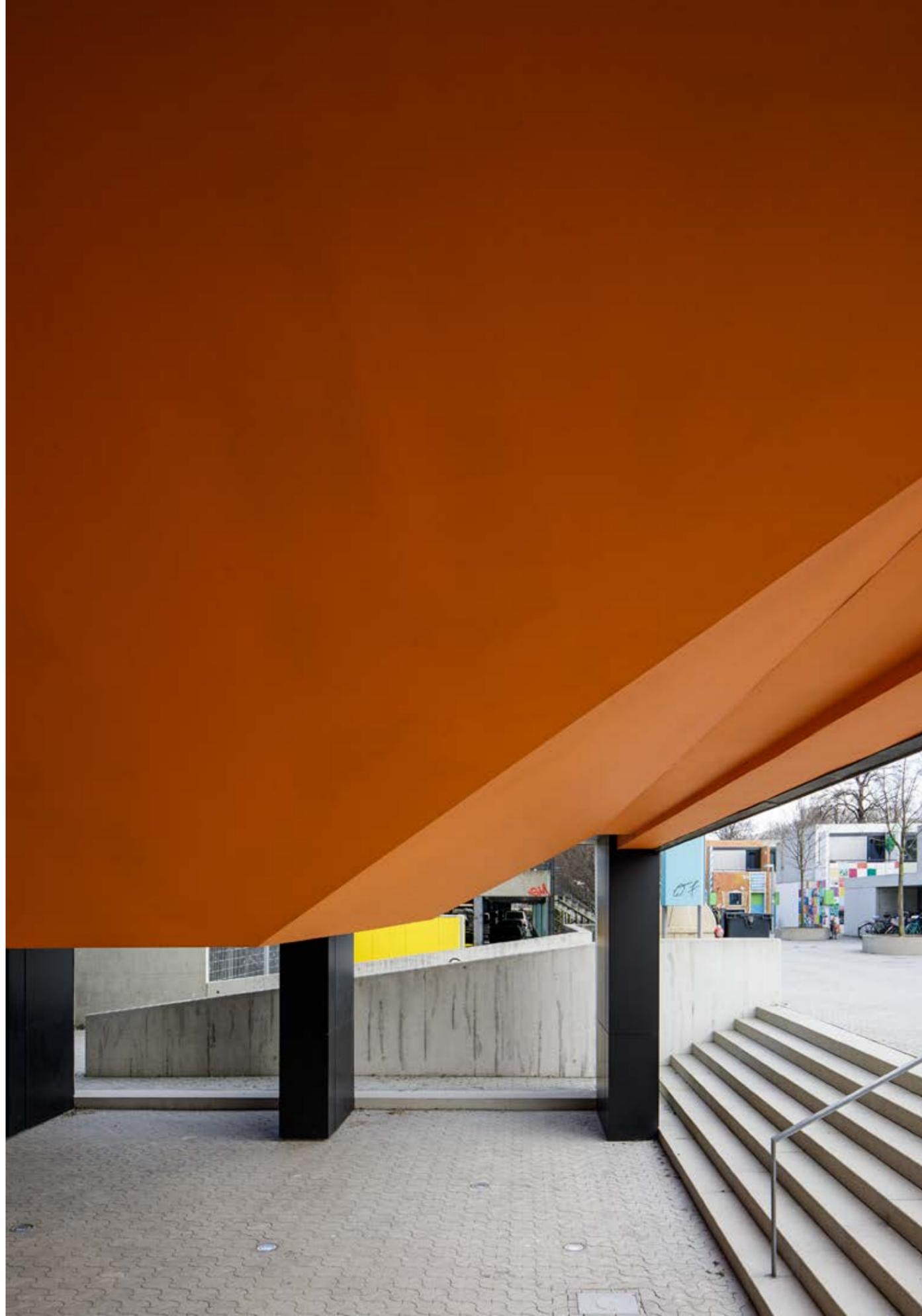
### „Wie gut das ist – fast besser als der Beton.“

spielten mit. Trotzdem bin ich erst am Abend unten an der Stütze angekommen und war gerade am letzten Strich mit der Kelle, als es hieß: ‚Weg von der Säule – die Bauleitung kommt‘“ erinnert er sich.

#### DURCHBRUCH AUF DER BAUSTELLE

Ein Vertreter der Bauleitung habe sich aber nicht hinters Licht führen lassen. An seine Kollegen gewandt habe er ausgerufen: „Die haben ausgebessert. Aber schaut euch mal an, wie gut das ist – fast besser als der Beton.“ Kranz sieht in dieser Szene den Durchbruch für die Ardex-Betonspachtel auf der Olympiabaustelle.

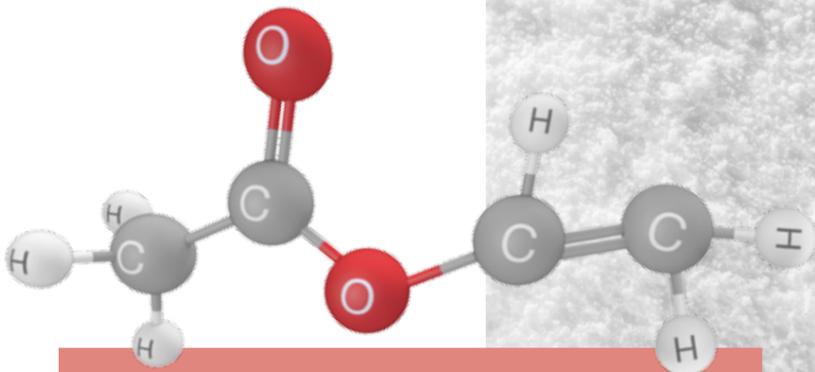
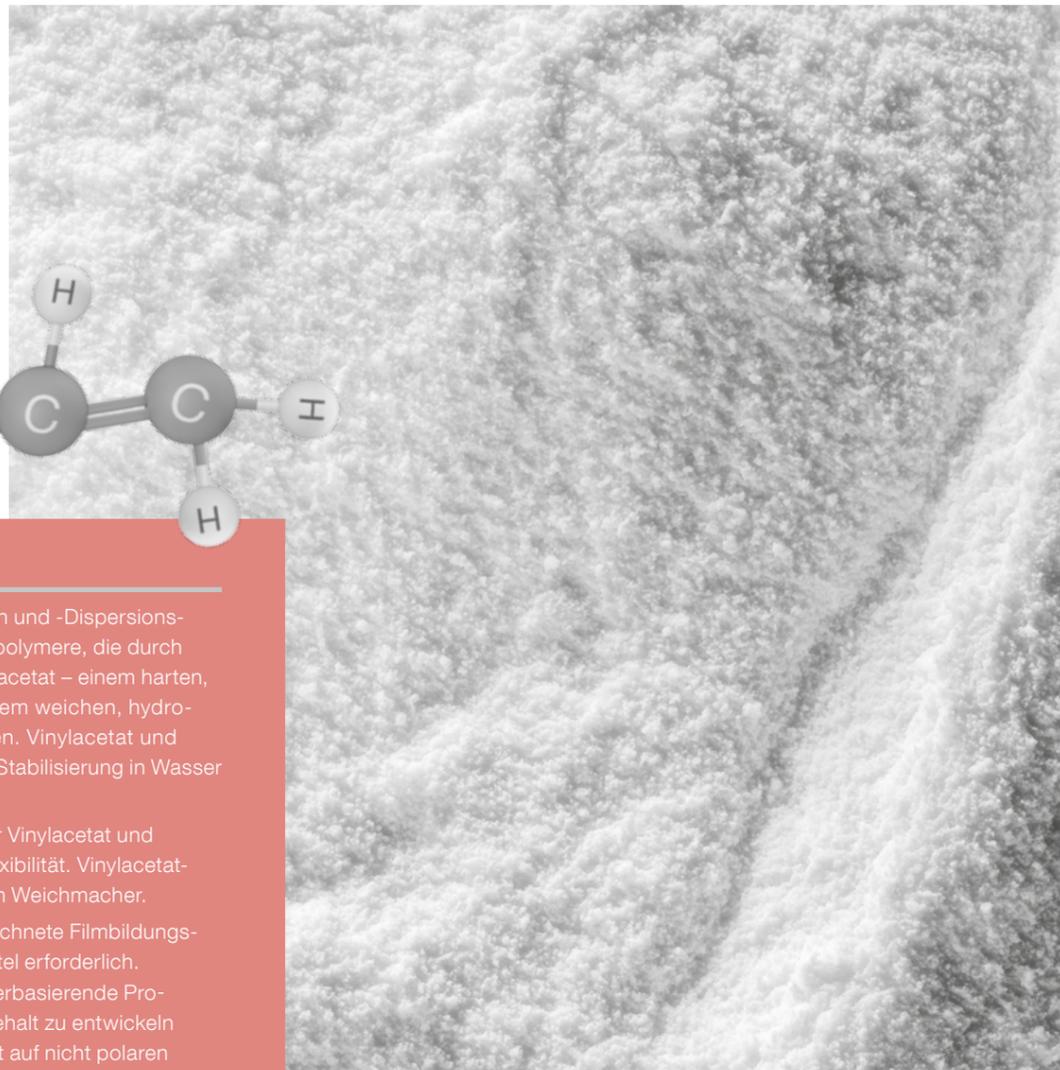
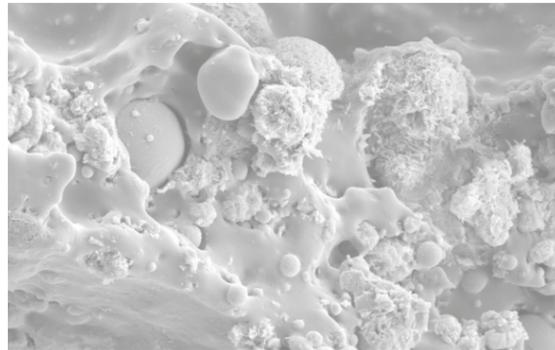
Ein anderes Ardex-Produkt, das zum Einsatz kam, war der Fliesenkleber Ardurit X7G. Auch an



Die lichte und transparente Architektur der Olympiabauten, wie hier zum Beispiel in der Schwimmhalle, sollte für eine gute Atmosphäre bei den Olympischen Spielen sorgen.

Das Farbkonzept für die Olympiabauten wurde von dem bekannten Münchner Designer Otl Aicher erarbeitet, der als Gestaltungsbeauftragter von Olympia 1972 wirkte.

Polymervergüteter Zementmörtel unter dem Rasterelektronenmikroskop: Die VAE-Polymere sind flächig auf dem Bild zu sehen. Sie wirken als Bindemittel und erhöhen zugleich die Flexibilität des abgebindenen Mörtels.



### VAE

Vinylacetat-Ethylen-(VAE-)Dispersionen und -Dispersionspulver der Marke VINNAPAS® sind Copolymere, die durch die Emulsionspolymerisation von Vinylacetat – einem harten, polaren Monomer – und Ethylen – einem weichen, hydrophoben Monomer – hergestellt werden. Vinylacetat und Ethylen werden dazu unter kolloidaler Stabilisierung in Wasser und unter hohem Druck polymerisiert.

Ethylen ist ein idealer Weichmacher für Vinylacetat und verleiht VAE-Polymeren dauerhafte Flexibilität. Vinylacetat-Ethylen benötigt daher keinen externen Weichmacher.

VAE-Polymere verfügen über ausgezeichnete Filmbildungseigenschaften – es sind keine Lösemittel erforderlich. Das ermöglicht es Formulierern, wasserbasierende Produkte mit möglichst geringem VOC-Gehalt zu entwickeln und herzustellen. Zudem haften sie gut auf nicht polaren Substanzen. Die Glasübergangstemperatur variiert von +25 bis -25 Grad Celsius in Übereinstimmung mit dem Ethylengehalt.

seiner Entwicklung war Kranz wesentlich beteiligt. „Dieses Produkt, heute würde man es als Flexkleber bezeichnen, war hoch mit VAE-Copolymer angereichert“, berichtet Kranz.

### WASSER WANDERT AUS

Bis dahin wurden die Fliesen weltweit in eine mindestens 1,5 Zentimeter dicke Mörtelschicht eingelegt, die fast ausschließlich aus Zement, Sand und Wasser bestand – diese Methode wird als Dickbettverfahren bezeichnet. „Solch ein erdfeuchtes Material lässt sich allerdings nur schlecht verarbeiten und mit dem Spachtel kaum in einer dünnen Schicht aufbringen“, berichtet Dr. Fritze aus der WACKER-Anwendungstechnik. Zudem neige der Mörtel zum „Bluten“, das heißt, das enthaltene Wasser wandere an die Oberfläche des Mörtels beziehungsweise es werde vom Untergrund aufgesogen. „Insbesondere bei einer dünnen Mörtelschicht kann dies dazu führen, dass der Zement nicht ausreichend abbinden kann“, fährt Fritze fort. Nur wenn die Mörtelschicht einige Zentimeter dick sei, verbleibe darin genügend Wasser, um eine ausreichende Erhärtung des Klebe-Mörtels zu ermöglichen.

Die Dickbetttechnik war ebenso fehleranfällig wie zeitraubend. „Die VAE-Polymere ermöglichten es uns erstmals, Zementmaterialien zu Schichten zu verarbeiten, die weniger als einen halben Zentimeter dünn waren“, berichtet der ehemalige Ardex-Mitarbeiter Karl-Heinz Kranz. Sie verbesserten die Haftung der Fliesen am Untergrund und halfen, auftretende Spannungen abzubauen. Die Dünnbetttechnologie, der heutige Standard, war geboren. „Die Flächenleistung von Fliesenlegern stieg mit

Das Dünnbettverfahren beim Fliesenlegen mit Mörtelschichten von weniger als einem halben Zentimeter hat sich weltweit als Standard durchgesetzt: Die VAE-Polymere verbessern die Haftung der Fliese auf dem Untergrund und helfen, auftretende Spannungen abzubauen.





Die Eröffnungsfeier der Olympischen Spiele in München am 26. August 1972: Das Olympiastadium mit seinem geschwungenen Polyacrylglassdach galt damals als wegweisend.

## „VAE-Copolymere wirken im Mörtel neben dem starren Zement als ein zweites, flexibles Bindemittel.“

Dr. Peter Fritze, Anwendungstechnik  
Construction Polymers, WACKER POLYMERS

dieser Technologie deutlich, was angesichts steigender Arbeitslöhne ein enormer Vorteil war“, ergänzt Peter Fritze.

Das Aufkommen von dichtgebrannten Feinsteinzeug-Fliesen mitsamt ihrer verringerten Porosität und der damit erhöhten Beständigkeit gegenüber Frost erforderte polymerhaltige Fliesenkleber wie den Ardurit X7G. „Mit dem Mörtel des alten Dickbettverfahrens könnte man diese Fliesen gar nicht verlegen“, erklären Fritze und Kranz unisono. Denn sie würden sich sehr schnell wieder vom Boden oder von der Wand lösen. Ohne polymervergütete Fliesenkleber sei



Die 72.800 Quadratmeter große Dachlandschaft besteht aus Seilnetzen, die an bis zu 80 Meter hohen Pylonen aufgehängt und mit Acrylglasplatten verkleidet sind.

es nicht möglich, diese Fliesen dauerhaft zu verkleben.

„Durch den Einsatz der neuen Technologie und der neuen Produkte auf der Olympiabau-stelle wurde mein Name nach den Olympischen Spielen in Fachkreisen schnell bekannt“, erzählt Karl-Heinz Kranz weiter. Das war der Start in ein äußerst erfolgreiches Berufsleben: Handwerksinnungen aus ganz Deutschland fragten ihn für Vorträge an, Ardex beförderte ihn zum Technischen Leiter der Sparte Fliesen und Estrich und er absolvierte neben seiner Berufstätigkeit noch ein Studium zum Diplom-Bauingenieur. Zudem wurde er Sachverständiger – eine Tätigkeit, die er

nach seinem altersbedingten Ausscheiden beim Unternehmen Ardex bis heute ausübt.

### HAFTUNG FÜR JAHRZEHNTE

Viele der Fliesen, die Anfang der 1970er-Jahre in den Küchen und Bädern der Wohnungen im Olympiadorf verlegt wurden, existieren dort immer noch – festgeklebt wie eh und je. Und auch die Säulen im Olympiastadion haben so manchen Ansturm überstanden: die Fußballweltmeisterschaft im Jahr 1974, jahrzehntelange Spiele des FC Bayern München und die Rolling Stones, die dort bereits sieben Mal auf der Bühne standen. ■

### KONTAKT

Mehr Informationen zum Thema erhalten Sie von

**Dr. Peter Fritze**  
Senior Technical Service Manager  
Construction Polymers  
WACKER POLYMERS  
Tel.: +49 8677 83-6999  
peter.fritze@wacker.com

# DAMIT DIE RÄDER WEITERROLLEN

In einem groß angelegten Konzernprojekt prüft die Deutsche Bahn Einsatzmöglichkeiten des 3D-Drucks, um kritische Bauteile kostengünstig und qualitativ hochwertig nachfertigen zu können. Wegen ihrer außerordentlich hohen Beständigkeit und ihres breiten Einsatzspektrums gehören Siliconkautschuke zu den besonders interessanten Materialien, die sich derzeit in der Evaluation befinden.

Am Nürnberger Bahnhof: Bei der Deutschen Bahn sind über 100 verschiedene Zugtypen unterschiedlichster Baujahre täglich im Einsatz – und nicht für alle gibt es noch Ersatzteile auf Lager.



Membranen aus Siliconkautschuk, die mit dem 3D-Druckverfahren von ACEO® hergestellt wurden. Diese Membranen werden für die Bremsen von Zügen benötigt.

„Wir haben über 100 Jahre Eisenbahngeschichte zu bewältigen. Das beginnt mit rund zehn verschiedenen Herstellern und endet bei über 100 verschiedenen Zügen und Bauarten.“

Florens Lichte, Leiter Konzernprojekt 3D-Druck, Deutsche Bahn AG

Die Deutsche Bahn AG (DB AG) unterhält ein Streckennetz von 33.400 Kilometer Länge, das jeden Tag von rund 40.000 Zügen befahren wird. Um die Mobilität dieser Flotte auf den Schienen zu gewährleisten, bedarf es einer ausgeklügelten Logistikkette und der ständigen Verfügbarkeit der notwendigen Komponenten.

Allein das Netz umspannt Fahrweg, Oberbau, Gleisbett, Oberleitung und Energieversorgung. Und der heterogene Fahrzeugpool ist nicht minder komplex, wie Florens Lichte, Leiter Konzernprojekt 3D-Druck bei der Deutschen Bahn, erklärt: „Wir haben insgesamt über 100 Jahre Eisenbahngeschichte zu bewältigen. Das beginnt mit rund zehn verschiedenen Herstellern und endet bei über 100 verschiedenen Zügen und Bauarten.“ Allein der ICE fährt seit 1989 mittlerweile in der vierten Generation. „Die Materialversorgung insbesondere im Bereich Ersatzteile ist damit eine unserer größten Herausforderungen“, betont Lichte.

### SUCHE NACH NEUEN WEGEN

Um diese Aufgaben auch in Zukunft bewältigen zu können, startete die DB AG im Jahr 2015 das Konzernprojekt 3D-Druck. Es vereint über alle Sparten die Suche nach neuen Wegen, um Mobilität und Logistik mittels dieser innovativen Fertigungsmethode sicherstellen zu können. Dazu zählt auch der 3D-Druck mit Siliconkautschuken, wie ihn das WACKER-interne Start-up ACEO® anbietet.

Als Pate fungiert der Instandhaltungsbereich unter der Projektleitung von Florens Lichte, der bereits bei seinem Einstieg 2014 ein erstes 3D-Projekt realisierte. Damals druckte er einfache Mantelhaken, wodurch

eine erste Berührung mit dem Thema erfolgte. Aus den ersten Mantelhaken wurden unter seiner Ägide allein im Jahr 2016 rund 50 weitere Anwendungen, von denen insgesamt 1.000 3D-gedruckte Teile gefertigt wurden. Im Jahr 2017 hat sich diese Stückzahl bereits verdoppelt und für 2018 steht ganz klar das Ziel von 15.000 Stück im Raum.

Weshalb ausgerechnet das Eisenbahngeschäft ein Auge auf den 3D-Druck geworfen hat, wird klar, wenn man einen Einblick in die Vielzahl der Einsatzmöglichkeiten bekommt. So sind bei der Bahn nach wie vor 800 vollkommen mechanisch betätigte Stellwerke im Einsatz, deren aufwendige Modernisierung sich häufig schlichtweg nicht lohnt.

### KONTAKT

Mehr Informationen zum Thema erhalten Sie von

**Dr. Bernd Pachaly**  
Leiter 3D-Druck ACEO®  
WACKER SILICONES  
Tel.: +49 8677 83-2716  
bernd.pachaly@aceo3d.com



Blick in ein Kontrollzentrum der Deutschen Bahn: Die hohe Komplexität dieses Verkehrssystems, das nicht nur Züge, sondern auch Fahrwege, Oberleitungen, Bahnhofsbauten und vieles mehr umfasst, macht es für die individuelle Ersatzteilbeschaffung im 3D-Druck besonders interessant.



### SPEZIALISIERT AUF BREMSKOMPONENTEN

Blick ins Instandhaltungswerk der Deutschen Bahn im hessischen Fulda (Foto oben): Das Werk wurde vor 150 Jahren als Eisenbahn-Reparaturwerkstatt direkt am Hauptbahnhof eröffnet. Heute ist es ein hoch spezialisiertes Kompetenzzentrum für Bremskomponenten (Foto unten). 584 Mitarbeiter überprüfen, reparieren und modernisieren Bremsen unterschiedlicher Bauart, die in allen anderen DB-Werken deutschland- und europaweit bei externen Kunden eingebaut werden. Außerdem entwickeln und bauen sie eigene Prüftechnik, die auch mobil eingesetzt werden kann. Die dort hergestellten Bremsprüfgeräte sind zum Beispiel in Algerien, Italien, Kuba, der Schweiz oder in Russland im Einsatz.

