



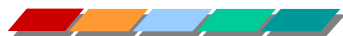
Perspektiven einer automatisierten RTM-Fertigung

Wissenschaftstag 2009, 30. September 2009, Braunschweig

Dipl.-Ing. M.Friedrich, Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik, Braunschweig



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

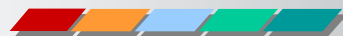


Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik



Inhalt

1. Gründe für Automatisierung
2. Stand der Technik
3. Konkrete Zielgrößen
4. Weg zum 5-Min Takt
5. Kostenanalyse
6. Schlüsseltechnologien
7. Zusammenfassung
8. Typische RTM-Bauteile



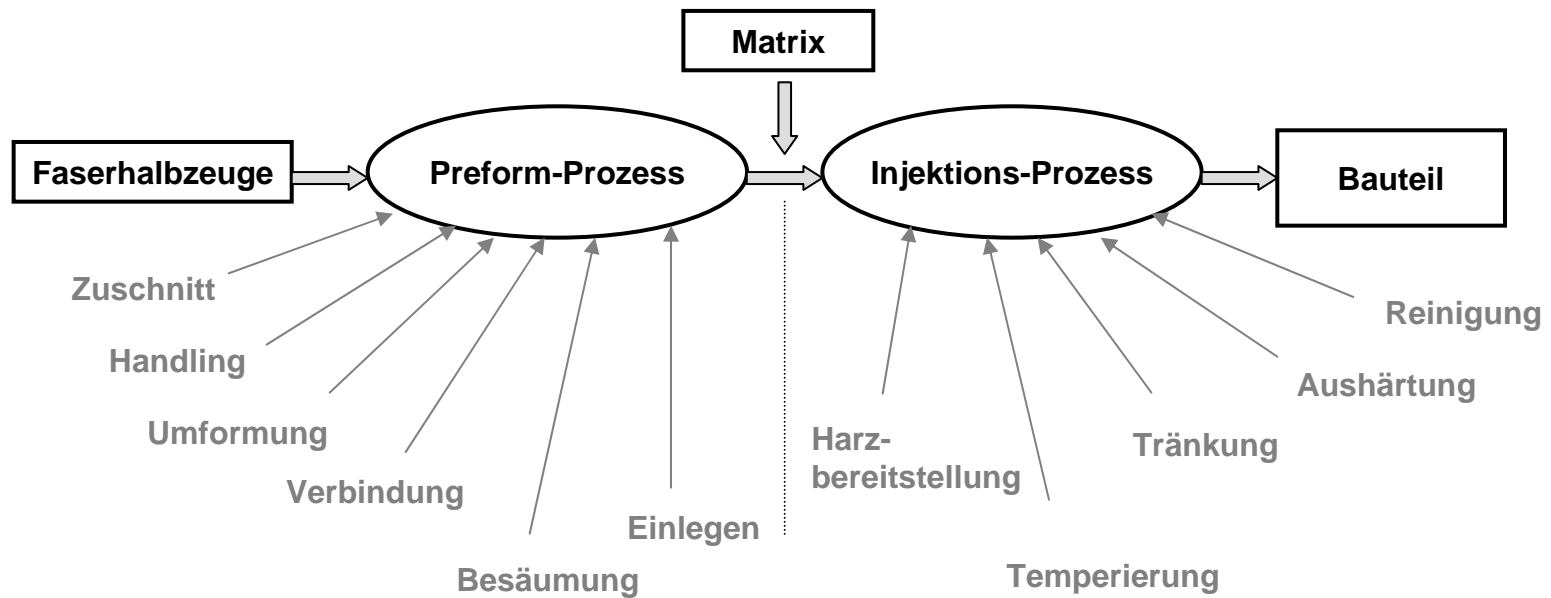
Gründe für Automatisierung

Hauptgrund für eine Automatisierung des Herstellungsprozesses:

„Reduzierung der Bauteilkosten“

1. Senkung der Kosten für einzelnen Herstellungsschritte
2. Erhöhung der Prozesssicherheit
 - => Reduzierung der Ausschußquote
 - => Senkung der Kosten pro „Gut-Teil“
3. Reduzierung der Fertigungs-Toleranzen
 - => Gezieltere Materialausnutzung (Sicherheitsfaktoren)
 - => Reduzierung der Materialkosten

