

Projekt im Rahmen des MAIclusters

Projekttitlel

Schnelles Preforming mit Verschnittoptimierung

MAIpop

Förderkennzeichen: 03MAI06B

Laufzeit des Vorhabens: 1.01.2013 – 31.12.2015

Schlussbericht Siemens AG

Juni 2016

Frei verwendbar

Gliederung

1	Aufgabenstellung / Zielsetzung	3
2	Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	4
3	Planung und Ablauf des Vorhabens	4
4	Wissenschaftlicher und technischer Stand	6
5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	7
6	Erzielte Ergebnisse.....	7
6.1	Ergebnis Automatisierung des direkten Faserablegeprozess (AP2.2)	7
6.1.1	Prozessautomatisierung	7
6.1.2	Anwendung der Run MyRobot Machining Applikation.....	8
6.1.3	Erhöhung der Verfügbarkeit durch Ertüchtigung des Schaltschrankschutzes vor leitenden Carbonfasern.....	11
6.1.4	Ergebnisse des „transportablen“ Schaltschranks	14
6.2	Ergebnis Automatisierung des Faserspritzprozess (AP2.3).....	15
6.3	Ergebnis Automatisierung des Preform-Fügeprozess (AP2.4)	16
6.4	Ergebnis Automatisierung des Preform-Beschnitt (AP2.5)	16
6.5	Ergebnisse der Automatisierung der Preform Qualitätsanalyse (AP 3).....	17
6.6	Ergebnisse der Technologieerprobung (AP4.4)	17
7	Nutzen und Verwertbarkeit.....	18
8	Fortschritte anderer Stellen	18
9	Vorträge und Veröffentlichungen	18

1 Aufgabenstellung / Zielsetzung

Das Ziel von MAIpop war es den Preforming Prozess für komplexe Bauteile aus Textilfasern, vor allem aus Carbonfasern, als Vorstufe für Faserkunststoffverbundbauteile zu optimieren. Die wesentlichen Hebel für die Optimierung sollten dabei vollautomatisch anwendbare, verschnittarme Preforming Prozesse sein, die direkt aus dem „Primärhalbzeug“ Roving einen komplexen Preform in hoher Geschwindigkeit herstellen können. Dafür eignen sich in erster Linie Verfahren zum direkten Faserablegen aus Endlosfasern oder von Kurzfasern.

Das Vorhaben sollte zeigen, welcher Materialausnutzungsgrad und welche Zykluszeiten mit der Entwicklung von maßgeschneiderten Fertigungstechnologien für eine Preform eines Strukturbauteils möglich sind. Bei der Entwicklung folgender Fertigungstechnologien sollte das Vorhaben einen Beitrag leisten und die Machbarkeit seriennah demonstrieren:

- Verschnittarmes, direktes Faserablegen
- Faserspritzen
- Preform Fügen
- Preform Beschnitt
- Qualitätssicherung

Ziel von MAI Pop war vorrangig die Gesamtziele des Projektverbundes Carbon Composites Produktionssysteme durch die Einführung von innovativen und schnellen Preform-Technologien unter Einsatz von Kohlenstofffaserrovings in der Großserienproduktion im Bereich Automotive zu unterstützen. Dabei sollte die Reduzierung des Verschnitts um bis zu 90%, Verwendung von Recycling Material und ein Verringern der Zykluszeiten auf unter 3 Minuten erreicht werden.

Ein zusätzliches Ziel innerhalb MAI Pop war auch die Verwertung von Ergebnissen und Material aus dem Leitprojekt MAI Recycling und dem Projekt MAI DryRP

Um die oben beschriebene Reduzierung von Verschnitt und Verringerung der Zykluszeiten erreichen zu können sollte ein Prototyp einer komplett automatisierten verketteten Anlage aufgebaut werden. Die Aufgaben von Siemens beinhalteten den Aufbau, die Automatisierung, die Inbetriebnahme und ggf. den Umbau der Anlage.

2 Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Preforms für Harzinfusionstechniken können in einer Vielzahl unterschiedlicher Prozesstechnologien gefertigt werden. Diese sind meistens nicht standardisiert und werden mit individuellen Prozessparametern und Materialien eingesetzt. Kombinationen von unterschiedlichen Fertigungsverfahren sind dabei üblich.

Die Fertigungsprozesse für Preforms zeichnen sich dabei durch nicht durchgängige Prozesse und einen großen Anteil an manueller Fertigung aus. Durch die nicht durchgängigen Prozessketten ergibt sich eine Vermischung von automatisierten, teilautomatisierten sowie manuellen Arbeitsschritten. Diese Vermischung wirkt sich auch auf die Automatisierungslandschaft aus. Die Folge ist eine heterogene Automatisierungsarchitektur die eine gesamte Automatisierung der Prozessschritte behindert.