Sowohl für die Infrastrukturanlagen als auch für die Fahrzeugflotte gilt es, ständig Ersatzteile vorzuhalten, die jedoch häufig aus verschiedensten Gründen nicht mehr wiederbeschafft werden können – sei es durch die Einstellung der Produktion oder den Konkurs des Lieferanten. Eine besonders große Lücke ergibt sich in der Versorgungskette, wie Lichte beschreibt: „Gerade bei der Alttechnik stoßen wir immer wieder auf Ersatzteilprobleme. Ein Zug hat eine Abschreibungsdauer von 25 Jahren, während die Nutzungsdauer nicht selten bei 40 bis 50 Jahren liegt. Die Ersatzteilversorgung wird in der Regel jedoch nur über einen Zeitraum von 15 Jahren vom Hersteller garantiert.“

Das Team um Florens Lichte muss sich im Rahmen des Projekts mit verschiedenen Materialien und Herstellungstechnologien befassen. Der komplette 3D-Druck-Markt wird regelmäßig auf neue Technologien und ihren Reifegrad hin gescreent. Gerade bei der Teileidentifikation und den Qualifikationsanforderungen stoßen die meist jungen Unternehmen schnell an ihre Grenzen. Die Teile müssen normativen Standards entsprechen, damit sie auch im aktiven Betrieb eingesetzt werden können. Aktuell sind zwei Materialengruppen aktiv bei der Deutschen Bahn im Einsatz: Metalle und organische Kunststoffe.

Dabei stellt Kunststoff das am meisten verwendete Material bei Teilegrößen von bis zu 60 Zentimetern im industrialisierten Bereich dar. Bislang nutzt die DB AG vorwiegend Polyamide oder Polyetherimide, die oftmals noch mit Additiven versehen sind, um sie flammfest auszurüsten. Verbaut werden die „gedruckten“ Ersatzteile vor allem in nicht sicherheitskritischen Anwendungen im Maschinenraum, aber auch im Fahrgastbereich, zum Beispiel für Kopfstützenschalen, Gehäuseabdeckungen oder Klemmstücke für Sonnenschutzrollos.

Besonders für Anwendungen, bei denen die Kunststoffe deutlich höheren Belastungen ausgesetzt sind, eignen sich Siliconelastomere.

Dabei handelt es sich um formfeste, aber elastisch verformbare Kunststoffe, die sich bei Zug- und Druckbelastung – nicht anders als Kunststoffe auf organischer Basis – verformen und danach wieder ihre ursprüngliche Form annehmen. Siliconelastomere weisen aber gegenüber organisch basierten Kunststoffen deutliche Vorteile bei Stabilität und Resistenz gegenüber diversen Einflussfaktoren auf, weshalb die DB AG derzeit gerade ihre Verwendung im 3D-Druck intensiv prüfen lässt. So zeichnen sich Silicone durch eine sehr hohe Thermo- und thermooxidative Beständigkeit aus. Sie verfügen zudem über eine geringere Empfindlichkeit gegenüber elektromagnetischer oder UV-Strahlung und halten auch Kontakt zu heißem Wasser oder Wasserdampf stand. Das macht sie besonders für sicherheitskritische Anwendungen interessant.

„Insbesondere für Bremskomponenten ist es sehr schwierig, Ersatzteile wie Membranen zu bekommen. Wir haben dies als Chance für unser Projekt identifiziert und sind beim Marktscreening auf ACEO® als einen der wenigen ernst zu nehmenden Partner gestoßen, die solche Elastomerteile anbieten“, sagt Lichte.

#### START-UP IM KONZERN

Bei ACEO® handelt es sich um ein internes Start-up der Wacker Chemie AG, das sich auf den 3D-Druck von Siliconkautschuken spezialisiert hat. Mit rund 3.000 Standard-Siliconprodukten und mehr als 70 Jahren Know-how in diesem Bereich zählt WACKER zu den weltweit größten Siliconherstellern und ist darüber hinaus Marktführer in wichtigen Teilsegmenten. Unter der Leitung von Dr. Bernd Pachaly, dem Projektmanager von ACEO®, entwickelte ein Expertenteam des Konzerns seit 2014 nicht nur die Siliconelastomere für den Druck, sondern auch die nötige Hardware und Software, um solche Teile ganz nach den individuellen Anforderungen der Kunden herstellen zu können.

„Unser Anspruch war von Anfang an, dass wir für den 3D-Druck Silicone mit den gleichen

„Insbesondere für Bremskomponenten ist es sehr schwierig, Ersatzteile wie Membranen zu bekommen. Wir haben dies als Chance für unser Projekt identifiziert und sind beim Marktscreening auf ACEO® gestoßen.“

Florens Lichte, Leiter Konzernprojekt 3D-Druck, Deutsche Bahn AG

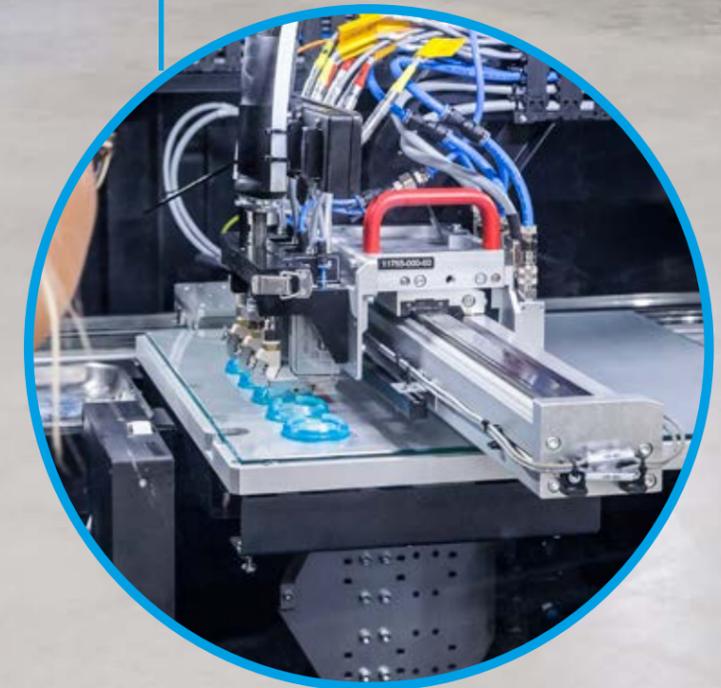


Das Druckverfahren von ACEO® erlaubt es, Produktmuster in den individuell vom Kunden gewünschten Formen anzufertigen, solange diese eine gewisse Größe nicht überschreiten.



#### 3D-DRUCK MIT SILICONEN

Blick in die Produktionshalle von ACEO® in Burghausen: Zwei Mitarbeiter fertigen an den computergesteuerten Druckmaschinen Produkte aus Siliconkautschuk. Die Maschinen sowie die Steuerungssoftware wurden eigens für das patentierte 3D-Verfahren von ACEO® entwickelt.





Ein Teil der Qualitätskontrolle besteht in der geometrischen Vermessung der Bauteile. Dazu setzen die Labormitarbeiter von ACEO® ein Messmikroskop ein, das kleinste Details erkennen lässt.

Eigenschaftsprofilen formulieren wollen, wie sie auch unsere Elastomere haben, die auf herkömmlichem Weg verarbeitet werden, etwa im Spritzguss“, betont Dr. Pachaly. „Silicone für den 3D-Druck müssen ebenso Druck, Hitze und anderen Belastungen standhalten können wie herkömmliche Silicone.“

#### CAD-DESIGNS HOCHLADEN

Beim Geschäftsmodell aber ging ACEO® komplett neue Wege, weshalb das Projekt 2016 einen besonderen Status als internes Start-up innerhalb der Wacker Chemie AG erhielt. Mit dem ersten Onlineshop für 3D-gedruckte Silicone können Produktdesigner ihre CAD-Designs einfach hochladen und erhalten dann binnen ein paar Tagen ihr 3D-gedrucktes Siliconteil weltweit geliefert. Das Open Print Lab von ACEO® in Burghausen bietet Kunden darüber hinaus die Möglichkeit, sich direkt vor Ort mit

der Technologie vertraut zu machen und sogar am Ende der individuell auf ihre Bedürfnisse zugeschnittenen Workshops selbst Testteile zu produzieren. „Um den Kunden die nie vorher da gewesenen Möglichkeiten unserer Technologie näherbringen zu können, ist der kontinuierliche Austausch und der daraus entstehende Lernprozess ebenso essenziell wie Pioniergeist“, betont Projektmanager Pachaly.

Aus einem ersten Kontakt ergab sich im Herbst 2017 ein gemeinsamer Workshop im Werk Fulda der DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH, bei dem sich Entwickler und Ingenieure seitens der DB AG und ACEO® erstmals austauschen und mögliche Anwendungen und Herausforderungen eruierten konnten. „Dass wir nach unserem Launch vor knapp zwei Jahren unsere Expertise nun mit der Deutschen Bahn teilen dürfen, ist für uns ein weiterer Meilenstein“, hebt ACEO®-Chef Pachaly hervor.

Als erstes Testteil soll aus dieser Partnerschaft eine Bremsmembran hervorgehen. Ziel ist es, eine Membran zu entwickeln, die im Steuerventil einer Zugbremse als Bauteil eingesetzt werden kann. Diese hat die Form einer tellerförmigen Scheibe mit Dichtlippen, einen Durchmesser von knapp elf Zentimetern, ist mit vier Millimetern relativ flach und sie soll natürlich höchsten Materialansprüchen genügen, wie Florens Lichte betont. „Die Silicone von ACEO® weisen definitiv ein Alleinstellungsmerkmal auf“, sagt er. „Viele der Konkurrenzprodukte werden sehr schnell spröde, wodurch sie als Bauteile für unsere Züge nicht infrage kommen. Bei ACEO® sehen wir nicht nur für diese eine Anwendung großes Potenzial.“ Langzeittests sind bereits in Planung und beide Seiten sind zuversichtlich, noch das eine oder andere gemeinsame Thema zu finden.

Letztlich geht es darum, mithilfe von innovativen Technologien wie dem 3D-Druck die Mobilität der Flotte sicherzustellen. Deshalb möchte und wird die DB AG mit den entsprechenden Partnern auf zukunftsgerichtete Lösungen setzen, die mittel- bis langfristig in den Normalbetrieb integriert werden können. Die Projektphase des Konzernprojekts 3D-Druck ist dabei zunächst bis 2019 vorgesehen. Im Anschluss werden diese Themen in die Linie überführt. Doch bis dahin gilt es, neue 3D-Druck-Technologien auf Herz und Nieren zu prüfen.

„Der 3D-Druck eignet sich perfekt für wenige Einzelteile oder Kleinserien, die man

kurzfristig braucht“, erklärt Lichte, ein ausgebildeter Maschinenbau- und Wirtschaftsingenieur. „Der höhere Teilepreis im 3D-Druck ist daher kein Argument, wenn wir dadurch den Materialfluss sicherstellen.“

#### VIELFÄLTIGE ANWENDUNGEN

Die Vielfältigkeit der Anwendungen im 3D-Druck muss allerdings erst einmal in den Köpfen der Entwickler im Unternehmen verankert werden. Bis heute hat Lichte bereits über 40 Workshops in den verschiedenen Standorten durchgeführt. Im direkten Austausch wird seitens des Projektteams das Bewusstsein über

die Möglichkeiten der Technologien vermittelt, während Ideen aus der Praxis gesammelt und kontinuierlich weiterverfolgt werden. Was kann 3D-Druck? Wo sind die Grenzen? In welche Richtung entwickelt sich die Technologie? Inwieweit ist etwas bereits industrialisiert? Welche Ideen sind bereits im Konzern umgesetzt? Diesen Fragestellungen geht das DB-Team um Florens Lichte jeden Tag aufs Neue nach. „Am einfachsten ist es tatsächlich, ein Beispielteil mitzubringen. Um etwas haptisch begreifbar zu machen, ist nichts überzeugender, als jemandem das gedruckte Teil in die Hand zu geben.“



Die Siliconbauteile werden bei 200 Grad Celsius in einem Vakuumtemperofen thermisch nachbehandelt. Durch diesen Prozessschritt erhalten sie ihre endgültige Festigkeit, gleichzeitig entweichen Reste von flüchtigen organischen Substanzen.

## IM GLANZ DER GRÜNDERJAHRE

Der Budapester Westbahnhof wird derzeit mit viel Liebe zum Detail saniert. Dank der Imprägnierung mit einem Alpha-silanterminierten Polyether strahlt der verblasste Terrazzoboden jetzt wieder wie zu Zeiten der K. u. k. Monarchie.

**W**er historische Architektur aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts liebt, kommt in Budapest auf seine Kosten: Ganze Straßenzüge und komplette Stadtviertel aus den Jahren der österreichisch-ungarischen Doppelmonarchie sind dort lückenlos erhalten und wurden inzwischen stilgerecht saniert und restauriert.

### FÖRDERGELDER AUS BRÜSSEL

Zu den architektonischen Kleinodien aus der Zeit der Doppelmonarchie zählt der denkmalgeschützte Budapester Westbahnhof (Nyugati pályaudvar), dessen Gebäudebestand derzeit, gefördert durch EU-Gelder, grundlegend saniert wird – und dies mit viel Liebe zum Detail. „Auch die Terrazzofußböden, die in einigen Gebäudeteilen vorhanden sind, sollen in neuem Glanz erstrahlen“, sagt Udo Goedecke, der im Marketing von WACKER SILICONES für Bautenschutzanwendungen verantwortlich ist.

### GLEISHALLE VOM BÜRO EIFFEL

In seinen Grundzügen entworfen wurde das 1877 eingeweihte Gebäude von dem Eisenbahn-

ingenieur August W. de Serres, der damals Oberbaudirektor der k. u. k. privilegierten Österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft war. Den Auftrag zur Detailplanung und Bauausführung erhielt das Büro von Gustave Eiffel, dem Erbauer des Pariser Eiffelturms. Die Konstruktion der Gleishalle – eine Stahlträger-Konstruktion – übernahm Eiffels ehemaliger Kompagnon Theophil Seyry.

Wie in der Frühgeschichte der Eisenbahn üblich, legte de Serres den Kopfbahnhof so an, dass auf der einen Längsseite der Gleishalle die ankommenden Züge abgefertigt werden, während auf der anderen Seite die Passagiere aussteigen. Um die Fahrgäste vom seitlich der Gleise gelegenen Vorplatz aus einladend und würdig zu empfangen, wurden die Gebäude der Abfahrtseite besonders prunkvoll gestaltet. Vom Vorplatz aus betrachtet, sind sie in Form eines Ehrenhofs angeordnet, sodass die Anlage an ein französisch-barockes Schloss erinnert.

### STRAHLENDE KUPFER-INTARSIE

Den rechtsseitigen Flügel dieses Ehrenhofs bildet der Pavillon des ehemaligen Bahnhofspostamts. Sein prächtiger Terrazzoboden enthält Kupfer-Intarsien; zusätzlich setzen



Mittlerweile stilecht saniert: der rechte Flügel des Bahnhofs mit dem Pavillon des ehemaligen Postamts.

# 1877

eingeweiht, ist der Budapester Westbahnhof für den stark ornamentalen Architekturstil der Gründerzeit bekannt.

schmale Leisten aus Kupfer die farblich unterschiedlich gestalteten Flächen – rotbraun, hellgrau und anthrazit, grau – voneinander ab. Ein Zementestrich hält die farbigen Natursteinkörnungen zusammen, Fachleute sprechen von einem zementären oder zementgebundenen Terrazzo. Nach der Sanierung will die Stadt Budapest im ehemaligen Postpavillon eine Behörde für Ausweis- und Passangelegenheiten einrichten.

Grundsätzlich gilt ein zementärer Terrazzoboden als robust und langlebig. Im Gebrauch ist er allerdings empfindlicher, als er auf den ersten Blick erscheint. Dies aus zwei Gründen: Erstens haben die Komponenten des Terrazzos unterschiedliche Härten. Der weichere Zementstein wird durch Begehen schneller abgerieben als die härteren Gesteinszuschläge. Zweitens hat der Terrazzoboden eine poröse Oberfläche.

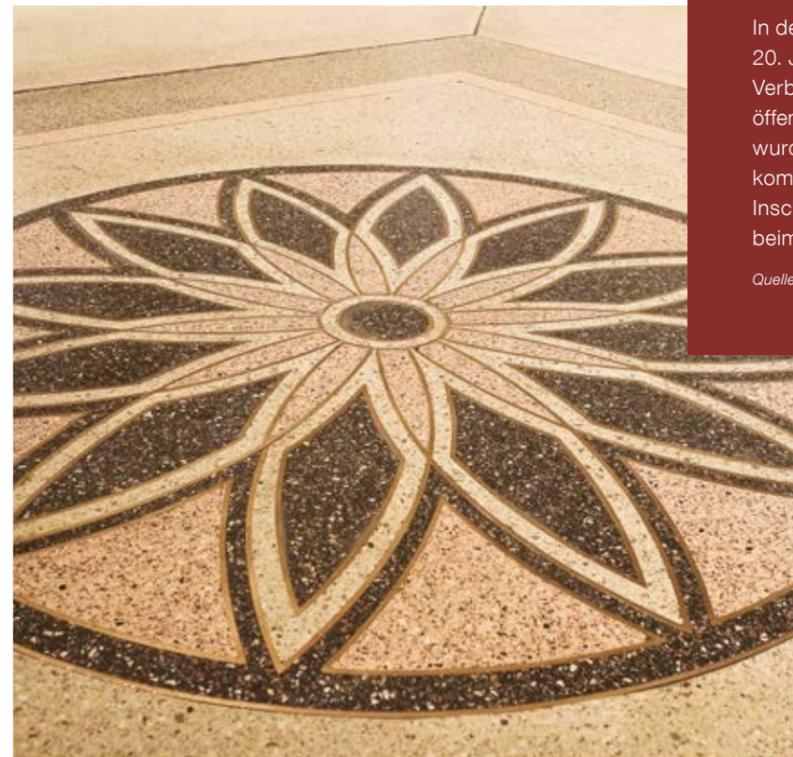
## PORÖSE OBERFLÄCHE

„Wegen ihrer Porosität saugt die Oberfläche verschüttete Getränke, Öle und andere Flüssigkeiten auf. Dadurch entstehen Verschmutzungen, die sich nur mit großen Mühen vollständig entfernen lassen“, weiß der WACKER-Bautenschutzfachmann Udo Goedecke. Zurück bleiben unansehnliche Flecken und – im Falle starken Abriebs – sichtbare Laufstraßen, die den Boden verunstalten. „Daher ist es sinnvoll, einen Terrazzoboden zu schützen“, empfiehlt Goedecke.

Vor dieser Aufgabe standen auch die Planer, die für die Restaurierung des Bodens im ehemaligen Postgebäude verantwortlich waren. Sie entschieden sich zunächst für eine Behandlung mit einem Produkt auf Polyurethanbasis. Unter ästhetischen Gesichtspunkten erwies sich dies jedoch als Fehlentscheidung: Die behandelte Oberfläche sah künstlich aus, war matt und trübe – ein Ergebnis, das weder Bauherr noch Architekt akzeptieren wollten.

## ENTSCHEIDUNG FÜR SILRES® BS 6920

Der Bauherr wandte sich Rat suchend an die Firma Durostone Kft., ein auf die Herstellung und Sanierung von Industrieböden



Nach der Imprägnierung kommt die Patina des 140 Jahre alten Terrazzobodens besonders schön zur Geltung.

spezialisiertes Unternehmen aus dem Budapester Vorort Sóskút. Der Technische Leiter der Firma, Péter Ávar, empfahl, die Polyurethanschicht der Testfläche wieder abzuschleifen und den Boden mit einem Imprägniermittel auf Basis von SILRES® BS 6920 zu behandeln.

SILRES® BS 6920 ist ein neu entwickeltes dünnflüssiges Bindemittel, das zu den Alpha-silanterminierten Polyethern zählt. Die WACKER-Entwickler haben es speziell

für die Imprägnierung zementärer Fußböden optimiert. Zusammen mit einem Aminosilankatalysator, etwa dem WACKER-Produkt GENIOSIL® GF 9, kann es zu einkomponentigen, lösemittelfreien und geruchlosen Präparaten weiterverarbeitet werden. Diese Präparate haften gut auf zementären Oberflächen und härten unter der Einwirkung von Luftfeuchtigkeit zügig aus, wobei sich ein stabiles Siloxannetzwerk bildet.

## TERRAZZO

ist die Bezeichnung für einen bereits seit der Antike bekannten Bodenbelag, der durch das direkte Auftragen dekorativer, oft farbiger Zuschlagstoffe auf eine meist zementgebundene Estrich-Unterlage mit dieser eine Einheit bildet und im Anschluss an die Trocknung durch Schleifen und Polieren seine endgültige, glänzende Oberfläche erhält. Als Zuschlagstoffe setzten schon die Römer Marmor, Kalkstein oder Dolomit ein, aber auch härtere Materialien wie Granitsplitt, Moränen- oder Flusskiese, um den Boden belastbarer zu machen.