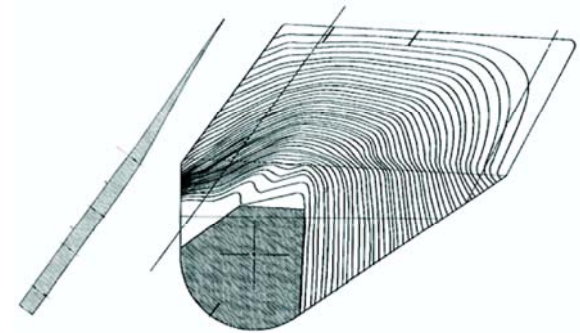
Automatisierte RTM-Fertigungskette



Stand der Technik

Automatisierte RTM-Fertigungskette

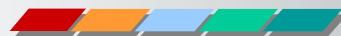
- Machbarkeit von 100% Automatisierung erwiesen (Auto-RTM 2007)
- Bauteilgröße: gering, (Auto-RTM: ca 300x350mm²)
- Komplexität Bauteil-Geometrie: gering, wenig 3D-Anteile



aufgebaut im CTC Stade



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Ziele für zukünftige automatisierte RTM-Fertigung

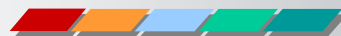
- Stückzahl: 100.000 Stück pro Jahr
- Kosten: << 80€/kg
- Komplexität: hoch
- Performance: Strukturbauteile, endlosfaserverstärkt
- Basis: RTM-Technologie

- Umsetzung:

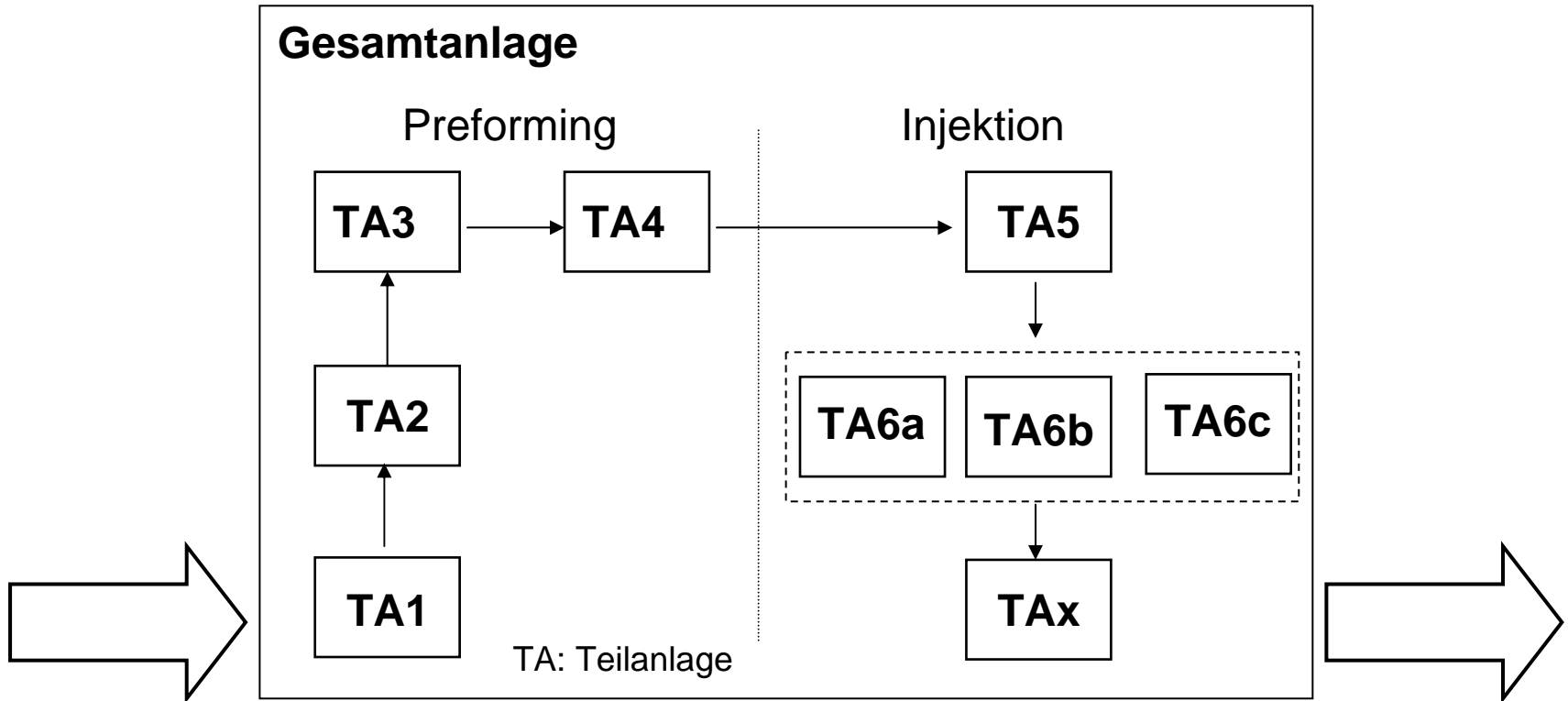
Aufbau einer Technologieplattform im
Forschungszentrum ZLP Stade /CFK-Nord,

