

ELASTOMERE, KUNSTSTOFFE & COMPOSITES

SILICONE

Verbindungen und Eigenschaften



SILICONE – EINE WELT MIT
UNBEGRENZTEN MÖGLICHKEITEN

Inhalt

| | | | | | |
|-----------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|
| Einleitung | 4 | Pyrogene Kieselsäure | 12 | Die Geschichte der Silicone | 24 |
| Das Element Silicium | 5 | Organofunktionelle Silane | 13 | Silicone und Innovationen | 26 |
| Die Struktur der Silicone | 7 | Siliconöle | 14 | Wissenschaft und Auszeichnungen | 28 |
| Einsatzmöglichkeiten der Silicone | 10 | Silicon-Trennmittel | 15 | WACKER auf einen Blick | 31 |
| | | Silicon-Antischaummittel | 16 | | |
| | | Silicon-Textilausrüstungsmittel | 17 | | |
| | | Siliconkautschuke | 18 | | |
| | | Silicon-Bautenschutzmittel | 22 | | |
| | | Siliconharze | 23 | | |

WAS ALLESKÖNNER ALLES KÖNNEN



Silicone sind echte Alleskönner mit einem Leistungsvermögen, das selbst extremen Anforderungen standhält. Ein Alltag ohne Silicone ist schon heute unvorstellbar. Dabei eröffnen die Gestaltungsmöglichkeiten des Siliconmoleküls für die Zukunft noch unzählige Möglichkeiten.

Silicone begegnen uns tagtäglich. Doch meistens bemerken wir sie nicht einmal. Unter der Motorhaube schützen Silikonkautschuke die Autoelektronik vor Feuchtigkeit und Schmutz, im Autolack sorgen Siliconadditive für Glanzeffekte, in der Waschmaschine verhindern Silicon-Antischaummittel das Überschaäumen der Waschlauge, im Shampoo geben sie dem Haar seidigen Glanz, in Wollpullovern ermöglichen sie den typisch angenehm weichen Griff und als Siliconharzfarben halten sie das Mauerwerk wasserabweisend, sind aber gleichzeitig durchlässig für Wasserdampf und Kohlendioxid aus dem Inneren.

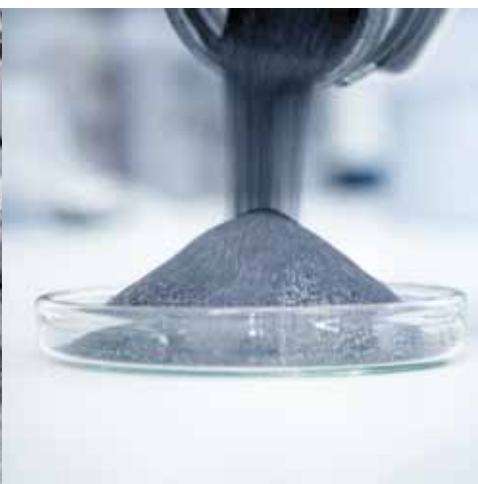
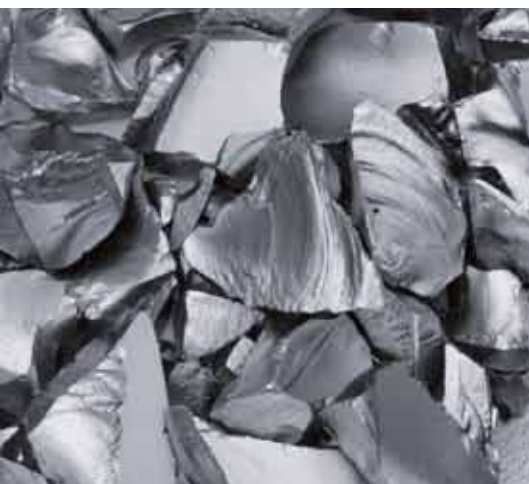
Aber auch in medizinischen Anwendungen, in denen hohe Widerstandsfähigkeit oder State-of-the-Art-Produkte gefragt sind, vollbringen Silicone echte Höchstleistungen: als besonders reiner Werkstoff in medizinischen Schläuchen, Pflastern oder orthopädischen Produkten und als sichere Dicht- und Isolationsmaterialien in elektrischen

Geräten oder Isolatoren. Und selbst an Rotorblättern von Windgeneratoren zeigen Silicone in Form von pyrogener Kieselsäure starke Leistungen als verdickendes Additiv in Klebstoffen.

Die Gründe hierfür liegen in der Siliconchemie: Silicone präsentieren sich als moderne synthetische Produkte, deren Basisrohstoff, Quarzsand, praktisch unbegrenzt zur Verfügung steht. Ihr breites Leistungsspektrum basiert auf der chemischen Struktur und den zahlreichen Möglichkeiten, ebendiese zu modifizieren. Das schafft alle Möglichkeiten, Silicone mit maßgeschneiderten, faszinierenden und immer wieder neuen Materialeigenschaften zu entwickeln.

Begleiten Sie uns auf den folgenden Seiten in die Welt der Silicone. Entdecken Sie einzigartige chemische und physikalische Eigenschaften und gewinnen Sie Einblicke in daraus resultierende vielfältige Anwendungsmöglichkeiten.

VOM ROHSTOFF ZUR PRODUKTWELT



Silicium

Die Chemie des Siliciums und seiner Verbindungen ist von Dynamik geprägt. Kaum ein Gebiet hat in den letzten Jahrzehnten den technischen Fortschritt so mitbestimmt wie die Siliciumchemie. Und am Anfang dieser beeindruckenden Erfolgsgeschichte steht das Element Silicium.

Elementare Fakten

Silicium tritt in der Natur ausnahmslos als Verbindung in Form von Siliciumdioxid oder Silikaten auf. In der festen Erdkruste ist Silicium mit 26 Gewichtsprozent zweithäufigstes Element und wichtigster Baustein anorganischer Materialien. Da Silicium auf der Erde nur sehr selten in elementarer Form vorzufinden ist, wurde es erst relativ spät gewonnen. Siliciumhaltige Bau- und Werkstoffe wie Sand, Ton und keramische Materialien verwendet man hingegen seit ältester geschichtlicher Zeit.

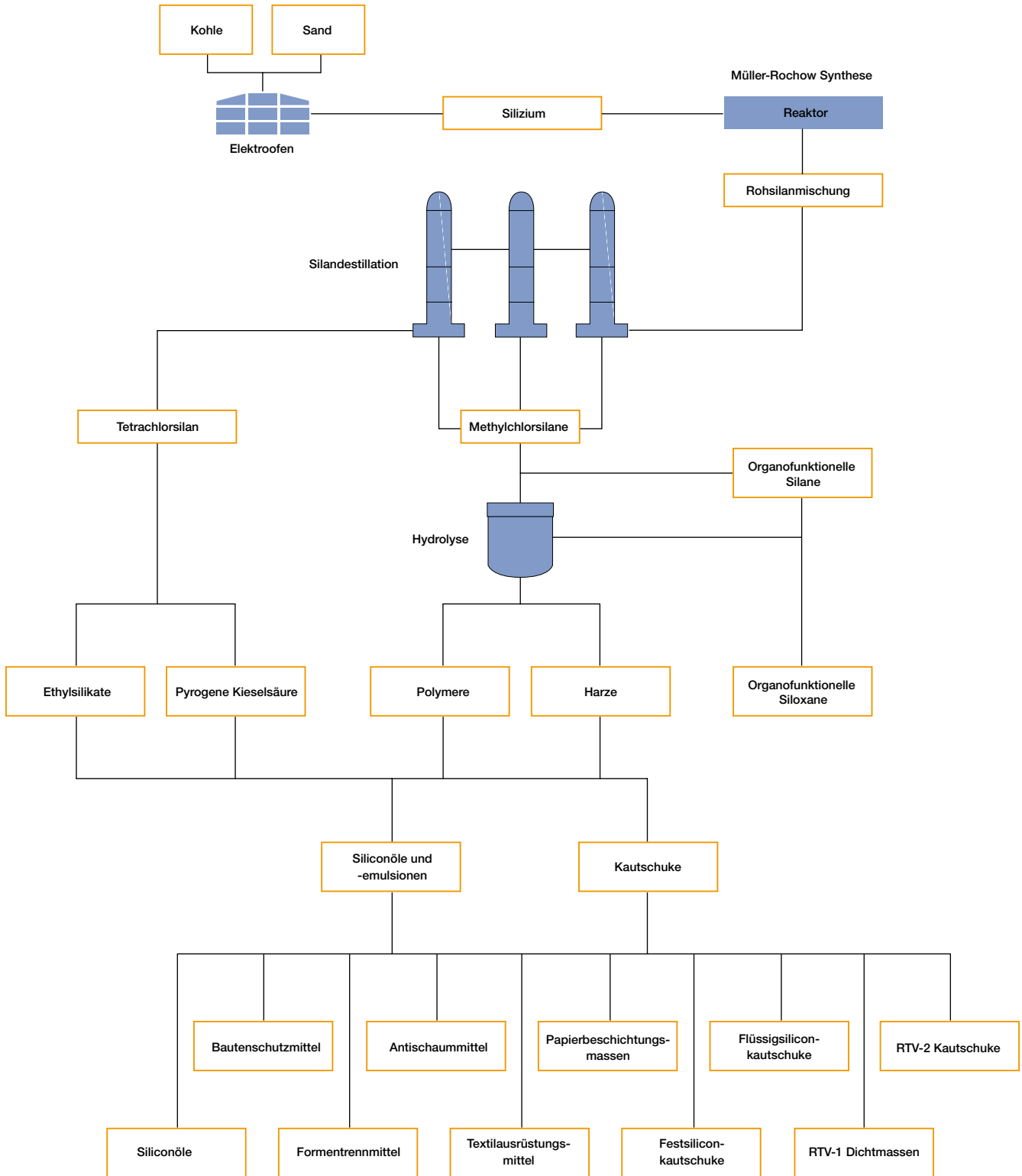
Siliconchemie ganz effizient

In den Jahren 1940/41 gelang es den Professoren Müller und Rochow erstmals und unabhängig voneinander, Silicium mit dem Gas Methylchlorid (CH_3Cl) zu flüssigen Methylchlorsilanen umzusetzen. Damit wurden die Ausgangsstoffe zur industriellen Herstellung von Siliconen erstmals verfügbar, und ein weltweit stürmischer Aufschwung der Siliconproduktion begann. Aufbauend auf den grundlegenden