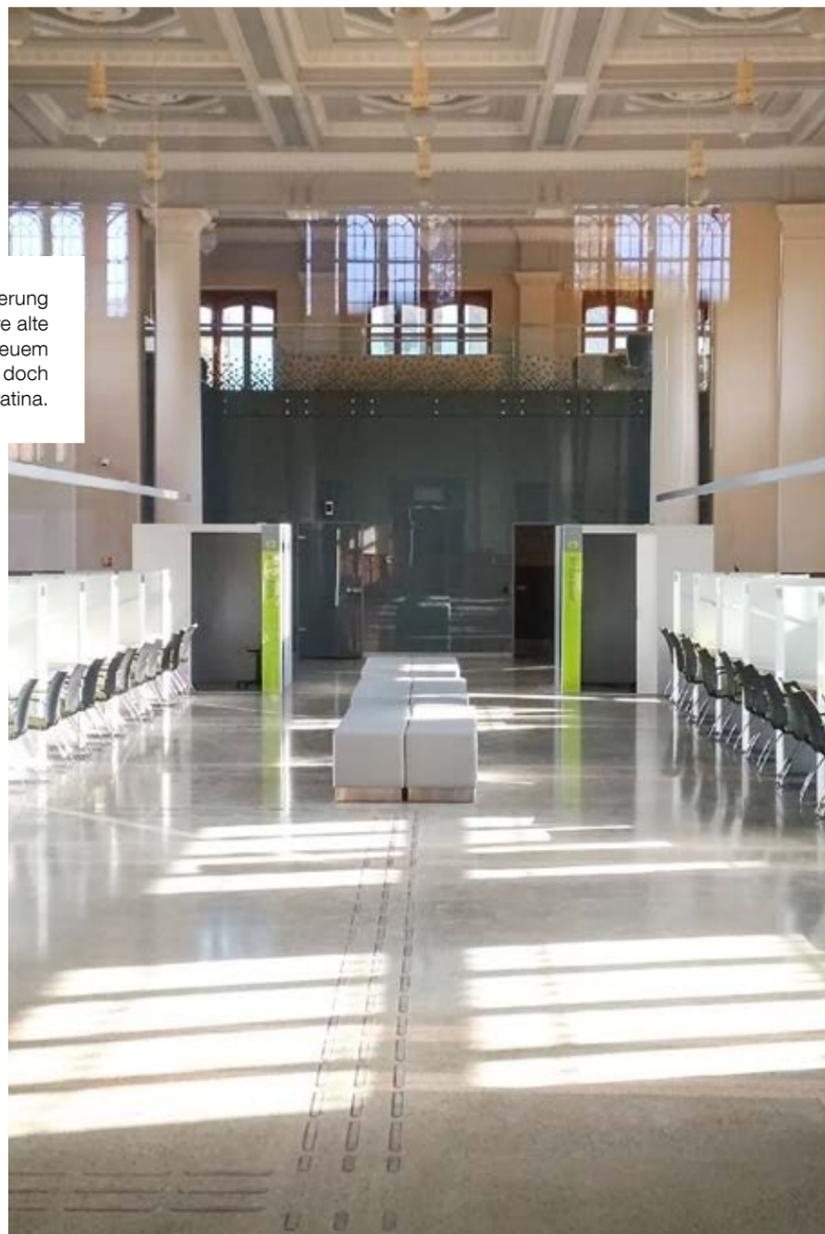
In der Gründerzeit und um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert fanden Terrazzoböden ihre weiteste Verbreitung – nicht nur in Wohnbauten, sondern auch in öffentlichen Gebäuden wie Kirchen oder Bahnhöfen. Dabei wurden häufig verschiedenfarbige Flächen miteinander kombiniert und zusätzlich noch Ornamente oder auch Inschriften aus Mosaiksteinen eingelegt, wie dies auch beim Budapester Westbahnhof der Fall ist.

Quelle: Wikipedia

## BINDEMITTEL FÜLLT POREN

Das Bindemittel dringt tief in den zementären Boden ein, füllt die Poren aus und vernetzt zu einem harten und unbrennbaren Material, das aufgrund seiner chemischen Molekülstruktur sowohl Wasser als auch Öl abstoßende Eigenschaften hat. „Ein Imprägniermittel auf der Basis unseres neuen Bindemittels verbessert die Abrieb- und Kratzfestigkeit des Bodens erheblich und bewirkt einen außerordentlich guten Fleckschutz“, unterstreicht Dr. Udo Anders, der die Anwendungstechnik für diese Produktgruppe bei WACKER SILICONES verantwortet. „Flüssige Alltagssubstanzen – egal, ob wässrig oder ölig – können nicht mehr in die behandelte Oberfläche einziehen und lassen sich einfach mit Küchenpapier abwischen.“

Darüber hinaus veredelt SILRES® BS 6920 die Oberfläche auch ästhetisch, wie Dr. Anders ausführt: „Wird SILRES® BS 6920 transparent formuliert, vertieft das Präparat die Farbtöne der Oberfläche und verstärkt die Kontraste, sodass der behandelte Boden dunkler erscheint und seine Gesteins-



Nach der Imprägnierung erstrahlt der 140 Jahre alte Terrazzoboden in neuem Glanz – und behält doch seine schöne Patina.

körnung optisch betont wird. Zudem erhält die Oberfläche einen leichten Glanz, der die Wertigkeit des Bodens unterstreicht. Alle diese Effekte haben wir in unserem anwendungstechnischen Labor in unzähligen Prüfungen nachgewiesen.“

#### SOFORT EINSATZFÄHIG

Genau dieses Eigenschaftsprofil bewog Péter Árva, Projektingenieur der Firma Durostone, das neue Bindemittel zu einem einsatzfertigen Imprägniermittel (Durosmart Floorprotect S) weiterzuverarbeiten. Mit diesem Präparat wurde im Juli 2017 schließlich der circa 300 Quadratmeter große Terrazzoboden behandelt.

„Der abgeschliffene Boden befand sich in einem vorbildlichen Zustand“, erinnert sich Goedecke und berichtet weiter: „Auf unseren Rat hin entschieden die Applikateure, zwei Aufträge durchzuführen und das von Durostone angelieferte Imprägniermittel für den Erstauftrag mit zehn Prozent des Reaktivverdünners SILRES® BS 1701 zu verdünnen.“ Sowohl beim Erst- als auch beim Zweit-auftrag sollten so pro Quadratmeter etwa 50 Gramm des verdünnten Präparats auf den Terrazzo gelangen.

#### DÜNNFLÜSSIG WIE WASSER

Mithilfe des Reaktivverdünners lässt sich die Viskosität so einstellen, dass das Präparat fast so dünnflüssig wie Wasser wird. Derart dünnflüssig kann sich das Mittel besonders gut auf der Oberfläche verteilen. Zudem bleibt das stark verdünnte Mittel länger verarbeitbar. Dadurch hat der Applikateur genug Zeit, das Material einwandfrei zu verarbeiten.

Der geruchlose Reaktivverdünner SILRES® BS 1701 ist ein niedrigviskoses Silan, das bei der Aushärtung in das entstehende Siloxanetzwerk eingebaut wird. „Mit einem verdünnten Imprägniermittel gelingt der Erstauftrag besonders gut“, betont Goedecke. „Die Handwerker können den Verdünner auf der Baustelle in das Imprägniermittel einrühren.“

Ein zweimaliger Auftrag ist in vielen Fällen notwendig, um eine gleichmäßig aus-



#### TESTKÖRPER

Auf einen Testkörper aus Zement und Zuschlagsteinen wird SILRES® BS 6920 mit einem Pinsel aufgetragen.



#### VERSCHMUTZUNG

Danach tropft ein Techniker Verschmutzungen wie Motoröl auf die imprägnierte (links) und die nicht imprägnierte Fläche.



#### WISCH UND WEG

Nach dem Abwischen der Verschmutzungen mit einem Tuch zeigt sich die schützende Wirkung der Imprägnierung.

„Der zuvor verblasste Terrazzo wirkt wieder natürlich frisch, Farbtöne und Ornamente kommen kontrastreich zur Geltung.“

Zoltán-Gábor Géza, Sales Manager bei WACKER Ungarn

sehende Oberfläche zu erhalten. Denn beim ersten Auftrag saugt der poröse Boden einen Großteil des Mittels auf. An einigen Stellen zieht das Mittel besonderes stark ein, an anderen weniger stark. Dadurch sieht die Oberfläche nach dem Erstauftrag oftmals fleckig oder ungleichmäßig aus. Dies ändert erst der Zweit-auftrag: Mit ihm bildet sich ein dünner, leicht glänzender Film.

Das Ergebnis begeisterte nach zwei Aufträgen alle Anwesenden: Die Oberfläche war völlig gleichmäßig und sah edel aus, berichtet Zoltán-Gábor Géza, Sales Manager bei WACKER Ungarn. „Der zuvor verblasste Terrazzo wirkt nun wieder natürlich frisch, Farbtöne und Ornamente kommen kontrastreich zur Geltung.“

#### NATÜRLICHE UND EDLE OPTIK

Fußboden-Fachmann Árva ist zufrieden: „Es ist genau diese natürliche und edle Optik, die mich von Anfang an für das neue Bindemittel SILRES® BS 6920 eingenommen hat. Überzeugt hat mich auch die äußerst einfache Verarbeitung zum einsatzfertigen Produkt: Alle zur Herstellung benötigten Komponenten einschließlich des Verdünners lassen sich völlig problemlos mischen. Dadurch kann ich

sehr schnell für jeden Kunden eine maßgeschneiderte Fußbodenbeschichtung mit Anti-Flecken-Wirkung anbieten.“

Positiv waren auch die Kommentare der Handwerker. Sie zeigten sich beeindruckt, dass sich trotz der sehr geringen Auftragsmenge ein optisch und technisch exzellentes Ergebnis erzielen ließ, wiesen auf die einfache Applikation des dünnflüssigen Mittels hin und lobten ganz besonders seine Geruchlosigkeit. Und Péter Árva äußerte sich nicht nur über die reine Produktqualität anerkennend: „Weil WACKER uns zuvor umfassend anwendungstechnisch beraten hatte, gab es auch keinerlei Bedenken, das neue Imprägniermittel in so einem architektonischen Kleinod einzusetzen.“

#### KONTAKT

Mehr Informationen zum Thema erhalten Sie von

**Udo Goedecke**  
Senior Marketing Manager  
Construction Silicones  
Tel.: +49 89 6279-1055  
udo.goedecke@wacker.com

# VORSPRUNG

# DURCH VOLT

Mit einem Portfolio maßgeschneiderter Siliconprodukte begleitet WACKER den Einstieg der deutschen Autoindustrie in die neue Ära der Elektromobilität: Gap-Filler und wärmeabführende Klebstoffe stellen das Wärmemanagement in Motoren, Batterien und Leistungselektronik sicher. Vergussmassen schützen Systeme für das induktive Laden sowie die Sensoren für Fahrer-Assistenzsysteme.

## „Unser Ziel ist es, die benötigten Siliconprodukte rechtzeitig zum Start der Großserienproduktion von Elektrofahrzeugen zur Verfügung zu stellen.“

Dr. Klaus Angermaier, Global Business Development, WACKER SILICONES



# R

und 17 Prozent der weltweiten Kohlendioxid-Emissionen gehen allein auf das Konto des Straßenverkehrs. Eine Lösung des verkehrsbedingten Emissionsproblems verspricht die Elektromobilität (siehe Kasten auf Seite 46). Regierungen,

Stadtverwaltungen und Nichtregierungsorganisationen sehen in dieser Mobilitätsform einen Weg, die im Pariser Klimaabkommen von 2015 eingegangenen Verpflichtungen zur Verringerung der Treibhausgas-Emissionen einzuhalten. Sie unterstützen daher den Einstieg in die Elektromobilität mit großzügigen finanziellen Fördermitteln, dem Ausbau der Ladeinfrastruktur und bevorzugten Lizenzvergaben. Zunehmend greifen die Städte aber auch zu drastischen Maßnahmen – bis hin zu Fahrverboten –, um den Wandel zu beschleunigen.

In den smoggeplagten chinesischen Megametropolen wie Shanghai und Peking entscheiden sich schon heute viele Autokäufer für ein Elektroauto, weil sie für Benzin- und Dieselfahrzeuge, wenn überhaupt, nur noch nach jahrelangen Wartezeiten eine Zulassung erhalten. China führt zudem ab dem kommenden Jahr Produktions- und Verkaufsquoten für Elektroautos ein. Und auch in Europa wird die Luft für benzin-

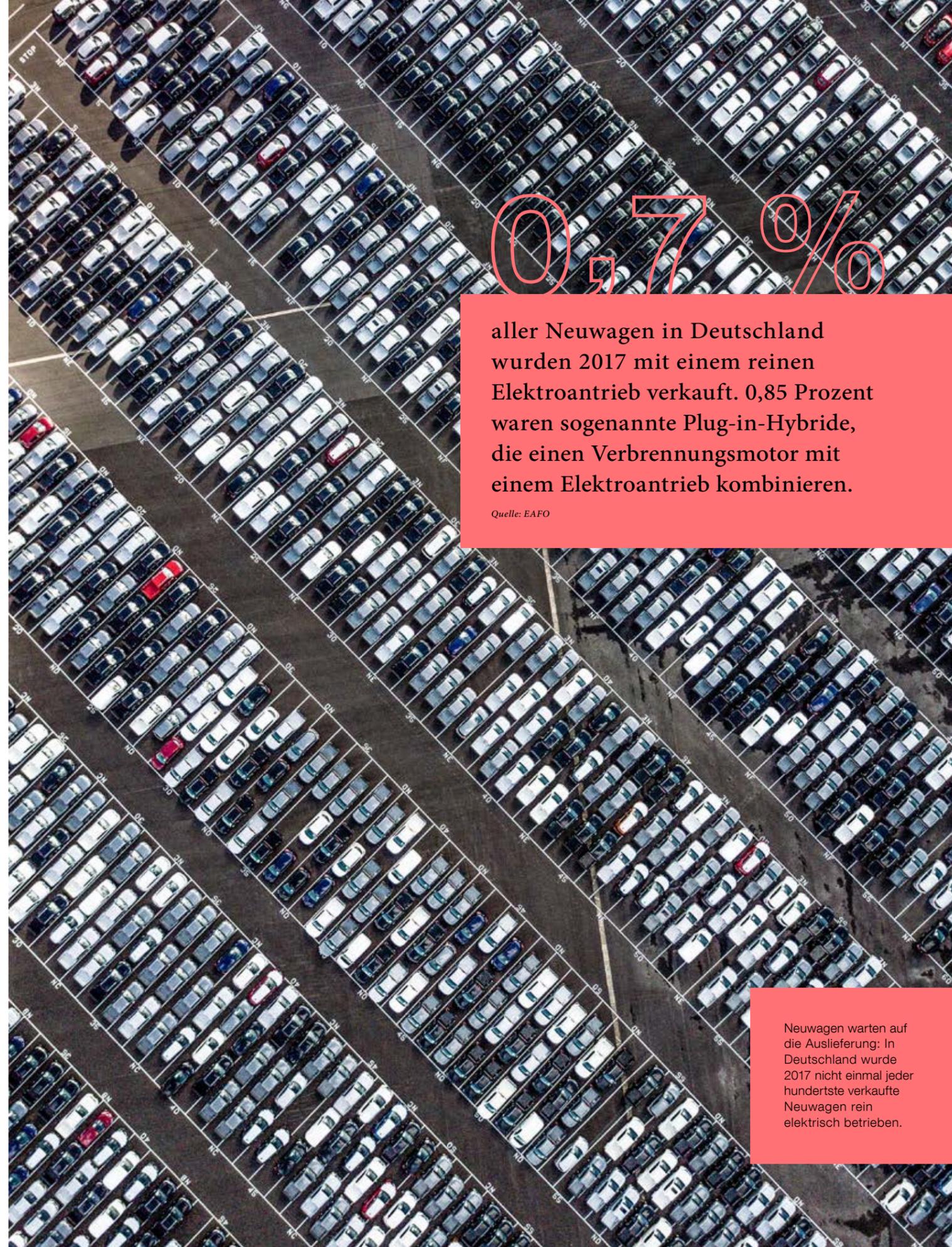
und dieselgetriebene Fahrzeuge immer dünner: So will beispielsweise Paris bis zum Jahr 2030 sämtliche Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor aus der Stadt verbannen.

Die deutsche Automobilindustrie, die das Thema Elektromobilität lange Zeit abwartend angegangen ist, treibt die Entwicklung von stromgetriebenen Fahrzeugen mittlerweile unter Hochdruck voran: VW verfügt über einen E-Golf, die Konzerntochter Audi wird mit dem e-tron zum Jahresende ihr erstes rein elektrisch betriebenes SUV auf den Markt bringen. BMW ist mit dem bereits 2013 erschienenen i3 ein Vorreiter auf dem deutschen Markt – die Münchner sind zwischenzeitlich einer der weltgrößten Hersteller von Elektroautos.

Aus Kundensicht sind es drei entscheidende Schwachpunkte, die viele Autofahrer noch zögern lassen, auf ein Elektromobil umzusteigen: der deutlich höhere Preis, die dünn ausgebaute Ladeinfrastruktur und die Angst, bei längeren Strecken auf der Straße liegen zu bleiben. Was die Ladeinfrastruktur anbetrifft, sollen Initiativen der Automobilkonzerne und staatliche Förderprogramme in den nächsten Jahren Abhilfe schaffen. Und auch bei den Reichweiten geht es voran: Spitzenreiter auf dem deutschen Markt ist derzeit der Ampera-e von Opel, der es mit einem Ladevorgang auf eine Normreichweite von 520 Kilometern bringt.

Nichtsdestotrotz hängt die Verbreitung von Elektroautos noch stark von den Rahmenbedingungen ab, die der Staat setzt: durch Restriktionen wie in China oder mittels Förderung, wie es in Europa üblicher ist. In Norwegen, wo der Staat Elektroautos durch den Wegfall der Mehrwert-, Import- und Kfz-Steuer subventioniert und reichlich Strom aus Wasserkraft zur Verfügung steht, sind stromgetriebene Fahrzeuge oft billiger als ihre Pendanten mit Verbrennungsmotor. Knapp 40 Prozent aller Neuwagenkäufer in dem skandinavischen Land haben sich im letzten Jahr für ein E-Mobil entschieden. In den großen Autonationen wie Deutschland, Japan, Frankreich und den USA lag der Marktanteil von Elektroautos 2017 dagegen bei einem Prozent oder weniger; wenn die Plug-in-Hybride dazugerechnet werden, sind es zwischen 1 und 1,6 Prozent – allerdings mit deutlich steigender Tendenz.

Der dritte Schwachpunkt aus Verbrauchersicht – der relativ hohe Preis, verglichen mit einem konventionell betriebenen Fahrzeug – liegt auch an den hohen Zusatzkosten für die Batterie, die durch entfallende Bauteile wie das Getriebe nicht in vollem Umfang ausgeglichen werden. „Allerdings erwartet die Industrie, dass sich solche Zusatzkosten in wenigen Jahren egalalisieren lassen – und die Kostenentwicklung



# 0,7%

aller Neuwagen in Deutschland wurden 2017 mit einem reinen Elektroantrieb verkauft. 0,85 Prozent waren sogenannte Plug-in-Hybride, die einen Verbrennungsmotor mit einem Elektroantrieb kombinieren.

Quelle: EAFO

Neuwagen warten auf die Auslieferung: In Deutschland wurde 2017 nicht einmal jeder hundertste verkaufte Neuwagen rein elektrisch betrieben.



Ein Volvo-Hybridbus der Hamburger Hochbahn an der Ladestation: In den nächsten Jahren will der Nahverkehrsbetreiber seine ganze Flotte von rund 1.000 Fahrzeugen von Diesel- auf Elektroantrieb umstellen.

der letzten Jahre bestätigt das“, sagt Dr. Klaus Angermaier. Der Chemiker ist bei WACKER SILICONES für die Entwicklung neuer Geschäftsfelder zuständig- darunter fällt auch die Elektromobilität.

Die sinkenden Preise, die für die Batterien prognostiziert werden, dürften die Großserienfertigung von E-Autos rasch vorantreiben. In wenigen Jahren wollen alle großen Hersteller Elektrofahrzeuge in ähnlichen Großserien produzieren wie schon jetzt konventionell betriebene Autos. Um dieses Ziel zu erreichen, arbeitet die Autoindustrie Hand in Hand mit der chemischen Industrie, die innovative Materialien für die neuartigen Herausforderungen der Elektromobilität bereitstellt.

„Zu den anspruchsvollen Aufgaben zählt zum Beispiel die Ableitung der Wärme, die

## ELEKTROMOBILITÄT

In vielen Zeitungsberichten wird Elektromobilität mit der Nutzung von Elektroautos gleichgesetzt. Elektromobilität ist aber mehr. Ihr liegt ein Konzept zugrunde, das weit über die verwendeten Fahrzeuge hinausgeht: Die neue Form der Mobilität verknüpft das Verkehrssystem mit der Energiewende und betrachtet Elektrofahrzeuge als Bestandteil eines umfassenden und vollständig digital vernetzten Mobilitätsangebots. Wer elektromobil ist, greift also keineswegs ausschließlich auf das eigene Elektroauto zurück, sondern nutzt selbstverständlich auch Car-Sharing-Angebote oder öffentliche Verkehrsmittel.

Damit die Elektromobilität zu einer deutlichen Verringerung der klimaschädlichen Emissionen führt, müssen Verkehrs- und Energiewende Hand in Hand gehen. Würde ein Elektrofahrzeug etwa mit Kohlestrom fahren, entstünden zwar lokal – am Fahrzeug – keine Abgase, aber die Treibhausgas-Erzeugung wäre lediglich zum Kraftwerk verlagert.

während des Fahrens oder auch beim Laden in den elektrischen Fahrzeugkomponenten entsteht“, sagt der WACKER-Manager Dr. Klaus Angermaier. Eine weitere Herausforderung sei der Aufbau einer Infrastruktur zum Laden der Antriebsbatterie. „Auf großes Interesse stoßen derzeit Verfahren zum induktiven Laden“, weiß Angermaier.

### ZWEI BIS DREI KILO SILICON

Eine Projektgruppe um Klaus Angermaier befasst sich derzeit intensiv damit, welche Siliconmaterialien für die neue Form der Mobilität benötigt werden. In einem heutigen Mittelklassewagen mit Verbrennungs-

motor befinden sich zwei bis drei Kilogramm dieses Kunststoffes. Aus Siliconkautschuken bestehen zum Beispiel die Ladeluftschläuche der Turbolader, Schutzmäntel für Zündkerzenstecker und Zündkabel, Schwingungstilger, diverse Dichtungen und Dichtkissen. Darüber hinaus wird die Elektronik, die in den Steuergeräten der Fahrzeuge steckt, durch dispensbare Dichtklebstoffe oder Vergussmassen aus Silicon geschützt. Auch die Funktionssicherheit eines Airbags profitiert ganz wesentlich von einer Siliconbeschichtung, indem sie dieses technische Textil dauerhaft flexibel, temperatur- und alterungsbeständig sowie abriebfest macht.

Einige dieser Siliconanwendungen entfallen in einem rein elektrisch betriebenen Auto, andere kommen neu hinzu. „Auch in Elektrofahrzeugen sind Siliconmaterialien unverzichtbar“, betont Klaus Angermaier. „Unser Ziel ist es, die benötigten Siliconprodukte rechtzeitig zum Start der Elektrofahrzeug-Großserienproduktion zur Verfügung stellen zu können.“

Der Antriebsstrang eines rein elektrisch angetriebenen Fahrzeugs enthält drei Schlüsselkomponenten: Elektromotor, Antriebsbatterie und Leistungselektronik. Verbrennungsmotor und Getriebe entfallen oder können einfacher konstruiert werden. Der kompakt gebaute, aber leistungsstarke Elektromotor liefert im E-Auto



Ladekabel statt Zapfpistole: Ein BMW i3 mit 125-Kilowatt-Elektromotor wird an einer öffentlichen Stromtankstelle aufgeladen.



das für den Antrieb benötigte Drehmoment. Die wiederaufladbare Batterie – nach dem derzeitigen Stand der Technik eine Lithium-Ionen-Batterie – dient als Energiespeicher. Die Leistungselektronik hat die Aufgabe, die elektrische Energie in der jeweils benötigten Form und Spannungshöhe bereitzustellen und den Energiefluss zu steuern. Sie ist in sogenannten Power Conversion Units untergebracht.