CFK-Nord

- Projekt Evo, (Endkonturnahe Volumenbauteile)
 - „Entwicklung einer Fertigungskette für die vollautomatisierte Fertigung von RTM-Bauteilen“
 - Budget: ca 12 Mio Euro, Laufzeit 2009-2012,
 - Projektleitung: DLR



Weg zu Großserien-Stückzahlen



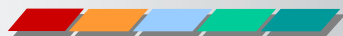
**Bauteil-Design
& Material**

**100.000
Zielbauteil / Jahr
=> Taktzeit: 5 min**



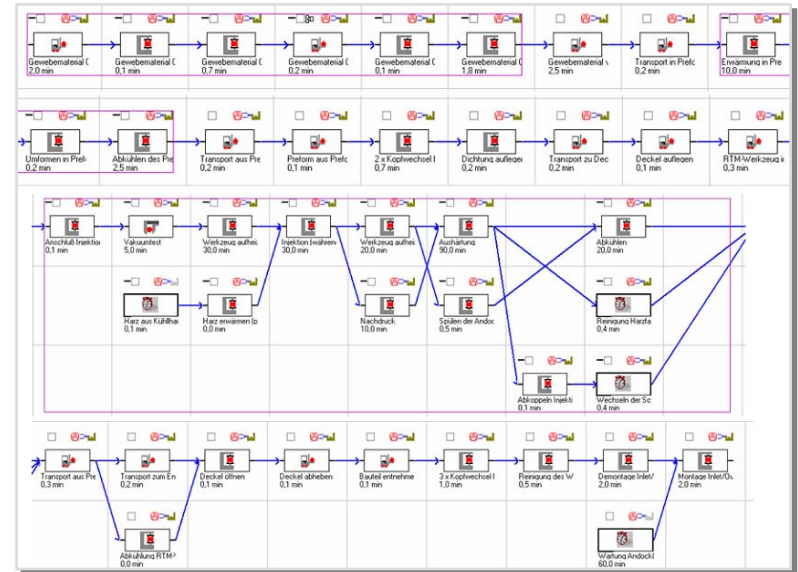
Inhalt

1. Gründe für Automatisierung
2. Stand der Technik
3. Konkrete Zielgrößen
4. Weg zum 5-Min Takt
- 5. Kostenanalyse**
6. Schlüsseltechnologien
7. Zusammenfassung
8. Typische RTM-Bauteile



Kosten-Faktoren

- Materialkosten
 - Bauteil
 - Zugabe
 - Hilfsstoffe
- Anlagen-Abschreibung
 - Hardware
 - Software
 - Werkzeuge
- zugehörige kalkulatorischen Zinsen
- Instandhaltungs- und Wartungskosten
- Hallenkosten
 - Hauptflächenkosten
(Gebäudeabschreibung, Klimatisierung, Strom etc.)
 - Nebenflächenkosten (prozentual von Hauptfläche z.B. Gänge)
- Bedienerkosten (wenn nicht 100 %-Automatisierung)



Kostenanalyse „Ist-Stand“ (Technologie: Auto-RTM)

Beispiel-Bauteil

- Gewicht: 2500 g
- Geometrie: wenig komplex (Omega-Träger: 350x1000x4mm³)
- Stückzahl: 100.000 St/Jahr
- Harzsystem: 30min Injektion ,90min Aushärtung