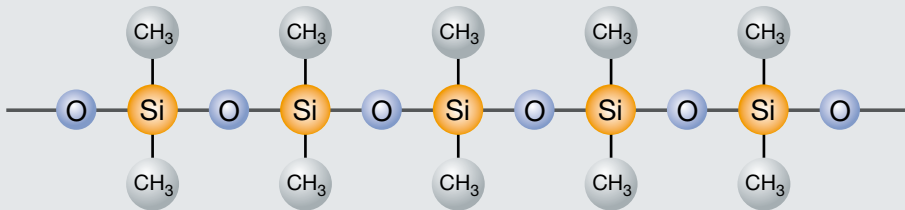
Arbeiten von Dr. Siegfried Nietzsche, beschloss WACKER 1947 als erstes europäisches Unternehmen, die Forschung auf diesem Gebiet aufzunehmen. In der Folge legten eigene Verfahren den Grundstein für eine moderne und effiziente Herstellung von Organochlorsilanen und Siliconprodukten.

Eine Erfolgsgeschichte beginnt: Diese frühen wissenschaftlichen Erfolge begründen den Ruf von WACKER als europäischer Pionier der Siliconchemie. Der weltweit agierende Konzern stellt heute in komplexen chemischen Prozessen vielseitig einsetzbare Produktklassen wie Öle, Harze oder Kautschukmassen her.

Herstellungsschema der WACKER-Silicone



ELEMENTARE BAUSTEINE MIT JEDER MENGE FLEXIBILITÄT



Silicone, Silane und die verschiedenen Siloxaneinheiten – ein paar Worte zur Bezeichnung, Systematik und Struktur.

Der Name der Silicone

Der Begriff „Silicone“ wurde von F. S. Kipping (1863-1949) geprägt und verweist auf die formale Analogie zwischen den entsprechenden Sauerstoffverbindungen des Siliziums und Kohlenstoffs (Polysilicoketone). Treffender für die Gruppierung Si-O-Si ist aber der Begriff Siloxan. Demzufolge müssten alle Silicone korrekterweise als Polysiloxane bezeichnet werden. Heute verwendet man den Begriff Silicon vor allem im Zusammenhang mit den technischen Anwendungen von Polysiloxanen.

Silane machen den Anfang

Ausgangspunkt und Grundbaustein der Siliconherstellung sind die Silane. Deshalb ihre wichtigsten Eigenschaften kurz erläutert: Silane entstehen in der Direktsynthese aus Silicium und Methylchlorid (Müller-Rochow-Synthese).

Die Abbildung zeigt die typische Struktur eines linearen Siliconpolymers (Polydimethylsiloxan). Die apolaren Methylgruppen sind um die Silicium-Sauerstoff-Kette frei drehbar und schirmen so die polare Hauptkette nach außen hin ab. Aus dieser Abschirmung resultiert eine niedrige Oberflächenspannung und ein hohes Spreitungsvermögen, das die Silicone beispielsweise als hochwirksame Hydrophobierungsmittel prädestiniert.

Sie treten als farblose, wasserklare und leicht bewegliche Flüssigkeiten auf, die in organischen Lösemitteln – in Einzelfällen auch in wasserfreiem Alkohol – löslich sind. Dabei bewirkt die niedermolekulare Struktur der Silane ihre hohe Flüchtigkeit.

Silicone strukturell

Silicone, in der Chemie Polydiorganosiloxane genannt, ähneln in ihrer Struktur organisch modifiziertem Quarz. Sie bestehen aus einem „anorganischen“, abwechselnd aus Silicium- und Sauerstoffatomen aufgebauten Gerüst. Die beiden übrigen Valenzen der Siliciumatome sind mit organischen Gruppen verknüpft (vorzugsweise Methylgruppen), wodurch der partiell organische Charakter der Silicone entsteht.

STRUKTURBEDINGTE VIELFALT ALS ERFOLGSFORMEL

In der Siliconchemie unterscheidet man vier verschiedene Struktureinheiten:

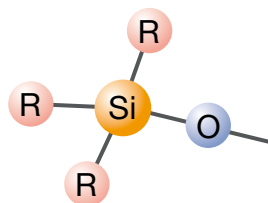
Monofunktionelle Einheiten
ermöglichen den Kettenabschluss.

Difunktionelle Einheiten
bilden das Gerüst für höhermolekulare Ketten und ringförmige Verbindungen.

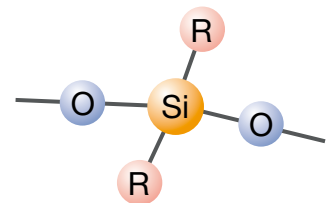
Trifunktionelle Einheiten
erzeugen verzweigte Moleküle. Sie bilden die Basis für Harze.

Tetrafunktionelle Einheiten
führen zu vernetzten silikatähnlichen Strukturen.

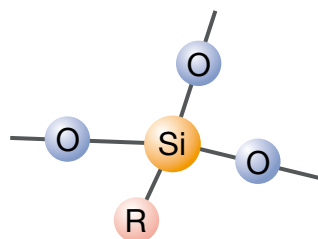
Monofunktionelle Einheiten



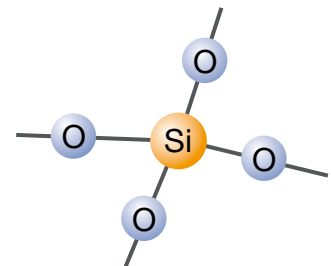
Difunktionelle Einheiten



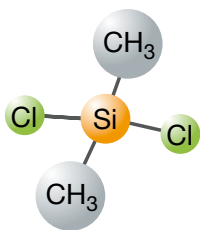
Trifunktionelle Einheiten



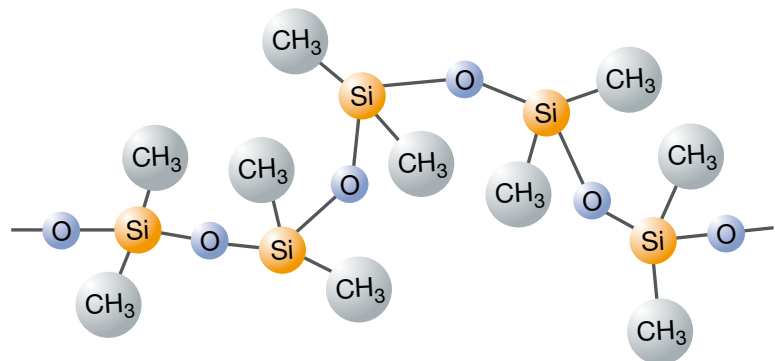
Tetrafunktionelle Einheiten



Chemische Struktur eines Silans
(Dimethyldichlorsilan)



Chemische Struktur eines linearen Siliconpolymers (Polydimethylsiloxan); vgl. Seite 7