Elektromotor, Antriebsbatterie und Leistungselektronik arbeiten mit hohen elektrischen Leistungen und entwickeln im Betrieb Wärme. Erhitzen sie sich zu stark, können die zum Teil recht kostspieligen Komponenten altern und vorzeitig ausfallen. Um das zu verhindern, muss die freigesetzte Wärme schnell und effektiv abgeführt werden.

Besonders wichtig ist das Wärmemanagement bei der Lithium-Ionen-Batterie (siehe Beitrag auf Seite 58), wie Dr. Philipp Müller erklärt, Leiter eines anwendungstechnischen Labors im Bereich Industrial Solutions bei WACKER SILICONES. „Die Lithium-Ionen-Batterie erreicht ihre volle Leistungsfähigkeit nur zwischen etwa 20 und 35 Grad Celsius und muss daher temperiert werden“, betont der WACKER-Chemiker. Die Antriebsbatterien befinden sich meist unterhalb der Fahrgastzelle, wo sie einen Großteil der Grundfläche einnehmen, und sind modular aufgebaut: Mehrere Batteriezellen werden zu Modulen und mehrere Module mit einem elektronischen Batteriemanagementsystem, einem Temperierungssystem sowie dem Gehäuse zur vollständigen Batterie kombiniert.

Damit die Wärme schnell und effektiv von den Batteriemodulen zum Temperierungssystem – beim Beheizen in umgekehrter Richtung – transportiert werden kann, darf sich kein Luftspalt zwischen den beiden zusammengefügteten Teilen befinden, sei er auch noch so schmal. Der Grund: Luft ist ein sehr schlechter Wärmeleiter und würde den Wärmetransport behindern. Deshalb wird der Spalt vollständig

mit einem wärmeleitenden Material gefüllt, einem sogenannten Gap-Filler. Auf diese Weise werden die Fügepartner thermisch verbunden.

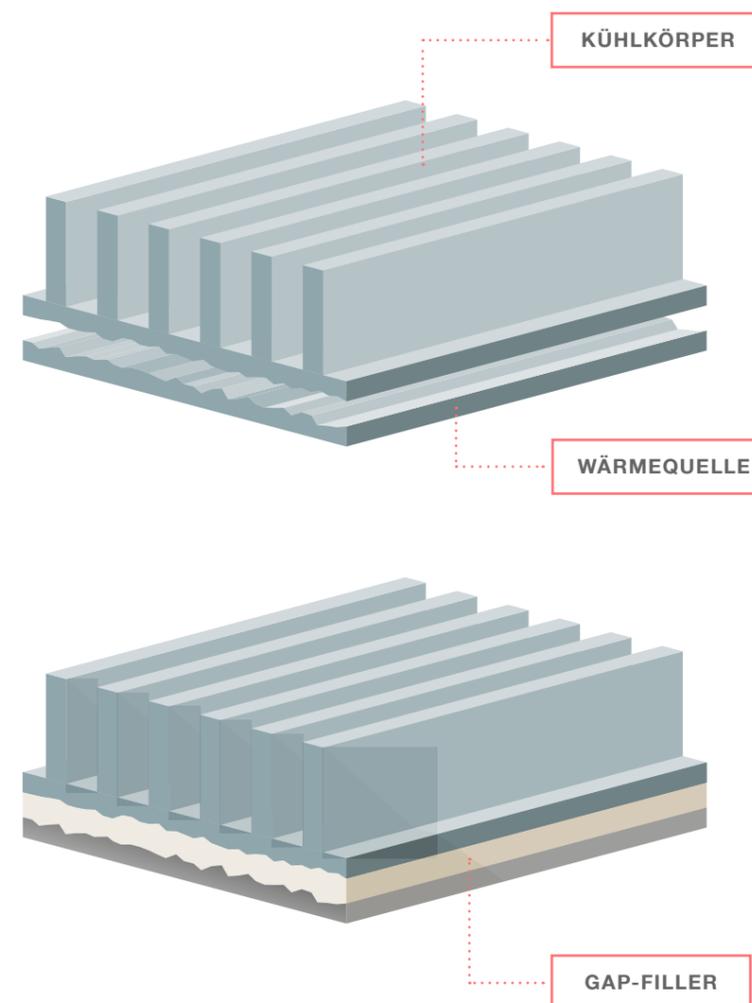
#### PASTÖSE MASSEN

Mit der Reihe SEMICOSIL® 96x TC bietet WACKER neue siliconbasierte Gap-Filler an, die sich optimal für die thermische Anbindung der Batteriemodule an das Temperierungssystem eignen. Diese pastösen Massen härten bei Raumtemperatur durch eine platinkatalysierte Additionsreaktion zügig aus. Mit

Im Dispense-Verfahren wird ein Gap-Filler raupenförmig auf den Kühlkörper einer leistungselektronischen Baugruppe appliziert. Das pastöse Wärmeleitmaterial SEMICOSIL® 961 TC wird direkt auf den Kühlkörper aufgetragen, die elektronische Schaltung aufgelegt und angedrückt. Bei der nachfolgenden Aushärtung bildet der Gap-Filler ein weiches, schwingungsdämpfendes Siliconkissen, das die Wärme optimal zum Kühlkörper ableitet.



## APPLIKATION EINES SILICON-BASIERTEN GAP-FILLERS



Optimierter Wärmeübergang: Wärmeleitmaterialien ersetzen im Spalt zwischen Wärmequelle und Kühlkörper den schlechten Wärmeleiter Luft und stellen dadurch eine wärmeleitende Verbindung her. Die pastösen Massen werden im Dispense-Verfahren aufgetragen. Silicon-Wärmeleitmaterialien füllen sowohl kleinste Oberflächenrauigkeiten als auch Unebenheiten im Millimeterbereich perfekt aus.

Werten von zwei bis vier Watt pro Meter und Kelvin erreichen sie die in der Praxis benötigten Wärmeleitfähigkeiten. Ausgangspunkt der Entwicklung waren Produkte, die seit Jahren erfolgreich zum Wärmemanagement in leistungselektronischen Baugruppen verwendet werden.

Wie auch die herkömmlichen Produkte ergeben die Typen der Reihe SEMICOSIL® 96x TC im Spalt ein elastisch verformbares Siliconpad. Dicht an die Konturen der beiden Oberflächen angeschmiegt, füllt es sowohl kleinste Rauigkeiten als auch Unebenheiten im Millimeterbereich perfekt aus.

Als Siliconprodukte haben die Gap-Filler hier deutliche Vorteile gegenüber Produkten, die auf organischen Polymeren basieren. Weil sie nicht altern, sorgen sie dauerhaft für einen guten Wärmetransport und leisten damit einen wichtigen Beitrag zur gewünschten Lebensdauer und zur Zyklfestigkeit der

„Die Lithium-Ionen-Batterie erreicht ihre volle Leistungsfähigkeit nur zwischen etwa 20 und 35 Grad Celsius und muss daher temperiert werden.“

Dr. Philipp Müller, Laborleiter im Bereich Industrial Solutions, WACKER SILICONES

teuren Antriebsbatterie. Weil sie schwer entflammbar sind, tragen sie zudem zur Sicherheit der Batterie bei.

Genauso wichtig sind für die Automobilindustrie die Verarbeitungseigenschaften. „Mit einem neuen Formulierungskonzept ist es uns gelungen, die Gap-Filler in ihren Fließegen-

schaften auf die Fertigungsprozesse der Automobilhersteller abzustimmen“, führt Dr. Philipp Müller aus. Die pastösen Materialien sind in Ruhe standfest, können aber dennoch zügig und fehlerfrei auf große Flächen aufgetragen werden und erlauben ein automatisiertes Fügen. Mit einem Dispenser lassen sich pro Minute bis zu sechs Kilogramm der pastösen Masse aufbringen. Solch hohe Auftragsleistungen waren bislang bei Gap-Fillern undenkbar, werden aber in der Automobilindustrie in der geplanten Batterie-Großserienfertigung benötigt.

#### KEINE SPEZIALGEBINDE NÖTIG

Zudem sind die neuen Wärmeleitmaterialien deutlich sedimentationsstabiler als die herkömmlichen Produkte und können in 200-Liter-Fässern geliefert werden – ebenfalls eine Voraussetzung für den Einsatz in einer Großserienfertigung. Bei herkömmlichen Gap-Fillern setzen sich die festen Füllstoffe recht schnell ab und verklumpen. Hat sich erst einmal ein Füllstoff-Bodensatz gebildet, lässt er sich nicht mehr oder nur mit erheblichem Aufwand aufrühren. Viele herkömmliche Silicon-Gap-Filler können daher nur in kleinen Spezialgebänden angeboten werden, etwa in Kartuschen mit Rührmöglichkeit. Mit den neu formulierten Gap-Fillern von WACKER SILICONES ist dieses Problem gelöst.

Eine weitere Wärmequelle von Elektrofahrzeugen ist die in der Power Conversion Unit verbaute Leistungselektronik: Ihre aktiven Bauelemente, die kurz als IGBT bezeichneten Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode, können im Betrieb sehr heiß werden. Je nach Typ liegen ihre Betriebstemperaturen oftmals weit über 100 Grad Celsius.

Zu hohe Temperaturen können aber die empfindlichen Halbleiterstrukturen des IGBT schädigen, was zur Alterung und schließlich zur Zerstörung des Bauelements führt. Um einem solchen Ausfall vorzubeugen, werden die mit IGBT bestückten Leiterplatten aktiv gekühlt.

Stets mit Mund-Nasen-Schutz unterwegs: Kaum eine Metropole ist stärker vom Smog betroffen als Peking. Die Einwohner versuchen, sich mit der Maske vor Feinstaub und Schadstoffen zu schützen.



Hierbei ist es notwendig, die Leiterplatte thermisch an die Kühlplatte anzukoppeln. Liegen die Betriebstemperaturen über 150 Grad Celsius, ist ein siliconbasiertes Wärmeleitmaterial dazu das Mittel der Wahl – Wärmeleitmaterialien auf der Basis von organischen Polymeren würden dieser Temperaturbelastung nicht standhalten.

„Auch hier erweisen sich die Gap-Filler der Reihe SEMICOSIL® 96x TC in vielen Fällen als optimal“, sagt Dr. Markus Jandke, der wie sein Kollege Philipp Müller ein anwendungstechnisches Labor im Industrial-Solutions-Team von WACKER SILICONES leitet. „Aber auch nicht vernetzende Siliconpasten wie SEMICOSIL® Paste 40 TC, die im Spalt ihre Konsistenz beibehalten, oder wärmeleitende Siliconklebstoffe wie zum Beispiel SEMICOSIL® 9712 TC oder 9754 TC können verwendet werden“, betont Jandke.

Welches Material ausgewählt wird, hängt davon ab, wie die Platine mit der Kühlplatte verbunden wird. So sind Gap-Filler und Siliconpasten für solche Konstruktionen prädestiniert, in denen Kühlkörper und Wärmequelle in der Anwendung miteinander verschraubt oder anderweitig mechanisch fest verbunden und aneinandergedrückt werden. Wärmeleitende Siliconkleber verbinden dagegen beide

Fügepartner durch ihre Klebkraft, sodass in vielen Fällen auf eine zusätzliche mechanische Fixierung verzichtet werden kann.

Auch ein Elektromotor (siehe Beitrag auf Seite 56) entwickelt im Betrieb Wärme – und das trotz seines hohen Wirkungsgrads, der in der Regel höher als 90 Prozent ist. Zum Vergleich: Verbrennungsmotoren erreichen Wirkungsgrade zwischen etwa 30 und 45 Prozent. Ein Großteil der Wärme wird im Stator freigesetzt, der ruhenden Komponente des Elektromotors. Einige Automobilhersteller haben sich entschieden, in zukünftigen Motorgenerationen die Spulenwicklungen des Stators in der sogenannten Hairpin-Technologie herzustellen, weil diese unkonventionelle Technologie eine schnelle Großserienfertigung erlaubt.

Zwei Gründe machen auch beim Elektromotor eine effiziente Wärmeabführung erforderlich: Zum einen können die Drahtlacke, mit denen die Statorwicklungen überzogen sind, hitzebedingt altern. Das muss verhindert werden, da die elektrische Isolationswirkung der Lacke für einen störungsfreien Motorbetrieb notwendig ist. Zum anderen werden in permanenterregten Synchronmotoren – einem häufig eingesetzten Motortyp – magnetische Werkstoffe aus Seltenen Erden verwendet, von denen



Tagtäglich kilometerlange Staus: Thailands Hauptstadt Bangkok ächzt unter der Blechlawine und unter der Abgasbelastung. Um die Beeinträchtigungen zu verringern, hat Thailand ein Programm zur Förderung der Elektromobilität aufgelegt.

17%

der weltweiten Kohlendioxid-Emissionen gehen allein auf das Konto des Straßenverkehrs.

„Mit unseren Siliconen werden bei der Fertigung der elektronischen Komponenten kurze Produktionszeiten möglich.“

Dr. Klaus Angermaier, Global Business Development, WACKER SILICONES

manche ihre Magnetisierung bei Temperaturen über 130 Grad Celsius verlieren können. Hinzu kommt, dass sich die Abwärme des Elektromotors sehr gut für andere Zwecke nutzen lässt, beispielsweise zum Beheizen von Fahrgastraum und Windschutzscheibe. Das schont die Batterie und ermöglicht größere Reichweiten. „Wichtig ist in diesem Zusammenhang ebenfalls, dass in einem Elektrofahrzeug grundsätzlich deutlich weniger Abwärme entsteht“, bemerkt Dr. Christian Ochs, der ebenfalls ein anwendungstechnisches Labor bei WACKER SILICONES leitet. „Deshalb werden intelligente Systeme der Abwärmenutzung und auch der Isolation zum Einsatz kommen.“

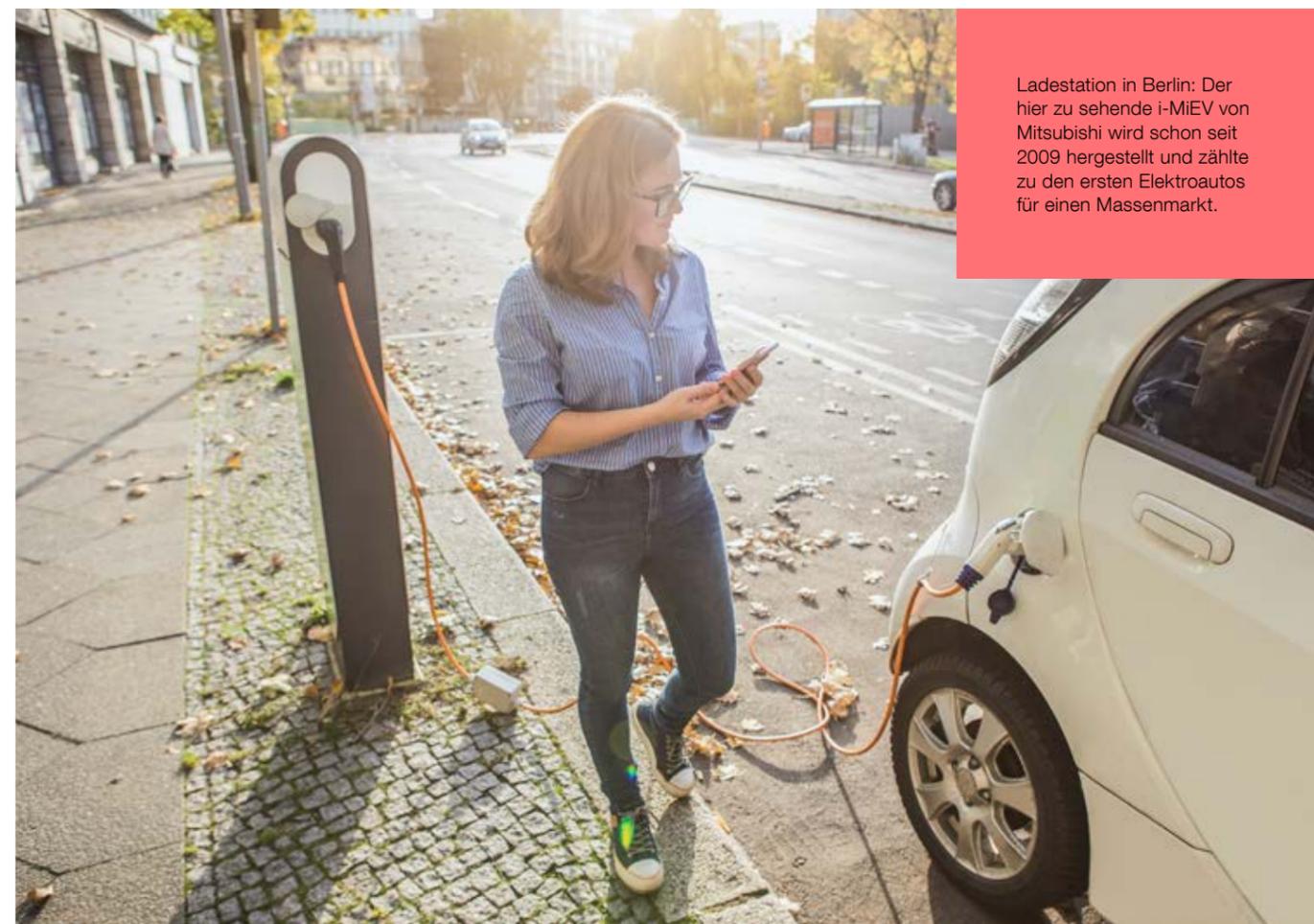
Die Hersteller von Elektromotoren untersuchen derzeit mehrere Konzepte zur Wärmeabführung „Noch ist unklar, welches Konzept sich durchsetzen wird. Klar ist jedoch, dass wärmeleitfähige Siliconprodukte dabei eine wichtige Rolle spielen können“, so die Einschätzung von Christian Ochs.

Eines der Konzepte sieht vor, die Abwärme des Stators über das Blechpaket – ein wichtiges Bauteil des Stators – mithilfe eines wärmeleitenden Siliconharzes zum Motorgehäuse zu transportieren. Für diesen Zweck hat WACKER das Siliconharz SILRES® H 68 TC entwickelt. Dieses Harz ist bei 60 Grad Celsius so dünnflüssig, dass es problemlos in den schmalen Spalt zwi-



Blick in den Motorraum eines Renault Fluence: Dieses Fahrzeug war mit einer Traktionsbatterie erhältlich, die an speziellen Stationen getauscht werden konnte. Der zeitraubende Ladevorgang entfiel somit. Unter der Motorhaube fallen die dicken orangefarbenen Hochvoltkabel auf.

Eine Schnellladestation von Tesla, Supercharger genannt, am Brenner: Diese Ladestationen können allerdings nur von Fahrzeugen der eigenen Marke genutzt werden.



Ladestation in Berlin: Der hier zu sehende i-MiEV von Mitsubishi wird schon seit 2009 hergestellt und zählte zu den ersten Elektroautos für einen Massenmarkt.

schen den Kupfer-Hairpins und den Statorblechen eingeträufelt werden kann.

Ein anderes Konzept bevorzugt für den Wärmetransport den Weg entlang der Kupfer-Hairpins in Richtung der Wickelköpfe, die in der Stirnfläche des Stators liegen. Auch hierzu hat WACKER das passende Produkt, wie Dr. Ochs erläutert: „In diesem Fall könnte eine wärmeleitende elastische Siliconvergussmasse wie beispielsweise ELASTOSIL® RT 744 TC den Wärmetransport effektiv unterstützen.“

Diskutiert wird auch, das Blechpaket des Stators mit kleinen Kanälen zu versehen, durch die ein Kühlmedium geführt wird. Als Medium könnte ein hitzebeständiges Siliconöl

verwendet werden – wie beispielsweise das seit vielen Jahren zur Kühlung von Transformatoren eingesetzte POWERSIL® Fluid TR 50. Gegenüber Wasser-Glykol-Mischungen, die in den heutigen Verbrennungsmotoren die Kühlfunktion übernehmen, haben Siliconöle den Vorteil, elektrisch nicht leitfähig zu sein und bis –50 Grad Celsius fließfähig zu bleiben. Auch bei einem Kaltstart im tiefsten nördischen Winter wäre also für eine optimale Kühlung gesorgt.

Ein Elektromotor liefert über den gesamten Drehzahlbereich ein hohes Drehmoment. Schon ab der Drehzahl null steht das maximale Drehmoment zur Verfügung, anders

als bei konventionell betriebenen Fahrzeugen mit Getriebe, die ihr Drehmoment bis zu einer bestimmten Drehzahl ansteigend entfalten. Selbst bei vergleichsweise moderaten Motorleistungen erreicht das Elektroauto aus dem Stand heraus eine enorme Beschleunigung, während der Fahrer eines Diesels oder Benziners erst mühsam hochschalten muss – für den Fahrspaß ist beim Elektroauto also gesorgt. Für den Frust an der Tankstelle aber auch: Selbst an den Tesla-Ladestationen mit Gleichstrom, die Supercharger genannt werden, muss der Autofahrer 30 bis 40 Minuten einplanen, bis die Batterie wieder zu 80 Prozent geladen ist.