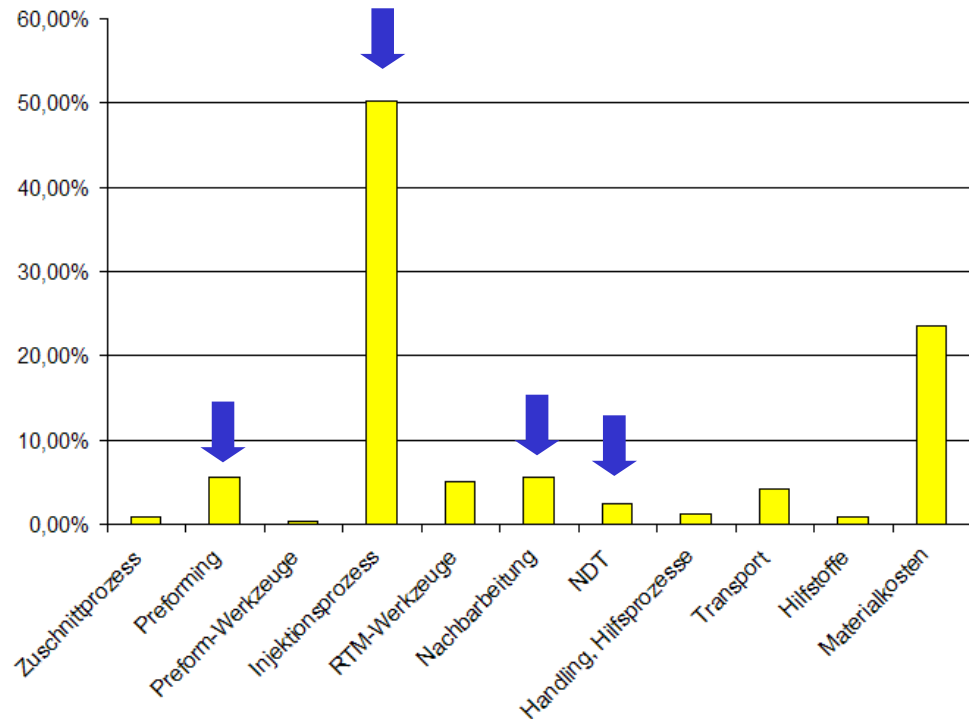
Kostenannahmen:

- Kosten Kohlefaser: 25€/kg
- Kosten Harzsystem: 10€/kg (120°C System)

Bauteilkosten: 247,00 €

- **Herstellungskosten: 187,00 €**
- **Materialkosten : 58,00 €**
- **Hilfsstoffe: 2,00 €**

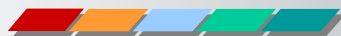
Kostenanteile der Teilprozesse



Kostenreduktions-Ansätze

Forderungen:

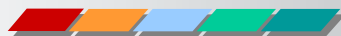
- Vollständig automatisiertes Preforming (Bauteil spezifisch)
- Schnellvernetzendes Harzsystem
- Umgehung teurer Nachbearbeitung
- Verzicht auf 100% Prüfung





Inhalt

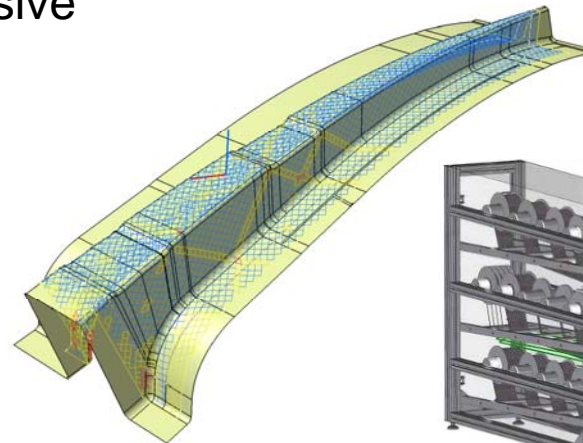
1. Gründe für Automatisierung
2. Stand der Technik
3. Konkrete Zielgrößen
4. Weg zum 5-Min Takt
5. Kostenanalyse
- 6. Schlüsseltechnologien**
7. Zusammenfassung
8. Typische RTM-Bauteile



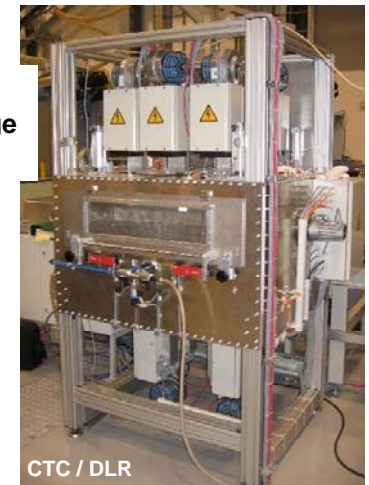
Schlüsseltechnologie: Vollständig automatisiertes Preforming