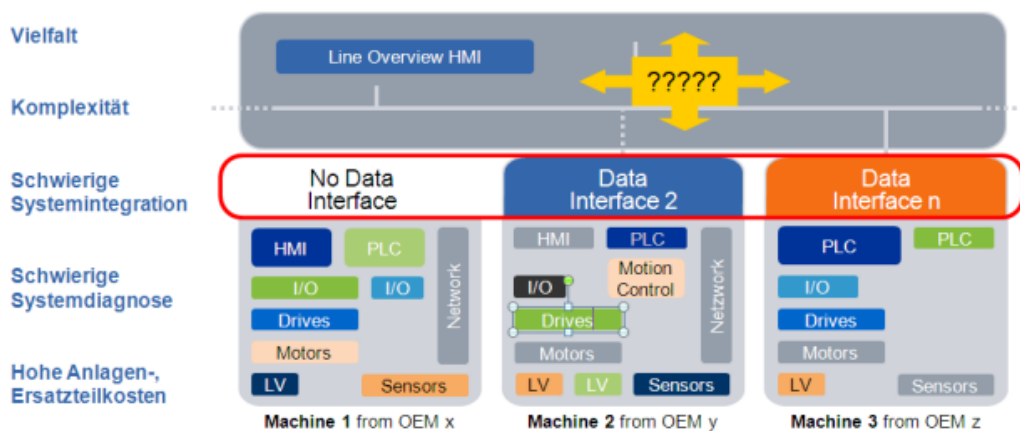


Bild 2-1: Heterogene Automatisierungsarchitektur

Durch die heterogene Automatisierung und die damit verbundenen Schnittstellenproblematik wird die Automatisierung der Gesamtlinie erschwert, wenn nicht sogar verhindert. Die für die Automatisierung der Anlage notwendige Technologie ist weitgehend verfügbar bzw. wird im Rahmen anderer Forschungsprojekte bereitgestellt.

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Rollen im Projekt waren klar definiert. Voith und KraussMaffei sollten jeweils einen Teil, die sogenannten Sub-Preforms, des Gesamtpreforms herstellen. KraussMaffei hatte die Aufgabe der Entwicklung einer Prozesseinheit für den Carbonfaser-Spritzprozeß (Schneidwerk und Mischkopf). Voith war zuständig für Technologieentwicklung direktes Faserablegen, den Preform-Beschnitt, den Aufbau eines Preform-Montage-Zentrums, der Technologieerprobung, der Preform-Qualitäts-Analyse und der Entwicklung eines Industrialisierungskonzeptes. Audi brachte in die Prozesskette seine Anforderungen aus Anwendersicht ein und war primär

Frei verwendbar

zuständig für die Technologieentwicklung eines Preform-Fügeprozess für die beiden Sub-Preforms von KraussMaffei und Voith inkl. der Qualitätsanalyse für den Gesamtpreform. Der Schwerpunkt der Siemens AG lag in der Spezifizierung und Konzeption der Steuerungskonzepte für die jeweiligen Technologieentwicklungen und der Integration in ein komplettes Preform-Montage-Zentrum (PMZ) mit einem vernetzten und homogenen Automatisierungskonzept.

Durch die geringe Anzahl an Partnern lief die Koordination und Abstimmung im Projekt problemlos. Aus Sicht der Automatisierungstechnik gab es in der ersten Hälfte der Projektphase keine wesentlichen Überschneidungspunkte in den Arbeitspaketen der einzelnen Partner.

Arbeitspaket	Inhalt AP	Status
AP 2.2	Direktes Faserablegen	abgeschlossen
AP 2.3	Faser Spritzen	abgeschlossen
AP 2.4	Preform Fügen	abgeschlossen
AP 2.5	Preform-Beschnitt	abgeschlossen
AP 3	Preform-Qualitäts-Analyse	abgeschlossen
AP 4.1	Konzeption / Implementierung Preform-Montage-Zentrum	Kein Aufbau des Preform-Montage-Zentrum (PMZ) innerhalb des Projektes realisiert worden.
AP 4.4	Technologie-Erprobung	Mit deutlich reduziertem Aufwand aufgrund der nicht stattgefundenen Verkettung der Produktionssysteme abgeschlossen
AP 5.2	Modellierung des Fertigungsprozess	Die Modellierung eines exemplarischen Fertigungsprozess ist im Rahmen des MAI Plast Projektes vom FhG RMV durchgeführt worden.

Tabelle 3-1: Arbeitspakete der Siemens AG mit Status der Bearbeitung

Frei verwendbar

Im Hinblick auf eine homogene Automatisierung des zu schaffenden Preform-Montagezentrums wurden notwendige Mindestvorgaben mit Siemens abgesprochen und implementiert. Bei Audi geschah dies mit Hilfe eines externen Systemintegrators, bei KraussMaffei über eigene Ressourcen und bei Voith für den Kernprozess des Faserlegens mit Applikationsunterstützung der Siemens AG.

Nach ca. 3/4 der Projektlaufzeit zeigte sich, dass es nicht wie ursprünglich geplant zum Gesamtaufbau eines durchgängigen PMZ bei Voith kommen würde. Die Anforderungen an die Automatisierungstechnik für das PMZ wurden mit den Partnern allgemein diskutiert, aber nicht mehr im Detail festgelegt und implementiert. Die Modellierung des Fertigungsprozess als Inhalt des AP5.2 wurde herausgenommen, da sie schon im Rahmen des MAIplast Projekts vom der RMV Projektgruppe der Fraunhofergesellschaft durchgeführt wurde.

Die fehlende Implementierung eines durchgängigen PMZ und die selbständige Realisierung der Automatisierungsfunktionalitäten durch die Partner Audi und KraussMaffei führte zu einer Abmeldung von ca. 2/3 der ursprünglich geplanten Aufwendungen durch die Siemens AG beim Projektträger.

4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Preforms für Harzinfusionstechniken können in einer Vielzahl unterschiedlicher Prozesstechnologien gefertigt werden. Diese sind meistens nicht standardisiert und werden mit individuellen Prozessparametern und Materialien eingesetzt. Kombinationen von unterschiedlichen Fertigungsverfahren sind dabei üblich.

Das primäre Ziel der Forschungsvorhaben im Bereich der CFK Produktion ist es, die verwendeten Prozesse anwendbar, d.h. prozesssicher zu machen und dabei die qualitativen und wirtschaftlichen Zielkriterien zu erfüllen. Die Automatisierungstechnik der Einzelprozesse und die gesamte Verkettung der Prozesse zu einer Zelle oder Linie spielt vor allem bei der zuvor erwähnten Fülle von nicht standardisierten Technologien eine wesentliche Rolle.