Von halb organischen Kunststoffen

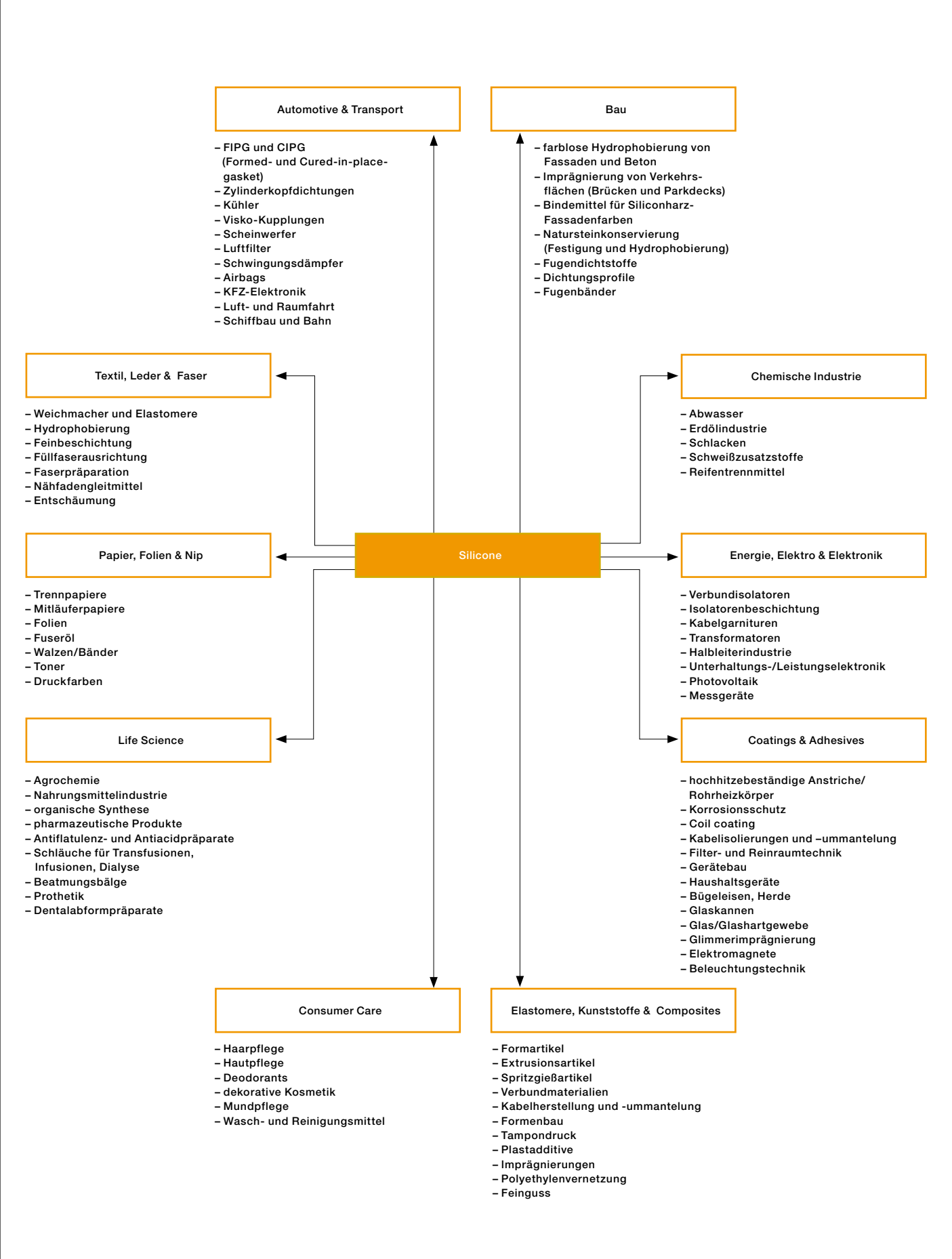
Silicone stellen eine besondere Gruppe innerhalb der Kunststoffe dar. Der Begriff Kunststoff wird normalerweise im Sinne von organischem Material gebraucht, welches sich nicht in der belebten Natur findet. Silicone hingegen sind halb organische Materialien mit einem stärkeren metallischen Charakter des Elementes Silicium im Vergleich zum Kohlenstoff.

Bemerkenswert stabil

Die Bindungsenergie einer Si-O-Bindung übertrifft die einer C-C-Verknüpfung deutlich. Das hat weitreichende Auswirkungen auf die Stabilität und Resistenz der Silicone gegenüber diversen Einflussfaktoren. So zeichnen sich Silicone durch eine sehr hohe thermo- und thermooxidative Beständigkeit aus. Aber auch elektromagnetische und Korpuskularstrahlung (UV, Alpha-, Beta- und Gammastrahlung) setzen den Siliconen weit weniger zu als organischen Kunststoffen.

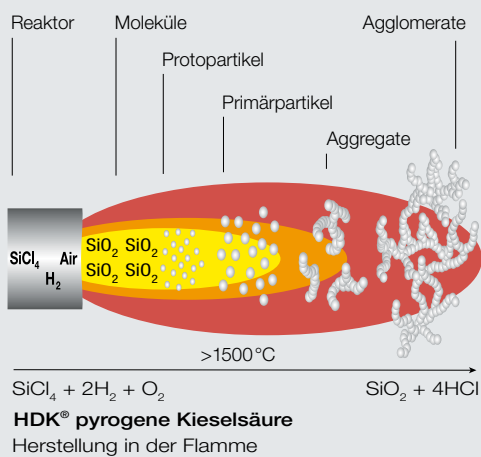
Variantenreiche Formel

Aufgrund ihrer chemischen Struktur lassen sich Silicone in zahlreichen Varianten produzieren. Zum einen ermöglicht die Variation der Funktionalität der Siloxaneinheiten die Herstellung öligere, polymerer, harzartiger oder vernetzter Produkte. Zum anderen eröffnen die am Silicium gebundenen organischen Gruppen vielfältige Variationsmöglichkeiten. Es ist diese Variabilität, welche die beeindruckende Vielfalt der Siliconprodukte ermöglicht: Fette, Trennmittel, Antischaummittel, Lackzusätze, Papierbeschichtungsmittel, Hydrophobierungsmittel, heiß- oder kaltvulkanisierbare Siliconkautschuke und vieles mehr.





PYROGENE KIESELSÄURE



Chemische Struktur und Eigenschaften

Pyrogene Kieselsäure besteht aus $\text{SiO}_4/2$ -Tetraedern, die durch Siloxanbrücken (Si-O-Si-Bindungen) miteinander verbunden sind. Die Herstellung pyrogener Kieselsäure erfolgt bei Temperaturen von mehr als 1.000 °C durch die Einleitung von flüchtigem Chlorsilan in eine Wasserstoff-Sauerstoff-Flamme. Dabei haben die Primärteilchen eine glatte und nicht mikroporöse Oberfläche von ca. 5 bis 30 nm. In der Flamme verschmelzen die Primärteilchen fest zu größeren Einheiten, den Aggregaten mit einer Größe von ca. 150 bis 500 nm. Beim Abkühlen bilden diese Aggregate schließlich flockige ca. 1 bis 250 µm große Tertiärstrukturen, die man Agglomerate nennt. Hydrophile pyrogene Kieselsäure besitzt etwa 2 Silanolgruppen (-Si-OH) pro nm^2 . Hydrophobe pyrogene Kieselsäure entsteht aus der Reaktion der Si-OH-Gruppen mit Organosiliciumverbindungen und weist ca. 0,5 bis 1 Silanolgruppen pro nm^2 auf.

Wirkungen und Anwendungen

Verdicken und thixotropieren

Eine besondere Bedeutung besitzt die Rheologiesteuerung mittels pyrogener Kieselsäure in Farben und Lacken, Kleb- und Dichtstoffen, ungesättigten Polyesterharzen sowie in der Kosmetik und Pharmazie.

Verstärkung

Naturkautschuke, Synthetikautschuke und Siliconelastomere erhalten erst durch aktive Füllstoffe gute mechanische Eigenschaften wie Härte, Reißfestigkeit, Reißdehnung und Weiterreißwiderstand (Kerbfestigkeit). Mit Hilfe des aktiven Füllstoffs pyrogene Kieselsäure lassen sich die gewünschten Systemeigenschaften individuell realisieren.

Rieselhilfe

Pyrogene Kieselsäure verbessert die Fließigenschaften pulverförmiger Stoffe deutlich. Und das in vielen Bereichen wie Schüttgüter, Feuerlöschmittel, Pulver

für Kosmetik, Pharmazie, Lebensmittel, Futtermittel, Toner in Kopiergeräten sowie Pulverlackbeschichtungen in Industrie- und Autolacken.

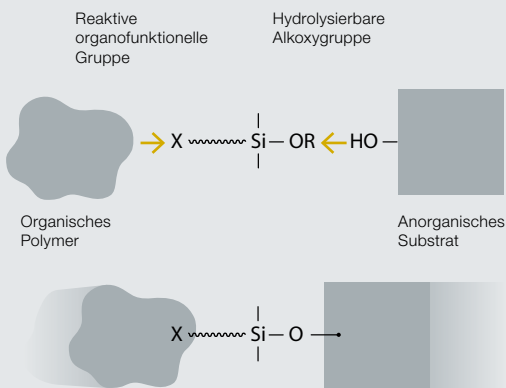
Thermische Isoliersysteme

Pyrogene Kieselsäure verfügt über hervorragende Wärmeisoliereigenschaften, bei Raumtemperatur bis über 1.000 °C. Typische Anwendungen sind Vakuumisolierpaneele (Hauswärmedämmung, Isolierung von Kühlschränken), Strahlungsheizkörper in Kochfeldern, Abgasanlagen in Automobilen oder Brandschutzsysteme im Baubereich.

Chemisch mechanisches Planarisieren

Die Herstellung von Halbleiterbausteinen erfordert einen Mehrlagenaufbau submikroskopischer Strukturen von Silicium, Siliciumdioxid, Wolfram, Kupfer und anderen Werkstoffen. Bei der Herstellung solcher Halbleiterbausteine wirken CMP-Slurries aus pyrogener Kieselsäure als abrasive Teilchen.

ORGANOFUNKTIONELLE SILANE



Chemische Struktur und Eigenschaften

Als Organofunktionelle Silane bezeichnet man hybride Verbindungen, welche die Funktionalität einer reaktiven organischen Gruppe mit der anorganischen Funktionalität eines Alkylsilikats in einem Molekül verbinden. Dies ermöglicht ihren Einsatz als molekulare Brücke zwischen organischen Polymeren und anorganischen Materialien.

Zu den verbreitetsten organofunktionellen Silanen zählen Trialkoxysilane mit einem Propylenspacer zwischen dem Si-Atom und der funktionellen Gruppe X. Als funktionelle Gruppe sind Amino, Glycidoxy, Schwefel, Methacryloxy und Vinyl am bedeutsamsten.