Vollständig automatisierte Drapierung von Faserhalbzeugen zu komplexen 3D-Preforms

- Verfahrensauswahl sehr Bauteil abhängig
- Verzicht auf kostenintensive Handarbeit möglich,
- Prozesssicherheit steigt
- Bauteil-Kosten sinken



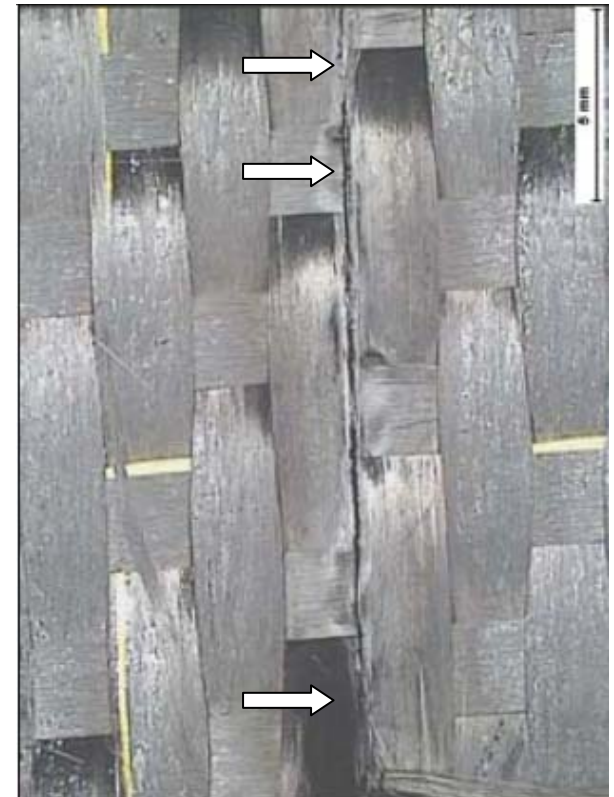
Mikrowellen-
Preformanlage



Schlüsseltechnologie: Hochgenaue Preform-Feinbesäumung

Darstellung von hochgenauen 3D- Preformkonturen durch Fein-Besäumung

- Direkt Netshape-Bauweise möglich
- Keine teure Bauteil-Nachbearbeitung erforderlich (Umfangfräsen)
- Bauteilkosten sinken

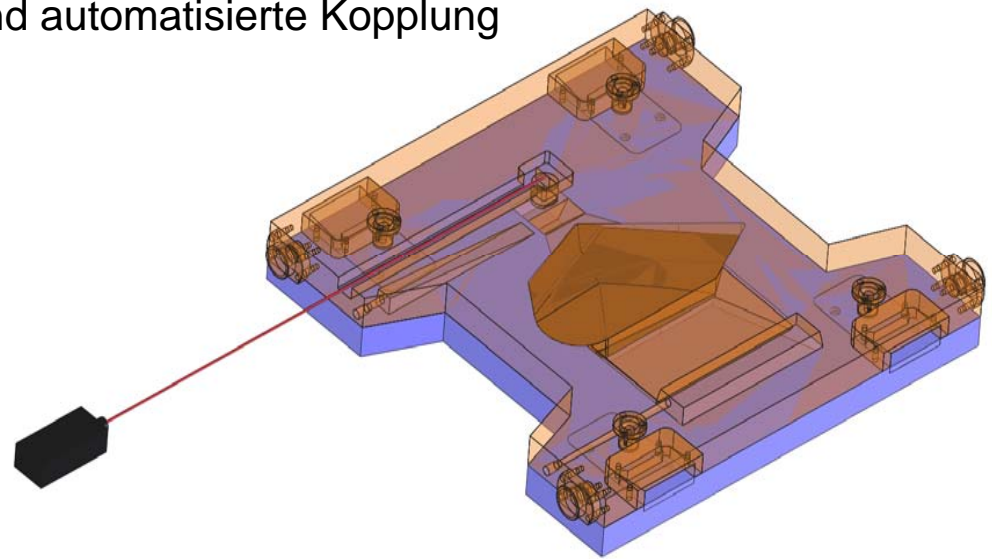


Beispiel: Laserschnitt
4 Lagen 300g/m² @
1000mm/min
CO2 Laser 250W
Quelle: LZH

Schlüsseltechnologie: Neuartige RTM-Prozesse

Verwendung einer für Automatisierung entwickelten neuartigen RTM Variante ohne den prozesskritischen Bedarf an Kopplung von harzführenden Leitungen.