## KONTAKT

Mehr Informationen zum Thema erhalten Sie von

**Dr. Klaus Angermaier**  
Global Business Development  
WACKER SILICONES  
Tel.: +49 89 6279-1453  
dr.klaus.angermaier@wacker.com

### SCHUTZ VOR WIND UND WETTER

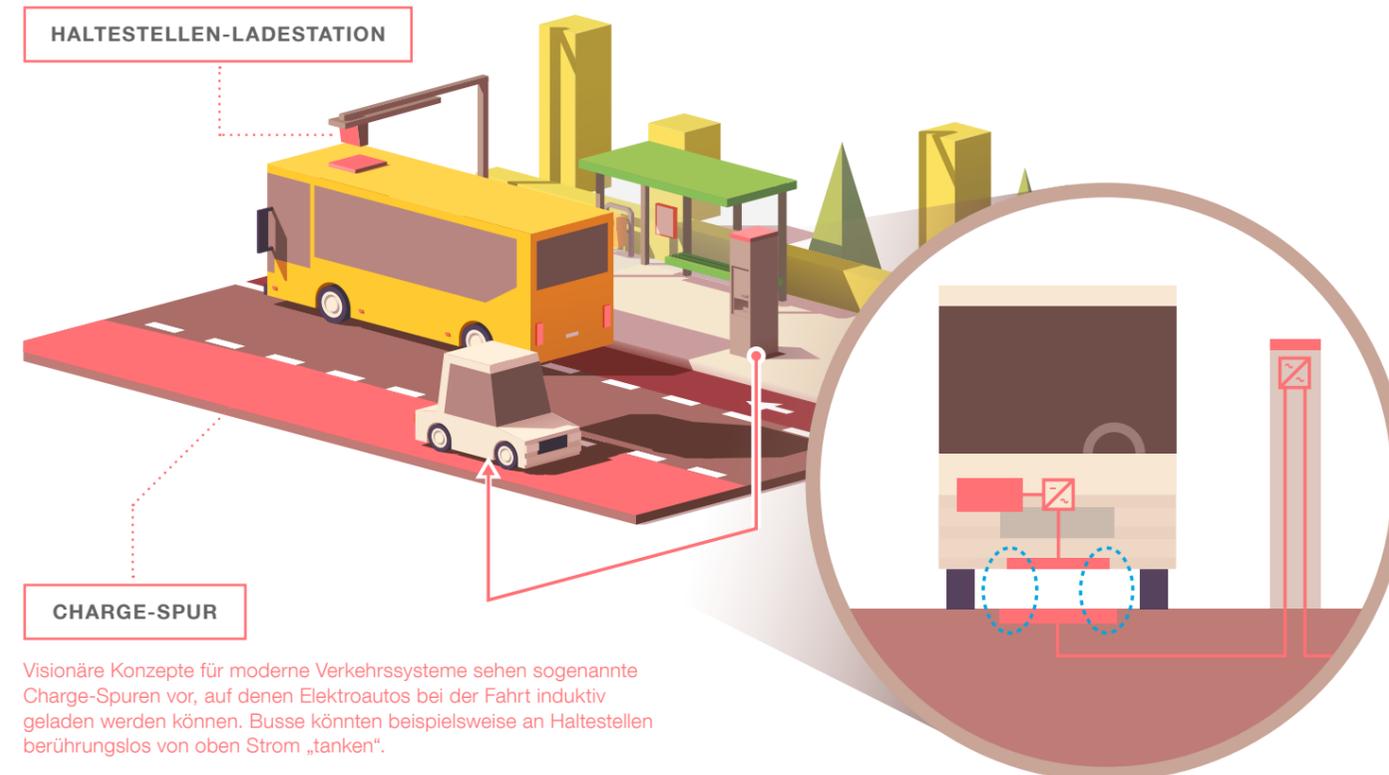
Mehr Lust auf ein Elektrofahrzeug erhoffen sich die Automobilhersteller und ihre Zulieferer, wenn sich das Prinzip des induktiven Ladens verbreitet. Mit dieser kabellosen Technik wird das Aufladen sehr komfortabel: Der Fahrer fährt einfach mit seinem Auto über eine Ladeplatte, die im Boden eingelassen ist. Die Ladevorgänge dauern hier zwar länger, können dabei jedoch mit üblichen Wechselspannungssystemen betrieben werden. Sobald das Fahrzeug, unterstützt von einem elektronischen Fahrassistenten, korrekt positioniert ist, beginnt automatisch der Ladevorgang. Solche Ladeplatten können nicht nur in Garagen, sondern auch auf Kundenparkplätzen eingerichtet werden. Visionäre Konzepte sehen diese Installationen auch vor Ampeln, Bahnschranken oder allgemein entlang von Verkehrswegen vor, sodass sich auch kürzere Stoppzeiten zum Laden nutzen ließen.

Diese Ladetechnik basiert auf dem Prinzip der magnetischen Induktion: In der Ladeplatte

befindet sich eine Spule, die von einem Wechselstrom hoher Frequenz durchflossen wird. Dieser Strom wird mithilfe leistungselektronischer Komponenten aus dem stationären Wechselspannungsnetz erzeugt. Eine zweite Spule befindet sich auf der Unterseite des Fahrzeugbodens. Liegen beide Spulen übereinander, entsteht in der zweiten Spule eine Wechselspannung. Diese wird im Fahrzeug mit bordeigener Leistungselektronik gleichgerichtet und lädt die Antriebsbatterie auf. Zusätzlich sind in der Bodenplatte und im Fahrzeug elektronische Komponenten vorhanden, die über WLAN in Kontakt stehen und den gesamten Ladevorgang steuern. Bereits heute liegt der Wirkungsgrad dieses kontaktlosen Ladens nahezu auf Augenhöhe mit dem Laden durch ein Kabel.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen und mechanischen Spannungen wird die Ladeelektronik vergossen. Zu diesem Zweck bietet WACKER ein umfangreiches Sortiment aus Dicht- und Klebstoffen sowie

## LADEN BEIM FAHREN – PER INDUKTION



Visionäre Konzepte für moderne Verkehrssysteme sehen sogenannte Charge-Spuren vor, auf denen Elektroautos bei der Fahrt induktiv geladen werden können. Busse könnten beispielsweise an Haltestellen berührungslos von oben Strom „tanken“.

Prinzip des induktiven Ladens



Kabelloses Ladegerät für ein Smartphone: Nach demselben Prinzip könnten in Zukunft auch Elektroautos Strom „tanken“.

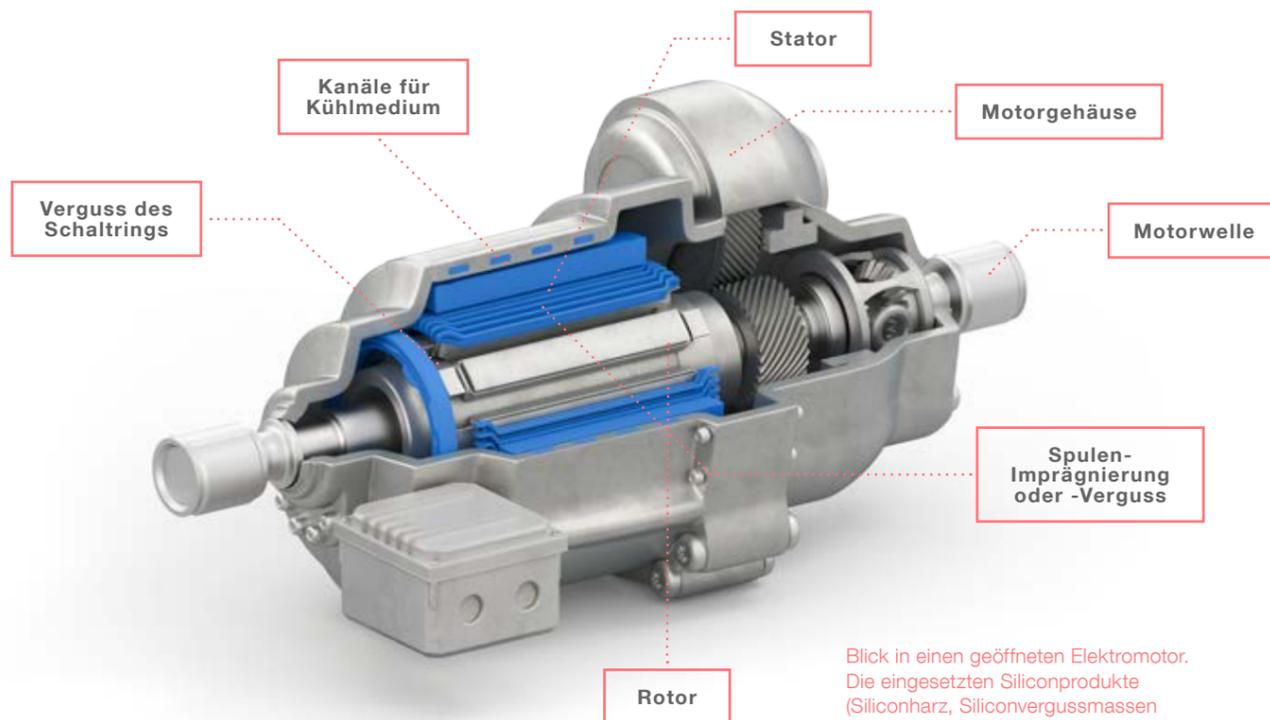
Vergussmassen an, die bei Raumtemperatur oder moderaten Temperaturen sehr schnell vernetzen beziehungsweise Haftung zu den beteiligten Substraten aufbauen – höchst interessant und wichtig für innovative industrielle Massenproduktionsprozesse. „Mit unseren Siliconprodukten werden bei der Fertigung der elektronischen Komponenten kurze Produktionszeiten möglich. Und die Elektronik ist unter den rauen Einsatzbedingungen über viele Jahre perfekt geschützt“, betont Klaus Angermaier. Die Automobilkonzerne arbeiten derzeit intensiv an der Weiterentwicklung von Systemen für das induktive Laden.

Mit dem Eintritt in das Zeitalter der Elektromobilität steht die Automobilbranche vor einem Umbruch, der sich auf die gesamte Wertschöpfungskette auswirkt und auch die Beziehung zu ihren Zulieferern betrifft. Etliche Automobilhersteller beabsichtigen beispielsweise, eine eigene Batterie- und Motorfertigung aufzubauen, und werden dann die benötigten Rohstoffe direkt bei den Rohstoffanbietern kaufen. So wird auch WACKER in Zukunft Siliconprodukte – etwa die zum Wärmemanagement benötigten wärmeleitenden Gap-Filler – nicht nur an Automobilzulieferer, sondern auch direkt an die Automobilhersteller liefern. Damit ver-

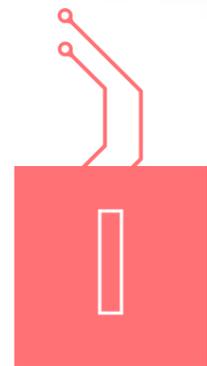
bunden strebt WACKER die Zertifizierung der betreffenden Produktionsbereiche nach der Norm IATF 16949 an, die für alle Automobilzulieferer gilt (siehe Interview Seite 61).

Was das technische Design einzelner Komponenten von Elektroautos und die Ausgestaltung der Ladeinfrastruktur betrifft, haben sich bis jetzt noch keine endgültigen technischen Lösungen etabliert. „Wir sehen aber heute schon ganz klar, dass Silicone in der Elektromobilität eine wichtige Rolle spielen werden. Vor allem werden sie helfen, dass die technischen Schlüsselkomponenten dauerhaft funktionieren“, fasst der WACKER-Experte Klaus Angermaier zusammen. ■

# SCHLÜSSELKOMPONENTE ELEKTROMOTOR



Blick in einen geöffneten Elektromotor. Die eingesetzten Siliconprodukte (Siliconharz, Siliconvergussmassen und Siliconöl) sind blau dargestellt.



n Elektrofahrzeugen setzen die Automobilhersteller Drehstrommaschinen ein, meist in der Bauform einer permanent-erregten Synchronmaschine. Solche Maschinen erreichen hohe Leistungen bei geringer Baugröße und niedrigem Gewicht. Fast immer handelt es sich um sogenannte Innenläufer: Der auf einer Welle sitzende Rotor dreht sich im Innern des als Hohlkörper konstruierten Stators. Der Stator, der

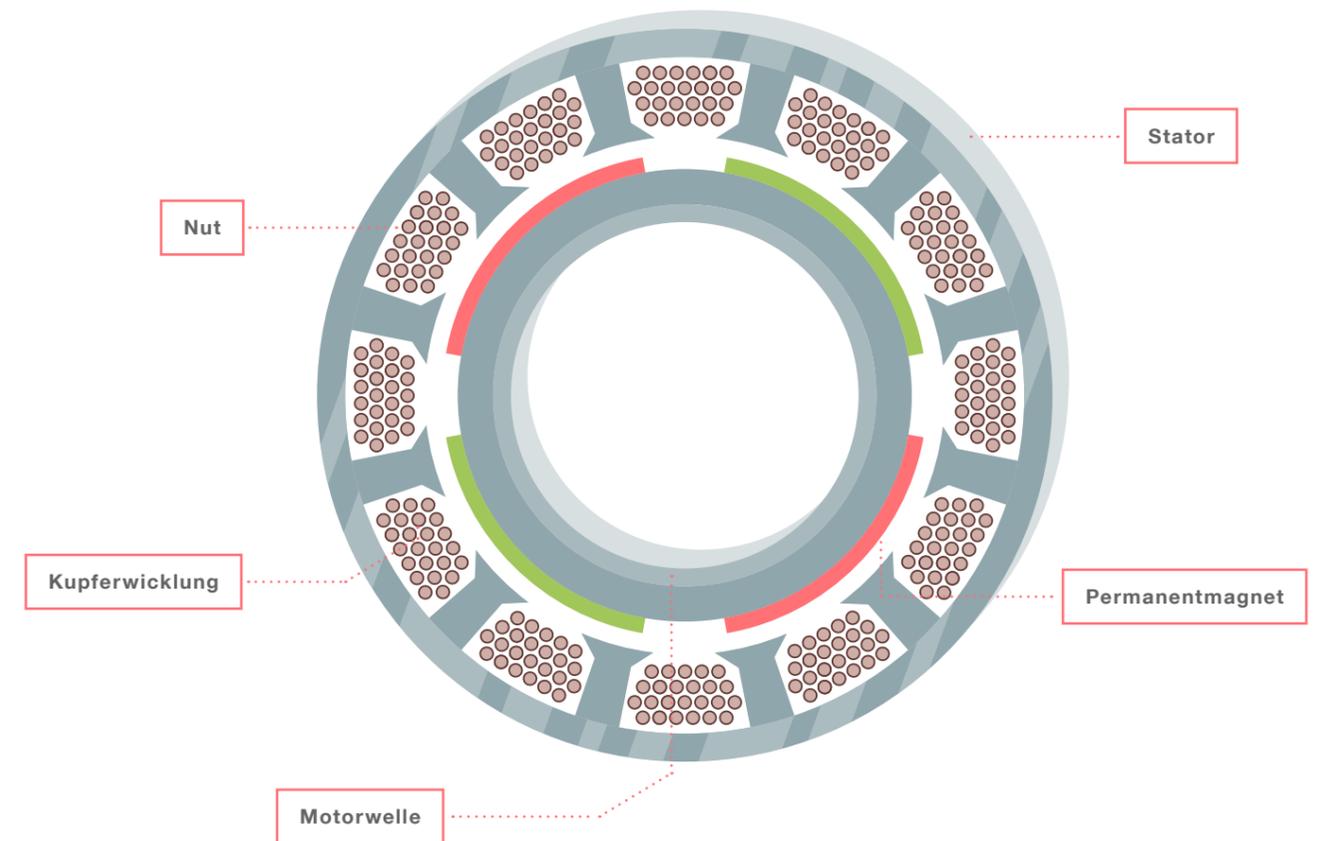
ruhende Maschinenteil, ist fest mit dem Motorgehäuse verbunden, der Rotor dagegen drehbar im Gehäuse gelagert. Das Gehäuse wird in der Regel aktiv gekühlt.

Hauptkomponenten des Stators sind das Blechpaket – ein Stapel aus ringförmig ausgestanzten, am Innenrand mit Nuten versehenen Eisenblechen – und ein System von Spulen, deren Windungen in den Nuten liegen. Die in der Motortechnik als Wicklungen bezeichneten Spulen werden mit Drehstrom gespeist. Sie sind so angeordnet, dass der Drehstrom im Innenraum des Stators ein Magnetfeld erzeugt, dessen

Richtung sich fortlaufend ändert – das Magnetfeld dreht sich um sich selbst. Das infolge seiner Permanentmagnete dauerhaft vorhandene Magnetfeld des Rotors folgt dem Drehfeld des Stators, sodass sich der Rotor und mit ihm die Motorwelle dreht. Die Drehzahl wird durch die Frequenz, die Höhe des Drehmoments durch die Amplitude des Drehstroms bestimmt.

Die Wicklungen können auf unterschiedliche Weisen realisiert werden. Das klassische Verfahren ist das Spulenwickeln aus einem Kupfer-Runddraht – eine produktionstechnisch aufwendige Methode. Aktuell geht der Trend

## PERMANENTERREGTE SYNCHRONMASCHINE



zur Hairpin-Technologie. Hier werden Spulen aus dünnen Kupferstab-Segmenten mit rechteckigem Querschnitt aufgebaut. Die Segmente werden zu haarnadelähnlichen Gebilden gebogen – daher der Name Hairpin-Technologie –, in die dafür vorgesehenen Nuten des Blechpakets eingelegt und nach einem bestimmten System durch Lötens kontaktiert. Die Hairpin-Technologie eignet sich zum Aufbau einer schnellen Großserienproduktion.

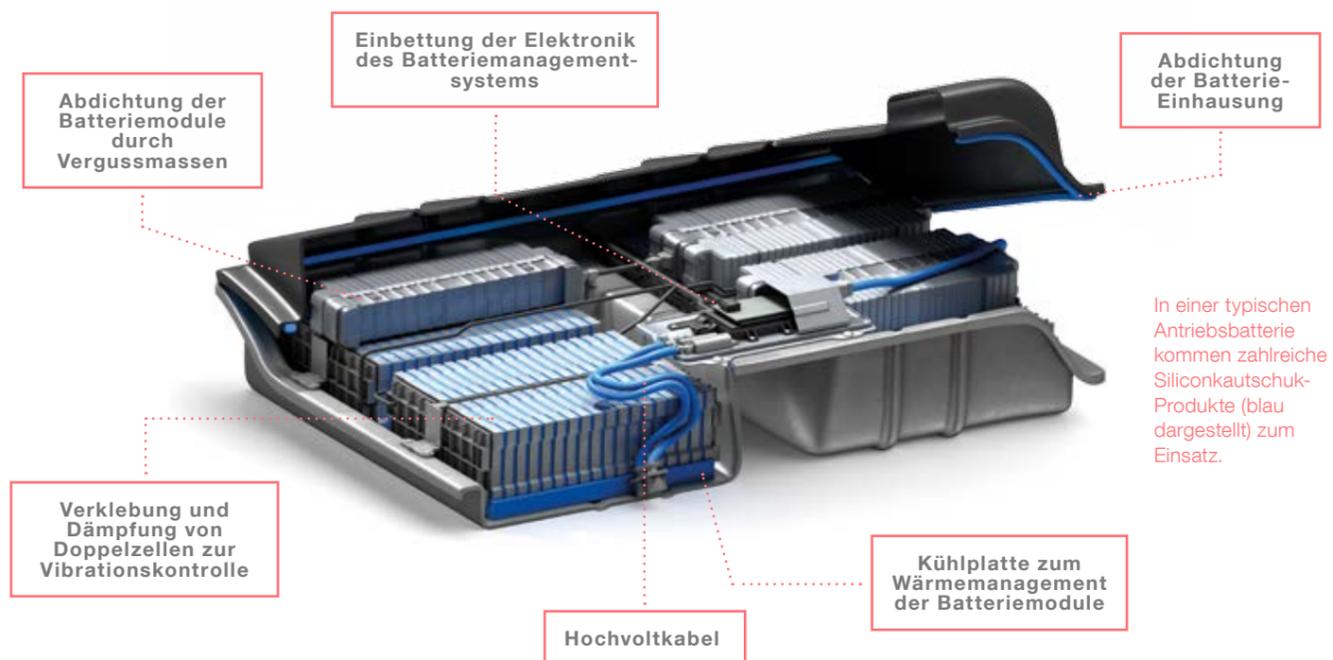
In den Wicklungen und im Blechpaket des Stators entsteht während des Betriebs Wärme, die zum Wärmetauscher transportiert werden

muss. Ein wärmeleitendes Siliconharz oder eine wärmeleitende Siliconvergussmasse können den Wärmetransport unterstützen.

Anders als Verbrennungsmotoren liefern Drehstrommotoren ein konstantes Drehmoment über den gesamten genutzten Drehzahlbereich und benötigen daher kein aufwendiges Getriebe. Zudem sind sie rekuperationsfähig: Beim Bremsen wirkt die Maschine als Generator und wandelt einen Großteil der kinetischen Energie in elektrische Energie um. Die zurückgewonnene elektrische Energie wird in die Antriebsbatterie eingespeist.

Schematischer Querschnitt einer permanent-erregten Synchronmaschine, die als Innenläufer konstruiert ist: Der Rotor befindet sich innen und sitzt auf der Motorwelle, der Stator ist mit dem Gehäuse verbunden. Die Farbe der Permanentmagnete gibt an, welcher Magnetpol zum Stator zeigt (rot: Nordpol, grün: Südpol). Die Wicklungen des Stators werden so geschaltet, dass ihr Magnetfeld letztendlich den Rotor in Drehung versetzt.

# SCHLÜSSELKOMPONENTE LITHIUM-IONEN-BATTERIE



**A**ls Lithium-Ionen-Batterien werden wiederaufladbare Batteriesysteme bezeichnet, deren Zellen Lithiumionen als bewegliche positive Ladungsträger nutzen. Die Zellen enthalten zwei Elektroden, die Lithiumionen reversibel einlagern können, und einen Elektrolyten, in dem die Lithiumionen zwischen den Elektroden transportiert werden. Zusätzlich befindet sich zwischen den Elektroden eine dünne, als Separator bezeichnete Membran, die elektrisch isolierend wirkt, aber für Lithiumionen durchlässig ist. In den beiden

Elektrodenmaterialien finden – räumlich voneinander getrennt – chemische Reaktionen statt, durch die eine elektrische Spannung zwischen den Elektroden entsteht.

Für die Fertigung von Antriebsbatterien werden gegenwärtig häufig Zellen mit Graphit-Anoden und Kathoden aus einem Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Oxid (kurz: NMC) verwendet. Die Elektrodenmaterialien befinden sich als dünne Schicht auf Metallfolien, die als Ableiter fungieren und ab- oder zufließende Elektronen weiterleiten. Als Elektrolyt dient die Lösung eines lithiumionenhaltigen Leitsalzes (Lithiumhexafluorophosphat) in einer Mischung aus organischen Carbonaten.

Solche NMC-Graphit-Batteriezellen erreichen sowohl eine hohe spezifische Energie als auch eine hohe Leistungsdichte, können also große Energiemengen pro Kilogramm speichern und die gespeicherte Energie auch schnell wieder abgeben. Technisch machbar, wenn auch noch nicht allgemein verbreitet in der Industrie, sind bei den Batteriezellen spezifische Energien von bis zu 260 Wattstunden pro Kilogramm.