In den letzten Jahren gewannen die α -Silane zunehmend an Bedeutung. Solche α -Silane besitzen anstelle des bekannten Propylenspacers eine Methylenbrücke zwischen Si-Atom und funktioneller Gruppe. Aufgrund ihrer

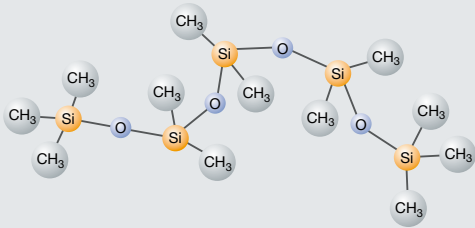
Struktur zeigen sie sich deutlich reaktionsfreudiger als die gängigen γ -Silane. Die erhöhte Reaktivität der Alkoxygruppen eröffnet den α -Silanen nicht nur neue Anwendungsgebiete (wie schnell vernetzende Klebstoffe), sondern macht sie auch in bereits etablierten Anwendungen zu interessanten Bausteinen mit großen Vorteilen.

Anwendungen

Organofunktionelle Silane kommen als wesentliche Bestandteile in fast allen Kleb- und Dichtstoffen vor. Als Haftvermittler und Vernetzer verbessern sie die physikalischen und mechanischen Eigenschaften und erhöhen die chemische Beständigkeit. In der Kunststoffindustrie werden Vinylsilane bevorzugt für die Silanvernetzung und die Herstellung von vernetzbaren Polyolefin-Compounds eingesetzt. Aufgrund ihrer hohen Reaktivität ermöglichen α -Silane als Vernetzer inzwischen auch umwelt- und anwenderfreundliche Formulierungen, die ohne Zinnkatalysatoren und

Lösemittel auskommen. Besonders aus Beschichtungen, Farben und Lacken sind organofunktionelle Silane heute nicht mehr wegzudenken. Dort setzt man sie als Haftvermittler oder Vernetzer ein. Die größte Bedeutung kommt organofunktionellen Silanen aber in der Modifizierung der Oberflächeneigenschaften anorganischer Materialien (wie mineralische Füllstoffe und Glasfasern) zu.

SILICONÖLE



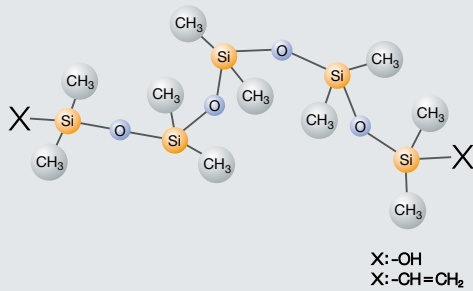
Chemische Struktur und Eigenschaften

Siliconöle bestehen im Wesentlichen aus Ketten, die abwechselnd Silicium- und Sauerstoffatome enthalten. Dabei sättigen organische Reste R, vorwiegend Methylgruppen, die freien Valenzen des Siliciums ab. Diese organischen Gruppen können in speziellen Fällen auch aus Phenyl-, Vinyl- oder aminofunktionellen Resten gebildet werden. Siliconöle erscheinen als transparente, geschmacks-, geruchlose und physiologisch unbedenkliche Flüssigkeiten. Ihre Viskositäten liegen je nach Einstellung zwischen 0,65 und 1.000 000 mm²/s. Sie weisen eine ausgezeichnete Temperaturbeständigkeit von -60 bis +300 °C auf. Weiter zeichnen sich Siliconöle durch extrem geringe Flüchtigkeit, hervorragende Scherstabilität, geringe Oberflächenspannung und optimale Wasserabweisung aus. Hervorzuheben sind darüber hinaus ihre bemerkenswerten elektrischen Eigenschaften über einen weiten Temperaturbereich.

Anwendungen

Siliconöle eignen sich ideal zum Einsatz als Hydraulik- oder Transformatorenöle, Dämpfungsflüssigkeiten, Diffusionspumpenöle, temperaturbeständige Schmiermittel, Dielektrika, Entschäumer und Trennmittel für Fotokopierer und Laserdrucker. Darüber hinaus verwendet man sie zur Hydrophobierung von Glas und Mineralwolle. Spezielle Siliconöle lassen sich hervorragend als Imprägniermittel für Textilien und Leder verarbeiten. In kleinsten Mengen werden sie auch als Lackzusatz eingesetzt. Weitere bedeutende Einsatzgebiete finden sich in der Kosmetik, der Pharmazie und der Medizin.

SILICON-TRENNMITTEL



Chemische Struktur und Eigenschaften

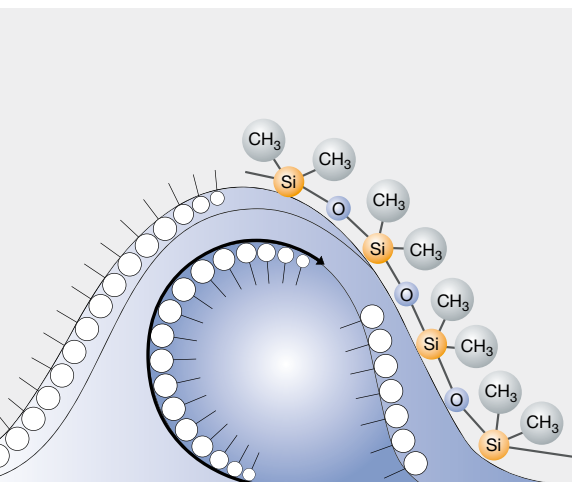
Aufgrund ihrer abhäsigen Eigenschaften werden Silicone als hochwirksame Trennmittel eingesetzt. Eine ausgezeichnete Trennwirkung lässt sich bereits durch Auftragen von Siliconölen erzielen. Häufiger werden jedoch vernetzbare Siliconmassen (Beschichtungsmassen) eingesetzt. Sie basieren auf Polydimethylsiloxanen, die an ihren Kettenenden vernetzungsfähige Hydroxyl- oder Vinylgruppen tragen. Die Vernetzung dieser Polydimethylsiloxane zu Siliconelastomeren erfolgt durch Kondensations- oder Additionsreaktion mit Kieselsäureestern bzw. SiH-Gruppen enthaltenden Polysiloxanen.

WACKER bietet seinen Kunden verschiedene lösemittelfreie, lösemittelhaltige und emulsionsbasierte Systeme an, die speziell zur Herstellung von Silicon-Trennpapieren und Silicon-Trennfolien entwickelt wurden.

Anwendungen

Das Haupteinsatzgebiet dieser Beschichtungsmittel liegt in der Herstellung von Trenn- oder Mitläuferpapieren z. B. für die Aufkleber- oder Klebebandindustrie. Da Silicon-Trennmittel physiologisch unbedenklich sind und den Bedingungen des deutschen Lebensmittelgesetzes entsprechen, lassen sie sich sogar in den anspruchsvollen Bereichen der Lebensmittelverpackung oder der Backpapierherstellung einsetzen. Einen weiteren bedeutenden Anwendungsschwerpunkt findet man in der Kautschuk- und Kunststoffverarbeitung. Aber auch in der Reifenindustrie haben sich Silicone in ihrer Funktion als Reifeninnentrennmittel sowie als Außentrennmittel einen hervorragenden Namen gemacht.

SILICON-ANTISCHAUMMITTEL



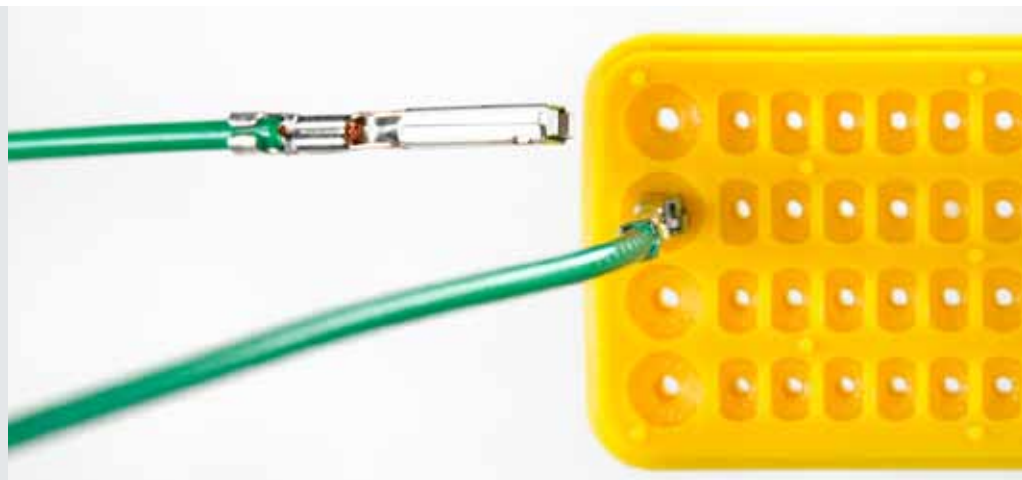
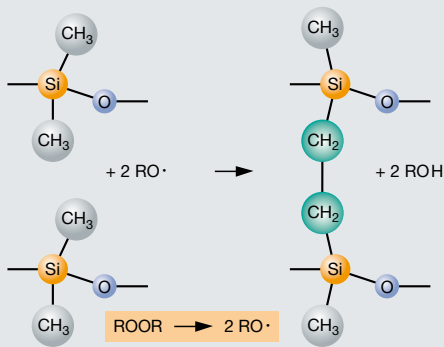
Chemische Struktur und Eigenschaften

Auch Silicon-Antischaummittel basieren auf Siliconölen. Ihre Entschäumerwirkung erreicht man durch Zusatz verschiedener Stoffe in Form von Aktivatoren, in der Regel hochdisperse Kieselsäuren. Aufgrund einer extrem niedrigen Oberflächenspannung besitzen Silicon-Antischaummittel die Fähigkeit, auf Schaumlamellen zu spreiten und so die schaumstabilisierenden Tensidmoleküle zu verdrängen. Dies führt zur lokalen Schwächung der Schaumlamelle. Die festen hydrophoben Bestandteile von Antischaummitteln, die mit den Silicontröpfchen in die Schaumlamelle transportiert werden, sorgen für eine zusätzliche Destabilisierung der Schaumlamelle. Diese Effekte führen zum Bruch der Schaumlamelle und zum Schaumzerfall. Antischaummittel zeigen sich, ganz im Gegensatz zu Entschäumern auf organischer Basis, hochwirksam, chemisch widerstandsfähig und temperaturresistent.

