

Kontinuierliche Herstellung von faserverstärkten Profilen mittels Flechttrusion

1. Mönchengladbacher Flecht-Kolloqium

Jens Schäfer* und Thomas Gries
Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University

in Kooperation mit:
TFI – Institut für Bodensysteme an der RWTH Aachen e.V.



Gliederung

- Einleitung und Motivation
- Technische und Wirtschaftliche Potentialbewertung
- Umformen geflochtener Hybridgarntextilien
- Ablage von Unidirektionalen (UD) Hybridgarn Fasern
- Potential & Ausblick
- Fazit

Gliederung

- **Einleitung und Motivation**
- Technische und Wirtschaftliche Potentialbewertung
- Umformen geflochtener Hybridgarntextilien
- Ablage von Unidirektionalen (UD) Hybridgarn Fasern
- Potential & Ausblick
- Fazit

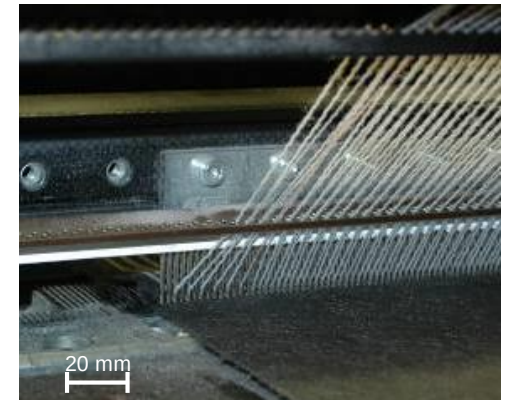
Einleitung

Motivation

- Aktuelle Prozesse zur Herstellung von Profilen aus faserverstärktem Kunststoff (FVK):
 - Keine lastgerechte Ablage der Fasern (Pultrusion)
 - Hohe Fertigungskosten
- Flechten + Hybridgarn → Hohes Potential für eine effizienzsteuerte automatisierte Fertigung

Ziel

- Entwicklung einer kontinuierlichen Prozesskette zur Herstellung von Profilen aus faserverstärktem Kunststoff mit integrierten Inserts

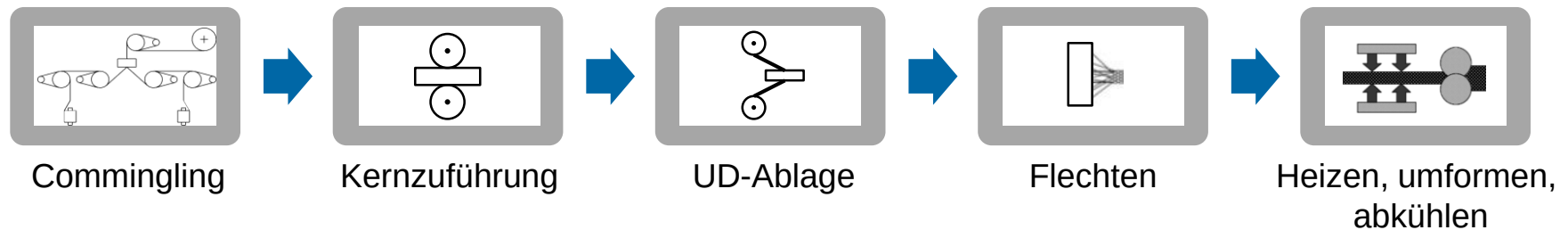


Hand-layed laminated profile [TFI]

Einleitung

Flechtrusionsprozess

- Commingling von Carbonfasern (CF) + Polyphenylenesulfidfasern (PPS) zu einem Hybridgarn
- Kontinuierliche Zuführung eines Kerns
- Ablage von unidirektionalen (UD) Faserbändern (optional)
- Flechten des Hybridgarns auf den Kern
- Zuführung des Preforms in ein Umformwerkzeug



Contents

- Einleitung und Motivation
- **Technische und Wirtschaftliche Potentialbewertung**
- Umformen geflochtener Hybridgarntextilien
- Ablage von Unidirektionalen (UD) Hybridgarn Fasern
- Potential & Ausblick
- Fazit

