



# Industrie 4.0 als Basis für neue Möglichkeiten auf dem Weg zu einer hocheffizienten Composite Verarbeitung

**Ralf SCHLEDJEWSKI<sup>1,2</sup> und Ewald Fauster<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Verarbeitung von Verbundwerkstoffen  
Kunststofftechnik  
Montanuniversität Leoben



VERARBEITUNG VON  
VERBUNDWERKSTOFFEN

<sup>2</sup>Christian Doppler Labor für  
Hocheffiziente Composite Verarbeitung



Christian Doppler Labor für  
Hocheffiziente Composite Verarbeitung

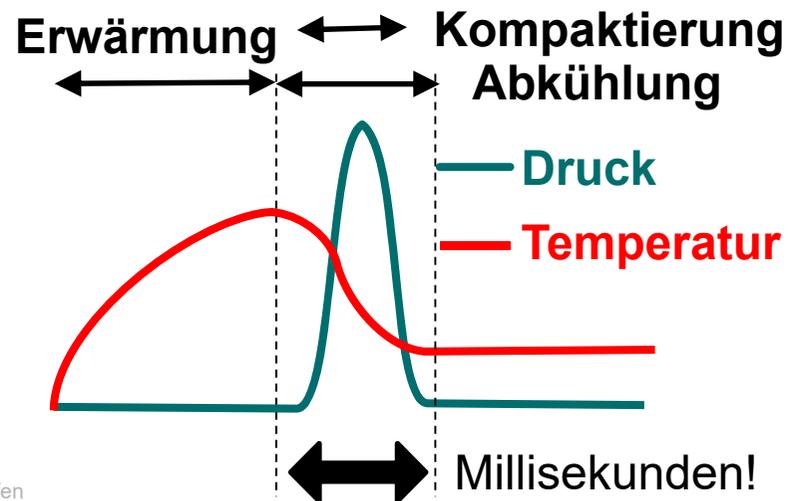
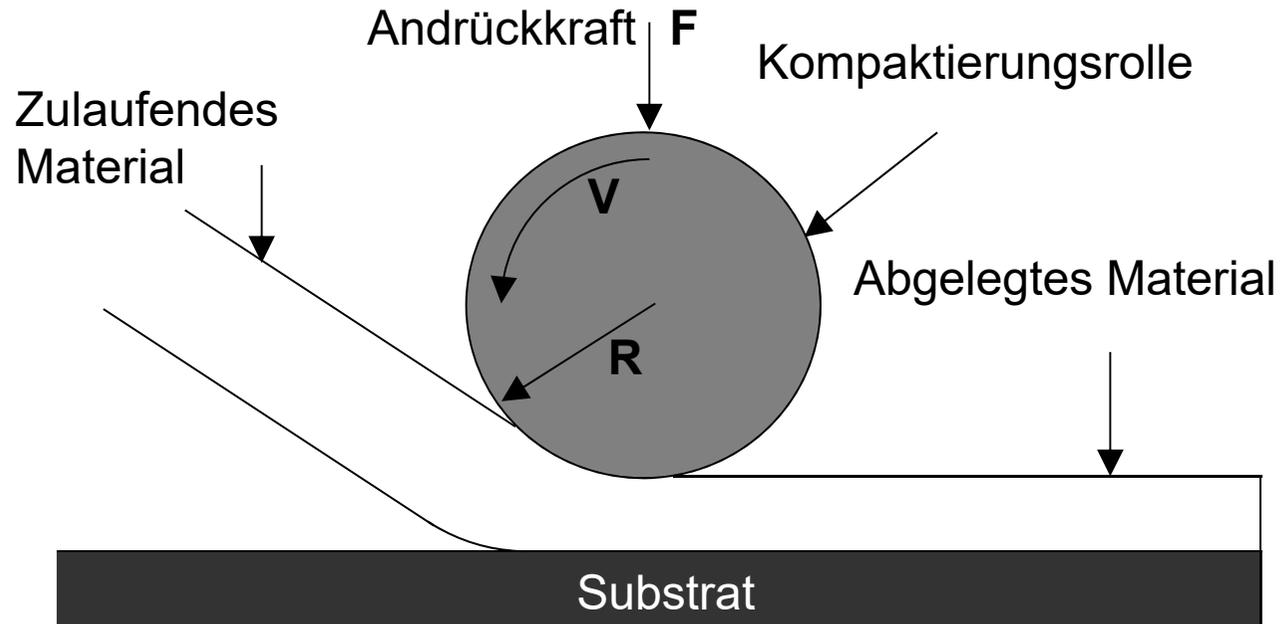
Otto Glöckel Str. 2, 8700 Leoben, Austria