Die Siemens AG ist mit ihrer Steuerungs- und Antriebstechnik seit vielen Jahren leistungsstarker Partner und Ausrüster der Werkzeugmaschinen- und Produktionsmaschinenindustrie in Europa und weltweit. Im Projekt MAIpop sollten die heute schon zur Verfügung stehenden Funktionalitäten und Technologien applikativ so zur Anwendung gebracht werden, dass die primären Ziele des Vorhabens erreichbar sind.

Der besondere Schwerpunkt lag in der sich zum damaligen Zeitpunkt kurz vor Beginn der Pilotierung befindenden SINUMERIK Integrate Lösung „Run MyRobot Machining“. Sie erlaubt die aufwandsarme Koppelung eines KUKA Roboters mit der aktuellen Steuerungsgeneration KRC4 zur SINUMERIK 840D sl, einer vor allem im Automobilbereich, weit verbreiteten CNC Steuerung für die ein großes Anwender-Know-How in den Zielbranchen vorhanden ist.

Frei verwendbar

5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Mit den Projektpartnern fanden Gespräche zur Festlegung der Anforderungsprofile, Prozessoptimierung, Technologiescreening und Automatisierung statt.

Für das AP5.2 wurde ein Austausch mit der RMV (Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen) Projektgruppe des Fraunhofer Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) im Rahmen des MAIplast Projektes initiiert.

6 Erzielte Ergebnisse

6.1 Ergebnis Automatisierung des direkten Faserablegeprozess (AP2.2)

Im AP2.2, d.h. bei der Automatisierung des Voith Preformprozess über das direkte Faserablegen, gab es für Siemens zwei Schwerpunkte. Zum einen wurde die Automatisierung des Prozess mit dem Schwerpunkt Bedienbarkeit und Flexibilität gewährleistet und zum anderen wurde das Thema Verfügbarkeit durch Schutz der elektrischen Ausrüstung im Schaltschrank sicher gestellt.