Wird ein elektrischer Verbraucher an die geladene Zelle angeschlossen, gibt die Anode Elektronen an ihren Ableiter ab und setzt eingelagerte Lithiumionen frei. Die Elektronen fließen durch den externen Verbraucherstromkreis, verrichten dort Arbeit und fließen weiter zur Kathode, wel-

che die Elektronen über ihren Ableiter aufnimmt. Währenddessen wandern die aus dem Graphitmaterial der Anode freigesetzten Lithiumionen durch den Elektrolyten zur Kathode und lagern sich dort ein. Beim Laden der Batterie kehrt sich der gesamte Vorgang um.

Beim allerersten Laden, das im Rahmen der Batterieherstellung erfolgt, zersetzt sich eine gewisse Menge des Elektrolyten an der Anodenoberfläche. Die lithiumhaltigen Zersetzungsprodukte bilden auf der Anode einen festen, für Lithiumionen durchlässigen Film. Dieser kurz als SEI (solid electrolyte interphase) bezeichnete Oberflächenfilm schützt den Elektrolyten vor weiterer Zersetzung. Verschiedene Belastungen der Batteriezelle, wie Tiefentladung oder auch hohe Temperaturen, können Teile des SEI schädigen. Zwar wird dann beim nächsten Laden wieder SEI nachgebildet, da hierbei aber Lithiumionen irreversibel aus dem Elektrolyten entfernt werden,

ist ein Kapazitätsverlust der Batterie die Folge: Sie kann dann nicht mehr so große Ladungsmengen speichern wie vorher.

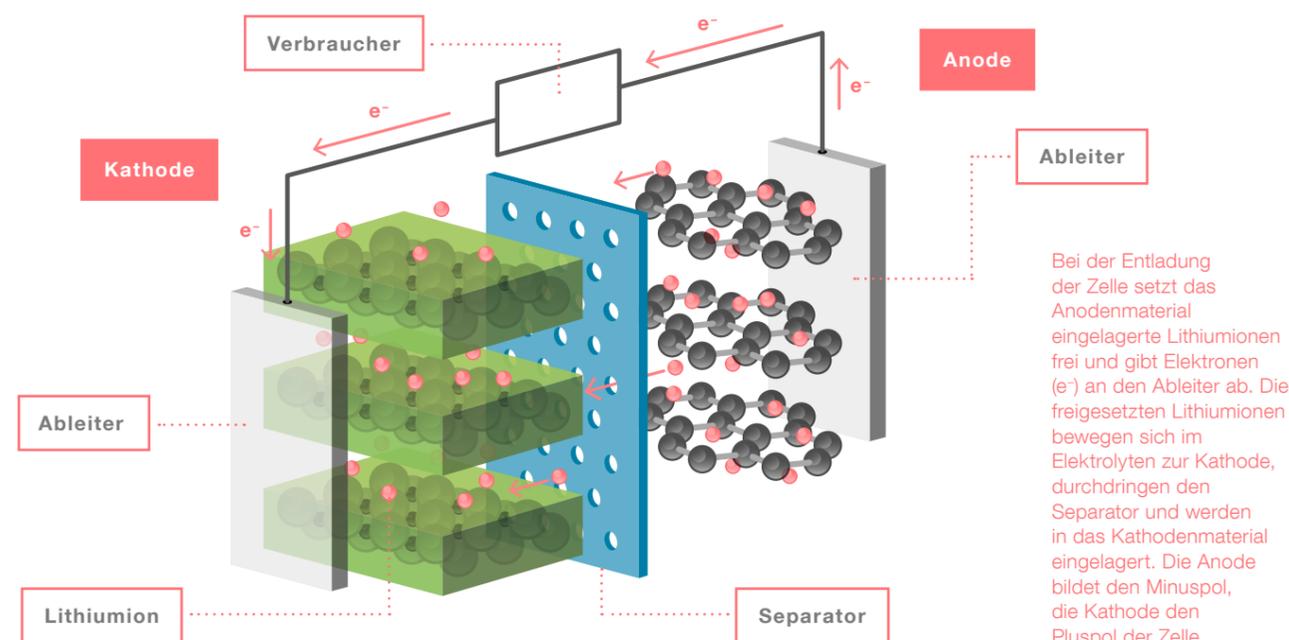
Schädlich ist auch ein Überladen der Batterie. Dabei können so viele Lithiumionen aus dem Kathodenmaterial austreten, dass dessen Struktur Schaden nimmt. Zudem besteht die Gefahr, dass sich auf der Anode metallisches Lithium in Form spitzer, verzweigter Kristalle, sogenannter Dendriten, abscheidet. Diese elektrisch leitfähigen Lithiumdendriten können den Separator durchstechen und dadurch einen inneren Kurzschluss auslösen.

Je kälter die Batterie ist, desto zähflüssiger wird der Elektrolyt und desto stärker wird die Wanderung der Lithiumionen behindert. Bei tiefen Temperaturen besteht beim Laden die Gefahr, dass aufgrund auftretender Überpotenziale das Lithium in metallischer Form abgeschieden wird, anstatt in den Graphit eingelagert zu werden.

Hohe Temperaturen beschleunigen chemische Reaktionen. In der Lithium-Ionen-Batterie macht sich das besonders stark bei den unerwünschten Alterungs- und Abbauvorgängen bemerkbar. Schon Temperaturen von über 45 Grad Celsius lassen eine Lithium-Ionen-Batterie rapide altern, bei 60 Grad stößt das Leitsalz an die Grenze seiner thermischen Beständigkeit. Das Temperaturoptimum liegt bei 25 Grad Celsius.

Die Batterie muss also temperiert werden – sie darf im Betrieb nicht zu kalt und nicht zu warm werden. In der Praxis wird die Antriebsbatterie auf Betriebstemperaturen zwischen 0 und 45 Grad Celsius gehalten. Die neu entwickelten Silicon-Gap-Filler von WACKER unterstützen den Wärmetransport zwischen den Batteriemodulen und dem Temperierungssystem, etwa der in der Gehäuse-Unterschale liegenden, von einem Kühlmittel durchströmten Kühlplatte.

## AUFBAU UND FUNKTIONSPRINZIP EINER LITHIUM-IONEN-BATTERIEZELLE



Hochvoltkabel mit Steckverbindern: Die Silicon-Kabelmäntel und die Silicon-Ummantelung des Steckverbinders sind orange eingefärbt – charakteristisch für das Hochvolt-Bordnetz.



## SILICONE FÜR HOCHVOLT KABEL

Elektroautos verfügen neben dem klassischen 12-Volt-Netz über ein zweites elektrisches Bordnetz mit einem Spannungsniveau zwischen etwa 400 und 600 Volt. Dieses Hochvolt-Netz übernimmt den Transport der elektrischen Leistung zwischen Antriebsbatterie, Power-Modulen und Elektromotor. Eingesetzt werden spezielle Kabel und Steckverbinder.

Im Hochvolt-Bordnetz der Elektrofahrzeuge sorgen spezielle Kabel und Steckverbinder für den Transport der elektrischen Leistung. Diese Hochvoltkabel sind deutlich dicker und schwerer als die aus dem 12-Volt-Netz bekannten Kabel. Durch ihre Signalfarbe Orange warnen sie vor dem hohen Spannungsniveau – etwa 400 Volt Gleichspannung im Batteriestromkreis, 600 Volt Wechselspannung im Motorstromkreis. Die Automobilindustrie hat sich für diese Spannungsebenen entschieden, weil so die Verlustleistungen klein bleiben, die durch Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme entstehen. Um Funktion und Sicherheit des Hochvoltnetzes über die gesamte Lebensdauer des Autos zu gewährleisten, müssen die verwendeten Stromleitungen zuverlässig elektrisch isoliert sein – und dies

dauerhaft, unter allen Betriebsbedingungen, in allen Klimazonen und bei jedem Wetter.

Zuverlässigkeit und Sicherheit werden in hohem Maße vom Kabelmantel bestimmt. Viele Kabelhersteller greifen zur Ummantelung von Hochvoltleitungen auf Siliconkautschuke zurück – also auf Silicone, die bei ihrer Verarbeitung zu Siliconelastomeren vernetzt werden. Hauptgründe dafür sind neben dem hervorragenden elektrischen Isolationsvermögen die hohe Alterungs- und Hitzebeständigkeit sowie die Kälteflexibilität dieser Materialien. Auch in Steckverbindern kommen bevorzugt Siliconelastomere zum Einsatz: Je nach Konstruktion sind die Verbinder entweder mit einem Silicon ummantelt oder sie haben ein Gehäuse, in dem Silicon-Einzeladerabdichtungen verbaut sind.

Für die Anwendung im Hochvolt-Bordnetz hat WACKER ein Portfolio von optimal geeigneten Fest- und Flüssigsilikonkautschuken zusammengestellt. Es umfasst Typen, mit denen Kabelmäntel eine hohe Biegsamkeit und eine hohe Weiterreißfestigkeit erhalten. Zur Herstellung von Einzeladerabdichtungen stehen unterschiedliche Siliconkautschuke zur Verfügung. Erhältlich sind zum Beispiel selbstschmierende Silicone und Silicone mit reibungsverminderter Oberfläche. Abdichtungen aus solchen Silicontypen erleichtern das Durchführen der Leitungsadern bei der Konfektionierung der Kabel und Steckverbinder. Darüber hinaus bietet WACKER auch selbsthaftende Silicone an, mit denen eine schnelle Fertigung von Zwei-Komponenten-Aderabdichtungen möglich wird.

## „AUSSERORDENTLICHE ANFORDERUNGEN“



WACKER-Qualitätsmanager Dr. Thorsten Schnepensieper über die Norm IATF 16949 und ihre Bedeutung für die Produktion von Silicon-Wärmeleitmaterialien.

**WW: WACKER ist bei seinen Kunden für die gleichbleibende und hohe Qualität seiner Produkte bekannt. Braucht die Automobilbranche eine Extrawurst?**

**Dr. Thorsten Schnepensieper:** Die Automobilindustrie hat außerordentlich hohe Anforderungen, die mit der branchenüblichen Wertschöpfungskette zusammenhängen. Bei der Herstellung eines Autos übernehmen die Lieferanten gut drei Viertel der gesamten Wertschöpfung. Die Automobilhersteller verarbeiten die angelieferten Teile und Materialien in schnellen und hochgradig automatisierten Fertigungsprozessen weiter. Ein Stillstand ihrer Bänder infolge fehlerhafter Bauteile oder Materialien würde hohe Kosten verursachen. Damit die Wertschöpfung funktioniert, erwarten die Automobilhersteller von ihren Lieferanten eine Null-Fehler-Strategie. Die von der Internationalen Automotive Task Force herausgebrachte Norm IATF 16949 soll die Fehlerfreiheit über die gesamte Wertschöpfungskette sicherstellen. Ein Lieferant, der nicht nach dieser Norm zertifiziert ist, hat nahezu keine Chance, direkt mit einem Automobilhersteller ins Geschäft zu kommen.

**Was sind die wichtigsten Vorgaben der IATF 16949?**

Im Mittelpunkt der IATF 16949 stehen die Fehlervermeidung, das Risikomanagement und die Verlässlichkeit. Besonders wichtig ist der Gedanke der Fehlervermeidung: Anstatt auf Störungen zu reagieren und Fehler zu korrigieren, sollen Fehler erst gar nicht entstehen. Das minimiert für den Automobilhersteller das Ausfallrisiko und für den Lieferanten das Haftungsrisiko. Die Norm nennt nicht nur, was unternommen werden soll, sondern gibt auch konkret vor, wie dies geschehen soll, welche Qualitätssicherungsmaßnahmen also im Einzelnen ergriffen werden müssen. Auch wird verlangt, dass alle kundenspezifischen Anforderungen vollständig umgesetzt werden.

**Welchen Nutzen würde WACKER aus der Umsetzung der Vorgaben und aus einer Zertifizierung nach IATF 16949 ziehen?**

Wir würden für uns robuste – also störungsunempfindliche –, transparente und rückverfolgbare Prozesse schaffen, hätten unser Haf-

tungsrisiko bestens im Griff, würden unser bestehendes Geschäft stabilisieren und neue Märkte in der Welt der Automobilhersteller erschließen. In vieler Hinsicht verfahren wir schon jahrelang nach diesen Grundsätzen. Jetzt aber, wo die Automobilindustrie die Ära der Elektromobilität einläutet, ist der richtige Zeitpunkt gekommen, die Zertifizierung aktiv anzugehen. Weil wir in den Gap-Fillern ein großes Marktpotenzial für Elektrofahrzeuge sehen, haben wir beschlossen, den Teil der Produktion, in dem unter anderem diese Wärmeleitmaterialien hergestellt werden, zertifizieren zu lassen.

**Wie geht es mit der angestrebten Zertifizierung voran?**

Die ersten Schritte sind gemacht. Für die Produktion der Wärmeleitmaterialien haben wir bereits erste Systemverbesserungen zur Fehlervermeidung installiert. Der an der Produktionsanlage stehende Operator soll praktisch keine Möglichkeit mehr haben, irgendetwas falsch zu machen. Innerhalb von zwei Jahren – so unser Ziel – wollen wir die Zertifizierung erreicht haben.

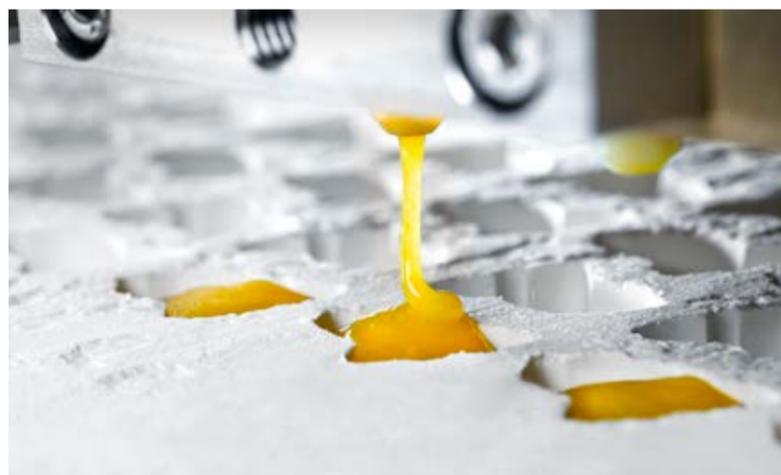
## IN FORM GEGOSSEN

Die Farben, Roh- und Inhaltsstoffe von Kaugummi haben sich stetig weiterentwickelt – nur die Form ist seit jeher begrenzt. CAPIVA® C 03 von WACKER schafft Abhilfe: Damit können Kaugummi künftig in unterschiedlichen Formen gegossen werden.



„Mit dieser Umrüstung können auf gewöhnlichen Zuckerwarenanlagen nun auch frei formbare Kaugummi produziert werden.“

Patrick Knoll, Bosch Makat Candy Technology GmbH



Die Rheologie und die Viskosität der Masse können so eingestellt werden, dass unerwünschte Phänomene wie Fadenbildung oder Lufteinschlüsse verhindert werden.

**R**ein statistisch gesehen schiebt sich jeder Mensch weltweit im Jahr 13,5 Kaugummi in den Mund. Diese Zahl ergibt sich, wenn man die laut der Marktdatenbank Euromonitor rund 700 Kilotonnen Kaugummi, die 2017 verkauft wurden, auf die Weltbevölkerung aufteilt. Das ist kein neues Phänomen: Menschen kauen schon seit Jahrtausenden auf gummiartigen Substanzen. Während dazu in Nordeuropa Birkenharze verwendet wurden, bevorzugten die Römer Mastix, das Gummiharz der Mastix-Pistazienbäume. Die Mayas und Azteken wiederum nahmen Chicle, den Latexsaft des Sapotill- oder Breiapfelbaumes. Im Laufe der Jahrhunderte entwickelte sich der Kaugummi immer weiter: Mittlerweile basieren Kaugummi in der Regel auf Kaugummirohmasse, die als Trägerstoff für Zucker oder Polyole, Süßstoffe und Aromen dient.

Über die Jahre kamen immer neue Geschmacksrichtungen dazu. Und auch der Verwendungszweck des Kaugummi änderte sich: Fernab des reinen Genussmittels wird er heute auch als Zahnpflegeinstrument und Trägermedium für Arzneimittel eingesetzt.

#### LIMITIERT IN DER FORM

So vielfältig Kaugummi in Zusammensetzung und Geschmack auch sein mögen – die Auswahl der Form ist bislang begrenzt. Der Grund dafür liegt im Rohmaterial, das nicht wie bei frei formbaren Bonbons gekocht, sondern warm geknetet wird. Kaugummi besteht traditionell aus Kaugummirohmasse, fein vermahlenem Zucker sowie konzentrierten Aromen. Die Masse nimmt bei rund 60 Grad Celsius eine zähe und klebrige Konsistenz an, die mit leistungsstarken Spezialmaschinen verarbeitet werden muss und anschließend in einem Extruder unter Druck gepresst und so in Form gebracht wird. Aus dem extrudierten Strang können



Im Labor arbeitet Dr. Thomas Wimmer an der perfekten Formulierung.

Streifen in verschiedene Größen und Kissen geschnitten oder Kugeln geformt werden.

WACKER, einer der führenden Hersteller von Polyvinylacetat-Festharzen für Kaugummirohmassen, möchte nun völlig neue Formen möglich machen: mit dem auf einem Co-Polymerharz basierenden CAPIVA® C 03. Diese vorformulierte Mischung ist wasserunlöslich und lässt sich vollständig aufschmelzen und somit homogen in eine Zuckermasse einmischen. „Damit stellen wir einen Rohstoff her, der es ermöglicht, kaugummiartige Süßigkeiten zu kochen und beliebig zu formen, statt sie aufwendig zu kneten“, erklärt Dr. Thomas Wimmer, Leiter des KaugummiLABORS der WACKER-BIOSOLUTIONS-Sparte.

#### TEST IN PILOTANLAGE

Dass dies auch in der industriellen Fertigung reibungslos gelingt, zeigt ein Pilotprojekt mit einem Team der Bosch Makat Candy Technology GmbH, einem Tochterunternehmen der Bosch Packaging Technology, die in Dierdorf bei Köln Spezialmaschinen für die Süßwarenindustrie herstellt. „Mit geringen Zusatzinvestitionen für Anlagenteile lässt sich dank CAPIVA® C 03 reibungslos in bestehenden Mogulanlagen Kaugummi in den verschiedensten Formen produzieren“, sagt Patrick Knoll von Bosch Makat Candy. Gemeinsam mit Dr. Alessandro Capuani, Business Development Manager im Bereich Gum bei WACKER BIOSOLUTIONS, hat er an der Prozessentwicklung gearbeitet.

## KONTAKT

Mehr Informationen zum Thema erhalten Sie von

### Dr. Alessandro Capuani

Business Development Gum  
WACKER BIOSOLUTIONS  
Tel.: +49 89 6279-1932  
alessandro.capuani@wacker.com

Dr. Alessandro Capuani gießt die warme Kaugummimasse in Mogulformen. Dank CAPIVA® C 03 kann die Masse beliebig geformt werden.

Bosch Confectionery Technology ist Spezialist in der Entwicklung und im Bau sogenannter Mogulanlagen, in denen im großtechnischen Maßstab Gummibärchen, Geleemassen und Co. hergestellt werden. Eine diesen Anlagen vorgeschaltete kontinuierliche Kochanlage erzeugt unter Wärmezufuhr eine homogene, kristallfreie Masse, die anschließend unter Vakuum auf die erforderliche Gießtemperatur erhitzt wird. Dadurch reduziert sich der Wassergehalt der Masse auf ein Minimum. Anschließend werden weitere Zutaten wie Farbstoffe, Aroma oder Säure zugefügt.

### GERINGER INVESTITIONSAUFWAND

Im nächsten Schritt kommt nun auch CAPIVA® C 03 ins Spiel. Mit einem Fassschmelzer kann CAPIVA® C 03 bei 100–115 Grad Celsius geschmolzen und über eine spezielle Dosier- und Mischanlage in die heiße Zuckerlösung gepumpt werden. „Mit dieser Umrüstung können auf gewöhnlichen Zuckerwarenanlagen nun auch frei formbare Kaugummis produziert werden“, erklärt Patrick Knoll. Unter Rühren entsteht eine homogene Masse, die gleich im Anschluss im sogenannten Mogulverfahren geformt werden kann. Dabei gießt man die Masse in vorbereitete Stärkeformen.

„Der Vorteil der Verwendung von Stärkeformen liegt darin, dass zum einen alle erdenklichen Formen damit möglich sind und sich zum anderen die Formen schnell umrüsten lassen“, sagt Patrick Knoll von Bosch Makat. Das Mogulverfahren eignet sich für ein breites Spektrum an Zuckerwaren aus Gelee-, Gummi- und Schaumzuckermasse, Weichkaramell, Fondant und jetzt auch für Kaugummis. Aber auch in Siliconformen lassen sich die Kaugummis aus CAPIVA® C 03 ohne Weiteres gießen, formen und trocknen.

„Die Rezeptur wird je nach den technischen Voraussetzungen des Kunden angepasst und optimiert, damit die Produktionsanlagen möglichst reibungsfrei laufen“, erklärt Dr. Alessandro Capuani. Im Labor bei Dr. Thomas Wimmer tüftelt er gemeinsam mit Kunden die für sie am besten passende Rezeptur aus. Je nach Zusammensetzung können die Rheologie und die Viskosität der Masse verändert werden, um eine sowohl gut formbare als auch eine gut verarbeitbare Gießmasse hinzubekommen. So lassen sich unerwünschte Phänomene wie Fadenbildung oder Lufteinschlüsse verhindern. „Mit CAPIVA® C 03 können wir Formulierungen anbieten, die keine Fäden bilden oder die Anlage verkleben, wodurch der Reinigungs- und Materialaufwand gering gehalten wird“, berichtet Dr. Alessandro Capuani weiter. Mit heißem Wasser oder industriellen Reinigungsmitteln ist die auf Basis von CAPIVA® C 03 formulierte Rohmasse leicht von den Anlagen zu entfernen.