Tel.: +43 (0)3842 402 2700

e-mail: [Ralf.Schledjewski@unileoben.ac.at](mailto:Ralf.Schledjewski@unileoben.ac.at)

Web: [www.kunststofftechnik.at](http://www.kunststofftechnik.at)

# Automatisierter Legeprozess



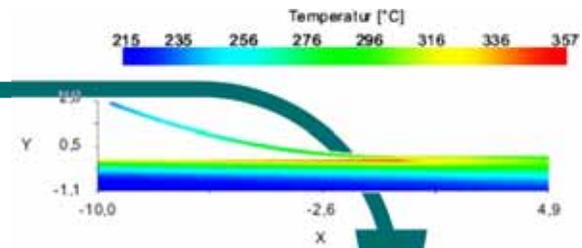
# Integrierte Prozessentwicklung

Keine Optimierung isolierter Aspekte

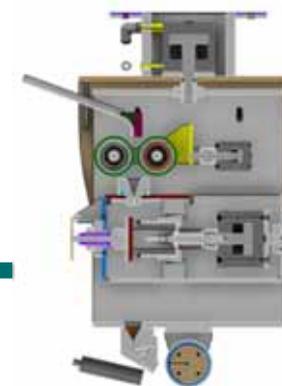
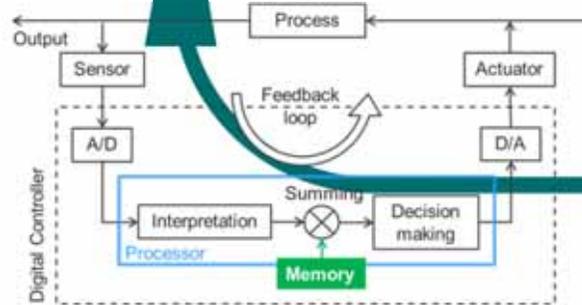
Material-  
charakterisierung