6.1.1 Prozessautomatisierung

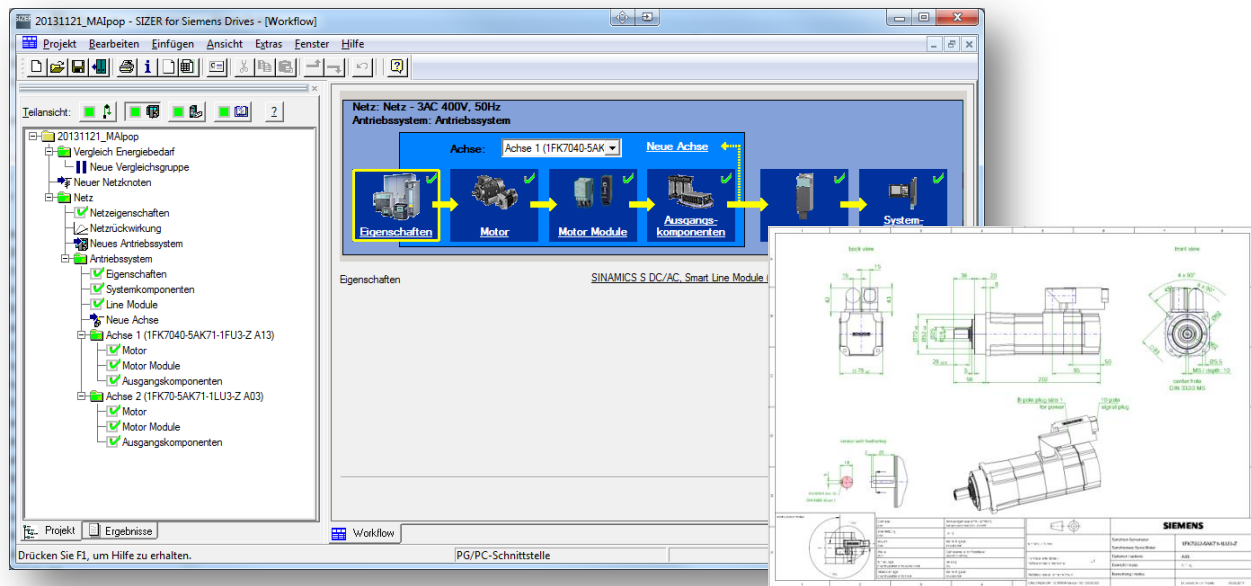


Bild 6-1: Auswahl der Antriebskomponenten mit dem Projektierungswerkzeug SIZER

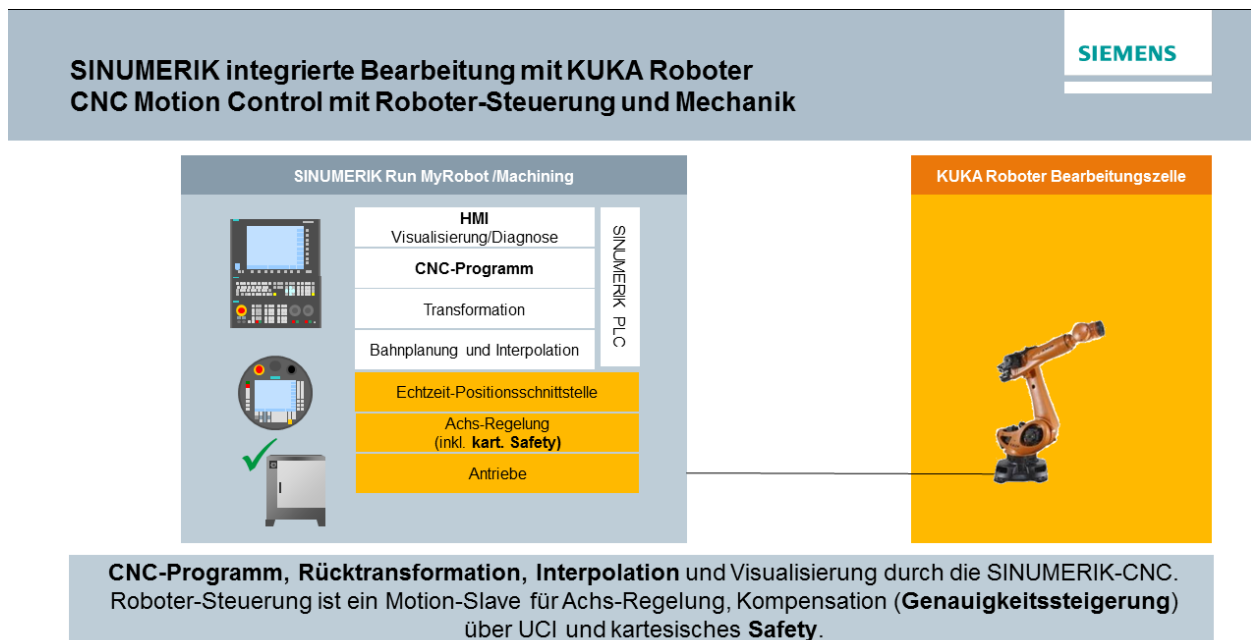
Die Automatisierung des direkten Faserablegeprozess hat Voith von der Auswahl der Komponenten bis zur Inbetriebnahme komplett in die Hände von Siemens gelegt.

Frei verwendbar

Da der Prozess von Grund auf neu entwickelt wurde, ist bei der Auswahl der Antriebskomponenten (Motoren und Umrichter) eine etwas höhere Sicherheitsspanne als normal zur Anwendung gekommen. Entsprechend den Vorgaben wurden die passenden Komponenten aus dem Antriebstechnikportfolio der Siemens AG mit Hilfe des Projektierungswerkzeugs SIZER festgelegt (Bild 1-1).

6.1.2 Anwendung der Run MyRobot Machining Applikation

Eine der wichtigsten Anforderungen an einen Prozess ist die Bedienbarkeit aus Anwendersicht. Das Projekt MAIpop mit Audi als Partner zielt primär auf die Automobilindustrie als potentiellen Anwender ab. In diesem Zielmarkt ist die Robotertechnologie zwar bekannt aber in der Verbreitung im Vergleich zu klassisch CNC gesteuerten Werkzeugmaschinen deutlich in der Minderheit. So verhält es sich auch mit dem Anwendungswissen, d.h. die Anwendung von CNC Technologie kann bei den Bedienern als bekannt vorausgesetzt werden während die Roboterprogrammierung noch häufig spezielle Kenntnisse erfordert, die nicht immer im Betrieb vorhanden sind. Aus dieser Situation ergibt sich die Forderung der Anwender, den Roboter mit den gleichen bekannten Mechanismen wie eine CNC gesteuerte Werkzeugmaschine bedienen zu können.



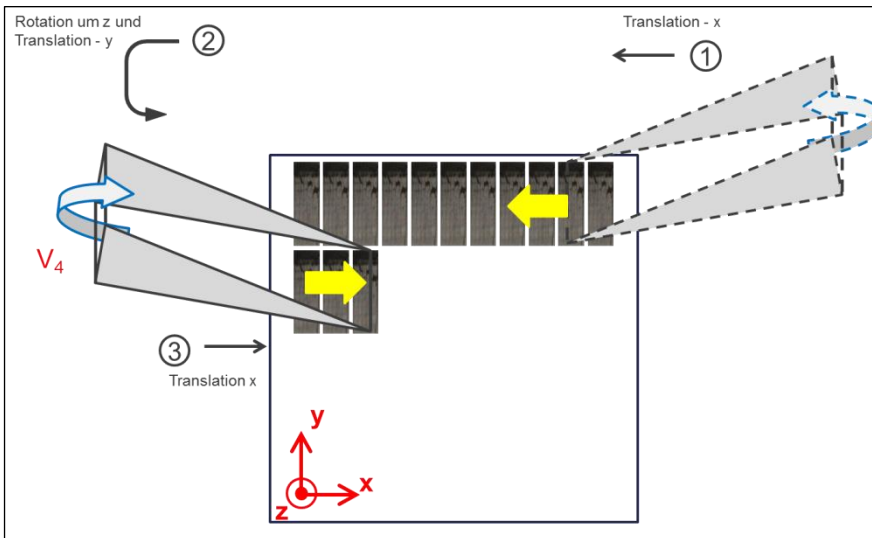
© Siemens AG 2015

Bild 6-2: Konzept der Kopplung zwischen CNC Steuerung und Roboter

Diese Marktanforderung aufgreifend haben KUKA und Siemens eine Kooperation geschlossen, die zu einer Entwicklung einer auf ProfiNet basierenden Echtzeit-Positionsschnittstelle (Bild 1-2)

Frei verwendbar

Es wurden verschiedene Ablagekonfigurationen implementiert, die es erlauben eine definierte Fläche über unterschiedliche Ablegearten in Bezug auf Ausrichtung und Überdeckung zu belegen (Bild 6-4).