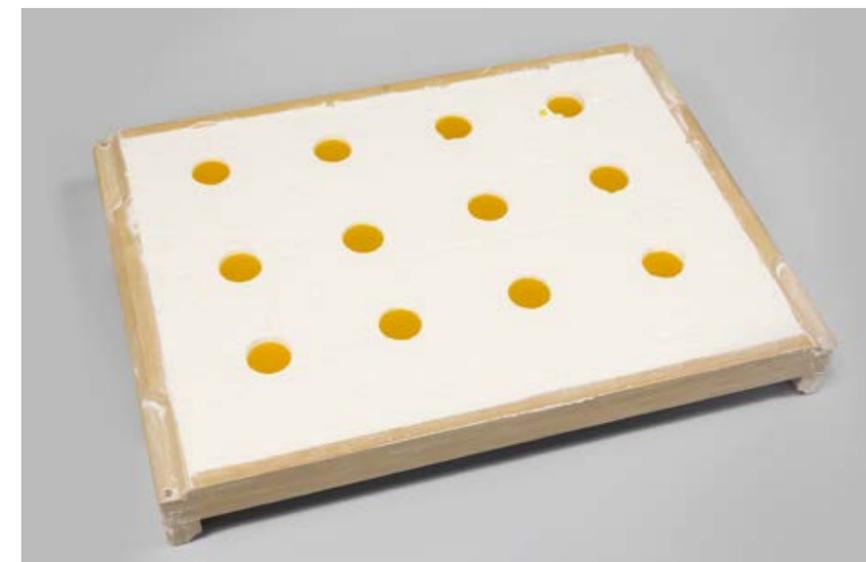
### FLEXIBILITÄT DANK FORMULIERUNG

Wie bei anderen Süßwaren hängt die Formstabilität der gegossenen Gummibonbons von der genauen Rezeptur und den verwendeten Inhaltsstoffen ab. „Je nach Formulierung und Prozessparameter kann die Rezeptur härter oder weicher eingestellt werden. Aber mit CAPIVA® C 03 sind wir flexibel in der Formulierung“, sagt Dr. Thomas Wimmer. Ein weiterer Vorteil: Durch den Kochprozess lassen sich zahlreiche flüssige Inhaltsstoffe einsetzen, die im konventionellen Verfahren nicht möglich sind.

Die Entwickler von WACKER sind überzeugt, dass sich viele neue Möglichkeiten durch CAPIVA® C 03 ergeben. „Mit den neuen gießbaren Kaugummis möchten wir unsere Kunden ermutigen, künftig für mehr Abwechslung im Süßwarenregal zu sorgen, ohne den klassischen Kaugummi zu verdrängen“, erklärt Dr. Alessandro Capuani. ■



Die Techniker von Bosch haben die neue Formulierung von WACKER in ihren Maschinen getestet. Das Ergebnis: Die Masse lässt sich einwandfrei in gängigen industriellen Süßwarenproduktionsanlagen einsetzen.



Mit der gießbaren Kaugummimasse auf Basis von CAPIVA® C 03 können Kaugummis in allen erdenklichen Formen gegossen werden.



**M**oderne Sozialbauten, ein Dutzend von Kränen umstellte Baustellen und vom Unkraut überwucherte Grundstücke – so sieht die Nachbarschaft des „Atelier de moulage“ aus, das zu den französischen Staatsmuseen gehört. Das Atelier, dessen Aufgabe es ist, Originalkopien der bedeutendsten Bildhauerwerke von der Antike bis zur Moderne anzufertigen, sitzt in einem wenig einladenden, funktionalen 90er-Jahre-Metallbau im Pariser Vorort Saint-Denis – nur wenige Hundert Meter vom bekannten Fußballstadion entfernt. Dass der Sitz in der Banlieue nicht so recht zu den Vorstellungen passen will, die man gemeinhin mit den prachtvollen französischen Museen verbindet, ist schnell vergessen, sobald sich die Türe zum Atelier öffnet.

Drinnen, gleich neben dem Elektrokasten und dem Feuerlöscher, verführen drei Skulpturen der Marianne, des französischen Nationalsymbols, in den Farben Blau-Weiß-Rot die Besucher mit ihren gewagten Dekolletés. Im geräumigen Vorraum, der auch als Büro und Empfangszimmer dient, stapeln sich auf einfachen Holzregalen bis hinauf zur Decke weit über 250 Büsten und Kleinskulpturen. Den Blick in die Ferne gewandt, die Hände anmutig gefaltet, den Körper muskulös gestreckt.



## KOPIEN VON MEISTERHAND

Arnaud Briand gehört zu den Besten seines Fachs und fertigt im Auftrag der französischen Staatsmuseen Gipskopien der wichtigsten Skulpturen der Kunstgeschichte. Zur Abformung der Originale nutzt er Siliconelastomere von WACKER.

„So, wie ich früher die Lieferungen für die Küche managte, organisiere ich jetzt meine Zutaten für den Abdruck eines Werkes. Man muss dabei sehr gut vorbereitet sein.“

Arnaud Briand

Ein mit Computer bestückter Schreibtisch verschwindet fast völlig hinter einer drei Meter langen, liegenden Monumentalfigur einer griechischen Göttin. Im hinteren Regal dient der Kopf einer Madonna als Buchstütze, vor einem altrömischen Relief stehen Karteikästen und direkt daneben teilt sich ein zartes Kinderantlitz den engen Regalplatz mit einer ausgetrunkenen Kaffeetasse.

„Bei uns gibt es viele lustige Zufälle. Es gesellen sich Dinge zueinander, die eigentlich nicht zusammengehören“, sagt Arnaud Briand und lacht. Der 43-jährige Franzose ist Moutleur

Statuaire, also Kunstformer und Gipsgießer, und darf sich seit 2015 „Meilleur Ouvrier de France“ nennen. Mit dieser hohen und lebenslang gültigen Auszeichnung, kurz MOF, werden in Frankreich besonders begabte Handwerker geehrt, die sich in einem anspruchsvollen Test als Meister ihres Fachs erwiesen haben. „Der Titel ist ein bisschen wie der heilige Gral“, erklärt Briand, der sich in der Klassifikation „dekorative Skulpturen aus Gips“ der Aufgabe stellte und reüssierte. „Es gibt nur vier oder fünf MOFs in ganz Frankreich in dieser Spezialisierung. Hier im Atelier bin ich der einzige.“

**Unten** Das Entrée ins Reich der Meisterkopisten: Über 250 Büsten, teilweise mehr als 200 Jahre alt, begrüßen die Besucher.

**Rechts** Arnaud Briand in seinem Arbeitsatelier.





**Oben** Der Meisterhandwerker, als Meilleur Ouvrier de France geehrt, mischt das Silicon an. Die Rezeptur weiß er auswendig und passt sie je nach Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit an aktuelle Bedingungen an.

**Rechts** Der erste Schritt beim Abdruck ist das Auftragen einer Schicht aus Polyvinylalkohol, mit der die Originalskulptur vor Beschädigungen beim Abdruck geschützt wird. Den besten Abdruck erhält man immer vom Original, meint der Meister.

### EINFÜHLUNGSVERMÖGEN NÖTIG

Briand begann 2009 in Saint-Denis, als das renommierte Atelier des Louvre und der französischen Museen den Auftrag erhielt, die Gartenskulpturen im Schloss Versailles durch wetterbeständigere Gießharz-Kopien zu ersetzen. „Ich hatte beim vorherigen Arbeitgeber sehr viel mit Gießharzen gearbeitet und daher viel Erfahrung mit dem Material“, erklärt der Pariser, der als Quereinsteiger erst im Alter von 30 Jahren seine Leidenschaft für das Kunstgießer-Metier entdeckte. Vorher arbeitete er zehn Jahre sehr erfolgreich in der Gastronomie. Als sein damaliger Chef sein Restaurant schließen musste, stand er vor der Wahl, selbst eine Bar zu eröffnen oder

den Beruf zu wechseln. Ein dreimonatiges Praktikum führte die Entscheidung herbei. „Meine Jahre in der Gastronomie helfen mir aber auch heute noch bei meiner Arbeit“, berichtet der Meisterhandwerker. „So, wie ich früher die Lieferungen für die Küche managte, organisiere ich jetzt meine Zutaten für den Abdruck eines Werkes. Man muss dabei sehr gut vorbereitet sein.“

Das sieht man auch: Auf Arnaud Briands Arbeitstisch liegt alles Nötige akkurat nebeneinander und wartet auf seinen Einsatz. Küchenutensilien wie Teigschaber, Messer und Suppenkelle sind neben zahlreichen Spachteln, einer Metallbürste, Schere, Schmirgelpapier und Elektrowaage positioniert. Große Werkzeuge wie

Sägen und Elektroböhrer hängen griffbereit an der Wand. Die Fensterkonsole ist übersät mit Plastikbehältern voller Pinsel in allen Größen und Dicken. Ein ausgedientes Olivenglas ist mit weißem Spiritus gefüllt. „Der verträgt sich besonders gut mit Silicon. Zum Pinselreinigen ist das ideal.“

### BESTE QUALITÄT VOM ORIGINAL

Arnaud Briand greift sich aus einer Packung ein Paar blaue Einweghandschuhe und beginnt mit der Arbeit an einer rund 30 Zentimeter hohen Büste aus dem 18. Jahrhundert. „Den besten Abdruck erhält man immer vom Original. Aber wir haben hier alte Gipsformen, die sind fast 200 Jahre alt und manchmal in einem besseren Zustand als die Originalskulptur“, erklärt er, während er Polyvinylalkohol als Schutzschicht auf die Büste pinselt.

Während diese Schutzschicht trocknet, mischt Briand das Silicon für die erste Schicht an. Er stellt einen Eimer auf die Waage und misst mit einem Wegwerf-Plastikbecher scheinbar nach Augenmaß die Inhaltsstoffe ab. Mit einem Teigschaber rührt der muskulöse Pariser dann das Gemenge an, dabei überprüft er ständig die Textur. „Ich habe zwar ein Buch mit allen Rezepturen, aber noch wichtiger sind die eigenen Erfahrungswerte“, berichtet Briand, „weil viele Faktoren, etwa die Raumtemperatur, eine große Rolle spielen können. Heute ist es beispielsweise ein bisschen kühl im Atelier. Das muss ich berücksichtigen.“

Bei ganz neuen Produkten hält sich Briand zuerst an die mitgelieferte technische Mischempfehlung, aber er sieht es als seine Aufgabe an, die Rezepte zu perfektionieren. „Nur durch Ausprobieren kann man ein Produkt zu Höchstleistungen führen. Ich bin sehr neugierig und teste gerne aus. Dabei erkenne ich die Grenzen eines Produktes und kann abschätzen, was geht und was nicht.“ Seine Erfahrungswerte gibt er danach gerne an die Hersteller weiter. Seine Wünsche auch.

„Ich habe zwar ein Buch mit allen Rezepturen, aber noch wichtiger sind die eigenen Erfahrungswerte.“

Arnaud Briand

Aktuell probiert Arnaud Briand einen neuen Härter von WACKER für seine Siliconkautschuke der Marke ELASTOSIL® M aus, die in Frankreich von dem Distributor ABYLA (Gazechim Gruppe) vertrieben werden. Der Katalysator NEO ist frei von organischen Zinnverbindungen und der dazugehörige Booster NEO sichert das Aushärten von größeren Schichtdicken – damit ist dieses Trio sehr gut geeignet für einen schnellen Abdruck.

„Das Produkt stellt für mich einen großen Schritt nach vorne dar“, sagt Briand. Schließlich haben er und seine Kollegen beim Auftrag in Versailles in nur eineinhalb Wochen





**Oben** Beim Abdruck im Gießverfahren werden vorab die erstellten Einzelteile fest miteinander verschraubt, bevor gegossen werden kann. Hier eine kleinformatige Kopie eines der Bestseller, der Nike von Samothrake.

**Rechts** Ein fertiger Abdruck: Zahlreiche Schichten fügen sich zu einem festen Panzer, in dessen Zentrum die Rückseite einer Skulptur in Negativform zu sehen ist.

120 Kilogramm Silicon verarbeitet. Und selbst bei einer kleinen Büste, wie dem gerade bearbeiteten Kopf aus dem 18. Jahrhundert, sind es immerhin zwei bis drei Kilo, weil auf die Skulptur bis zu vier Schichten aufgetragen werden.

Bei jeder neuen Siliconschicht hat der Gussmeister leicht die Textur und die Zusammensetzung verändert sowie hier und da einige Tropfen eines Katalysators oder ein Verdickungsadditiv zugefügt. „Man erzielt ein besseres Ergebnis, wenn man bei den ersten beiden

Schichten mit einem sehr flüssigen und danach mit einem dickeren Silicon arbeitet.“

Von der Figur tropft nun unablässig das Silicon auf den Arbeitstisch. Immer wieder schneidet der Gussmeister mit einer Schere die Tropfen ab und kontrolliert den Trocknungsfortschritt durch vorsichtiges Abtasten mit dem kleinen Finger. Rund eine halbe Stunde lässt er zwischen den Schichten jeweils verstreichen. Die letzte Schicht wird zusammen mit einem Glasfasernetz aufgetragen, das die vorherigen etwas umhüllt.

Für die schwierigen Stellen rund um Augen, Mund, Ohren und Nase der Skulptur nutzt Arnaud Briand eine Spritze mit einem recht zähflüssigen Silicon, das er mittels eines Verdickungsmittels optimiert hat und gezielt aufspritzt. Ungleichmäßigkeiten werden damit ausgeglichen und es entsteht eine homogene Oberfläche, die er anschließend mit einem angefeuchteten Schwamm vorsichtig abtupft. „Damit zerstöre ich Luftblasen, die sich beim Aufstreichen gebildet haben.“ Die Rückseite



„Während des Gusses kann man sich keinen Fehler erlauben, denn es lässt sich nichts mehr korrigieren.“

Arnaud Briand

der Skulptur ist bereits ausreichend mit einer abschließenden Siliconkautschuk-Schicht verstärkt. Bei dieser letzten Schicht muss er ganz schnell und konzentriert arbeiten. Sie härtet in nur fünf Minuten.

Arnaud Briand nutzt vor allem zwei Silicon-Typen: ELASTOSIL® M 4514 setzt er für die Anfertigung von sogenannten Hautformen ein. Durch angepasstes Dosieren des Härterers oder durch Zugabe des Verdickungsadditivs lässt sich diese Abformmasse auch



Eine gute Vorbereitung und Organisation der Arbeitsutensilien sind unerlässlich beim Erstellen von Kopien, um einen reibungslosen Ablauf zu garantieren.

vertikal und kontrolliert verarbeiten. Und ELASTOSIL® M 4630 A/B kommt für sogenannte Massivformen zum Einsatz, die im Gießverfahren hergestellt werden.

Die Herstellung von Siliconformen im Gießverfahren ist technisch sehr anspruchsvoll. „Während des Gusses kann man sich keinen Fehler erlauben, denn es lässt sich nichts mehr korrigieren“, betont der Handwerker. ELASTOSIL® M 4630 A/B eigne sich deshalb gut, weil es keinen chemischen Schrumpf aufweise und sich damit nicht zusammenziehe. Das Resultat und die

Qualität der Arbeit sieht der Handwerker jedoch erst nach der Entformung des Modells. „In der Regel sind Gussmodelle haltbarer und besser als vertikal erstellte Abdrucke“, erklärt der Franzose und streicht sich nach getaner Arbeit über das büstenkurze Haar.

### DUTZENDE KOPIEN MÖGLICH

Ein Gipsabdruck könne, wenn er niemals mit Wasser in Berührung komme, bis zu 1.000 Jahre halten, erklärt der Experte. Und ein Siliconmodell? „Das können wir noch nicht mit Sicherheit sagen, denn wir verwenden das Material erst seit 50 Jahren.“ Es kommt auch darauf an, wie häufig aus dem Abdruck eine Kopie gegossen wird. „Manche unserer Abdrücke hier sind schon 30 bis 40 Mal benutzt worden. Andere nur ein einziges Mal.“

Besonders gefragt seien Skulpturen von Molière, Voltaire und die Büste von Louis XIV. des Bildhauers Gian Lorenzo Bernini. „Der Italiener ist einer meiner Lieblingskünstler. Er ist ein Zeitgenosse von Michelangelo, aber in meinen Augen ist Berninis Werk noch größer als das von Michelangelo. Seine Skulpturen haben eine außergewöhnliche Finesse.“

Arnaud Briand ist am Ende seines Arbeitstags im „Atelier de moulage“ von Kopf bis Fuß mit weißen Sprengeln von Gips-, Silicon- oder Harz übersät. Auch der Boden, die Arbeitstische, die Werkzeuge, einfach alles im „Atelier de moulage“ ist mit den weißen Tupfen „bekleckert“, nur die Skulpturen erstrahlen in makellosem Weiß.

Hat er ein Projekt, von dem er träumt? Der zweifache Vater braucht nicht lange zu überlegen: „Das schönste Projekt ist immer das, was man noch nicht gemacht hat“, sagt er im Gehen und schließt hinter sich die Türe des Ateliers. Seine stummen Bewohner, die Hundertschaften von Büsten und Skulpturen, warten nun darauf, dass der Neuzugang, der heute unter den Händen von Arnaud Briand entstand, aus der Trockenkammer kommt und sich zu ihnen ins Regal gesellt. ■



Manche der Kopien im Atelier de moulage sind über 200 Jahre alt und in einem besseren Zustand als ihr Original. Sie sind daher sehr wertvolle Zeitzeugen der jahrhundertealten Bildhauerkunst.

„Das schönste Projekt ist immer das, was man noch nicht gemacht hat.“

Arnaud Briand

# SCHULVERSUCHSKOFFER CHEM<sub>2</sub>DO<sup>®</sup> WIRD DIGITAL

Seit sechs Jahren erobert der WACKER-Schulversuchskoffer CHEM<sub>2</sub>DO<sup>®</sup> den Chemieunterricht an deutschen und österreichischen Schulen. Damit sich Schüler die chemischen Reaktionen der Experimente noch besser vorstellen können, bietet das Unternehmen seit Kurzem eigens für den Unterricht entwickelte Online-Lerntools.

**D**er Mann mit dem gepflegten Hipster-Bart trägt einen weißen Kittel und blaue Einmal-Schutzhandschuhe. Die Pipette in seiner Hand verrät, dass er Chemiker sein muss: Langsam lässt er einige Wassertropfen von der Pipette auf einen porösen Gasbetonstein fallen – auf der einen Steinhälfte versickert das Wasser sofort, auf der anderen perlt es ab. Aber wieso und wodurch? Das wiederum zeigt eine gra-

fische Animation, die erklärt, wie die Silicate des Steins aufgebaut sind, weshalb Wassermoleküle normalerweise in den Stein einziehen – und warum das eben nicht passiert, wenn zuvor eine Silicon-Mikroemulsion mit Wasser vermischt und dieses „Wunderwasser“ auf den Stein gepinselt wurde.

Mit diesem Experiment zur „Hydrophobierung von Oberflächen“ beginnt das erste von derzeit vier Lerntools auf der Internetseite

www.chem2do.de – dem digitalen Angebot zum WACKER-Schulversuchskoffer. Schüler und Lehrer können sich die Experimente aus dem Koffer nun zusätzlich im Internet ansehen. Mit einem kleinen, aber wichtigen Unterschied zum Schulexperiment: Das Internet-Lerntool wechselt an den entscheidenden Stellen auf die Teilchenebene. So können die chemischen Reaktionen, die beim Experiment ablaufen, in anschaulichen Animationen erklärt werden.



Der WACKER-Schulversuchskoffer enthält acht hundertfach erprobte Schülerversuche zu Siliconen und Cyclodextrinen. Er ist für Chemielehrer kostenlos.

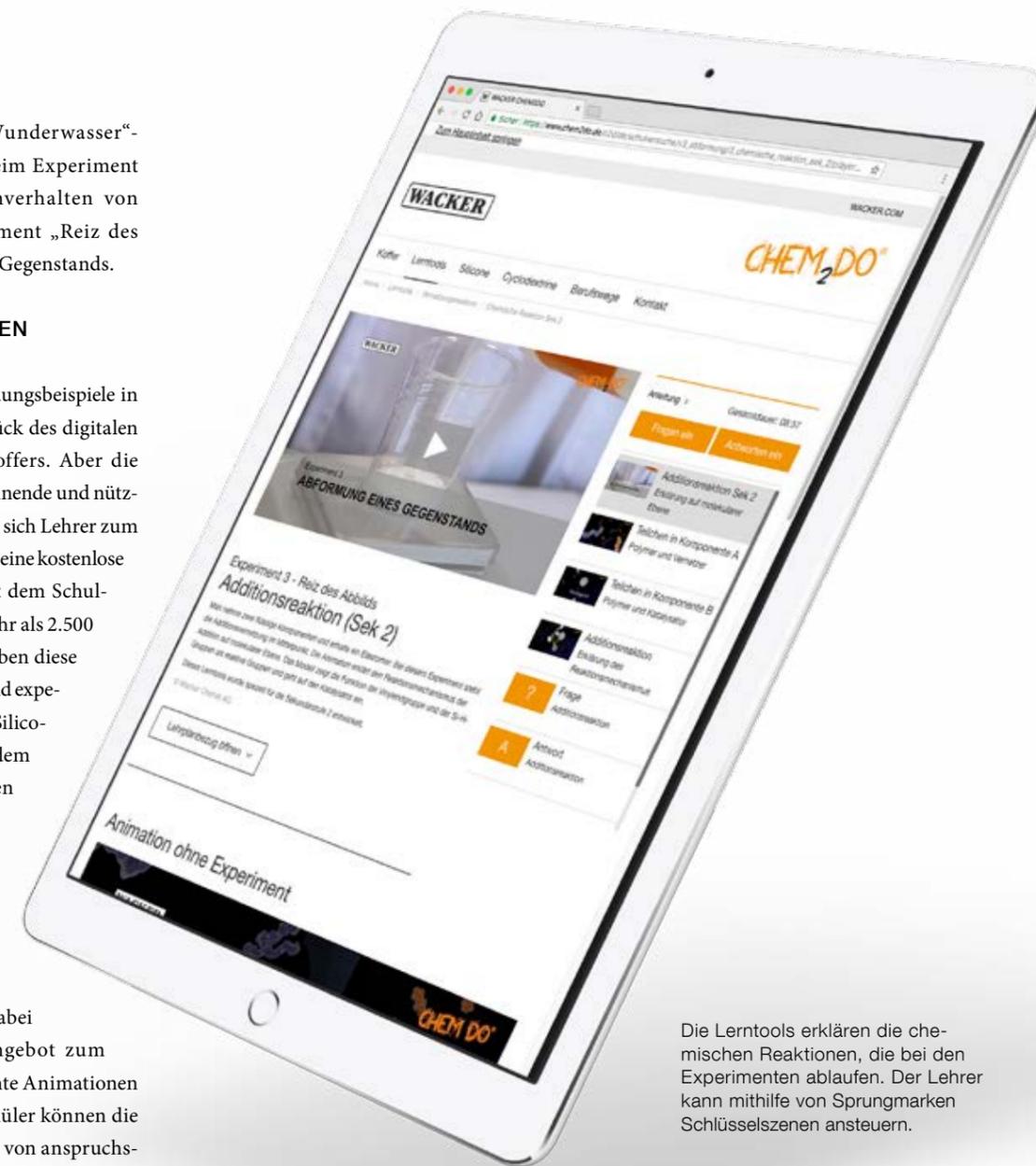
Und das nicht nur beim „Wunderwasser“-Experiment, sondern auch beim Experiment „Rauchzeichen“ zum Brennverhalten von Siliconen oder beim Experiment „Reiz des Abbilds“ zur Abformung eines Gegenstands.