Prozess-  
simulation



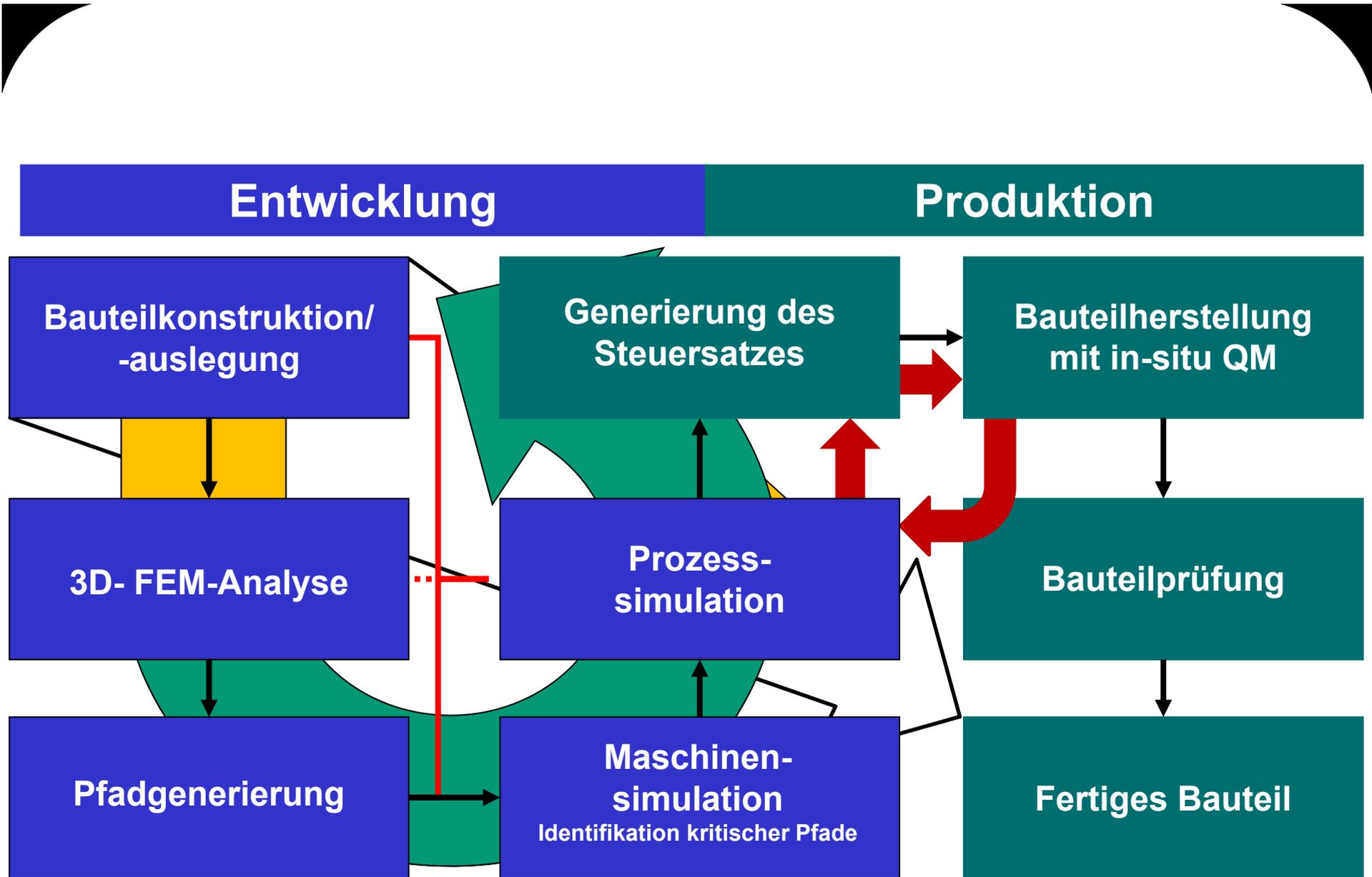
Prozess



Prozess-  
führung

Anlagen-  
technik

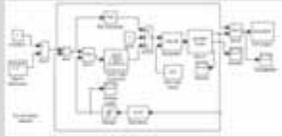




# Modelbasierte Prozessführung

**Prozessmodell**

- Grad der Anbindung
- Wärmetransfer
- Tapedeformation
- ...



**Materialeigenschaften**

**Verarbeitungsparameter**

**Anlagentechnik**

**Automated code transfer**

**Targeting Hardware**

- Grad der Anbindung
  - Wärmetransfer
  - Tapedeformation
  - ...

**Anlagensteuerung**

- Wärmeeintrag
- Hydraulik/Pneumatik
- Antrieb/Robotersteuerung
- ...

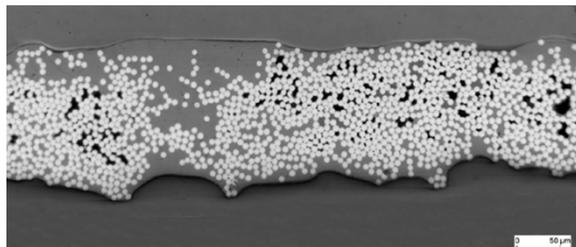
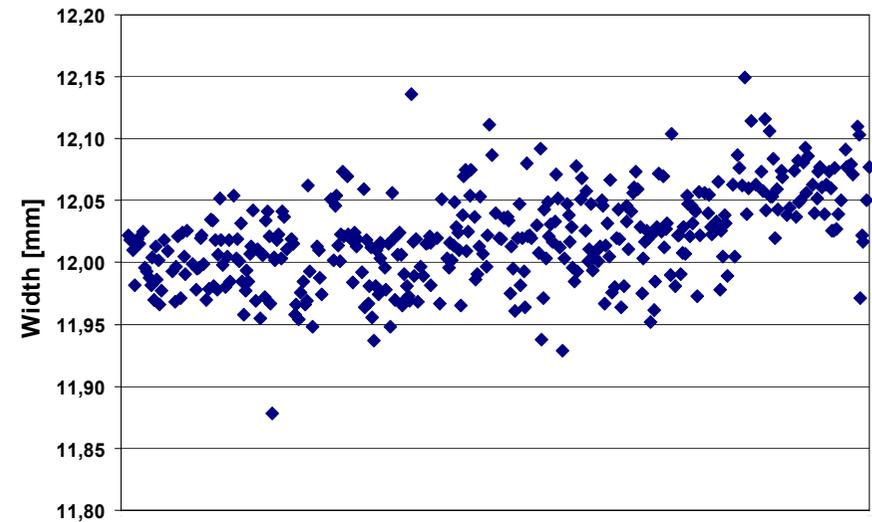
**Feldebene**

