

# SMC-TECHNOLOGIE 4.0: NEUE WEGE DER ZUSAMMENARBEIT IN DER AUTOMOBILEN WERTSCHÖPFUNGSKETTE

**Thomas Schuh, Daimler AG**

**Peter Hilzendegen, Aliancys Deutschland GmbH**

**Michael Polotzki, Menzolit S.r.l.**

Bereits seit vielen Jahren kommt SMC als Karosseriewerkstoff im Automobilbau zum Einsatz. Wirtschaftlich ist die Verwendung von SMC bei Fahrzeugen mit eher kleiner Stückzahl wie z.B. im Nutzfahrzeugbereich oder bei Sportwagen. In besonderen Anwendungsfällen wie z.B. Heckklappen, bei denen die Mehrkosten gegenüber Stahl durch zusätzliche Vorteile kompensiert werden, ist SMC auch für größere Stückzahlen attraktiv. Der Renault Espace früherer Generationen war mit seiner Außenhaut, die komplett aus SMC bestand sicherlich das Fahrzeug mit dem breitesten Anwendungsspektrum.



*SMC-Anwendungen im automobilen Karosseriebau*

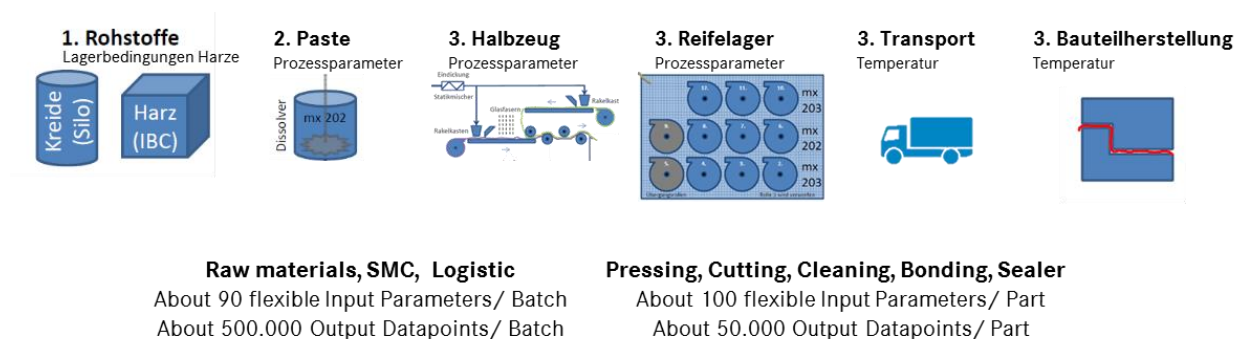
Mit dem SMC-Heckdeckel des Mercedes-Benz S-Klasse Coupé im Jahre 1999 kam diese Technologie erstmals bei einem Fahrzeug im Premiumsegment zum Einsatz. Mit einer horizontal angeordneten großen Fläche direkt im Sichtbereich stiegen damit die Anforderungen an die Oberflächenqualität (insbesondere die Grundwelligkeit in Hinblick auf die Übereinstimmung mit den angrenzenden Metallteilen) sowie an ein perfektes Colormatch dramatisch. Ausschlaggebend für die Auswahl von SMC als Werkstoffsystem war die Formgebung, die so mit Stahl kaum und mit Aluminium gar nicht darstellbar gewesen wäre. Darüber hinaus bot SMC auch die Möglichkeit, die Antennensysteme komplett im Heckdeckel zu verbauen und damit die elegante Linienführung weiter zu unterstreichen.



