

Technology-Pioneers – 50 Jahre Reaktionstechnik bei KraussMaffei

Die Reaktionstechnik von KraussMaffei (RPM) feiert in diesem Jahr neben dem 180-jährigen Jubiläum von KraussMaffei auch ein eigenes: 1968, genau vor 50 Jahren, brachte man erstmals eine Spezialschließeinheit mit zwei Rotationsachsen für die Verarbeitung von Polyurethan auf den Markt. Damit setzte man eine Entwicklung in Gang, die zu vielfältigen Produkten und Verfahren führte, mit denen die Leistungsfähigkeit von PU-Bauteilen weiter verbessert werden konnte. Eine Auswahl der Meilensteine – angefangen vom weltweit ersten selbstreinigenden Mischkopf bis hin zu aktuellen Spitzentechnologien und Systemlösungen für das Verschäumen von Polyurethan, für anspruchsvolle Oberflächen oder den faserverstärkten Leichtbau – lesen Sie hier in chronologischer Reihenfolge.

1972: Erster selbstreinigender Mischkopf

Im Jahr 1972 präsentierte KraussMaffei den weltweit ersten selbstreinigenden Mischkopf mit Rezirkulationsnut. Im gleichen Jahr wurde auch die erste RRIM-Anlage (Reinforced Reaction Injection Molding) ausgeliefert. Dabei handelte es sich um eine Kolbendosieranlage mit 4K-Mischkopf für die Produktion von Automobil-Stoßfängern für einen Kunden in den USA. Ein weiterer Meilenstein der Entwicklung des RRIM-Verfahrens war die Kombination von RRIM mit dem In-Mold-Coating auf der K1992 (**Abb. 1**). Im Jahr 2000

nahm ein großer Automobilzulieferer eine RRIM-Anlage von KraussMaffei für die Produktion von Seitenschwellern in Betrieb, die mit zwei Spritzgieß-Schließeinheiten kombiniert wurde.

1979: Mehrfarbentechnik nimmt Fahrt auf

Die ersten Farbdosieranlagen mit 3K-Mischkopf zur Direkteinfärbung am Mischkopf brachte KraussMaffei 1979 auf den Markt. Damit reagierte das Unternehmen darauf, dass PU-Verarbeiter in bestimmten Anwendungsbranchen wie Nutzfahrzeug- oder

Flugzeugbau oftmals vor der Anforderung stehen, Bauteile in relativ kleinen Stückzahlen und in zahlreichen verschiedenen Farben produzieren zu müssen. Die Mehrfarbentechnik wurde in den Folgejahren kontinuierlich weiterentwickelt. Auf dem Competence Forum im Juni 2018 präsentierte KraussMaffei einen neuen Umlenkmischkopf mit Mehrfach-Farbzudosierung. Bis zu vier Farben lassen sich direkt und unabhängig voneinander in die Mischkammer eindosieren. Dadurch kann die Farbe in der laufenden Produktion von Schuss zu Schuss gewechselt werden.

1982: Kleinmengendosierung im Fokus der 1980er

Geringe Schussgewichte bei hoher Dosiergenauigkeit rückten in den 1980er Jahren in den Fokus der PU-Technologie, beispielsweise bei der Herstellung von Klebesystemen oder Dichtungsraupen. 1982 konnte KraussMaffei mit dem MK 6/8-2K einen Mischkopf anbieten, der speziell auf diese Anforderungen zugeschnitten war. 2007 wurde der Kleinmengen-Mischkopf 3,5/5UL-2KVV vorgestellt, der selbst bei Durchsatzmengen von nur 5 g/s eine hohe Mischungsqualität und einen gleichmäßigen Austrag des PU-Gemischs gewährleistet. Flankierend entwickelte KraussMaffei Dosieranlagen, die speziell für Kleinmengen ausgelegt sind (**Abb. 2**).