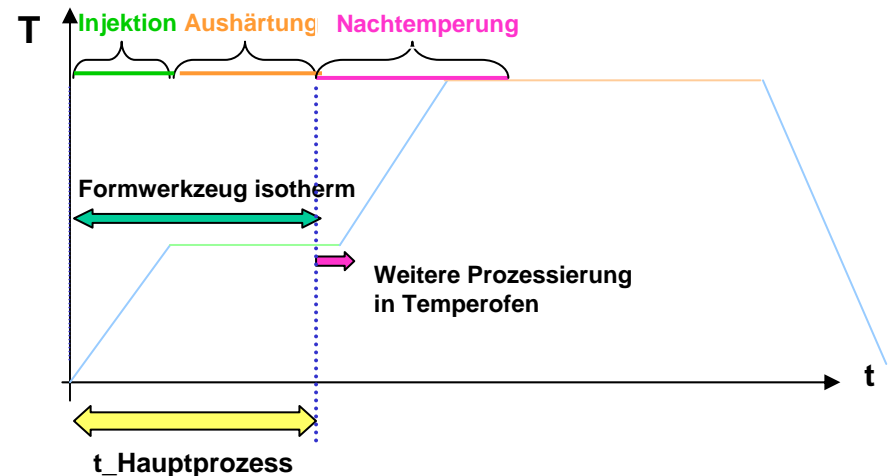
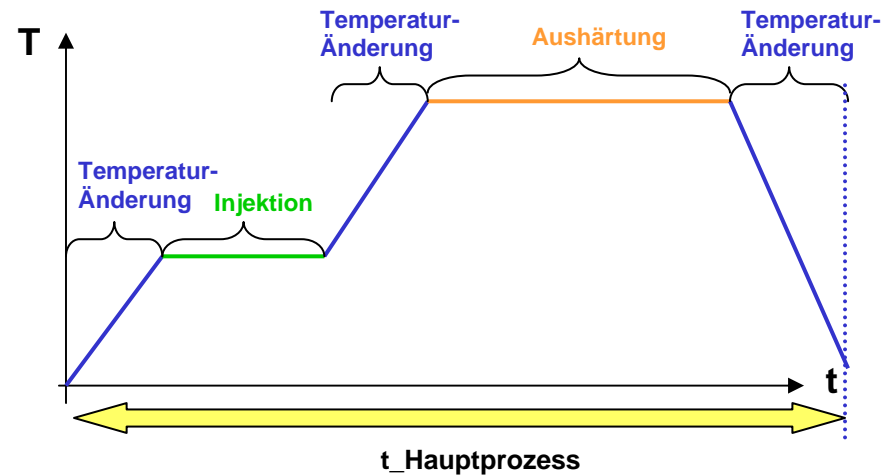
- Integration von Harzvorrat und Harzfalle/Spülkavität direkt ins Werkzeug
- Verzicht auf Injektionsanlage und automatisierte Kopplung
- Anlagenkosten sinken,
- Prozesssicherheit steigt
- geringere Investitionskosten erforderlich,
- weniger Ausschuss
- Bauteil-Kosten sinken