*SMC Heckdeckel des S-Klasse Coupé*

Zur Erzielung einer perfekten Oberflächenqualität werden die Heckdeckel im Rohbau angeschlagen und durchlaufen mit der Karosserie den gesamten Lackierprozess. D. h. sie durchlaufen online auch den KTL-Prozess und werden dabei für ca. 30 min. Temperaturen von knapp 200°C ausgesetzt. Nur so lässt sich ein perfektes Colormatch erreichen. Zum Schutz vor den häufiger auftretenden Ausgasungen werden die Bauteile noch im Werkzeug mit einem In-Mold-Coating versehen. Die beim Entgraten freigelegten Bauteilkanten werden mit einem speziellen Sealer versiegelt. Alles in allem ein recht komplexer Gesamtprozess, bei dem sich leider zeigte, dass zum damaligen Zeitpunkt die Technologie noch nicht auf einem Stand war, um dieses extrem hohe Qualitätsniveau auf Dauer kontinuierlich sicherzustellen. Stark schwankende, zum Teil extrem hohe Ausschusszahlen waren aufgrund der relativ geringen Stückzahl zwar produktionstechnisch aber nicht wirtschaftlich verkraftbar. Einzeloptimierungen auf der Rohstoff- und Halbzeugseite sowie der Prozesse zur Bauteilherstellung brachten zwar partielle Verbesserungen, führten aber nicht nachhaltig zum nötigen Erfolg.

Angeregt durch einen Artikel über die Nutzung von Prozessdaten und dem damals aufkommenden Einsatz von Data-Mining-Tools bei der Herstellung von Halbleiterchips wurde die Idee geboren, diese Vorgehensweise nun auch prozessübergreifend für unsere SMC-Bauteile zu nutzen.



### SMC Prozesskette in ihren wesentlichen Einzelschritten vom Rohstoff bis zum Bauteil

In dem CCC genannten Projekt (Compound Characterisation and Consistency), über das im Rahmen dieser Tagung 2004 berichtet wurde, wurden über die gesamte Prozesskette hinweg Kenndaten zu Rohstoffen und Prozessparametern bei der Halbzeug- sowie der Bauteilherstellung mehr oder weniger händisch gesammelt, zusammengeführt und der Bauteilqualität (i. W. Oberflächenwelligkeiten) zugeordnet. Da dazu alle beteiligten Partner (damals die Firmen DSM, Menzolit Fibron, Peguform und DaimlerChrysler) viele Details zu ihren Produkten und Prozessen offenlegen mussten und damit möglicherweise Schwachpunkte offenbaren müssten, gestaltete sich das Zustandekommen des Projekts als echte Herausforderung. Die Einsicht aber nur so eine Chance zu haben, die notwendigen technologischen Fortschritte für dieses Einsatzspektrum erreichen zu können, machte dieses Projekt dann möglich. Im Verlauf dieses Projekts wurden dann ca. 5 Mio. Prozessdaten von ca. 10000 Bauteilen entlang der gesamten Prozesskette erhoben und mittels Datamining-Tools einer Analyse zugeführt. Ausgehend von einer Analyse der besten Bauteile konnten so sehr schnell wesentliche Einflussfaktoren ermittelt werden, die bislang gänzlich unbekannt waren, bzw. deren mögliche Wirkung vermutet, aber nicht nachgewiesen war. Beispielhaft zählen dazu:

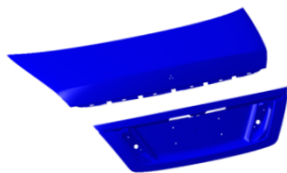
- Reproduzierbare Positionierung des Halbzeugzuschnitts im Werkzeug
- Die optimale Werkzeugtemperatur mit einem spezifischen Toleranzband
- Spezielle Anfahrprozedere bei Halbzeugherstellung
- Spezifische und kontrollierte Temperaturbedingungen über die gesamte Prozess- und Logistikkette (Halbzeugreifung, Harz- bzw. SMC Transport und Lagerung)
- Automatischer Herstellprozess bei der Halbzeugfertigung mit mehrstufiger Prozesskontrolle (Komponentendosierung, Mischsequenz, Maschinensteuerung)
- Rückverfolgbarkeit von einzelnen Rohstoffchargen und Prozessparametern über die gesamte Halbzeuglänge bis zu den Fertigteilen

Andererseits zeigte sich aber auch, dass einige der bisherigen Qualitätskriterien keine Aussagekraft hatten und somit weggelassen werden konnten.

Mit der Umsetzung vielfältiger Einzelmaßnahmen gelang es, die Ausschusszahlen insgesamt deutlich zu reduzieren und insbesondere die starken Qualitätsschwankungen in den Griff zu bekommen.