Abb. 1: Anfang der 1970er Jahre revolutionierte der R-RIM Prozess die Herstellung von Automobil-Stoßfängern. Auf der K1992 stellte KraussMaffei diesen Prozess in Kombination mit dem In-Mold-Coating (IMC) vor



Quelle: KraussMaffei

Abb. 2: 1982 stellte KraussMaffei den ersten Kleinmengen-Mischkopf mit Durchsatzmengen von 40 g/s vor



Quelle: KraussMaffei

1983: NyRIM – Neue reaktive Matrixsysteme auf dem Vormarsch

Zu Beginn der 1980er Jahre zielten Entwicklungen in der Reaktionstechnik darauf ab, neben PU auch weitere reaktive Systeme zu verarbeiten. So wurde im Jahr 1983 eine Hochtemperatur-RIM-Anlage zur Verarbeitung von Caprolactam (NyRIM) mit einem Hochtemperatur-Mischkopf entwickelt. Diese Erfahrungen nutzte KraussMaffei in den 2010er Jahren bei der Entwicklung des T-RTM-Verfahrens (Thermoplastisches Resin Transfer Molding) (Abb. 3).

1985: Weich- und Hartschaumkombinationen

PU-Sitzpolster für den Fahrzeugbau oder die Möbelindustrie verfügen über mehrere Härtezonen, um den Sitzkomfort zu erhöhen. Die dazu erforderlichen Anlagen produziert KraussMaffei bereits seit 1985. Damals wurde die erste Dual-Hardness-Anlage an einen Kunden in Australien geliefert. Um verschiedene Rezepturen in schneller Folge verarbeiten zu können, entwickelte KraussMaffei 1993 einen 6-Komponenten-Mischkopf, bei dem sechs hydraulikgesteuerte Nadelventile sternförmig um die Mischkammer gruppiert sind. Entscheidend für eine hohe Produktqualität ist hier ein konstanter Druck, während

Abb. 3: Auf der K 2016 präsentierte KraussMaffei die Verarbeitung von Caprolactam mittels des thermoplastischen Resin Transfer Molding (T-RTM)-Verfahrens am Beispiel eines Rahmens für den Roding Roadster

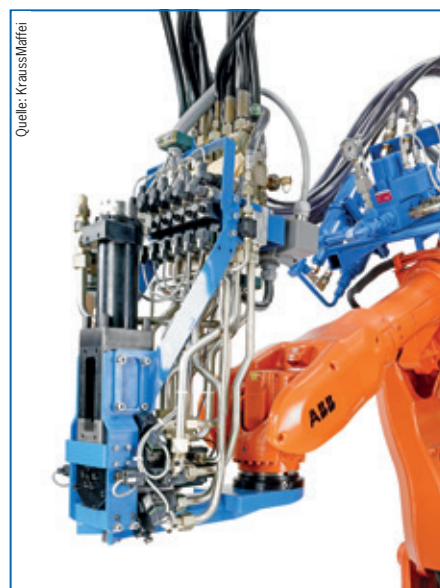


die Komponenten in die Mischkammer einströmen. Um die verfahrenstechnischen Anforderungen zu erfüllen, hat KraussMaffei 2004 die sogenannte CN-Technologie (Controlled-Nozzle) entwickelt. Seit 2015 bietet KraussMaffei die sogenannten Variodüsen an (Abb. 4), die den Druck im Mischkopf auch bei extrem schnellen Wechsels in der Austragsmenge der PU-Komponente konstant halten.

1986: Hinterschäumen von I-Tafeln und Teppichen

Mitte der 1980er Jahre wurde das Hinterschäumen großflächiger Formteile, beispielsweise von Instrumententafeln oder Teppichen, ein immer wichtigeres Thema für die Reaktionstechnik bei KraussMaffei. 1986 wurde der „Open-book“-Formträger für die Teppichhinterschäumung vorgestellt, 1989 folgten Anlagen für das Hinterschäumen von Instrumententafeln und Armauflagen. 2008 brachte KraussMaffei vollelektrische Formenträger für das Instrumententafel-Hinterschäumen auf den Markt. Alle Bewegungen dieser Modelle werden mit elektrischen Antrieben ausgeführt. Die Öffnungs- und Schließbewegungen sind dadurch schneller und präziser,

Abb. 4: Der erste 6-Komponenten-Weichschaum-mischkopf mit neuer CN-Technologie (Controlled Nozzle/Vario nozzle) für extrem schnelle Wechsel in der Austragsmenge der PU-Komponente



außerdem verkürzen sich die Zykluszeiten aufgrund simultaner Fahr- und Schwenkbewegungen.