Anwendungen

Antischaummittel lassen sich zur effektiven Schaumkontrolle in den unterschiedlichsten Industrien einsetzen: von der chemischen Industrie, Petrochemie, Farben- und Lackherstellung über die Waschmittelproduktion, Textilindustrie und Zellstoffindustrie bis hin zur Abwasseraufbereitung. Um den vielfältigen Anforderungen gerecht zu werden, stehen hierfür eine Reihe praxistgerechter und wirtschaftlicher Produktsysteme wie Antischaummittel, Antischaummittelkonzentrate, Antischaummittelemulsionen oder Antischaumpulver zur Verfügung. Antischaummittel werden entweder als direkter Zusatz für bestimmte Produkte oder als zusätzliche Hilfsmittel in Herstellungsverfahren eingesetzt. Aufgrund ihrer physiologischen Neutralität eignen sich diverse Spezialtypen auch zur Anwendung in den sensiblen Bereichen der Pharmazie und Lebensmittelindustrie.

SILICONKAUTSCHUKE



Siliconkautschuke bestehen aus langkettigen Polysiloxanen und diversen Füllstoffen wie hochdisperse Kieselsäure. Durch Vulkanisation lassen sie sich in elastischen Silicongummi überführen. Je nach Art der Vulkanisation und der Viskosität des Basispolymers unterscheidet man verschiedene Kautschukklassen sowie Heiß- und Kaltvulkanisation.

Heißvulkanisierende Siliconkautschuke (HTV)

Chemische Struktur und Eigenschaften Festsiliconkautschuk (HCR)

Festsiliconkautschuke werden bei erhöhter Temperatur vulkanisiert. Die Vulkanisation erfolgt entweder mit Hilfe organischer Peroxide oder platinkatalysiert. Die erforderliche mechanische Festigkeit der Vulkanisate wird mit verstärkenden Füllstoffen erreicht. Hierfür eignen sich vornehmlich pyrogene Kieselsäuren mit BET-Oberflächen >100 m²/g. Daneben besteht die Möglichkeit, gefällte Kieselsäuren, inaktive Füllstoffe (Quarz, Diatomeenerde) oder spezielle Rußsorten zuzumischen. Aufgrund ihrer herausragenden Eigenschaften erschließen sich für HTV-Siliconkautschuke zahlreiche Einsatzgebiete. Dazu zählen insbesondere die Verwendbarkeit in einem weiten Temperaturbereich (-50 bis +200 °C, mit speziellen Einstellungen von -90 bis +300 °C), ein physikalisch und physiologisch unbedenkliches Verhalten sowie eine ausgezeichnete Alterungsbeständigkeit.

Anwendungen

Die erfolgreichen Einsatzmöglichkeiten heißvulkanisierender Festsiliconkautschuke machen heute vor keinem Industriebereich mehr halt. Und es kommen täglich neue Anwendungen hinzu. Heißvulkanisierende Siliconkautschuke finden Verwendung in der Automobilindustrie, in der Mittel- und Hochspannungstechnik, in der Elektrotechnik, im Lebensmittel- und Humanbereich, im Maschinen- und Anlagenbau und in der Bauindustrie.



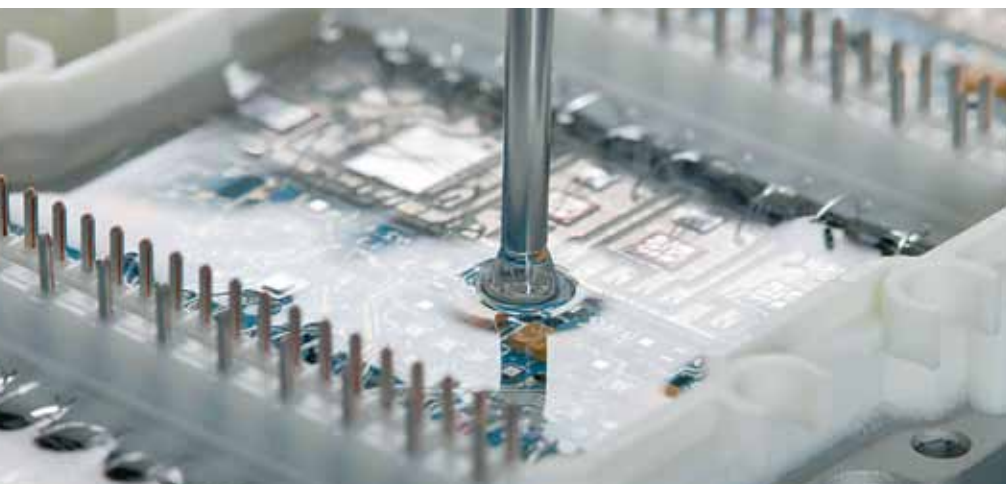
Chemische Struktur und Eigenschaften Flüssigsilikonkautschuk (LSR)

Zur Gruppe der heißvulkanisierenden Kautschuke gehören auch die Flüssigsilikonkautschuke. Ihre Konsistenz und ihr Vernetzungsprinzip machen sie zu Werkstoffen mit außergewöhnlichen Verarbeitungsvorteilen. Charakteristisch für Flüssigsilikonkautschuke ist ihre im Vergleich zu Festsilikonkautschuken und anderen Elastomeren niedrige Viskosität. Flüssigsilikonkautschuke zeigen sich als fließfähige, pumpbare Zweikomponentenmischungen, die verarbeitungsfertig angeliefert werden. Die Vulkanisation erfolgt durch Additionsvernetzung. Dabei enthält Komponente A einen Pt-Katalysator und Komponente B als Vernetzer ein SiH-funktionelles Polysiloxan. Im Gegensatz zur Peroxidvernetzung werden bei Flüssigsilikonkautschuken keinerlei Vernetzerspaltprodukte freigesetzt.

Anwendungen

Flüssigsilikonkautschuke beeindrucken mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten: von der Automobilindustrie, Mittel- und Hochspannungstechnik, Elektrotechnik, dem Lebensmittel- und Humanbereich, über den Maschinen- und Anlagenbau und die Bauindustrie bis hin zu medizinischen Anwendungen.

SILICONKAUTSCHUKE



Kaltvulkanisierende Siliconkautschuke

Chemische Struktur und Eigenschaften 2-Komponenten-Siliconkautschuk (RTV-2)

Als RTV-2 Siliconkautschuke bezeichnet man zweikomponentige, gieß- und streich- oder knetbare Massen, die nach Zugabe der Härterkomponente zu hochelastischem Silicongummi vulkanisieren. Die Vernetzung erfolgt bei Raumtemperatur (RTV=Raum-Temperatur-Vernetzung). Hierfür stehen zwei Vulkanisationsarten zur Verfügung: Bei der Kondensationsvernetzung wird ein zinnorganischer Katalysator, unter Entstehung von Alkohol als Nebenprodukt, benutzt. Die Additionsvernetzung hingegen bedient sich eines Platinkatalysators, ohne Spaltprodukte zu bilden. Für eine rasche Vulkanisation sorgt bei bestimmten Siliconkautschuktypen jetzt auch der Einsatz von UV-Licht.

Hier lässt sich die Vulkanisationszeit durch Intensität und Bestrahlungszeit bestimmen. Die meisten Vulkanisate aus RTV-2 Siliconkautschuken behalten ihre volle Elastizität bis 200 °C. Einige Produkte sind sogar kurzzeitig bis 300 °C belastbar. Bei tiefen Temperaturen bleibt die Flexibilität durchwegs bis -50 °C, bei Spezialtypen sogar bis -100 °C erhalten. Im Allgemeinen erlaubt die Wärmeleitfähigkeit von RTV-2 Siliconkautschuk eine Isolierung elektrischer Betriebsmittel ohne Wärmestau. Von speziellem Nutzen sind die elektrischen Eigenschaften, insbesondere der Isolationswiderstand, die Durchschlagfestigkeit und der dielektrische Verlustfaktor. RTV-2 Siliconkautschuke liefern einen zehnfach höheren Wert als Naturkautschuk, wenn es um die Gasdurchlässigkeit bei Raumtemperatur geht. Für viele Anwendungen vorteilhaft zeigt sich zudem die ausgeprägte Trennwirkung der Vulkanisatoberflächen gegenüber organischen und anorganischen Materialien.

Anwendungen

Die umfangreiche Produktpalette verschiedener RTV-2 Siliconkautschuktypen ermöglicht die Herstellung von Vulkanisaten mit sehr vielseitigen und hochspezialisierten Eigenschaften. Hieraus ergeben sich zahlreiche erfolgreiche Problemlösungen in den unterschiedlichsten Industriebereichen wie z. B. Formenbau, Elektronik und Optoelektronik, Haushaltsgeräte, Maschinen- und Industrieanlagenbau, medizinische Anwendungen oder Photovoltaik.