ARTIM:
Pat.pend. DE102005053691.3, DE102005053690.5

Schlüsseltechnologie: Quasi-isothermer RTM-Prozess

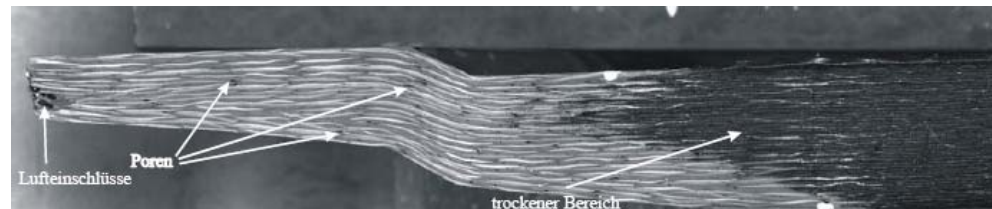
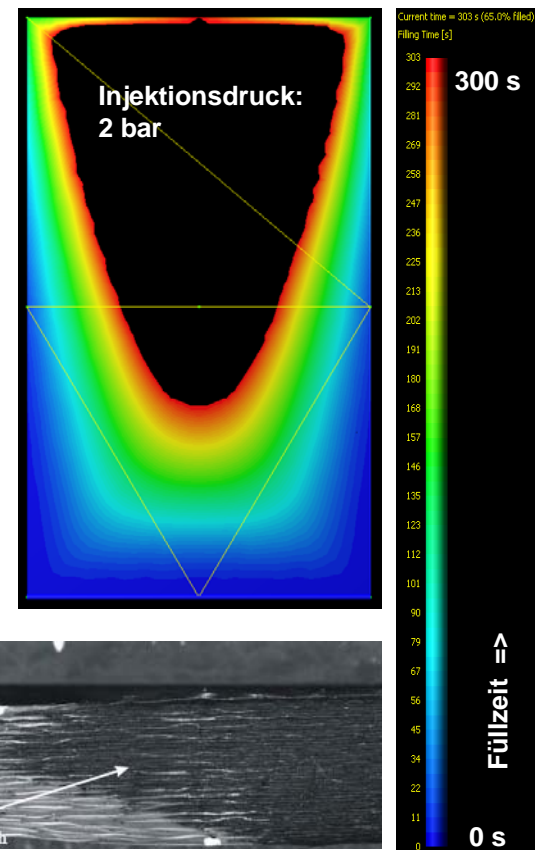
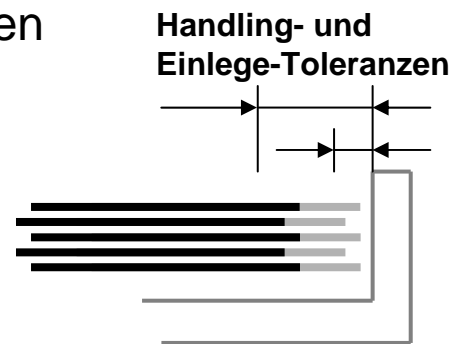
- Anlagenbelegungszeit sinkt,
- Anforderungen an Werkzeugmaterial bzgl. Temperaturexpansion entfallen
- Anlagenkosten sinken
- Werkzeugkosten sinken
- Bauteil-Kosten sinken



Schlüsseltechnologie: Prozesssichere Faserschnelltränkung

Anwendung von Technologien zur prozesssicheren Faser-Schnelltränkung auch bei komplexen 3D-geformten Bauteilen

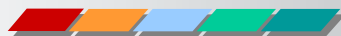
- Grundlage für die Verarbeitung von schnellhärtenden Harzsystemen
- Anlagen-, und Werkzeugbelegungszeit sinkt
- Bauteil-Kosten sinken





Inhalt

1. Gründe für Automatisierung
2. Stand der Technik
3. Konkrete Zielgrößen
4. Weg zum 5-Min Takt
5. Kostenanalyse
6. Schlüsseltechnologien
- 7. Zusammenfassung**
8. Typische RTM-Bauteile



