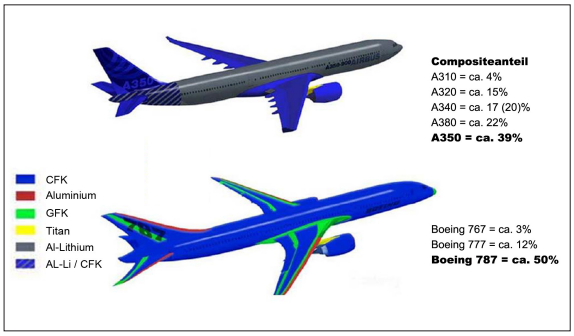
Lukas
Pauli

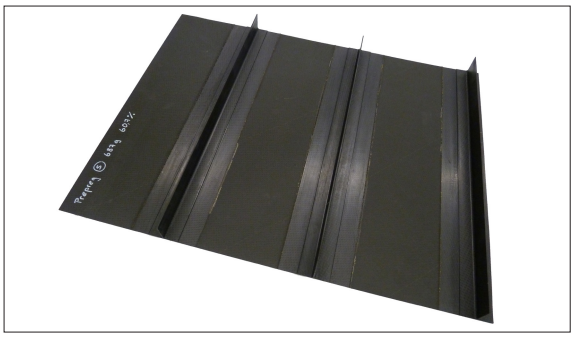
Diplomand	Lukas Pauli
Examinator	Prof. Dr. Markus Henne
Experte	Prof. Dr. Michael Niedermeier, Hochschule Ravensburg-Weingarten DE
Themengebiet	Kunststofftechnik
Projektpartner	Pilatus Aircrafts, Stans NW

Kosteneffiziente Fertigungsverfahren von Faserverbundbauteilen für den Flugzeugbau

Evaluierung eines zum Prepreg-Autoklav-Prozess alternativen Fertigungsverfahrens



Prozentualer Compositeanteil in den aktuellen Linienflugzeugmodellen



Stringerverstärktes Panel als Demonstratorbauteil

Kostentendenz Infusion

Grösse / Komplexität	weniger Komplex	Gleich	Komplexer
Kleiner	keine PfK	AK linear	PfK grösser[2]
	WzK kleiner[1]	SV linear	WzK grösser[3]
	MA gleich	MA linear[8]	MA kleiner[4]
Gleich	keine PfK		PfK grösser[2]
	WzK kleiner[1]		WzK grösser[3]
	MA gleich		MA kleiner[4]
Grösser	keine PfK	AK linear	PfK grösser[2]
	WzK kleiner[1]	SV linear	WzK grösser[3]
	MA gleich	MA linear[8]	MA kleiner[4]

Kostentendenz Prepreg

Grösse / Komplexität	weniger Komplex	Gleich	Komplexer
Kleiner	keine PfK	AK linear	keine PfK
	WzK kleiner[1]	SV linear	WzK grösser[3]
	MA gleich	MA linear[8]	MA grösser[5]
Gleich	keine PfK		keine PfK
	WzK kleiner[1]		WzK grösser[3]
	MA gleich		MA grösser[5]
Grösser	WzK kleiner[1]	AK steigen[6]	AK steigen[6]; WzK grösser[3]
	SV steigt[7]; AK steigen[6]	SV steigt[7]	SV steigt[7]
	MA linear[8]	MA linear[8]	MA linear[8] und grösser[5]

MA Mitarbeiteraufwand; WzK Werkzeugkosten; PfK Preform-Kosten; AK Anlagekosten; SV Stromverbrauch

Ausgangslage: Faserverbundbauteile haben sich aufgrund ihrer hervorragenden Eigenschaften im kommerziellen Flugzeugbau bereits seit mehreren Jahren etabliert. Faserverbundwerkstoffe haben eine hohe gewichtsspezifische Festigkeit, erlauben eine integrale Bauweise und sind im Betrieb sehr resistent gegen Ermüdung und Korrosion. Heute werden Faserverbundbauteile vorwiegend im Prepreg-Autoklav-Verfahren gefertigt. In dieser Studie sollen effizientere Fertigungsverfahren gesucht und hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften sowie der Kosten analysiert werden.

Vorgehen:

- Erfassung des Standes der Technik
- Zusammenstellung der im Flugzeugbau üblichen Bauteilbewertungskriterien
- Evaluierung von potenziellen alternativen Fertigungsverfahren
- Fertigung des Demonstratorbauteils im Prepreg-Autoklav- und Vakuuminfusionsverfahren
- Mechanische Prüfung der Laminate durch CAI und ILSS
- Schlussfolgerungen sowie Empfehlungen
- Durchführung einer Kostenanalyse

Ergebnis: Die Demonstratorbauteile wurden anhand eines CAI-(Compression After Impact) sowie eines ILSS-Versuches (Inter laminar shear strength) bewertet. Der Vakuuminfusionsprozess erzielt, im Vergleich zum Prepreg, gleichwertige CAI-Werte, jedoch sind die ILSS-Resultate konstant 20% geringer. Der Unterschied kann auf den erhöhten Porengehalt und die geringere Konsolidierung des Laminats zurückgeführt werden. Die Kostenanalyse, bezogen auf das Demonstratorbauteil, ergab bei beiden Prozessen kaum Unterschiede. Bei einer zusätzlichen Betrachtung der Entwicklung der Kosten in Abhängigkeit der Bauteilgrösse sowie der Bauteilkomplexität entstand die Kostentendenzgrafik. Mithilfe dieser Darstellung kann die Entwicklung der Kosten in Abhängigkeit der Bauteilcharakteristiken abgeschätzt werden.