War CCC zunächst ein zeitlich begrenztes Projekt zur Sicherstellung der Premiumqualität für unsere Fahrzeuge, so wurde diese Vorgehensweise im Serienprozess implementiert, als 2008 im Rahmen der Modellpflege die Bauteilherstellung in eine Eigenfertigung übernommen wurde. Über den Aufbau dieser hochautomatisierten Bauteilfertigung wurde hier ebenfalls bereits berichtet. Neben der Elimination möglicher Schwankungen aus manuellen Prozessen (z. B. dem positionsgetreuen Einlegen des Halbzeugzuschnitts in das Werkzeug) wurde die dann automatisierte, einzelprozessübergreifende Nutzung von Eigenschafts- und Prozessdaten als Standard integriert. Neben dem frühzeitigen Erkennen von Driften im Gesamtprozess konnten weitere Optimierungspotenziale erschlossen werden. Mit Ausschusszahlen von deutlich unter 5% konnten damit für ein derartig anspruchsvolles Bauteil Quoten erreicht werden, die zuvor für unmöglich gehalten wurden.

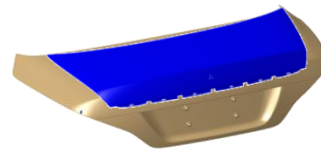
Waren bislang die Außenbeplankungen unserer Heckdeckel zweiteilig gewesen (ein oberer horizontaler Bereich und eine separate Kennzeichenmulde), so sollte beim Heckdeckel des aktuellen SL Roadster ein einteiliges Bauteil zum Einsatz kommen, um so die Kosten zur Erstellung der Kennzeichenmulde sowie des separaten Fügevorgangs einzusparen.