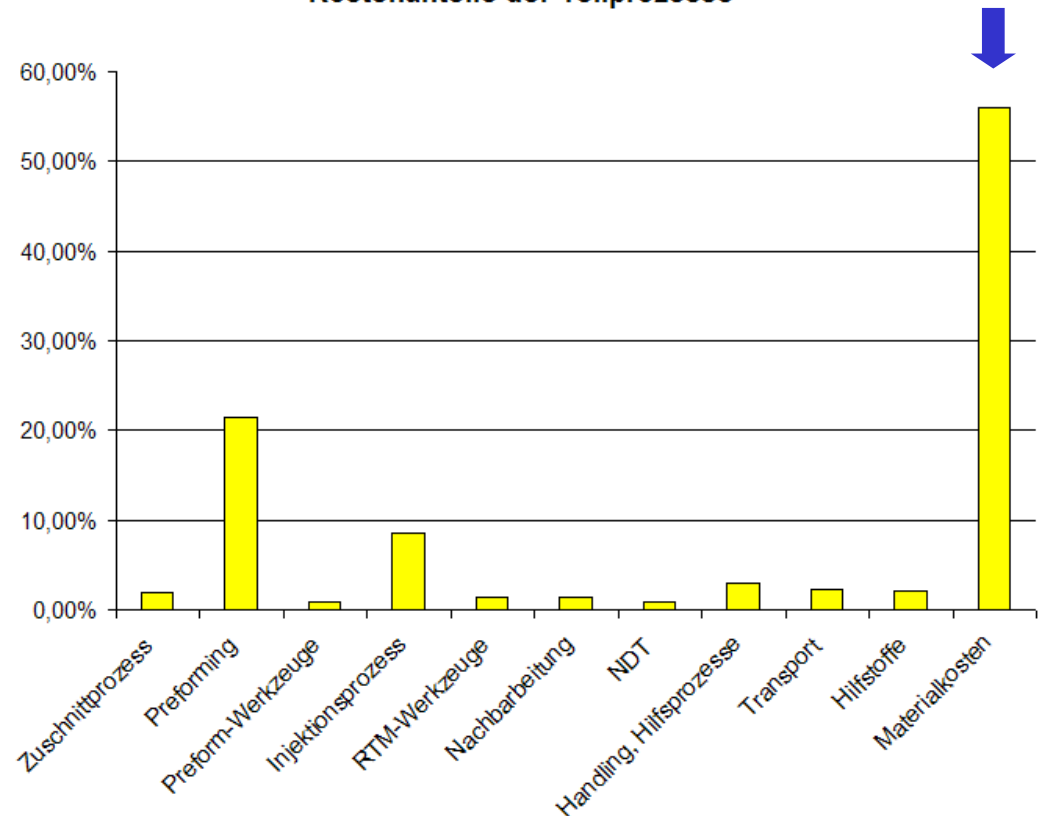
Zusammenfassung: Erreichbare Kostenstruktur bei optimierter Fertigung

- Isotherme Prozessführung
- RTM-Variante ARTIM
- Harzsystem:
 - Vernetzungszeit: 10min
- Optimiertes Angusskonzept
 - => Injektionszeit: 10min
- Verzicht auf 100% Prüfung

Bauteilkosten: 104,00 € (247,00 €)

- Herstellungskosten:
 - 44,00 € (187,00 €)
- Materialkosten:
 - 58,00 € (58,00 €)
- Hilfsstoffe: 2,00 € (2,00 €)

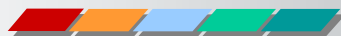
Kostenanteile der Teilprozesse





Inhalt

1. Gründe für Automatisierung
2. Stand der Technik
3. Konkrete Zielgrößen
4. Weg zum 5-Min Takt
5. Kostenanalyse
6. Schlüsseltechnologien
7. Zusammenfassung
- 8. Typische RTM-Bauteile**



Typische Großserien RTM-Bauteile

Beispiel:

Volkswagen 1L, IAA2009

➤ Verbrauch 1,39 Liter



Quelle: Volkswagen

➤ CFK Monocoque:

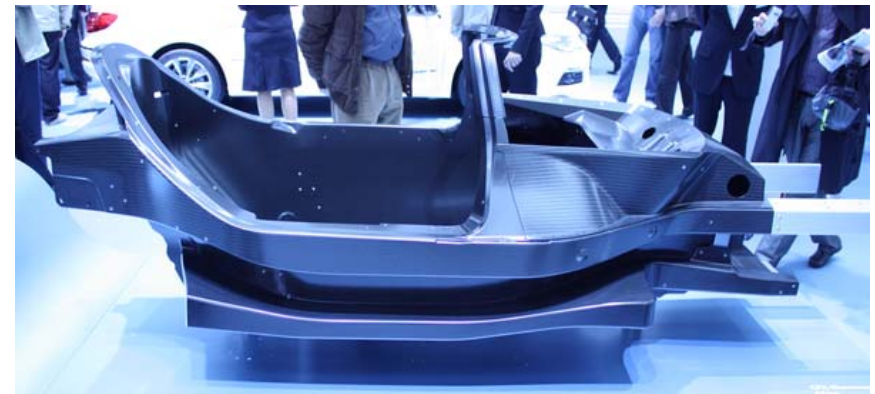
➤ Gewicht: 64kg,

➤ Abmessungen (LBH):

ca. 2700 x 1200 x 1100 mm³

➤ Ziel-Kosten (geschätzt):

<< 4000€ = ca. 60€/kg



Quelle: Foto IAA 2009



Danksagung

Das EVo-Team:

M. Opitz, D. Sörnitz, A. Stahl, A. Fischer und H. Assing

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