„schuppenartig“



„ziegelsteinartig“

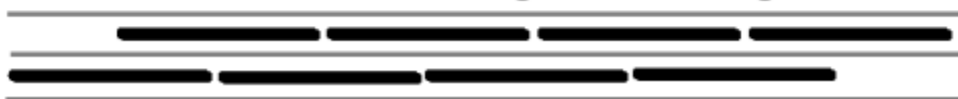


Bild 6-4: Beispiel Ablegearten in Bezug auf Ausrichtung und Überdeckung (Quelle Voith)

Zwingend notwendig für eine effiziente Anwendung der Technologie ist eine automatisierte Lösung für die Berechnung und Ausgabe der 2D Ablagebahnen entsprechend der 3D Konstruktionsvorgaben. Diese Aufgabe war aber nicht Teil des Projektes und wird in nachfolgenden Projekten (z.B. MAIform) betrachtet und bearbeitet werden.

6.1.3 Erhöhung der Verfügbarkeit durch Ertüchtigung des Schaltschrankschutzes vor leitenden Carbonfasern

Bei der Arbeit mit trockenen, d.h. noch nicht mit Matrixmaterial imprägnierten Preforms, ist es unvermeidlich, dass es beim Abwickeln, Umlenken, Ablegen und Schneiden zu Faserablösungen und Faserbrüchen kommt.

Die Carbonfasern sind elektrisch leitfähig und aufgrund ihrer geringen Größe können sie auch in kleinste Öffnungen eindringen. Bei ungeschützten elektrischen Komponenten mit Schutzart IP00 bis IP20, wie sie im Schaltschrank üblicherweise verbaut werden, ist daher die Gefahr gegeben, dass Carbonfasern sich vor allem an den Gleichstrombereichen mit höherer Spannung, wie z.B. den Zwischenkreis im Umrichter, akkumulieren und zu einem Kurzschluss führen. Im besten Fall kommt es dann zu einem Sicherheitsfall und im schlimmsten Fall zur Zerstörung des Umrichters (Bild 1-5) bis hin zur Zerstörung des gesamten Schaltschranks durch Brand.



Bild 6-5: Überschlagespuren am Powerboard eines Umrichters

Der bisher übliche Schutz vor diesem Szenario besteht in einer Erhöhung des Schaltschrankschutzes auf die Schutzart IP6x, die eine Staumdichtheit gewährleistet und den Schaltschrank zusätzlich noch mit etwas Überdruck beaufschlagt. Der Überdruck verhindert,

Frei verwendbar

dass durch eventuelle Leckagen und das thermisch bedingte „Atmen“, d.h. die Expansion und Kontraktion des Luftvolumens im Schaltschrank hervorgerufen durch Temperaturänderung, Carbonfasern eindringen und Schäden verursachen können.

Solange die Schaltschranktür geschlossen bleibt ist diese Schutzmaßnahme ausreichend. Keinen Schutz bietet sie aber bei immer wieder mal notwendigen Arbeiten am offenen Schaltschrank wie z.B. im Inbetriebnahme- und Servicefall. Es ist fast unmöglich auszuschließen, dass sich in einer Produktionsumgebung, in der Carbon bearbeitet wird, keine leitenden Fasern in der Luft befinden. Daher ist beim Öffnen der Schaltschranktür immer die Gefahr gegeben, dass Carbonfasern in den Schaltschrank gelangen. Ist dies passiert kann es erst nach Tagen, Wochen oder sogar Monaten zu einem Ausfall kommen.

Ein Ausfall, der auf einem durch Carbonfasern induzierten Kurzschluss gründet, ist im Allgemeinen nur sehr schwer nachweisbar. Die Kurzschluss verursachenden Fasern verglühen zumeist beim Ausfall und Reste sind mit dem bloßen Auge kaum wahrnehmbar (Bild 1-6). Erschwerend kommt die zumeist sehr große Zeitdifferenz zwischen der Ursache (Eindringen der Carbonfasern bei geöffneter Schaltschranktür) und Wirkung (Komponentenausfall) hinzu, die einen direkten Zusammenhang nur schwer erkennbar macht. Die Folge ist eine große „Dunkelziffer“ von von Carbonfasern verursachten Schäden, die nicht entsprechend beurteilt werden.