S-Klasse Coupé



Aktueller SL

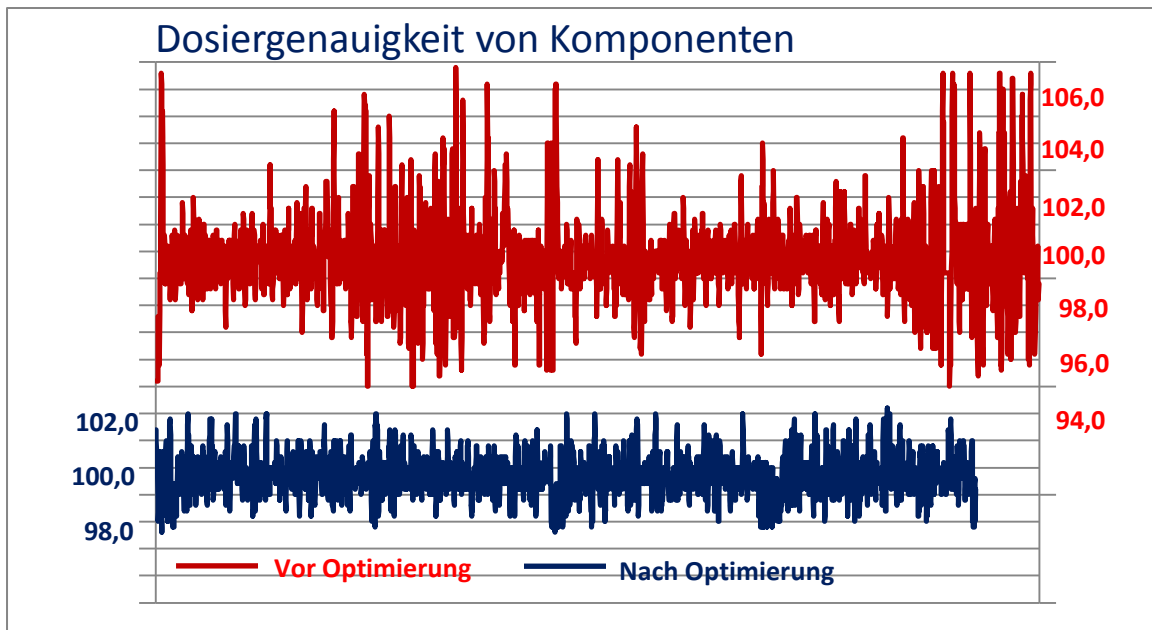


Größenvergleich: 2-fache Fläche

#### *Komplexitätserweiterung durch Technologiefortschritt*

Dieses deutlich größere Bauteil, ebenfalls mit einem leitfähigen In-Mold-Coating, das mit einem in der Mitte der Kennzeichenmulde liegenden Anspritzpunkt extrem lange Fließwege bis in die „Ohren“ des Bauteils hat, stellte sich als neuerliche Herausforderung dar. Auch hier zeigte sich wieder, dass insbesondere das Fließverhalten des Materials nicht bei allen Chargenvarianten zu akzeptablen Ausbringungszahlen führte. Aufgrund der durchgängigen Zugänglichkeit auf alle relevanten Eigenschafts- und Prozessdaten entlang der gesamten Kette konnten jedoch schnell die Kombinationen herausgefiltert werden, die zu guten Ergebnissen führten.

Neben der zielgerichteten Einengung von Toleranzen zur Erreichung einer reproduzierbaren Qualität auf hohem Niveau eröffnete diese Vorgehensweise auch weitere Möglichkeiten. In einzelnen Kriterien wird es nun möglich, mit den Parametern der Folgeprozesse auf Abweichungen von der Ideallage vorgeschalteter Prozesse zu reagieren. Das erhöht die Flexibilität und senkt die Kosten.



*Beispiel der Prozessoptimierung zur Qualitätsstabilisierung*

Da die Einengung von Toleranzen in der Regel mit höherem Aufwand und damit mit höheren Kosten verbunden ist, ergibt sich so mehr Flexibilität und „Robustheit“ im Gesamtprozess. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass diese Daten rechtzeitig und zuverlässig zur Verfügung stehen.

Heute sind die Rahmenbedingungen vorhanden, dies mit deutlich geringerem Aufwand zu tun, als zu Zeiten des CCC-Projekts. Sensoren und Software zur Datenerfassung und Verarbeitung sind relativ kostengünstig geworden. Das Handling immenser Datenmengen („Big Data“) ist ebenfalls kein Problem mehr, ihr Austausch in Echtzeit via Internet ebenso wenig und die Entwicklung leistungsfähigerer Analyse- und Optimierungsalgorithmen macht unglaubliche Fortschritte, sodass wir weitere Potenziale werden erschließen können.

Es gibt aber einige Voraussetzungen dafür, dass sich ein derartiger Aufwand lohnt. Es erfordert zum einen den Serienprozess mit all seinen möglichen Kombinationen von Toleranzlagen der Materialien und der Prozesse, um die „guten“ von den „schlechten“ unterscheiden zu können. Es erfordert die Überzeugung der Sinnfälligkeit des Aufwands, ohne dass im Vorfeld eine klare Kosten-Nutzen-Analyse möglich ist. Diese kann zuverlässig bestenfalls im Nachhinein geschehen.

Die wesentlichste Voraussetzung ist allerdings absolute Offenheit, Transparenz und der uneingeschränkte Unterstützungswille von allen Partnern. Dies bedingt, dass die Überzeugung in einer partnerschaftlichen Kooperation ganzheitlich für alle Beteiligten in der Summe mehr Vorteile zu erarbeiten sind größer ist, als die Angst vor Wettbewerbsnachteilen durch die Preisgabe von zum Teil sehr sensiblen Informationen. In unserem Pilotfall ist dies vortrefflich gelungen und ich möchte mich an dieser Stelle explizit bei unseren Partnern, der Firma Menzolit und der Firma Aliancys (der früheren DSM Composite Resins) sowie ihren Mitarbeitern dafür bedanken, sich auf dieses Risiko eingelassen zu haben. Von der Übertragbarkeit auf andere komplexe Anwendungsbereiche und dem erreichbaren Nutzen sind alle Projektpartner zutiefst überzeugt.

## KONTAKT

Dr. Thomas Schuh  
Michael Polotzki  
Peter Hilzendege

Daimler AG  
Menzolit S.r.l.  
Aliancys Deutschland GmbH

[thomas.schuh@daimler.com](mailto:thomas.schuh@daimler.com)  
[michael.polotzki@menzolit.com](mailto:michael.polotzki@menzolit.com)  
[peter.hilzendege@aliancys.com](mailto:peter.hilzendege@aliancys.com)