1991: Zudosierung von Gas reduziert Materialkosten

Ab 1991 entwickelte KraussMaffei Gasbeladungssysteme für PU-Anlagen, um das Formteilmgewicht zu verringern und Materialkosten zu reduzieren. Die Gasbeladung erhöht außerdem die Prozesssicherheit und verbessert die Fließeigenschaften des Materials. Die Zudosierung von Luft erfolgt im Vorratsbehälter der Maschine, wodurch die Gas Konstanz von Schussanfang bis Schussende sichergestellt ist. Für die CO₂-Zudosierung bietet KraussMaffei eine Batch-Beladung im Zwischenbehälter oder eine direkte Beladung im Tagesbehälter an. Die CO₂-Konzentration ist dabei von Schuss zu Schuss variabel.

1993: Pentan ersetzt FCKW

Anfang der 1990er Jahre wurde die industrielle Produktion und Anwendung von FCKW eingestellt, um die Ozonschicht zu schützen. Damit begann die Suche nach alternativen, umweltfreundlicheren Treibmitteln für PU-Hartschäume, die beispielsweise in Kühlgeräten eingesetzt werden. KraussMaffei brachte dazu 1993 die Pentan-Vormischstation Pentamix auf den Markt. Das Treibmittel Pentan wird in der gewünschten Konzentration in den Vormischbehälter gefördert und dort mit Polyol gemischt. Anschließend wird der Tagesbehälter der Dosiermaschine automatisch mit der vorkonditionierten PU-Komponente versorgt. Die Aktivitäten im Bereich Weiße Ware bündelt KraussMaffei seit 2002 in der Tochtergesellschaft KraussMaffei Italiana. Schäumenanlagen von KraussMaffei kommen heute weltweit bei führenden Kühlschrankherstellern zum Einsatz.

1995: LFI setzt Meilenstein bei Verbundwerkstoffen

Im Jahr 1995 setzte die Reaktionstechnik bei KraussMaffei einen weiteren Mei-

lenstein in der PU-Verarbeitung: Auf der K1995 wurde erstmalig das neuentwickelte LFI-Verfahren (Long Fiber Injection) vorgestellt. Dabei werden Endlosfasern in einem Schneidwerk abgelängt und luftunterstützt in einzelne Filamente aufgelöst. Unmittelbar hinter dem Schneidwerk werden die Fasern mit dem PU-Gemisch aus dem Mischkopf zusammengeführt und benetzt. Vorteile des Verfahrens sind das hohe Faservolumen im Bauteil von bis zu 50 %. In den folgenden Jahren wurden LFI-Serienproduktionen beispielsweise von Türseitenverkleidungen, Lkw-Motorkapseln, Dachelementen und Instrumententafeln gestartet. Hochwertige Oberflächen können im LFI-Verfahren durch In-Mold-Painting oder tiefgezogene Folien erzielt werden.

2001: CCM macht Schlagzeilen

Mit dem CCM-Verfahren (Clear Coat Molding) sorgte KraussMaffei auf der K2001 erneut für Schlagzeilen. Mit dieser Prozesstechnik lassen sich hochwertige Bauteile – beispielsweise Echtholzteile für das Fahrzeug-Interieur – mit einem transparenten Zweikomponenten-PU-System übergießen (Abb. 5). Die CCM-Maschinen sichern eine optimale Temperaturführung der Rohstoffe. Selbst kleinste Austragsmengen werden perfekt vermischt und blasenfrei in die Kavität eingebracht. Eine patentierte Forminnendruckregelung gleicht dabei die minimalen Volumenschwankungen aus, die das Holz verursacht. Die Kavität wird dadurch immer optimal gefüllt. 2003 wurde die erste CCM-Serienanlage in Betrieb genommen.

2002: Neue FCS- und SCS-Sprühverfahren sorgen für mehr Leichtigkeit

Ergänzend zur LFI-Technik präsentierte KraussMaffei 2002 mit FCS und SCS (Abb. 6) zwei neuartige PU-Sprühverfahren. Das Fiber Composite Spraying (FCS) ist ein sehr flexibles Verfahren für die Kleinserie. Durch den Auftrag einzelner PU-Schichten lassen sich Composites herstellen, die opti-

mal an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst sind.