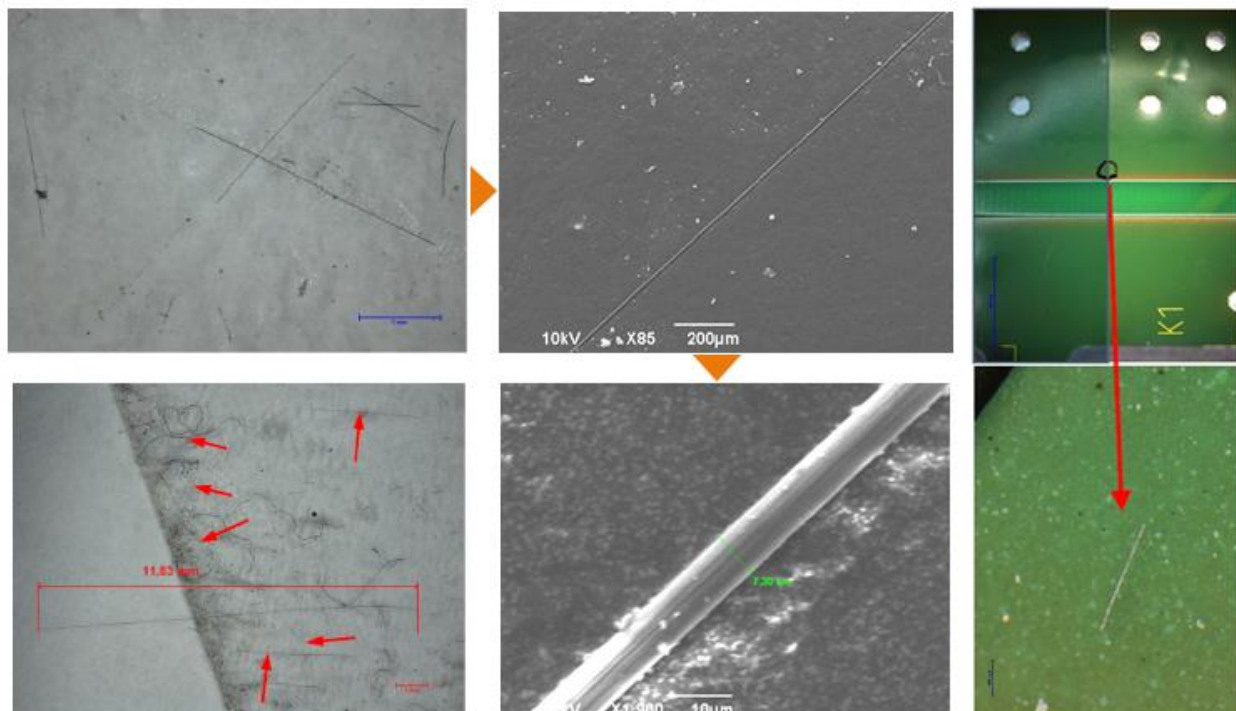


Bild 6-6: Im Umrichter mikroskopisch nachgewiesene Carbonfasern

Frei verwendbar

Dieser Ansatz wurde bei der Voith Applikation des direkten Tapelegens bzgl. seiner Umsetzbarkeit und Handhabung überprüft. Dazu wurde der Schaltschrank zunächst transportabel gemacht indem er auf Rollen gestellt wurde (Bild 1-7). Zusätzlich wurde die Anschlusstechnik zum Schaltschrank komplett über Steckverbindungen in hoher Schutzart IP67 (Bild 1-8) geführt um eine aufwandsarme schnelle Demontage und spätere Montage zu gewährleisten.

6.1.4 Ergebnisse des „transportablen“ Schaltschranks

Mit Voith wurde ein Feedbackgespräch geführt mit dem Ziel das zum Einsatz gekommene Schaltschrank-konzept bzgl. seiner Praxistauglichkeit zu bewerten und eventuell Verbesserungspotential aufzuzeigen.

Grundsätzlich wurde das Konzept eines „transportablen-Schaltschranks“, d.h. eines Schaltschranks bei dem über Steckkontakte die gesamte Verkabelung nach Außen geführt wird, positiv bewertet. Verbesserungspotential wurde primär im Bereich der Auslegung gesehen indem auch die Umgebungsbedingungen berücksichtigt werden müssen. Beispielsweise müssen die Schaltschrankmaße so gewählt werden, dass der Schaltschrank im Servicefall

Bild 6-8: Kabelkonzept für den „transportablen“ Schaltschrank



Kunden-Checkliste zur Schaltschrank-Projektierung (Sondergebiet: CFK Bearbeitung)			
1. Allgemeines	Wert	Einheit	
1.1 Netzspannung		V	
1.2 Netzfrequenz		Hz	
1.3 Eingangsleistung		kVA	
2. mögliche Aufstellorte des Schaltschranks	Auswahl	Kommentar	
2.1 Ist ein separierter Aufstellort, mit Schleusenfunktion zum Fertigungsbereich möglich?			
2.2 Aufstellort nur an der Maschine möglich?			
2.2.1 Soll Schaltschrank fest in der Maschine integriert sein?			
2.2.2 Kann der Schaltschrank transportabel mit steckbaren Kontakten ausgeführt werden?			
2.3 Schaltschrank als Anreiherschrank oder Einzelschrank?			
3. Abmaße des Schaltschranks	Wert	Einheit	
3.1 Höhe		mm	
3.2 Breite		mm	
3.3 Tiefe		mm	
3.4 Rückwand frei			
3.5 Seitenwand links frei			
3.6 Seitenwand rechts frei			
3.7 max. Höhe für transportable Schaltschränke (Höhe Türen/Tore)		mm	
3.8 Masse des Schaltschranks		kg	
4. installierte Verlustleistung	Wert	Einheit	
4.1 Verlustleistung des Antriebsverbandes		W	
4.2 Verlustleistung Schalttechnik		W	
4.3 Verlustleistung Sondergeräte		W	
5. Temperaturen	Wert	Einheit	
5.1 max. Umgebungstemperatur		°C	
5.2 max. Innentemperatur		°C	
6. mögliche Klimatisierung-Mittel	Auswahl / Wert	Einheit	
6.1 separierte zentral gereinigte Kühleift mit Abluftsystem			
6.2 Wasserkühlung			
6.2.1 Edelstahl oder Kupfer/Messing Verrohrung			
6.2.2 Kühlwassertemperatur		°C	

Bild 6-9: „Transportabler“ Schaltschrank und Kunden-Checkliste zur Projektierungsunterstützung

...wendbar

Zusätzlich zu den Signal-, Leistungs- und Netzwerkschnittstellen sollten auch spezifische Schnittstellen der Komponenten wie z.B. die USB Schnittstelle der Steuerung nach Außen gelegt werden um z.B. Firmware Hochrüstungen bei geschlossener Schaltschranktür durchführen zu können. Da gerade in der Phase der Inbetriebnahme der Status einzelner Komponenten für den Inbetriebnehmer häufig nur an der Komponente durch eine Anzeige erkennbar ist, soll für diesen Fall eine optische Kontrollmöglichkeit z.B. in Form eines Sichtfensters in die Spezifikation aufgenommen werden.