- Maschine
- Aktuatoren
- Sensoren

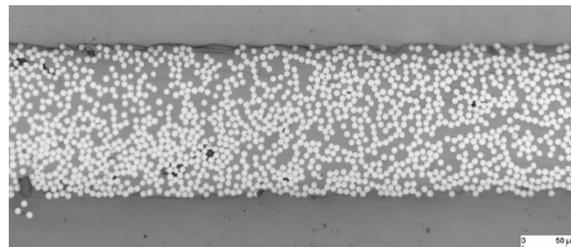


# Prozessrelevante Tapeeigenschaften

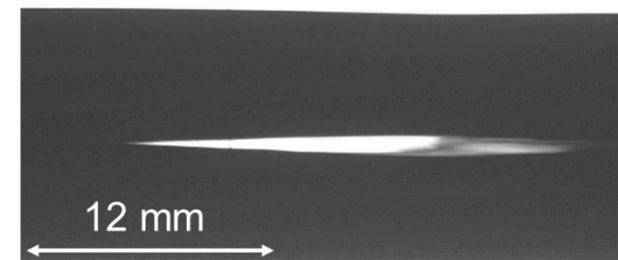
- Schwankende Tapedicke
- Schwankende Tapebreite
- Ungleichmäßige Faserverteilung
- Unvollständige Imprägnierung
- Oberflächenrauigkeit
- Faserondulationen
- Längsrisse
- Stoßstellen
- ...



Mindere Tapequalität



Hohe Tapequalität



Längsrisse



# Aktuelle Fragestellung

## Prozessmodell

- Grad der Anbindung
- Wärmetransfer
- Tapedeformation
- ...



## Automated code transfer

## Targeting Hardware

- Grad der Anbindung
- Wärmetransfer
- Tapedeformation
- ...



**!! Fortlaufende Aktivität !!**

- Für physikalische Beschreibung fehlt die Zugänglichkeit der Eingangsgrößen  
=> Phänomenologische Modellierung
- Automatisierte Echtzeit-Lösung muss möglich sein



# Zusammenfassung

- Der kontinuierliche Schweißprozess ist hochgradig beeinflusst durch die **lokalen Eigenschaften** des zulaufenden Materials
- Eine **hohe Prozessqualität** ist nur möglich wenn die Tapeeigenschaften lokal aufgelöst verfügbar sind
- Eine **vollständige Charakterisierung** im Vorfeld ist zu aufwändig
- **Inline erfassbare Materialeigenschaften** liefern die Basis für eine **modellbasierte Prozessführung**
- **Physikalische Modellierung** stößt hier an ihre Grenzen



# Danksagung

Vorarbeiten der derzeitigen Untersuchungen wurden erarbeitet im Rahmen von:

- **Stellar:** Selective Tape-Laying for Cost-Effective Manufacturing of Optimised Multi-Material Components, EU FP7 Contract 609121, Mittelgeber: **Europäischen Kommission**

Aktuell laufende Arbeiten im Kontext werden gefördert durch:

- **CDL HECP:** Christian Doppler Labor für Hocheffiziente Composite Verarbeitung, Mittelgeber: **BMWWF**
- **HybridRTM:** Qualitätsgesichertes Produktionsverfahren für hybride Werkstoffverbunde im RTM-Verfahren (FFG Produktion der Zukunft 848666), Mittelgeber: **BMVIT**
- **MoveTech:** Modell-basierte Verarbeitungstechnik zur Herstellung von hochqualitativen FKV-Bauteilen (FFG TAKE OFF 850466), Mittelgeber: **BMVIT**

Den **Mittelgebern**, den **projektbetreuenden Organisationen** und den **Projektpartnern** wird ein großes Dankeschön ausgesprochen



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf SCHLEDJEWSKI**

Verarbeitung von Verbundwerkstoffen  
Kunststofftechnik  
Montanuniversität Leoben



VERARBEITUNG VON  
VERBUNDWERKSTOFFEN

Christian Doppler Labor für  
Hocheffiziente Composite Verarbeitung



Christian Doppler Labor für  
Hocheffiziente Composite Verarbeitung

Otto Glöckel Str. 2, 8700 Leoben, Austria

Tel.: +43 (0)3842 402 2700

e-mail: [Ralf.Schledjewski@unileoben.ac.at](mailto:Ralf.Schledjewski@unileoben.ac.at)

Web: [www.kunststofftechnik.at](http://www.kunststofftechnik.at)