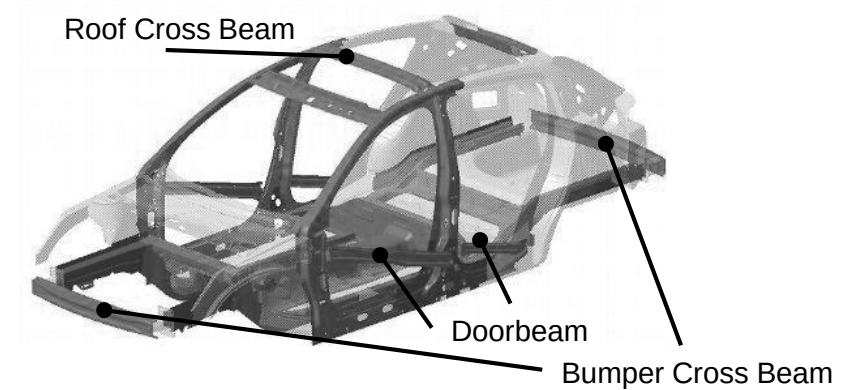
Technische Potentialbewertung

■ Beispielbauteil

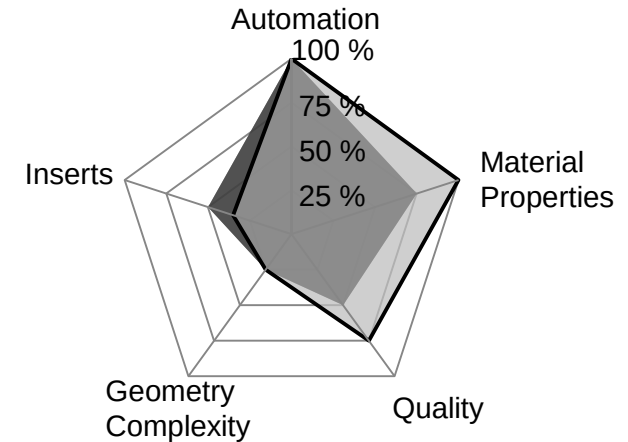
- Stoßfängerquerträger
- > 50.000 Teile/Jahr
- Hohe mechanische Eigenschaften

■ Kriterien

- Material Eigenschaften
- Qualität
- Geometrische Komplexität
- Integration von Inserts
- Automatisierbarkeit



Automotive Profiles suitable for Braiding Pultrusion [1]



■ Product Requirements ■ Process Capabilities

Radar Graph for the production of Bumper Cross Beam

[1]<http://germany.arcelormittal.com/Innovation/Loesungen-aus-Stahl/Autos/>

Wirtschaftliche Bewertung der Prozesskette

Excel basiertes Software Tool KONTIPRO

■ Datenbank (Basis-Daten)

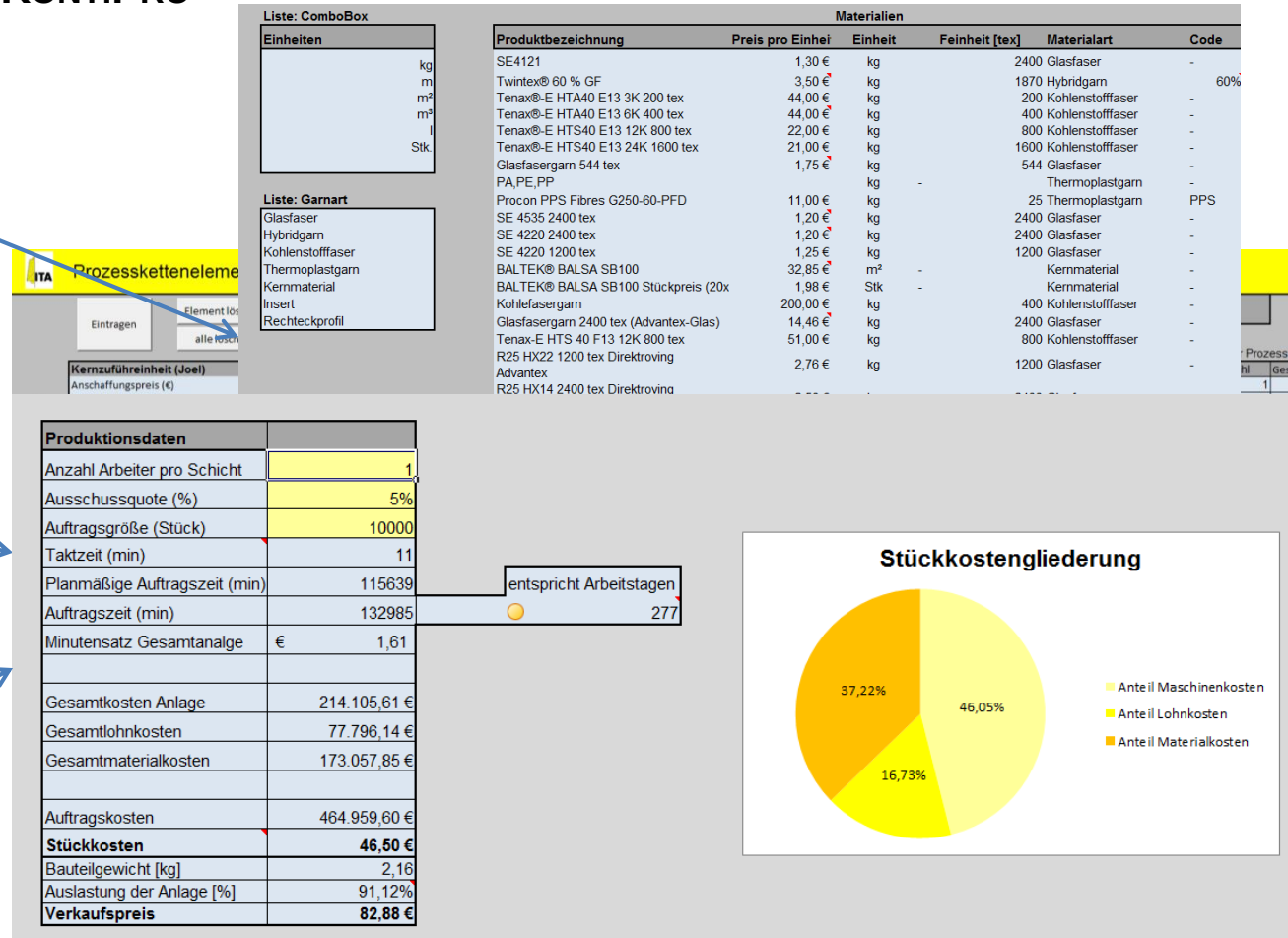
- Material Daten
- Maschinen Daten
- Prozess Daten