Die oben erwähnten Optimierungspunkte und die aus der Rückmeldung als positiv bewerteten Aspekte des Schaltschrankkonzeptes sind in eine Kunden-Checkliste (Bild 1-9) eingeflossen mit deren Hilfe die Anforderungen gezielt aufgenommen werden können um daraus für den Anwendungsfall eine passende Lösung zu generieren.

6.2 Ergebnis Automatisierung des Faserspritzprozess (AP2.3)

Der Faserspritzprozess für eine Sub-Preform wurde im Projekt von KraussMaffei entwickelt und umgesetzt. KraussMaffei hat als erfahrener Maschinenbauer eine hervorragende Kompetenz in der Automatisierung von Maschinen und Anlagen.

Zusammen mit KraussMaffei wurde die Automatisierungs- und Antriebstechnik des Faserspritzprozesses analysiert. Die verwendeten Antriebe, Motoren und Steuerungen wurden auf Siemestechnik umgesetzt um eine homogene Automatisierungslandschaft zu erhalten, die später dank durchgängiger Automatisierung eine aufwandsarme Kopplung der Produktionssysteme zu einer Zelle ermöglicht und für den Maschinenoperator die Bedienung vereinfacht. Nutzen und Verwertbarkeit.



Bild 6-10: Faserspritzkopf mit Siemesantriebstechnik (Quelle KraussMaffei)

Frei verwendbar

Die Anforderungen der Faserspritzanwendungen konnten problemlos mit den HW und SW Komponenten aus dem Siemens Portfolio abgedeckt werden (Bild 1-10). Die Programmierung und Inbetriebnahme der Automatisierungs- und Antriebskomponenten wurde von KraussMaffei selbständig und problemlos durchgeführt. Eine Unterstützung von Siemens war diesbezüglich nicht erforderlich.

6.3 Ergebnis Automatisierung des Preform-Fügeprozess (AP2.4)

Im Prozess des Preformfügens werden die beiden Subpreforms des Faserablegeprozess und des Faserspritzprozess zur weiteren Verarbeitung miteinander verbunden. Die Auswahl der entsprechenden Fügetechnologie wurde von Audi durchgeführt. Die Umsetzung des ausgewählten Prozess in eine automatisierte Fertigungszelle wurde von Audi an einen externen Partner vergeben mit den Vorgaben die Zelle inklusive Automatisierung aufbauend auf dem Siemens Portfolio zu realisieren. Die Realisierung konnte in Bezug auf die Automatisierungs – und Antriebstechnik problemlos durchgeführt werden. Auch für diesen Prozess gibt es keine Funktionalitäts- und Portfoliolücken innerhalb der heute zur Verfügung stehenden Siemens Automatisierungskomponenten.

6.4 Ergebnis Automatisierung des Preform-Beschnitt (AP2.5)

Der Preformbeschnitt als notwendige Vorstufe für das Fügen der Subpreforms wurde durch Voith realisiert in Kooperation mit einem externen Systemintegrator. Damit die spätere Integration mit der Preform-Fügezelle möglichst nahtlos erfolgen kann wurde der gleiche externe Partner für die Realisation gewählt wie beider Audi Preform-Fügezelle mit der gleichen Vorgabe, dass die Basis der Automatisierung auf Siemenssteuerungstechnik ruht. Auch für diesen Prozess gibt es keine Funktionalitäts- und Portfoliolücken innerhalb der heute zur Verfügung stehenden Siemenskomponenten.



Frei verwendbar

Bild 6-11: Preform-Beschnittzelle (Quelle Voith)

6.5 Ergebnisse der Automatisierung der Preform Qualitätsanalyse (AP 3)

Bei den spezifischen Anforderungen der Qualitätsanalyse für die Spreizung des Faserbandes als auch bei der Beurteilung der Preformqualität wurden optische Meßverfahren untersucht. In diesem Bereich bietet Siemens schnelle, leicht integrierbare und anwenderfreundliche optische Meßmethoden die auf das Erkennen von Konturen hin optimiert sind. Die Anforderungen von Voith konnten mit der Funktionalität nicht erfüllt werden, da die Konturerkennung nicht ausreichend war. Grundsätzlich lassen sich aber alle optischen Messsysteme mit offenen und standardisierten Schnittstellen z.B. TCP/IP problemlos in die Siemens Automatisierungsarchitektur integrieren.

6.6 Ergebnisse der Technologieerprobung (AP4.4)

Die ursprüngliche geplante Technologieerprobung war primär für die Verkettung der Einzelprozesse zu einer Gesamtlinie gedacht. Aufgrund von Verzögerungen in den Einzeltechnologien im Projekt und der zeitlichen Rahmenbedingungen bei Voith kam es innerhalb der Projektlaufzeit nicht zum Aufbau einer automatisierten, verketteten Gesamtproduktion.

Folglich konnte nur die Technologie der Einzelmodule wie z.B. Faserspritzen, Faserablegen, Beschneiden und Fügen erprobt werden. Aus Sicht von Siemens reduzierte sich die Technologieerprobung dabei auf den Prozess des direkten Faserablegens bei Voith weil die Automatisierung dieses Prozess von Siemens verantwortet wurde.

Die ausgewählte Sinumerik 840 D sl Steuerung erfüllte in Punkto Performance, Funktionalität und Bedienbarkeit im Zusammenspiel mit der Kuka KRC4 die Anforderungen des direkten Faserablage Prozess von Voith. Die größte Herausforderung für die schnelle und flexible Anwendung des Prozess ist die automatische Generierung von Verfahrkurven für den Aufbau eines 2D Laminats welches am Ende des nachfolgenden Umformschrittes endkonturnah den Vorgaben (Faserorientierung und Dicke) der Konstruktion entspricht.