## GRAFISCHE ANIMATIONEN ALS HERZSTÜCK

Die Animationen und Anwendungsbeispiele in den Lerntools sind das Herzstück des digitalen CHEM<sub>2</sub>DO<sup>®</sup>-Experimentierkoffers. Aber die Website enthält noch mehr spannende und nützliche Informationen: So können sich Lehrer zum Beispiel online über Termine für eine kostenlose Fortbildung zum Umgang mit dem Schulversuchskoffer informieren. Mehr als 2.500 Lehrer in ganz Deutschland haben diese Fortbildung bereits absolviert und experimentieren im Unterricht mit Siliconen und Cyclodextrinen aus dem Koffer. Wenn die Chemikalien aufgebraucht sind, können sie online nachbestellt werden.

Die Schüler wiederum können sich auf der Website noch einmal grundlegend über Silicone und Cyclodextrine informieren. Dabei bietet das digitale Zusatzangebot zum Schulversuchskoffer vereinfachte Animationen für jüngere Schüler. Ältere Schüler können die chemischen Vorgänge mithilfe von anspruchsvollen 3D-Modellen nachvollziehen.

„Wir möchten, dass Chemie für Schüler ein begeisterndes Fach ist. Mit CHEM<sub>2</sub>DO<sup>®</sup> wollen wir den Forschergeist wecken“, erklärte WACKER-Vorstandsmitglied Dr. Tobias Ohler schon vor längerer Zeit bei einer Vorstellung des Schulversuchskoffers. Alle Schüler, die diesen Forschergeist in sich entdeckt haben, können sich auf der CHEM<sub>2</sub>DO<sup>®</sup>-Website auch über mögliche Berufswege bei WACKER informieren – sei es als Biotechnologe, Chemielaborant, Chemikant, Chemiker oder Ingenieur.



Die Lerntools erklären die chemischen Reaktionen, die bei den Experimenten ablaufen. Der Lehrer kann mithilfe von Sprungmarken Schlüsselszenen ansteuern.

## „EIN SPRUNG NACH VORNE“

WACKER hat den Schulversuchskoffer und das digitale Angebot zusammen mit Chemiedidaktikern entwickelt – mit Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeitern der Ludwig-Maximilians-Universität München, der Bergischen Universität Wuppertal und der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster. Die Animationen wurden von Lehrern getestet und für den Unterricht optimiert.

Zu den Schulungspartnern für die Lehrerfortbildung gehört unter anderem Professor Steffen Prowe von der staatlichen Beuth Hochschule für Technik in Berlin. Er schrieb in einem Social-Media-Kommentar, dass er schon gespannt auf „die Resonanz der neuen Website“ sei. Aus seiner Sicht und der seiner Kollegen Professor Carsten Lübke und Professor Johannes Bader ist die CHEM<sub>2</sub>DO<sup>®</sup>-Website „ein großer Sprung nach vorne.“ ■

## EIN WEITES FELD

Die Welt der Pilze hält viele Millionen Arten bereit, von denen die meisten noch unerforscht sind. Um sie für die Nachwelt zu erhalten, hat der Bremer Präparator Klaus Wechsler ein eigenes Verfahren entwickelt, das auf Siliconabformmassen von WACKER setzt.



**D**utzende Ohrförmige Seitlinge wuchern über einen verrotteten Baumstamm, feuerrote Tentakel hebt ein Tintenfischpilz in die Höhe und appetitlich glänzt der prächtige Hut des Goldgelben Lärchenröhrlings. Mehr als 1.000 Pilze – vom schmackhaften Pfifferling bis zum gigantischen Riesenbovist – begeistern die Besucher einer aktuellen Ausstellung im Museum Wiesbaden. Sie geben einen faszinierenden Einblick in die enorme Artenvielfalt dieser Gewächse, die ein eigenes Reich zwischen Tier- und Pflanzenwelt besiedeln. Ein Reich, das bis zum heutigen Tage mit geschätzten vier bis fünf Millionen Arten noch weitestgehend unerforscht ist. Nur etwa 130.000 Arten sind bekannt und beschrieben.

Allerdings: Es sind keine echten Fundstücke, die da in der Ausstellung „Pilze – Nahrung, Gift und Mythen“ präsentiert werden. Es sind filigrane Nachbildungen aus den Händen von Klaus und Lilo Wechsler. Der gelernte biologische Präparator und seine Frau nehmen vom Frischpilz eine Negativform aus Siliconkautschuk ab. Auf dieser Basis wird ein eingefärbter Kunststoffausguss mit feinsten Details erstellt, die bis in einen Bereich von fünf Mikrometern reichen. Seit den 1970er-Jahren begeistern sich

Klaus und Lilo Wechsler, die in Ellener Feld leben, einem fast ländlichen Stadtteil von Bremen, für die Welt der Pilze. „Aber es geht uns nicht ums Essen“, sagt Klaus Wechsler. Mit den verblüffend detailreichen Pilzkopien wollen sie das Bewusstsein für die Schönheit der Natur stärken. „Die Menschen müssen das Sehen wieder lernen“, sagt er und rät allen, mit offenen Augen durch die Wälder zu laufen.

Die Fachwelt der Pilzforscher, der Mykologen, ist von Wechslers Arbeit begeistert. Weder Gemälde noch Foto oder getrocknetes Fundstück werden den Pilzfruchtkörpern so gerecht wie Wechslers Kopien. „Sei es Größe, Form oder Farben: Die Arbeiten von Klaus Wechsler sind perfekt naturgetreu“, sagt Meike Piepenbring von der Universität Frankfurt. Als Professorin für Mykologie und wissenschaftliche Beraterin der Wiesbadener Ausstellung muss sie es wissen. Besonders von den teils transparenten, durchscheinenden Präparaten des auf Totholz gedeihenden Zitterzahns oder den langen, stacheligen Strukturen des milchig-weißen Igelstachelbarts ist die Mykologin angetan. „Nur Informationen über Gerüche und Texturen der Pilzfruchtkörper liefern diese Objekte nicht.“ Aber das wäre von den aufwendig gefertigten und über lange Zeiträume stabilen Objekten auch etwas zu viel verlangt.

Drei der filigranen Kunststoffnachbildungen, die Klaus und Lilo Wechsler mittels Silicon von den Originalen abgeformt und dann von Hand bemalt haben. Linke Seite: Tintenfischpilz (*Clathrus archeri*). Unten: Goldröhrling (*Suillus grevillei*). Rechts: Zitterzahn (*Pseudohydnum gelatinosum*).





Klaus Wechsler und das von ihm hergestellte Präparat einer Speisemorchel (*Morchella esculenta*).

### KEINE WELTREISEN NÖTIG

Ob Granatroter Saftling, Schmetterlingstramete oder Orangegelbe Puppenkernkeule – trotz teils exotischer Namen mussten die Wechsler keine weiten Weltreisen machen. Aufmerksame Wanderungen in einem bayerischen Hochmoor oder in Dänemark reichten für viele verblüffende Funde aus. Alles Regionen, die wenig von Schadstoffen aus Landwirtschaft oder Industrie belastet sind. Etwas Glück gehört aber auch dazu. Selbst wenn sich im Waldboden ein Myzel aus feinsten Fäden, den sogenannten Hyphen, sogar über einige Hektar ausbreiten kann, kommen nicht jedes Jahr sichtbare Fruchtkörper an die Oberfläche. Pilzsammler wissen um diese Launenhaftigkeit. „So bringen mir auch Freunde immer wieder spannende Exemplare mit“, sagt Klaus Wechsler.

„Meine Methode setzt einen langen Lernprozess voraus. Sie müssen auf den Pilz eingehen.“

Klaus Wechsler, biologischer Präparator

Gelangen die Pilze – sanft gebettet auf Torfmoos – in seine Hände, muss es ganz schnell gehen. Jahrelange Erfahrung hat ihn gelehrt, dass sich besonders die Färbung der Pilze schnell verändert. Aufgespießt auf einen dünnen Draht betrachtet Wechsler die Fundstücke.

Das Präparat eines Igel-Stachelbarts (*Hericium erinaceus*): Der seltene Pilz wächst als Wundparasit an älteren Laubbäumen, zumeist Eichen und Buchen.

Mit geschultem Auge erkennt er den Grundton und die darauf am Stiel oder auf dem Hut verteilten Farbsprenkel. Jeden Farbton vergleicht Wechsler mit Farbtafeln in einem handlichen, über die Jahre schon etwas abgegriffenen Buch, in dem weit mehr als 1.000 Farbnuancen aufgelistet sind. Fein säuberlich notiert er die Farbcodes, die die Grundlage für das spätere Bemalen der Pilzkopien bilden. „Das war ein langer Lernprozess“, sagt der Hobby-Mykologe und betont: „Das ist keine Standardmethode. Sie müssen auf den Pilz eingehen.“

Im nächsten Schritt gilt es, alle Strukturen des Pilzes mit allen seinen teils nur wenige Mikrometer feinen Härchen, Lamellen und Riefen mit einer Abformmasse zu konservieren. Wechsler taucht den auf einen Draht gesteckten und festgeklebten Pilz in eine weiße, dünnflüssige Kautschukmasse. Es handelt sich um den zweikomponentigen Siliconkautschuk ELASTOSIL® M von WACKER. Die Masse kriecht in jede Röhre und jede Lamelle, schmiegt sich perfekt an die Strukturen des Pilzes an.

### REKORDVERDÄCHTIG FEINE STRUKTUREN

„Silicone können solche außerordentlich detailreichen Strukturen dann abbilden, wenn sie über eine extrem gute Fließfähigkeit verfügen – wenn notwendig auch über lange

### MUSEUM WIESBADEN

Die Ausstellung „Pilze – Nahrung, Gift und Mythen“ stellt über 1.000 Pilze vor, vom Riesenbovist bis zur Orangegelben Puppenkernkeule. Es sind Wunderwerke moderner Präparation, die Lilo und Klaus Wechsler geschaffen haben. Die Ausstellung ist noch bis zum 5. August 2018 zu sehen.

<https://museum-wiesbaden.de/pilze>



Pilzausstellung im Museum Wiesbaden. Die Pilzabbildungen in den 17 Biotop-Vitrinen wurden von Klaus Wechsler gestaltet, die stark vergrößerten Modelle hingegen nicht.



Links: Teil der Negativform aus einem Siliconelastomer von einem Douglasien-Röhrling (*Suillus lakei*).

Rechts: Dreiteilige Negativform und eine Blockform vom Douglasien-Röhrling.

Gegenüberliegende Seite rechts unten: Modell einer Herbstlorchel (*Helvella crispa*).



Die Gelbliche Koralle (*Ramaria flavescens*) steht in mehreren europäischen Ländern auf der Roten Liste der bedrohten Arten.

Fließstrecken“, sagt Hans-Rudolf Pfeffer, bei WACKER zuständig für die anwendungstechnische Betreuung von Siliconabformmassen. Oft wird ELASTOSIL® M, das in Dutzenden Typen erhältlich ist, für Formen in der Keramik-, Schmuck- oder auch Lebensmittelindustrie genutzt. Auch Prototypen – beispielsweise von Haushaltsgeräten – entstehen mit Siliconabformmassen. Von der Detailtreue, die diese Kunststoffe ermöglichen, ist Pfeffer auch nach fast 39 Berufsjahren immer wieder begeistert. „Und die feinen Strukturen der Pilzkopien von Herrn Wechsler sind in ihrem Detailreichtum schon rekordverdächtig“, sagt er.

Binnen 24 Stunden vulkanisiert die flexible Siliconkautschukmasse, härtet komplett aus und fixiert die Pilze so naturgetreu wie kein anderes Verfahren. Dann ist viel Geduld angesagt. Wechsler zerschneidet die weiße Siliconkautschukmasse fein säuberlich in meist drei Teile: den Hut in einen Teil und den Stiel in zwei weitere Teile. Diese Fragmente lagert er bis zu einem Jahr. Während dieser Zeit verrottet der Pilz, sodass die

Reste danach leichter und vor allem schonend ausgewaschen werden können.

Die nun saubere Abgussform benetzt Wechsler mit einer Mischung aus Benzin und Vaseline. Ein dünner Film setzt sich auf die Strukturen ab und die Form kann mit einem Epoxidharz ausgegossen werden. Für besonders große Pilze wie den Riesenbovisten mit einem Durchmesser von gut 50 Zentimetern

entwickelte Wechsler eigens ein drehbares Rotationsgestell, damit sich die Epoxidharzmasse möglichst gleichmäßig in der Gussform verteilen kann, ebenso wie die beim Aushärten freigesetzte Wärme. Nach jedem Guss wartet der Präparator mindestens einen guten Tag, bevor er die ausgehärtete Pilzkopie vorsichtig aus der flexiblen Siliconkautschukmasse herausschält.

### BIS ZU 30 FARBSCHICHTEN

Nun greift Wechsler wieder zu seinem Notizbuch mit den vor über einem Jahr aufgezeichneten Farbcodes. Transparent, halbdeckend, deckend – die Reihenfolge des Farbauftrags ist von großer Bedeutung. „Ich nutze mit Terpentin verdünnte Ölfarben, die sehr lange farbecht sind“, sagt Wechsler. Je nach Färbung trägt er nacheinander 10 bis 30 Farbschichten auf den in Epoxidharz gegossenen Pilz auf. Zwischen jedem Griff zum Pinsel lässt er die Schicht einen Tag trocknen. So können einige Wochen vergehen, bis das Kunstwerk vollbracht ist. „Für eines meiner größeren Objekte habe ich etwa 100 Stunden zum Einfärben gebraucht“, sagt Wechsler. Und die Trocknungszeiten hat er dabei nicht mitgezählt.

Mehr als 1.700 Exponate hat Wechsler mit seinen selbst entwickelten und immer weiter verfeinerten Methoden hergestellt. Wegen ihrer beeindruckenden Qualität gelten sie weltweit als einzigartig. Wie aktuell in Wiesbaden (<https://museum-wiesbaden.de/pilze>), sind sie für Pilz-Ausstellungen sehr beliebt und begeistern Laien wie Fachleute. Wenn er mit seiner Arbeit einen kleinen Beitrag leisten kann, ein stärkeres Bewusstsein für die Natur zu entwickeln, ist Wechsler schon zufrieden. „Denn wir können nur schützen, was wir auch kennen“, sagt er.

Mittlerweile genießt Wechsler seinen Ruhestand. Aber es werden noch viele weitere Pilze von ihm und seiner Frau gefunden, begutachtet und naturgetreu abgeformt werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass er noch viele Menschen von der fast unüberschaubar variantenreichen Welt der Pilze faszinieren wird. Sollten sich darunter gar zukünftige Pilzforscher befinden, kann es Mykologin Meike Piepenbring nur recht sein: „Denn die Mykologie ist ein sehr weites Feld und in vielen Bereichen noch in der Pionierphase.“ ■



### ELASTOSIL® M

ELASTOSIL®-M-Abformmassen sind raumtemperaturvernetzende, zweikomponentige (RTV-2) Siliconkautschuke, die sich durch eine exzellente Wiedergabegenauigkeit auszeichnen. Sie sind für Abformungen aller Schwierigkeitsgrade und für jeden Reproduktionswerkstoff gleichermaßen geeignet: ob Wachs, Gips, Beton, Gießharze oder niedrigschmelzende Metalllegierungen. Dank ihrer hohen Elastizität und ihrer ausgezeichneten Trenneigenschaften lassen sich Vulkanisate aus ELASTOSIL® M besonders leicht vom Modell lösen. Ihre gute Beständigkeit sichert eine maximale Abformhäufigkeit.

ELASTOSIL®-M-Abformmassen sind als gießbare, streichbare, streichbar-standfeste und knetbare Systeme erhältlich. Das Fließverhalten der verschiedenen Typen wird durch die Viskosität beschrieben. Die streichbar-standfesten Typen unterscheiden sich von den streichbaren Produkten durch ihr reduziertes Fließvermögen: Sie fließen unter Einwirkung der Schwerkraft bis zu einer bestimmten maximalen Schichtstärke (meist bis zehn Millimeter) von senkrechten oder geneigten Flächen weder ab, noch sacken sie durch.

All diese Verarbeitungseigenschaften machen den Werkstoff ELASTOSIL® M für den Formenbau unverzichtbar. Ihr Anwendungsspektrum in Handwerk und Industrie ist entsprechend mannigfaltig. Die Lebensmittelindustrie setzt sie beispielsweise bei der Produktion von Pralinen ein, die Automobilindustrie nutzt sie für Prototypen, etwa für Armaturenbretter, und die Kosmetikindustrie stellt mittels Negativformen Lippenstifte her.



Laborversuche zeigen, dass VINNAPAS® 4240 N (l.) bereits nach einem Tag eine bessere Haftzug- sowie Ausreißfestigkeit als herkömmliche Marktprodukte (r.) aufweist. Dadurch kann ein sehr hoher Haftverbund zwischen EPS-Platte und Mauerwerk in Wärmedämmverbundsystemen sichergestellt werden.

## AUSSERGEWÖHNLICHE BALANCE ZWISCHEN HAFTZUGFESTIGKEIT UND FLEXIBILITÄT

Polymeres Dispersionspulver eignet sich für Wandanwendungen und Oberputze

WACKER hat auf der Paint Istanbul 2018 (22. bis 24. März) erstmals das flexible polymere Dispersionspulver VINNAPAS® 4240 N präsentiert, das eine außergewöhnlich gute Balance zwischen Flexibilität und Haftzugfestigkeit bietet. Damit eignet sich das Pulver auf Basis von Vinylacetat-Ethylen (VAE) besonders gut für verschiedene Wandanwendungen wie Klebe- und Einbettmörtel in Wärmedämmverbundsystemen oder Oberputzen.

VINNAPAS® 4240 N verfügt aufgrund seines hohen Ethylenanteils in der Polymerkette über eine niedrige Glasübergangstemperatur. Es zeigt daher gute Rissüberbrückungsei-

genschaften und verbessert die Flexibilität mineralischer Mörtel. So können Spannungen, die aufgrund von Temperaturschwankungen, Bewitterung, Schwinden von Baustoffen oder Erschütterungen auftreten, sehr gut kompensiert werden. Das Dispersionspulver weist auch einen besonders guten Widerstand gegen harte Stöße auf, was sowohl bei Einbettmörteln von Wärmedämmverbundsystemen als auch bei Oberputzen eine große Rolle spielt.

Daneben wirkt sich VINNAPAS® 4240 N positiv auf die Kohäsion des Endprodukts aus und verbessert damit die Haftung auf anorganischen und organischen Oberflächen. So kann

in Klebe- und Einbettmörteln in Wärmedämmverbundsystemen ein sehr hoher Haftverbund zwischen EPS-Platte und Mauerwerk hergestellt werden.

VINNAPAS® 4240 N lässt sich zudem gut mit anderen polymeren Bindemitteln kombinieren. Zusammen mit der weichen Dispersion VINNAPAS® 760 ED für zweikomponentige Dichtungsschlämmen wird bei Einsatz von VINNAPAS® 4240 N in der Trockenkomponente eine sehr hohe Haftzugfestigkeit des Endprodukts erreicht, ohne die Rissüberbrückungseigenschaften des Systems zu beeinflussen.

# WACKER IN ZAHLEN

Mit polymeren Bindemitteln auf Basis von Vinylacetat-Ethylen-Copolymeren (VAE) lassen sich zahlreiche Produkte leistungsfähiger, effizienter und nachhaltiger gestalten. WACKER ist weltweit die Nummer eins bei VAE-Dispersionen und Dispersionspulvern. Diese Bindemittel kommen beispielsweise in Farben und Lacken, Fliesenklebern, Wärmedämmverbundsystemen, Selbstverlaufmassen, Innenputzen oder Papierbeschichtungen sowie Klebstoffen zum Einsatz.



**50 Innovationsprojekte**

sind bei WACKER POLYMERS derzeit in der Entwicklung.

**15**

technische Kompetenzzentren für polymere Dispersionen und Dispersionspulver betreibt WACKER weltweit.





## KRAFTVOLLE BINDUNG

Bereits vor rund 3.500 Jahren wurden in Ägypten aus Sehnen, Knorpel und anderen tierischen Bestandteilen Kleber für Furnierarbeiten hergestellt – das zeigt ein Grabfund in der Ruhestätte des Pharaos Tutanchamun. Noch bis in die 1920er-Jahre arbeiteten Tischler mit derartigen Leimen aus Haut, Leder- oder Knochenabfällen. Zu jener Zeit setzten sich auf dem Markt allmählich synthetische Klebstoffe auf Basis von Polyvinylacetat von WACKER durch, die eine wesentlich hygienischere Verarbeitung ermöglichten. Diese auch Weißleim genannten Klebemittel erfordern wiederum höchste Präzision, da sie eben weiß aufrocknen und eventuelle Überschüsse deutlich sichtbar sind. Zudem sind sie nicht wasserfest. Moderne Klebstoffe mit VINNAPAS®-Dispersionen von WACKER trocknen opak auf, sind je nach Klasse wasserfest sowie witterungsbeständig und haften bestens auf nahezu allen Holzuntergründen und Holzwerkstoffen.

**WACKER**

VINNAPAS®-Bindemittel für Holzanwendungen gibt es mit D2-, D3- und D4-Klassifizierung nach DIN EN 204 für Wasserbeständigkeit sowie nach Bedarf mit niedriger Viskosität, sehr niedriger Sedimentation, exzellenter Weichmacherverträglichkeit, verfärbungsfrei oder einer längeren offenen Zeit.