Das FCS-Verfahren eignet sich für feste, sehr biegesteife großflächige Sichtteile, die in geringen Stückzahlen hergestellt werden. Das Verfahren benötigt nur eine einfache Negativform und erfordert keinen

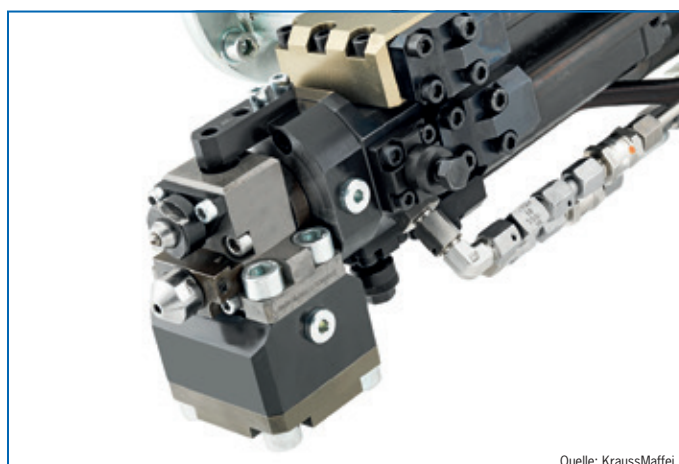
Formenträger. Beim Structural Component Spraying (SCS) werden Lagenaufbauten aus Fasermatten und Wabenkernen mit unverstärktem PU besprüht, in ein Werkzeug eingebracht und verpresst. Dieses Verfahren reduziert die Dicke und das Gewicht der Deckschichten, so dass die Bauteile noch leichter werden.

Abb. 5: Der von KraussMaffei entwickelte CCM (Clear Coat Molding)-Prozess erlaubt die Herstellung hochwertiger kratzbeständiger Bauteile für das Fahrzeug-Interieur in nur einem Verarbeitungsschritt



Quelle: KraussMaffei

Abb. 6: SCS-Sprühmischkopf: Dank der neu entwickelten Technik zum schnellen Austausch der Düsen lassen sich individuell sowohl Rund- als auch Flachdüsen im Structural Component Spraying einsetzen



Quelle: KraussMaffei

Abb. 7: Synergien aus Spritzgießprozess und Reaktions-technik: Der ColorForm-Prozess zur Herstellung hochglänzender kratzbeständiger Oberflächen



Quelle: KraussMaffei

2004: ColorForm/SkinForm sorgen für Hochglanz-Oberflächen

Auf der K2004 stellte KraussMaffei mit SkinForm ein innovatives Fertigungskonzept zur Herstellung von Mehrkomponentenbauteilen aus Thermoplast und PU vor.

Im ersten Schritt wird ein thermoplastischer Träger hergestellt, der im zweiten Schritt ganzflächig oder teilweise mit Polyurethan überflutet wird. Mit dieser Kombination aus Reaktionstechnik und Spritzgießprozess lassen sich thermoplastische Bauteile mit hochwertigen Oberflächen in einem Arbeitsschritt herstellen. Während SkinForm speziell

für haptische Soft-Touch-Oberflächen entwickelt wurde, eignet sich das 2010 vorgestellte ColorForm-Verfahren für kratzfeste, hochglänzende Oberflächen (**Abb. 7**). Das Überfluten des thermoplastischen Grundträgers mit einem PU-Lack direkt im Spritzgießwerkzeug minimiert die Logistikkosten und die Ausschussquote im Vergleich zu konventionellen Lackierprozessen.



Quelle: KraussMaffei

◀ **Abb. 8:** Der für die Beschnitttechnik zuständige Standort Viersen liefert neben dem konventionellen Stanzen auch die flexiblen Verfahren als robotergeführte Fräs- und Kaltmesser-Lösungen



Quelle: KraussMaffei

◀ **Abb. 9:** KraussMaffei stellt seit 2008 eigene Axialkolbenpumpen her, von denen bisher weltweit mehr als 6500 Stück verkauft wurden



Quelle: KraussMaffei

◀ **Abb. 10:** Mit der neuen iPul-Pultrusionsanlage führte KraussMaffei 2017 die erste Komplettanlage für das Pultrusionsverfahren in den Markt ein

2006: Formwerkzeugbau und Beschnitttechnik kommen neu hinzu

2005 entschied sich KraussMaffei, das Produktspektrum der Reaktionstechnik mit den Bereichen Formwerkzeugbau und Beschnitttechnik zu ergänzen. Seitdem bietet KraussMaffei seinen Kunden schlüsselfertige Lösungen im Automobilinterieur an und kann sich deutlich früher in das Projektmanagement bei der Fahrzeugentwicklung einbringen.