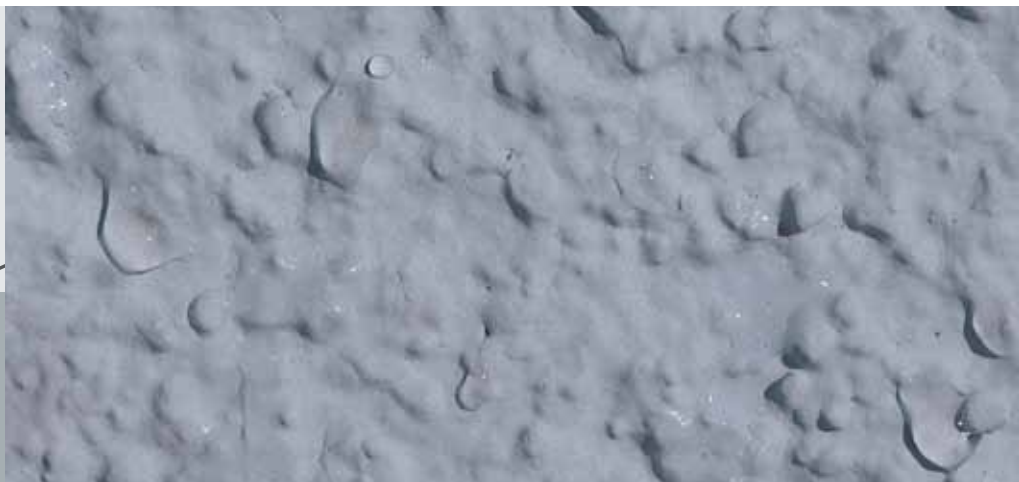
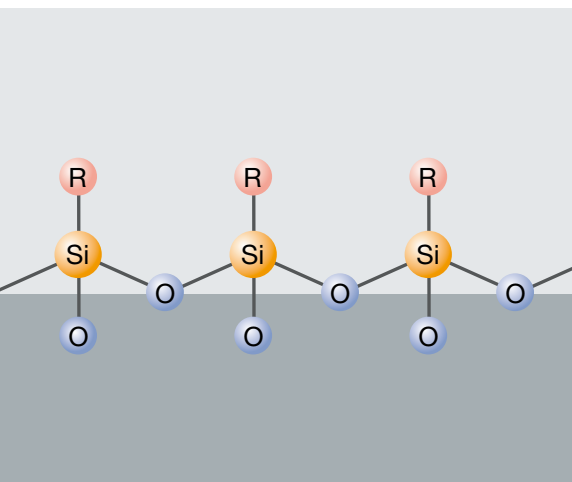
Chemische Struktur und Eigenschaften 1-Komponenten-Silikonkautschuk (RTV-1)

RTV-1 Siliconkautschuke sind ein-komponentige, anwendungsfertige RTV-Systeme. Sie bestehen aus Polydimethylsiloxan, Vernetzer, Füllstoff und Hilfsstoffen. Nach der Applikation setzt bei Zutritt von Luftfeuchtigkeit die Vernetzung unter Abgabe von Spaltprodukten ein. Sie beginnt an der Oberfläche des aufgetragenen Siliconkautschuks, bildet eine Haut und setzt sich allmählich ins Innere der Masse fort. Je nach Vernetzertyp werden bei der Vulkanisation geringe Mengen eines Amins, an Essigsäure oder einer neutralen Verbindung, z. B. Alkohol, freigesetzt. RTV-1 Siliconkautschuke lösen aufgrund ihrer idealen Eigenschaften zahlreiche Abdichtungs-, Verklebungs- und Beschichtungsprobleme. Ihre hervorragende Witterungs- und Alterungsbeständigkeit resultiert aus den besonderen chemischen Eigenschaften.

Anwendungen

RTV-1 Siliconkautschuke eignen sich zum Einsatz für nahezu alle Abdichtungen, Verklebungen und Beschichtungen. Entsprechend umfangreich und vielfältig sind die Anwendungen dieses Werkstoffes in unterschiedlichen Industrien, wie z. B. Automobilindustrie, Bauindustrie, Elektro- und Elektronikindustrie, Haushaltsgeräte, medizinischen Anwendungen sowie Textilindustrie.

SILICON-BAUTENSCHUTZMITTEL



Chemische Struktur und Eigenschaften

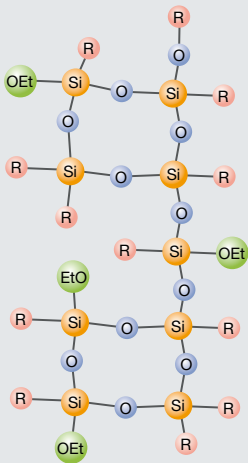
Silicon-Bautenschutzmittel gehören zur Produktklasse der Siliconharze und enthalten vernetzungsfähige Gruppen. Ihre chemische Struktur befähigt sie einerseits, Bindung mit dem Untergrund einzugehen, und andererseits, wasserabweisende Wirkung zu erzeugen, ohne dabei die Atmungsfähigkeit des Substrats zu beeinträchtigen.

Anwendungen

Silicon-Bautenschutzmittel werden vorwiegend zum Schutz senkrechter Flächen (z. B. Fassaden oder stark geneigte Flächen wie Dächer) gegen Wasseraufnahme eingesetzt. Der Vorteil hierbei: Mit Silicon behandelte Baustoffe nehmen bei Niederschlägen nur sehr wenig Wasser auf und geben diese geringe Wassermenge in Trockenperioden auch leicht wieder ab. Dadurch bleibt der Baustoff trocken und Feuchtigkeitsschäden lassen sich vermeiden. Aufgrund ihrer Molekülstruktur benetzen Silicone die Baustoffoberfläche. Ihre organischen Gruppen (R-) bilden eine Art hydrophobe „Molekülbürste“.

Die Wasserabweisung wird demzufolge nicht durch Porenverschluss, sondern durch Aufhebung der Baustoffbenetzbarkeit erzielt. Da Poren und Kapillaren offen bleiben, zeigt sich auch die Wasserdampfdurchlässigkeit des Baustoffes unbeeinträchtigt. WACKER bietet Silicon-Bautenschutzmittel als Silane, Siloxane und Siliconharze, in Lösemittel gelöst oder in lösemittelfreier, wässriger Form an.

SILICONHARZE



Chemische Struktur und Eigenschaften

Siliconharze bestehen aus stark verzweigten Polymerstrukturen. Betrachtet man sich ihren Aufbau genauer, so stellen sie Netzwerke aus unregelmäßig angeordneten, hauptsächlich tri- oder tetrafunktionellen Struktureinheiten dar. Aufgrund ihrer Kombinationsfähigkeit mit vielen organischen Polymeren lassen sich zahlreiche Eigenschaften der Siliconharze, wie z.B. Aushärtungsverhalten, Flexibilität, Hafteigenschaften oder Witterungsbeständigkeit, individuell optimieren. Besonders hervorzuheben ist die ausgezeichnete Hitzebeständigkeit von Siliconharzen. Sie halten hohen Dauertemperaturen von +200 bis +250 °C, kurzzeitig sogar bis zu +600 °C, stand. Aber auch ihr dielektrisches Verhalten ist ideal. Darüber hinaus machen Siliconharze ihre ausgezeichnete Oxidationsbeständigkeit und ihre beachtlichen mechanischen Eigenschaften zu besonders langlebigen und wirtschaftlichen Werkstoffen.

Anwendungen

WACKER bietet Siliconharze als 100-prozentige Produkte, lösemittelhaltige und lösemittelfreie Systeme, Emulsionen, aber auch als pulverförmige Variante an. Aufgrund ihrer ausgezeichneten Temperaturbeständigkeit sind Siliconharze erstklassige Bindemittel für alle hitzebeständigen Anstriche. Siliconharze mit reaktiven Gruppen werden hauptsächlich zur Modifizierung von Alkyd-, Epoxid- und Acryllacken eingesetzt. Derart vergütete Lacke bieten beste Werte hinsichtlich Witterungsbeständigkeit und Elastizität (u. a. für das Coil-Coating-Verfahren). In der Kunststoffindustrie setzt man Siliconharze zudem als wärmebeständige Formmassen und Trennbeschichtungen ein. Aber auch in Anwendungen der Elektroindustrie sind die Wärmebeständigkeit und das hervorragende Eigenschaftsprofil der Siliconharze, beispielsweise als Bindemittel für Glashartgewebe und Glühlampensockelkitte oder als Tränklack für Elektrowicklungen, überaus

gefragt. Darüber hinaus eignen sie sich zum Einsatz als Hydrophobierungsmittel im Bautenschutz oder als Bindemittel in Siliconharz-Fassadenfarben.

PIONIERLEISTUNGEN MIT POTENZIAL

Bereits unmittelbar nach dem 2. Weltkrieg startete WACKER seine Forschungsarbeiten an Kunststoffen, deren Gerüst nicht auf Kohlenstoff, sondern auf Silicium beruht – den neuartigen Siliconen. Dieser Aufbruch und die frühen Erfolge in der Darstellung von hochreinem Silicium für die Halbleiterindustrie begründen heute unseren Ruf als Pionier der Siliciumchemie.

Man schrieb das Jahr 1898, als es F. S. Kipping erstmals gelang, siliciumorganische Verbindungen zu synthetisieren. Da diese harzartigen Produkte aber weder destillierbar noch kristallisierbar waren, erforschte Kipping sie auch nicht weiter. Er konnte damals nicht ahnen, dass die neue Stoffklasse der Silicone knapp 50 Jahre später mit ihren einzigartigen Eigenschaften die Kunststoffwelt revolutionieren würde.