Die Berechnung der Verfahrkurven nach Vorgaben der Konstruktion und unter den Randbedingungen des Prozess sind aber nicht Teil des Projektes. Dafür bedarf es die Anpassung von gängigen Berechnungswerkzeugen im CAx Bereich. Die Ausgabe der berechneten Verfahrkurven in standardisierten G-Code ist dann problemlos von einer CNC Steuerung wie z.B. der Siemens Sinumerik 840 D sl interpretier- und ausführbar.

Frei verwendbar

7 Nutzen und Verwertbarkeit

Aufgrund der nicht realisierten durchgehenden Verkettung der einzelnen Produktionszellen hat sich der Aufwand der Siemens AG im Projekt deutlich reduziert. Der Schwerpunkt hat sich dadurch auf die Automatisierung des direkten Faserablageprozess von Voith verschoben.

Es hat sich in diesem Prozess bestätigt, dass bei so komplexen Kinematiken wie ein 6-Achs Roboter die Anwendung der CNC Steuerung Sinumerik 840 D sl mit dem Optionspaket Sinumerik Integrate Run MyRobot Machining die Anforderungen des Prozess in Bezug auf Performance, Flexibilität und Funktionalität vollauf erfüllt. Damit eröffnet sich für den Anwender eine interessante Alternative, die es ihm erlaubt über gängige CNC Mechanismen den Roboter zu programmieren und zu bedienen ohne das sonst notwendige Experten-Know-how für die Roboterprogrammierung.

Die Ergebnisse des „transportablen“ Schaltschrankkonzepts haben gezeigt, dass der Ansatz wirkungsvoll ist aber noch Optimierungspotential bietet, für welches im nächsten Schritt eine technisch, wirtschaftliche Lösung gefunden werden muss. Das Konzept bildet dann in Zukunft einen Baustein aus dem noch vollständig zu erarbeitenden Lösungsspektrum „Schaltschrankschutz vor Carbonfasern“. Daraus können dann in Zukunft individuelle, d.h. an den Kundenanforderungen ausgerichtete Lösungen für den Schaltschrankschutz in CF(K) belasteten Produktionsumgebungen erstellt werden. Diese sichern die Verfügbarkeit und damit die Produktivität der Fertigung.

8 Fortschritte anderer Stellen

Da sich Siemens in dem Projekt als Automatisierungsspezialist eingebracht hat sind prozessbedingte Fortschritte anderer Stellen von uns nicht zu bewerten. Aus Sicht der Automatisierungstechnik gab es innerhalb des Projektzeitraums keine nennenswerte Fortschritte, die projektrelevant sind. Einzige Ausnahme bilden die Ergebnisse des noch laufenden Projektes MAIform welche Einfluss haben auf die Automatisierung der vorgelagerten Fertigungsplanung.

9 Vorträge und Veröffentlichungen

Vorstellung der Arbeiten in den vierteljährlichen und jährlichen Projekttreffen und Clustertreffen

Frei verwendbar

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Schnelles Preforming mit Verschnittoptimierung (MAI PoP)	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Uwe Krauter, Klaus Oberndorfer	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.12.2015
	6. Veröffentlichungsdatum
	7. Form der Publikation Schlussbericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Siemens AG Digital Factory, DF FA PMA, Frauenaauracher Strasse 80, 91056 Erlangen	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 03MAI06B
	11. Seitenzahl. Schlussbericht (18), Erfolgskontrollbericht (4)
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben
	14. Tabellen Schlussbericht (1)
	15. Abbildungen Schlussbericht (12)
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung Ziel von MAI Pop war die Einführung von innovativen und schnellen Preform-Technologien unter Einsatz von Kohlenstoffaservorings in der Großserienproduktion im Bereich Automotive zu unterstützen. Dabei sollte die Reduzierung des Verschnitts um bis zu 90%, Verwendung von Recycling Material und ein Verringern der Zykluszeiten auf unter 3 Minuten erreicht werden. Die Fertigungsprozesse für Preforms für spätere Harzinfusionstechnik, zeichnen sich durch nicht durchgängige Prozesse und einen großen Anteil an manueller Fertigung aus. Durch die nicht durchgängigen Prozessketten ergibt sich eine Vermischung von automatisierten, teilautomatisierten sowie manuellen Arbeitsschritten. Die Automatisierung der Fertigungszellen der Einzelprozesse hat grundsätzliche gezeigt, dass die Automatisierungsanforderungen komplett umsetzbar sind. Unter der Voraussetzung stabiler Prozesse ist damit die Reproduzierbarkeit und die Produktivität der Prozesse über den Hebel der Automatisierung erreichbar. Als besonders anwenderfreundlich hat sich die Anwendung des Sinumerik Optionspaketes Run MyRobot Machining erwiesen, welches die Bedienung eines 6-Achs Kuka Roboters über klassische CNC Mechanismen ermöglicht. Für den Schutz der elektrischen Komponenten im Schaltschrank wurde eine transportable Schaltschranklösung erprobt. Unter Beachtung gewisser Randbedingungen hat diese Lösung ein gutes Alternativpotential im Vergleich zu üblichen Schutzmechanismen wie z.B einen separaten E-Raum mit Luftschleuse.	
19. Schlagwörter Prozessautomatisierung, CNC-Steuerung 6-Achs Roboter, Carbonfester Schaltschrank	
20. Verlag	21. Preis