Die in Georgsmarienhütte hergestellten Werkzeuge eignen sich für die Fertigung von Weichschaum, Hartschaum, Halbhartschäum oder Weichintegralschaum. Der für die Beschnitttechnik zuständige Standort Viersen liefert dabei neben dem konventionellen Stanzen auch die flexiblen Verfahren als robotergeführte Fräs- und Kaltmesser-Lösungen (**Abb. 8**).

2008: Hochdruckdosierpumpen – Eigenbau bietet klare Vorteile

Die in den Misch- und Dosieranlagen eingesetzten Pumpen müssen sehr hohe Anforderungen erfüllen. Daher stellt KraussMaffei seit 2008 eigene Axialkolbenpumpen her, mit denen die reaktiven Systeme hochpräzise dosiert werden können (**Abb. 9**). Die Austragsleistung ist dabei optimal an die Kundenanwendungen und das vorhandene Mischkopf-Spektrum angepasst. Zu den Vorteilen der eigengefertigten Dosierpumpen zählen die deutlich erhöhte Standzeit, die sofortige Verfügbarkeit ab Werk und der schnelle und unkomplizierte In-house-Service.

2011: Weltweit führend bei RTM-Verfahren

Mit HP-RTM, C-RTM, T-RTM, Surface-RTM und dem Nasspressen (Wetmolding) bietet KraussMaffei eine Gruppe von Verarbeitungsverfahren an, die speziell für faserverstärkte Hochleistungsbauteile entwickelt wurden. Beim HP-RTM-Verfahren (High Pressure Resin Transfer Molding) werden sehr niederviskose, reaktive Epoxid- und PU-Systeme in die Kavität injiziert, um jede einzelne Faser ohne Luft einschüsse zu benetzen. Das C-RTM-Verfahren (Compression RTM) beruht darauf, dass die Matrix in das spaltgeöffnete Werkzeug eingetragen wird. Anschließend wird das Gemisch mit einem Kompressionshub durch das Preform gedrückt, so dass dieses vollständig durchtränkt wird. Mit dem Surface-RTM-Verfahren lassen sich faserverstärkte Sichtbauteile für den Fahrzeugbau lackierfähig und kosten-

günstig für Serienanwendungen herstellen. Im Nasspress-Verfahren (Wetmolding) können Recyclingfasern zum Einsatz kommen, die beispielsweise beim Zuschnitt von Fasermaten anfallen. Ein Mischkopf bringt die Matrix, meist Epoxidharz, bahnenförmig auf das plan liegende Faserhalbzeug auf, das erst danach ins Werkzeug verbracht und dort in Form gepresst wird.

2018: iPul – Mehr Tempo bei der Pultrusion

2017 stellte KraussMaffei die neue iPul-Pultrusionsanlage vor (**Abb. 10**), die erste Komplettanlage für das kontinuierliche Strangziehen, mit der sich die Produktionsgeschwindigkeiten im Vergleich zu üblichen Wannungsverfahren mehr als verdoppeln lassen. Ein wichtiger Bestandteil der neuen Anlage ist die eigens für das Pultrusionsverfahren opti-

mierte Dosiertechnik. Sie injiziert das Matrixmaterial direkt und kontinuierlich in die Injektionsbox. Dadurch lassen sich Matrixsysteme mit erhöhter Reaktivität verarbeiten, welche wiederum gezielt auf die Eigenschaften des Endproduktes abgestimmt werden können. Großes Potenzial ergibt sich zum Beispiel für Anwendungen in Windkraft und Bau.

Pioniergeist auch in der Zukunft

50 Jahre Reaktionstechnik bei KraussMaffei haben die Entwicklung der PU-Verarbeitung maßgeblich geprägt und weltweit vorangetrieben. Auch in Zukunft wird KraussMaffei die sich stetig ändernden Anforderungen als Ansporn für die Entwicklung neuer Technologien und Innovationen nutzen und in die Tat umsetzen – ganz im Sinne von Technology Pioneers. ■



COMPOSITES EUROPE

13. Europäische Fachmesse und Forum für Verbundwerkstoffe, Technologie und Anwendung

WE CONNECT – MATERIALS AND EXPERTS

06. – 08. November 2018
Messe Stuttgart

www.composites-europe.com