■ Prozess Module

- Zuführeinheit
- UD-Ablage
- Flechtmaschine
- Umformeinheit

■ Wirtschaftliche Faktoren

- Kosten
- Zeit



Wirtschaftliche Bewertung der Prozesskette

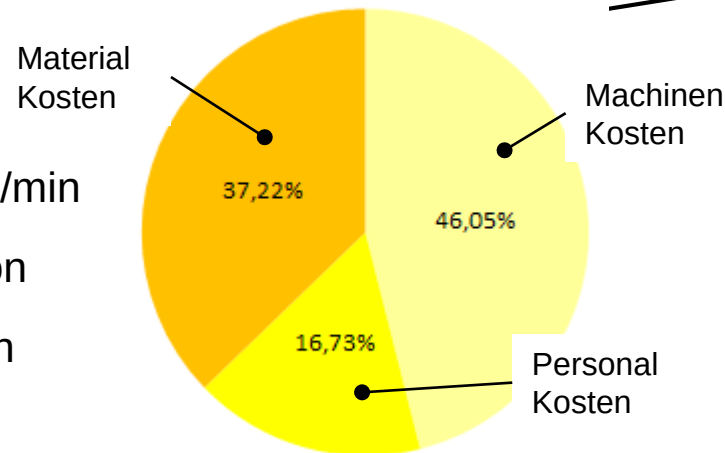
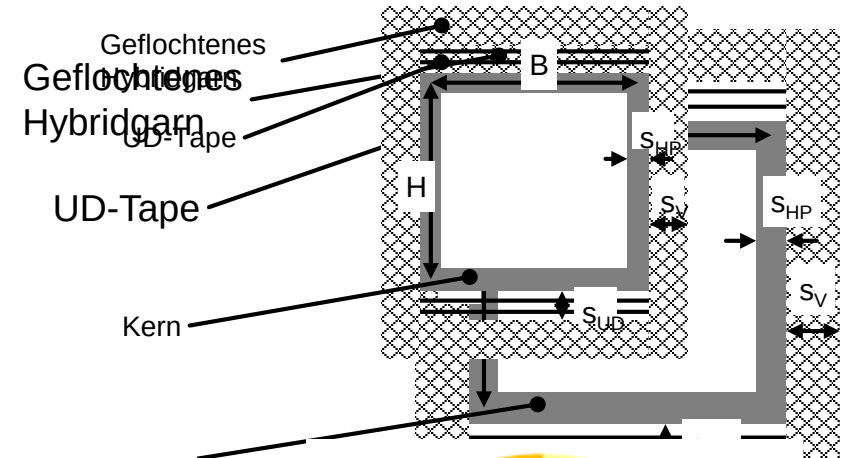
Verifikation des Software Tool KONTIPRO