Der Ausgangspunkt solcher Erfolge war die Direktsynthese von Methylchlorosilanen aus Siliciumpulver und Chlormethan. R. Müller und E. Rochow hatten das Verfahren unabhängig voneinander Anfang der 40er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts entwickelt. Ein entscheidender Durchbruch: Denn bevor die Silane zu den begehrten Siliconen weiterverarbeitet werden, stellt man sie auch heute noch auf genau diese Art und Weise her.

Das erste Siliconprodukt überhaupt, eine Paste von Dow Corning zum Schutz elektrischer Zündanlagen in Flugzeugmotoren gegen Feuchtigkeit und stille elektrische Entladungen, stammt aus dem Jahr 1944. Doch schon 1947 nahm auch S. Nitzsche bei WACKER die Forschung an Silanen und Siliconen auf. Er hatte sich bereits während seiner Habilitation an der Universität Jena

mit siliciumorganischen Verbindungen beschäftigt. Und besonders seinem Durchsetzungsvermögen ist es zu verdanken, dass bereits 1949 unter den schwierigen Bedingungen nach dem Krieg die Produktion der ersten Silane gelang. In der Folgezeit entwickelte WACKER sehr schnell neue Anwendungen. So umfasste 1952 die Produktpalette bereits Siliconöle, Ölemulsionen, Antischaummittel, Imprägnierungsmittel, Pasten und Trennmittel. Erste Erfolge, die u. a. auf der Hannover Messe dem Fachpublikum präsentiert wurden.

Ebenfalls 1952 begannen die Arbeiten an Siliconelastomeren, und bereits 1953 verkaufte man 1.100 kg hochtemperaturvernetzender HTV-Siliconkautschuke. Ab 1954 kamen die raumtemperaturvernetzenden RTV-Typen, zunächst zweikomponentig, später einkomponentig hinzu. Aber auch



1947–1950

- Beginn der Siliconforschung in Burghausen
- erste Versuchsanlage für Silicone im „Salettl“
- Entwicklung von Siliconölen und -harzen



1951–1955

- Ausbau der Siliconproduktpalette: Antischaummittel, Bautenschutzmittel, Textilimprägnierung,
- Emulsionen und HTV- sowie RTV-Siliconkautschuke
- WACKER-Silicone reüssieren auf der Hannover Messe



1957–1969

- weiterer Ausbau der Siliconproduktion auf über 200 Produkttypen
- Entwicklung der Fugendichtmassen ELASTOSIL®
- Umstellung der Silan-Direktsynthese auf das Wirbelschichtverfahren
- 33%ige Beteiligung an der SWS Silicones Corp. in Adrian/Michigan, USA

Bautenschutzmittel auf Siliconharz-basis stellten in dieser frühen Phase ein zunehmend wichtiges Marktsegment dar. Ab 1970 produzierte WACKER schließlich zweikomponentige Siliconkautschuke, die platinkatalysiert vernetzbar waren. Dadurch konnten sie innerhalb kürzester Zeit und ohne Emission von Spaltprodukten vulkanisiert werden.

Zu den herausragenden Eigenschaften der Silicone im Vergleich zu anderen Kunststoffen zählt ihre Stabilität gegen extrem niedrige wie auch hohe Temperaturen. In den vergangenen Jahrzehnten gelang es WACKER, diesen Geschäftszweig erfolgreich auszubauen. Man vergrößerte und modernisierte bestehende Produktionsanlagen ständig und erschloss weltweit neue Standorte zur Herstellung von Siliconen. Vorreiter waren 1969 die Vorläufer

der heutigen Wacker Chemicals Corporation in Adrian, Michigan, USA, und 1983 die Wacker Chemicals East Asia in Tokio, Japan. Aber auch in Deutschland expandierte das Unternehmen weiter: Das 1998 von der Hüls AG übernommene Werk Nünchritz wird seither sukzessive als zweitgrößter Siliconstandort von WACKER nach Burghausen ausgebaut.

Heute ist es vorrangiges Bestreben von WACKER, bestehende Systeme weiter zu optimieren, wie auch völlig neue Produkte zu entwickeln. So ging beispielsweise der 2006 neu geschaffene WACKER-Innovationspreis für eigene Arbeiten an A. Fehn. Seine Forschung ermöglicht es, platinvernetzende Additionssysteme für Silicone einkomponentig anzubieten – ein unschätzbare Vorteil bei der Verarbeitung von Siliconkautschuk.

Nicht nur intern, auch extern fördert WACKER systematisch Innovationen auf dem Gebiet der Silane und Silicone: Unter diesen Vorzeichen wurde 1987 der WACKER-Siliconpreis für herausragende Hochschularbeiten in der Organosiliciumchemie ins Leben gerufen – mit dem Kipping Award ist er der wichtigste Siliconpreis weltweit. Darüber hinaus stiftete WACKER 2006 das Institut für Siliciumchemie an der TU München.

Heute produziert der Geschäftsbereich WACKER SILICONES über 3.000 Produkte. Sie finden Anwendung in allen maßgeblichen Industriezweigen unserer Zeit wie Bau, Automobil, Transport, Kunststoff, Elektro und Elektronik, Farben und Lacke, Papier oder Textil.

Und ein Ende dieser Erfolgsstory ist noch lange nicht abzusehen.



1970–1978

- Entwicklung von additionsvernetzenden RTV-2-Siliconkautschuken mit kurzer Vulkanisationszeit
- Aufnahme der Produktion von hochdisperser Kieselsäure HDK® u. a. als Füllstoff in Siliconkautschuken
- Gründung der Bayerischen Bautenschutz Fachplanung BAYPLAN für Bautenschutzmaßnahmen mit Siliconen
- Ausbau der Produktionskapazitäten in Burghausen

1981–1987

- Gründung der Wacker Chemicals East Asia in Tokio, Japan
- Aufnahme der Produktion von Wärmedämmstoffen
- Gründung der Wacker Silicone Corp. in Adrian/Michigan, USA
- Verleihung des 1. WACKER-Siliconpreises an Prof. Jutzi und Prof. Auner

1988–2008

- Aus- und Aufbau von Siliconproduktionsstätten in USA und Asien
- Übernahme des Werks Nünchritz und kontinuierlicher Ausbau als Siliconstandort
- Rekord: Produktion der dreimillionsten Tonne Methylchlorsilane in Burghausen
- Stiftung des Lehrstuhls für Siliciumchemie an der TU München

NEUE IDEEN GESTALTEN DIE ZUKUNFT

Innovationen sind der Motor der Siliconchemie. Sie schaffen neue, bisher unbekannte Eigenschaftsprofile und Einsatzbereiche von Produkten. Und sie sorgen für eine effizientere und umweltfreundlichere Produktion. So erleichtern Innovationen die Gegenwart und eröffnen die Zukunft.

Hybride schaffen Möglichkeiten

Die Kombination von Siliconen mit organischen Polymeren gewinnt zunehmend an Bedeutung. Das zeigen zahlreiche bereits bestehende Anwendungen, vielmehr aber noch das weite Spielfeld an denkbaren zukünftigen Anwendungen. Wichtige Eigenschaften wie Temperaturstabilität, Oberflächeneigenschaften und Beständigkeit machen Silicone zu einem Baustein, der, implantiert in organische Systeme, Werkstoffen völlig neue Eigenschaftskombinationen verleiht. Beispielsweise realisieren Siliconcopolymere in Haarspray das bisher undenkbar Nebeneinander von Halt und Weichheit. Oder ein siliconbasierender Thermoplast vereint – dank Siliconen – bisher Unmögliches in einem Material: thermoplastische Verarbeitbarkeit, Überstreichbarkeit, hohe Transparenz, Wasserabweisung und vieles mehr. So sorgen Silicone auch in Kombination noch für neue Möglichkeiten.

Auf die Zukunft setzen

Die Siliconchemie reagiert frühzeitig auf gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklungen, setzt selbst Trends und versucht dabei immer auf die Bedürfnisse der Kunden einzugehen. Einige richtungsweisende Anwendungen, die dies eindrucksvoll untermauern: Silicondichtstoffe eröffnen Architekten innovative und umweltfreundliche Möglichkeiten des modernen Bauens mit großflächigen Structural-Glazing-Fassaden. Feinteilige Kieselsäuren in organischen Klebstoffen schaffen stabile Verbundstellen an Rotorblättern von Windrädern, auch unter widrigen Wetterbedingungen und extremen Temperaturschwankungen. Spezielle Silicon-Antihaftbeschichtungen verhindern das Anhaften von Meerestieren an Schiffsrümpfen und vermindern so den Kraftstoffverbrauch. Neueste feinteilige Kieselsäuren ermöglichen die Herstellung von Reifen mit verringertem Rollwiderstand und optimierten Hafteigenschaften auf nassem Untergrund. Ein sinkender Kraftstoffverbrauch und eine erhöhte Fahrsicherheit sind die Resultate. Eines machen all diese innovativen Anwendungen deutlich: Der Siliconchemie steht noch eine große Zukunft bevor. Und die verschiedenen technologischen Plattformen von WACKER bilden eine einzigartige Ausgangsbasis, diese Zukunft zu gestalten.

**Weitere Informationen unter:
www.wacker.com**



AUSGEZEICHNETE WISSENSCHAFT

WACKER-Lehrstuhl

Das Institut für Siliciumchemie an der TU München wurde von WACKER Ende 2006 gestiftet. Die Einrichtung steht unter der Leitung des Lehrstuhls für makromolekulare Chemie.