■ Daten

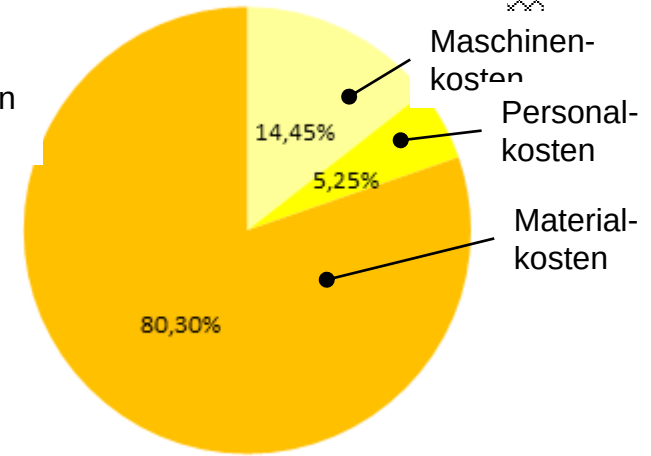
- Carbon + Polyamid
- Rechteck Profil (80*140*1000 mm)
- 2 UD Lagen
- 3 Flechtlagen
- Inserts notwendig

■ Ergebnis

- Kosten: 46 € @ 0,1 m/min
- Potential zur Reduktion
- → ~ 21 € @ 0,7 m/min



Kostenverteilung 0,1 m/min



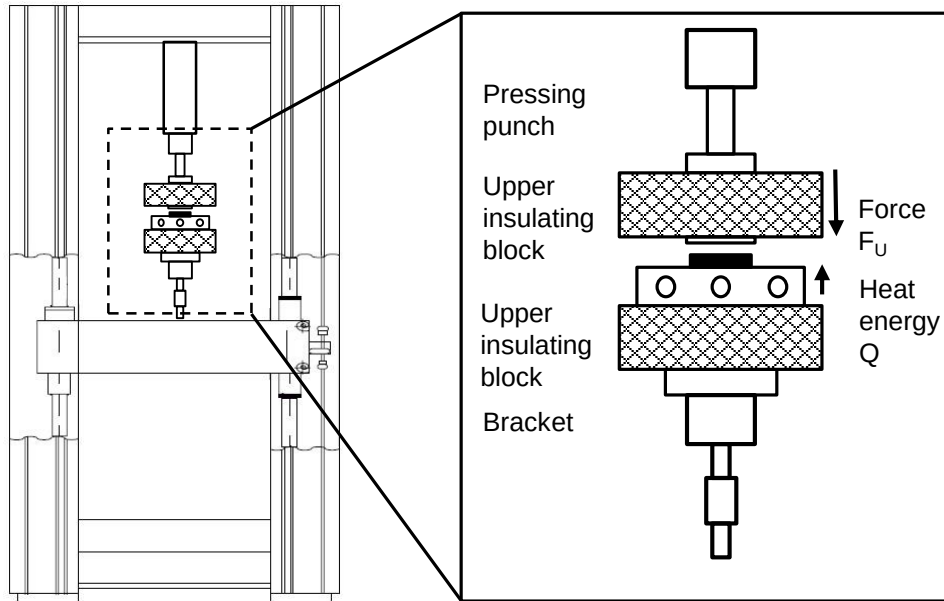
Kostenverteilung 0,7 m/min

Contents

- Einleitung und Motivation
- Technische und Wirtschaftliche Potentialbewertung
- **Umformen geflochtener Hybridgarntextilien**
- Ablage von Unidirektionalen (UD) Hybridgarn Fasern
- Potential & Ausblick
- Fazit

Umformen geflochtener Hybridgarntextilien

Versuchsaufbau



Parameter	Min.	Max.
Temperatur [°C]	305	330
Kraft [kN]	0,5	2
Zeit [s]	40	80
Lagen	1	3

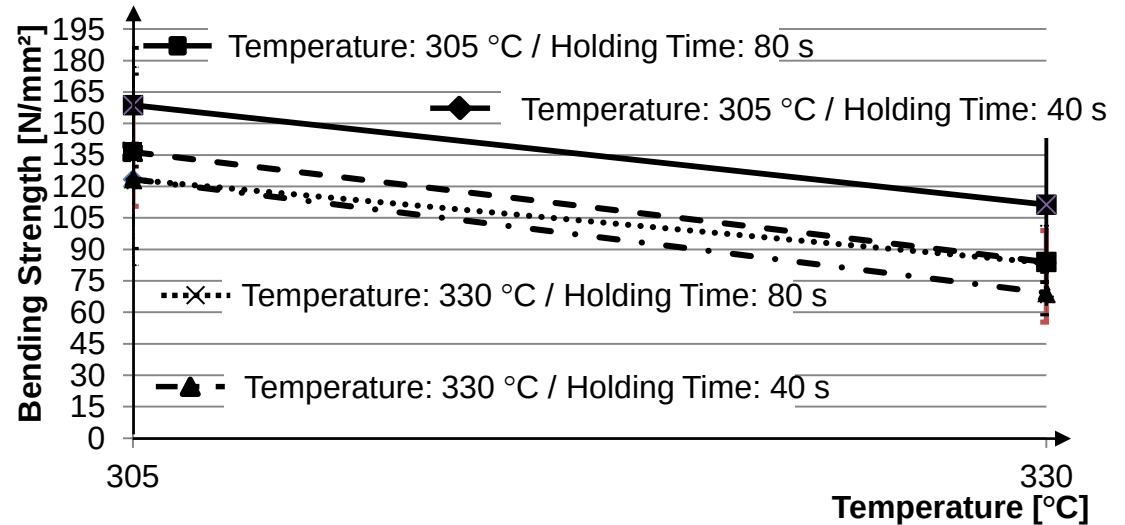
Ziel des Experiments

- Abhängigkeit Prozessparameter– Fehlstellengehalt und Biegesteifigkeit
- Identifikation von Prozessparametern für den Umformprozess

Umformen geflochtener Hybridgarntextilien

Biegesteifigkeit als Funktion der Temperatur und Haltezeit

- Temperatur hatte negativen Effekt
- Die Haltezeit hatte einen positiven
- Erste Anzeichen der Zersetzung des Kunststoffs bei 330 °C
- Korrelation von Fehlstellengehalt und Biegesteifigkeit erkennbar
- Fehlstellengehalt nach ASTM D2734 (Vergleich von Dichten)



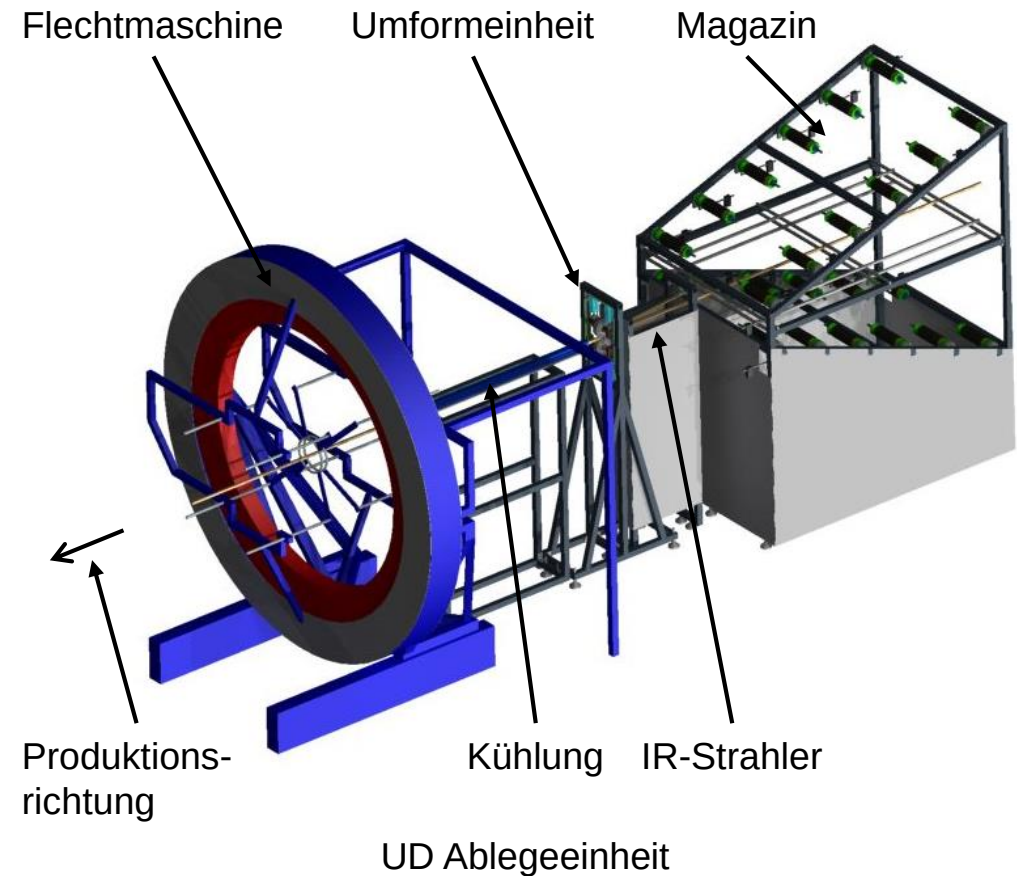
Gliederung

- Einleitung und Motivation
- Technische und Wirtschaftliche Potentialbewertung
- Umformen geflochtener Hybridgarntextilien
- **Ablage von Unidirektionalen (UD) Hybridgarn Fasern**
- Potential & Ausblick
- Fazit