Der WACKER-Lehrstuhl und das Siliciuminstitut werden von Prof. Bernard Rieger, einem Experten auf dem Gebiet der makromolekularen Chemie, geleitet. Das Institut befindet sich im Chemiegebäude der TU München in Garching. Der Forschungsschwerpunkt liegt vor allem auf dem Gebiet der organofunktionellen Siliciumverbindungen und der Silicone mit ihren teilweise noch ungeklärten Struktur-Wirkungs-Beziehungen.

Weitere Arbeitsschwerpunkte sind chemische Wechselwirkungen bei der Beschichtung von Oberflächen, Hybrid- und Kompositsysteme, auf Silicium basierende Nanotechnologie, Werkstoffe mit völlig neuen Eigenschaftsprofilen sowie neue katalytische Verfahren für die industrielle Siliconchemie. Gefördert werden vor allem interdisziplinäre Forschungsprojekte an den Grenzflächen zur Physik, Biotechnologie, Pharmazie, Umweltchemie und zu den Materialwissenschaften.

WACKER Silicone Award

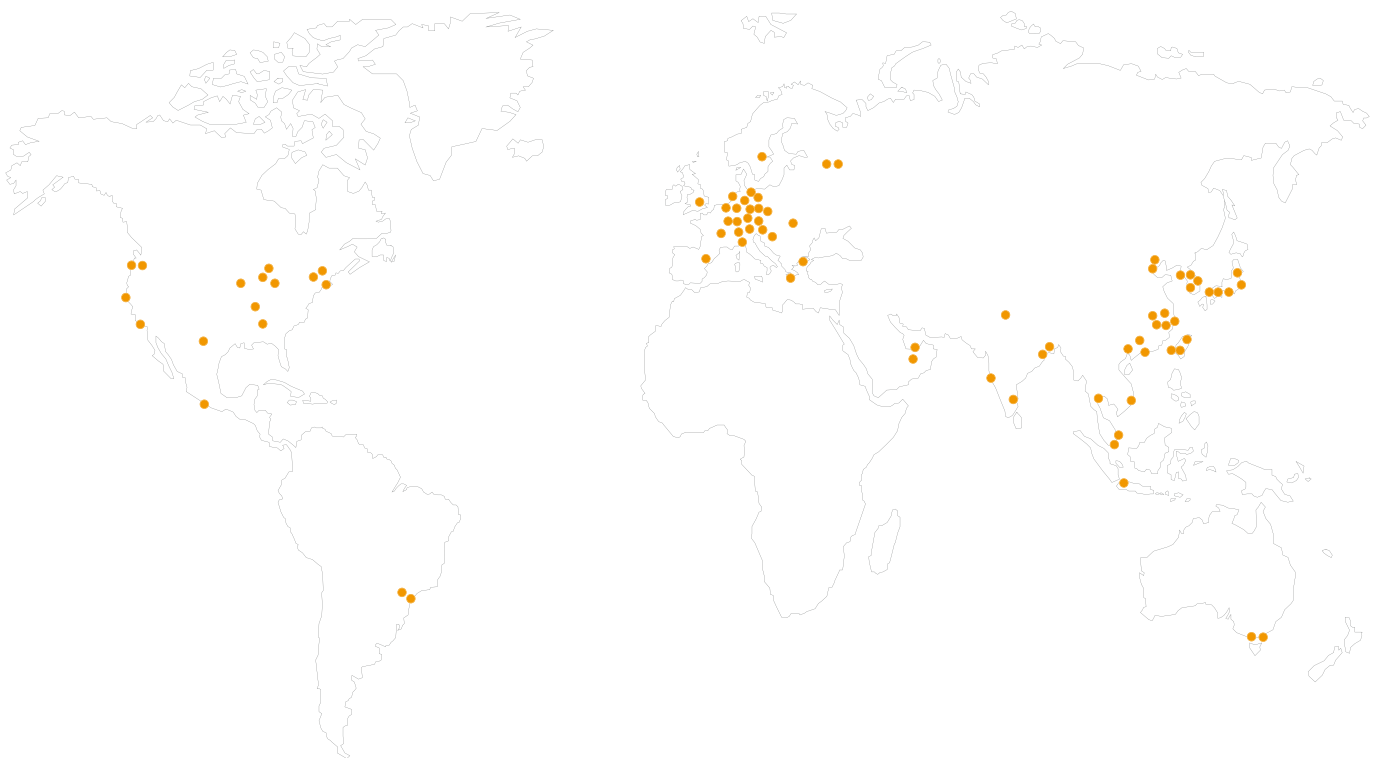
Der mit 10.000 € dotierte WACKER Silicone Award ist neben dem Kipping Award der American Chemical Society die international bedeutendste Auszeichnung auf dem Gebiet der Siliconchemie. Mit dieser Auszeichnung würdigt WACKER herausragende wissenschaftliche Leistungen in der Siliconchemie und fördert die enge Zusammenarbeit mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

Preisträger

- 2011 Prof. Matthias Driess, Lehrstuhl für Metallorganische und Anorganische Chemie, Technische Universität Berlin, Deutschland
- 2009 Prof. Ulrich Schubert, Institut für Anorganische Chemie der Technischen Universität Wien, Österreich
- 2007 Prof. Yitzhak Apeloig, Technicon, Israel Institute of Technology, Haifa
- 2005 Prof. Mitsuo Kira, Tohoku University, Japan
- 2003 Prof. Don Tilley, University of California at Berkley, USA
- 2001 Prof. Manfred Weidenbruch, Universität Oldenburg, Deutschland
- 1998 Prof. Robert Corriu, Université de Montpellier, France
- 1996 Prof. Hubert Schmidtbaur, Technische Universität München, Deutschland
- 1994 Prof. Edwin Hengge (†)
- 1992 Prof. Richard Müller (†) und Prof. Eugen Rochow (†)
- 1991 Prof. Hideki Sakurai, Science University of Tokyo, Japan
- 1989 Prof. Robert West, University of Wisconsin, USA
- 1988 Prof. Nils Wilsberg (†), Universität München, Prof. Reinhold Tacke, Universität Würzburg, Deutschland
- 1987 Prof. Peter Jutzi, Universität Bielefeld, Prof. Norbert Auner, Universität Frankfurt, Deutschland



KOMPETENZ UND SERVICE- NETZWERK AUF FÜNF KONTINENTEN



• Vertriebs- und Produktionsstandorte, sowie
20 Technical Center weltweit für Sie vor Ort.

WACKER ist eines der weltweit führenden und forschungsintensivsten Chemieunternehmen mit einem Gesamtumsatz von 4,91 Mrd. €. Die Produktpalette reicht von Siliconen über Bindemittel und polymere Additive für vielfältige industrielle Bereiche bis hin zu biotechnologisch hergestellten Pharmawirkstoffen und Reinstsilicium für Halbleiter- und Solaranwendungen. Als nachhaltig orientierter Technologieführer fördern wir Produkte und Ideen mit hohem Wertschöpfungspotenzial für mehr Lebensqualität für jetzige und künftige Generationen, basierend

auf Energieeffizienz, Klima- und Umweltschutz. Global vernetzt über fünf Geschäftsbereiche betreiben wir in über 100 Ländern derzeit weltweit rund 25 Produktionsstandorte. Mit Tochtergesellschaften und Vertriebsbüros in 29 Ländern ist WACKER in Europa, Amerika und Asien vertreten, einschließlich einer etablierten Präsenz in China.

Als zuverlässiger Innovationspartner entwickelt WACKER mit rund 17.200 Mitarbeitern für und gemeinsam mit Kunden wegweisende Lösungen und hilft ihnen, noch erfolgreicher zu sein.



Muttersprachliche Spezialisten in unseren Technical Centern unterstützen unsere Kunden weltweit bei der Entwicklung von Produkten, die auf die lokalen Anforderungen abgestimmt sind, und begleiten sie auf Wunsch in allen Phasen komplexer Herstellungsprozesse.

WACKER-E-Solutions sind Online-Services, die wir in unserem Kundenportal und auch als integrierte Prozesslösung anbieten. Für unsere Kunden und Partner bedeutet dies umfassende Informationen und zuverlässige Services für eine schnelle, sichere und hoch effiziente Projekt- und

Auftragsabwicklung. Weltweit und unabhängig von Zeit und Ort unter:
www.wacker.com

Alle Zahlenangaben beziehen sich auf das Geschäftsjahr 2011

WACKER

Wacker Chemie AG
Hanns-Seidel-Platz 4
81737 München, Germany
Tel. +49 89 6279-0
info.silicones@wacker.com

www.wacker.com

Die in dieser Broschüre mitgeteilten Daten entsprechen unserem derzeitigen Wissensstand. Der Abnehmer ist von sorgfältigen Eingangsprüfungen im Einzelfall hierdurch nicht entbunden. Änderungen der Produktkennzahlen im Rahmen des technischen Fortschritts oder durch betrieblich bedingte Weiterentwicklungen behalten wir uns vor. Die in dieser Broschüre gegebenen Hinweise und Informationen erfordern wegen durch uns nicht beeinflussbarer Faktoren während der Verarbeitung, insbesondere bei der Verwendung von Rohstoffen Dritter, eigene Prüfungen und Versuche. Unsere Hinweise und Informationen entbinden nicht von der Verpflichtung, eine eventuelle Verletzung von Schutzrechten Dritter selbst zu überprüfen und gegebenenfalls zu beseitigen. Verwendungsvorschläge begründen keine Zusicherung der Eignung für einen bestimmten Einsatzzweck. Die Inhalte dieser Broschüre sprechen Frauen und Männer gleichermaßen an. Zur besseren Lesbarkeit wir nur die männliche Sprachform (z.B. Kunde, Mitarbeiter) verwendet.