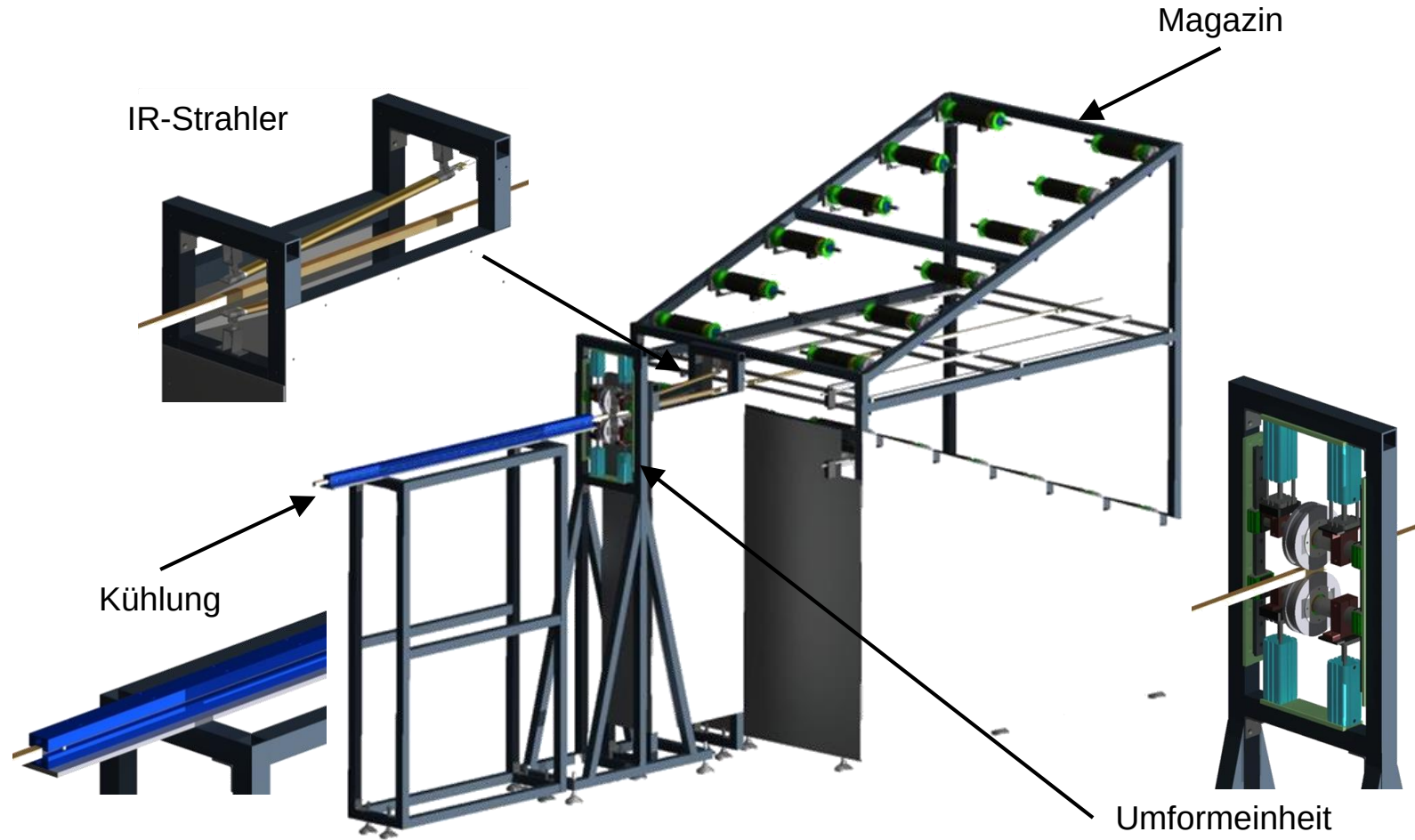
UD Ablegeeinheit

Konzept für eine UD-Ablegeeinheit

- Erhitzung über Infrarot- (IR) Strahler um die UD-Bänder auf dem Kern zu fixieren
- Pneumatisch geregelte Umformeinheit
- Abkühlung über Konvektion



UD fibre placement



Details der UD Ablegeeinheit

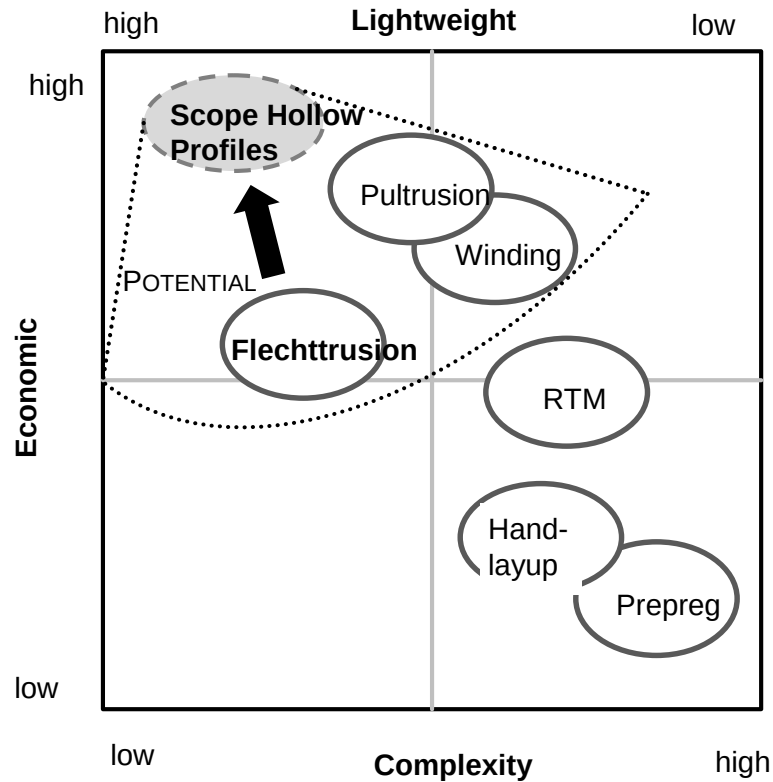
Gliederung

- Einleitung und Motivation
- Technische und Wirtschaftliche Potentialbewertung
- Umformen geflochtener Hybridgarntextilien
- Ablage von Unidirektionalen (UD) Hybridgarn Fasern
- **Potential & Ausblick**
- Fazit

Potential

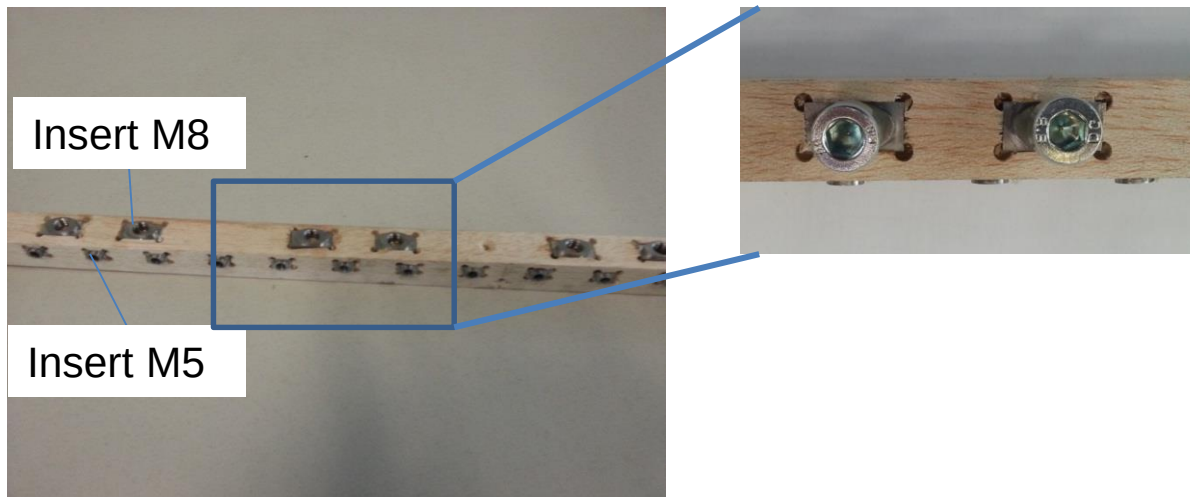
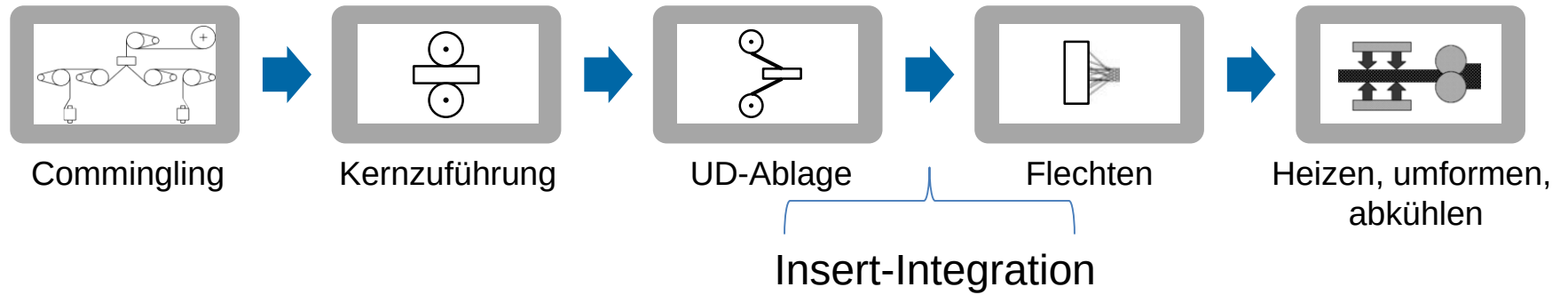
Prozessgeschwindigkeit

- Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit → 0,7 m/min
- Optimierung des Flechtprozesses / Ziel: Flechtbarkeit mit Hybridgarn ~ 3 m/min

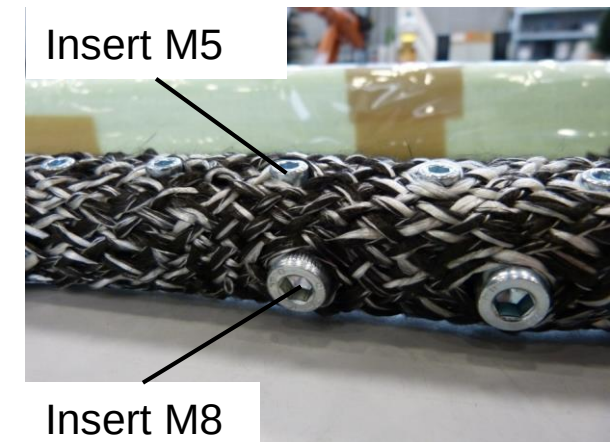


Portfolio Analyse für Hohlprofile

Ausblick – Insert Integration



Inserts auf dem Kern vor dem Flechtprozess

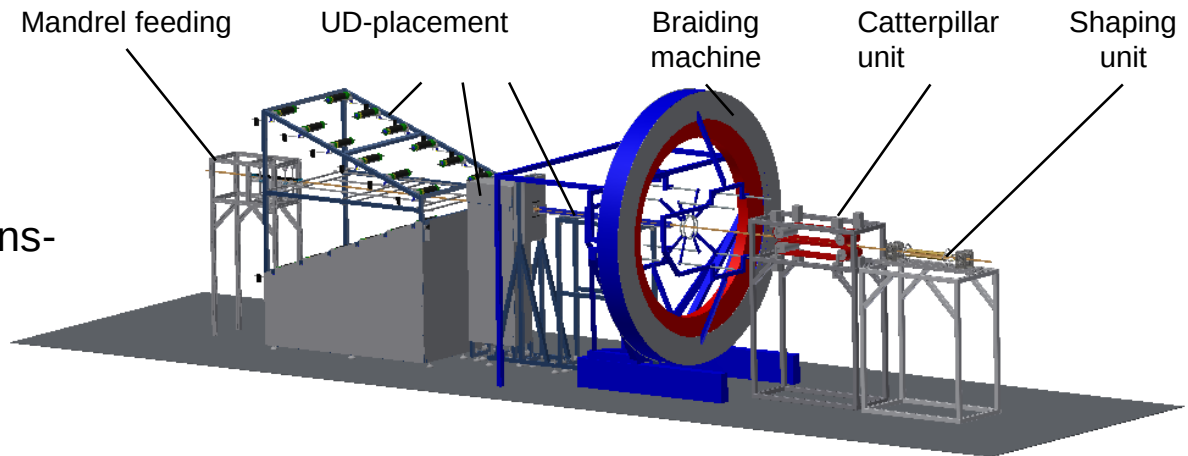


Überflochtener Demonstrator

Ausblick

Geplante Prozesskette

- Nächste Schritte: Aufbau der Produktionslinie
- Erste Experimente zur Produktionsgeschwindigkeit und der Qualität der Demonstratoren



Demonstrator

- Nadelbarre für die Tuftingmaschine mit integrierten Inserts
- Inserts werden vor dem Flechtprozess integriert und überflochten

CAD Screenshot der Prozesskette



Fertiges Profil mit integrierten Inserts

Gliederung

- Einleitung und Motivation
- Technische und Wirtschaftliche Potentialbewertung
- Umformen geflochtener Hybridgarntextilien
- Ablage von Unidirektionalen (UD) Hybridgarn Fasern
- Potential & Ausblick
- **Fazit**

Fazit

- Innovative Prozesskette zur Herstellung von Profilen aus FVK
- Mit dem Flechttrusionsverfahren ist eine große Anzahl von Profilformen herstellbar
- In Abhängigkeit der Prozessgeschwindigkeit liegt der Preis eines Profils zwischen 21 € und 46 €
- The mechanischen Eigenschaften eines Profils sind eine Funktion der Umformparameter
- Die Integration von Inserts im Flechtprozess ist eine große Herausforderung, bietet aber ein großes Potential

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Das IGF-Vorhaben 405 ZN der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstrasse 12-14, 10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages