

Ressourceneffizienz in der Produktion – Innovationstreiber für Unternehmen

**Beispiele aus dem
Leichtbau und der CFK-Fertigung**

15.05.2013

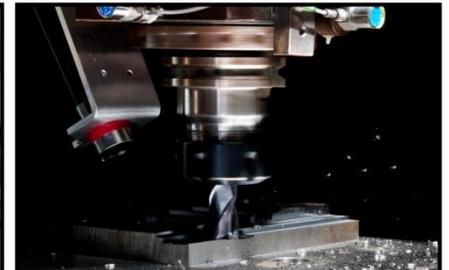


Vorstellung des *iwb* und der *Fraunhofer IWU* Projektgruppe RMV

Unternehmensplanung
und -organisation



Mechatronische
Produktionssysteme



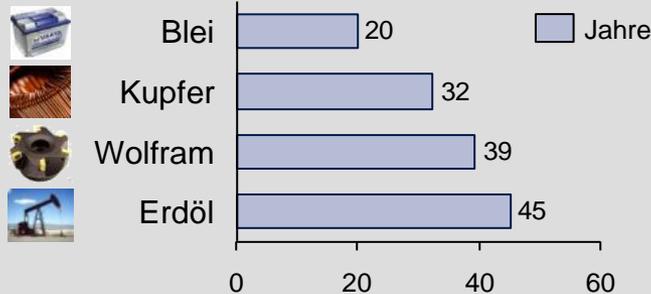
Fertigungs- und
Montagetechnologie



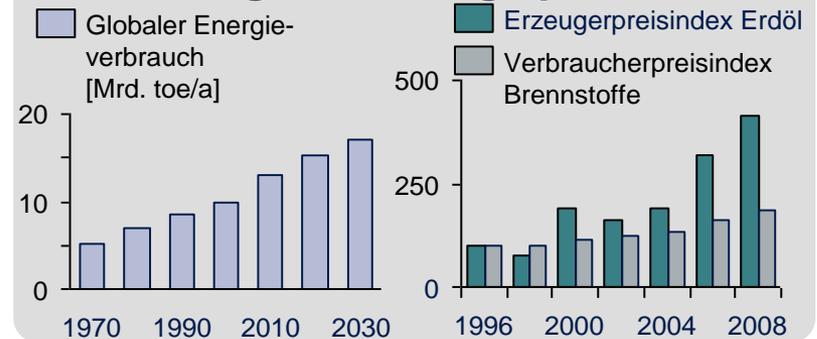
Ausgangssituation

Auswirkungen des Ressourcenverbrauchs

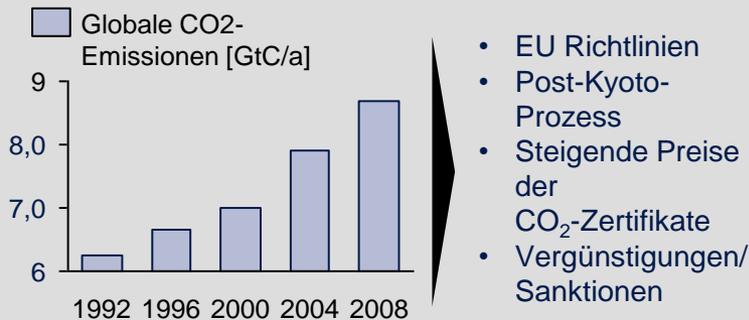
Reichweite ausgewählter Rohstoffe in Jahren (statisch)



Steigende Energiepreise

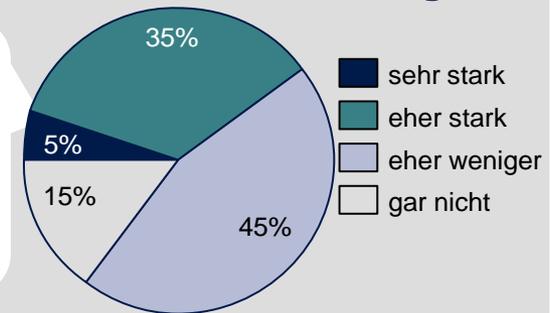


Politische Regulierungen



Veränderte Kundenanforderungen

„Sind die Menschen gewillt, für nachhaltige Produkte einen höheren Preis zu bezahlen?“



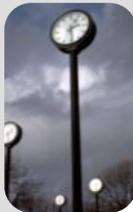
Quellen: Thomson Reuters, BMWI, Max-Planck-Institut für Meteorologie, BMU (2008)

Ausgangssituation

Defizite und Potentiale in der Produktion

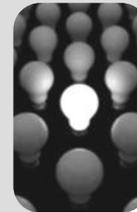
Fehlendes Bewusstsein für Energie- und Ressourcenverbrauch

- Mangel an Kennzahlen für Energieproduktivität
- Fokus nicht auf Energieverbrauch
- Auswertungsmöglichkeiten von Kennzahlen fehlen



Defizite im Wissen über Einsparpotenziale

- Energiekosten lediglich auf Werks- oder ggf. Bereichsebene verfügbar
- Fehlendes Wissen über Referenzprozesse
- Keine Abschätzungen von Einsparpotenzialen



Mangel an Wissen über Optimierungsmöglichkeiten

- Fehlende Transparenz über technologische Alternativen
- Mangel an methodischem Vorgehen
- Getrennte Verantwortung von Energie



Potentiale

- Energieverbrauchsreduktion um 30 %
- Einsparungen bis 2020 von bis zu 11 Mrd. €
- Reduzierung der Materialkosten um 20 %

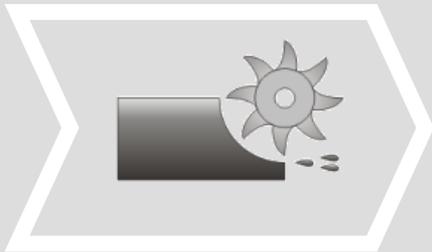


Quellen: LEP, demea

Zielsetzung

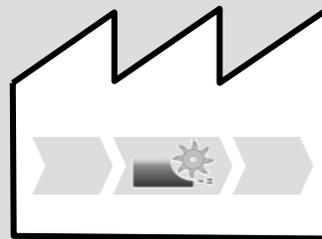
Handlungsfelder

Ebene Prozess/Maschine



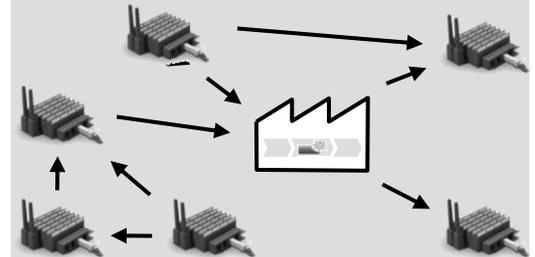
Bewertung der
Ressourceneffizienz
von
Fertigungsprozessen

Ebene Fabrik



Energiewertstrom-
bezogene
Optimierung von
Prozessketten

Ebene Netzwerk

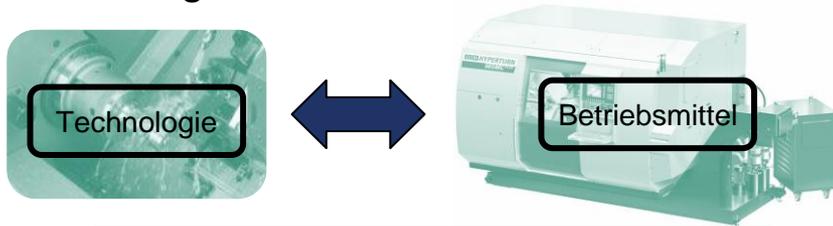


Bewertung der
Energieeffizienz
im
Produktionsnetzwerk

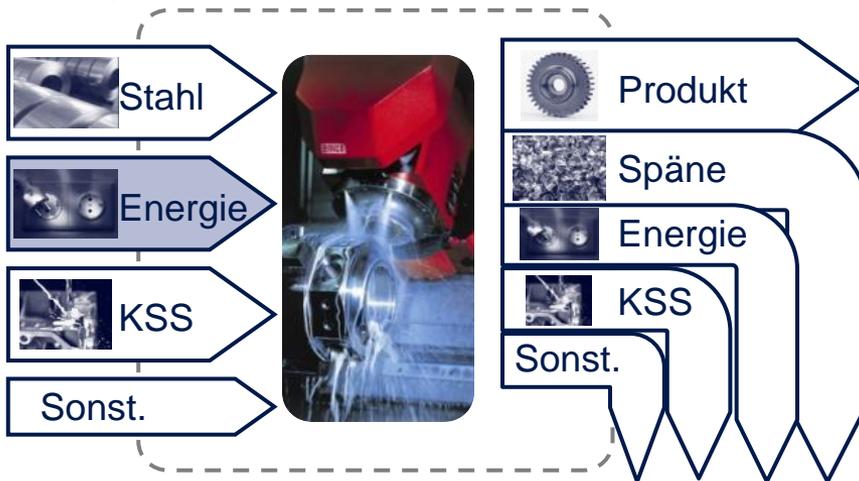
Ebene Prozess

Bilanzierung von Fertigungsprozessen

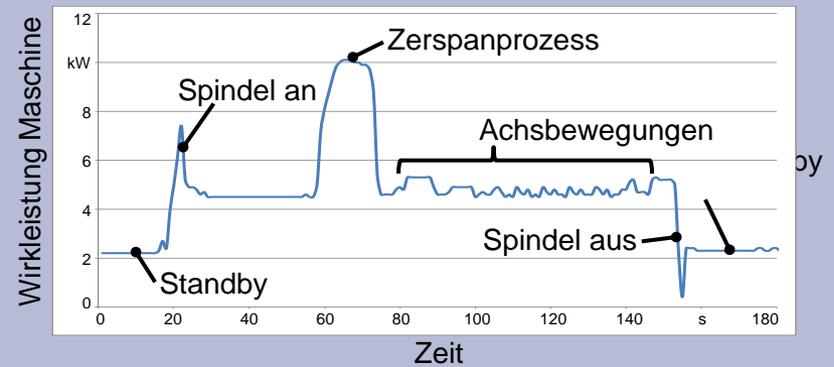
Fertigungsprozess: Ausführen einer Technologie auf einem Betriebsmittel



Beispiel: Zerspanprozess



Die Quantifizierung des Input-Energiestroms erfolgt zustandsbasiert:



Zustand	Leistung [kWh]	Zeit [s]
Standby	2	1800
System aktiv	4,3	150
im Eingriff	10	20

Ressourceneffiziente Gitterstrukturen

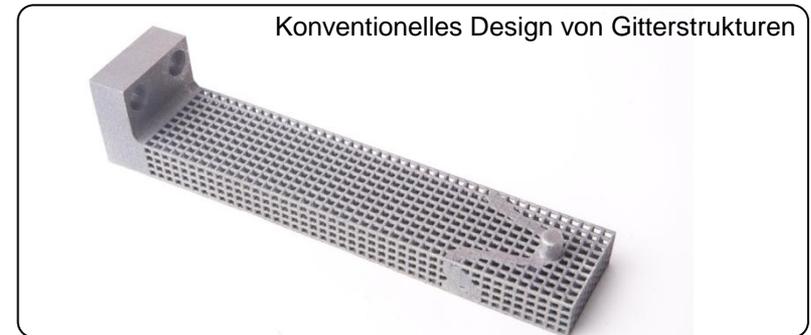
Kraftflussgerechte Optimierung von Gitterstrukturen

■ Motivation

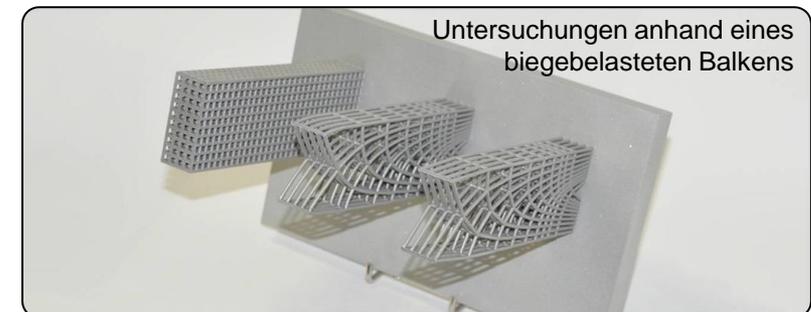
- Hohes Leichtbaupotenzial von Gitterstrukturen
- Regelmäßiger Aufbau von Gitterstrukturen führt zu ungünstigen Spannungszuständen

■ Zielsetzung

- Aufbau eines Modells zur Beschreibung der anisotropen, geometrieabhängigen Materialeigenschaften von Gitterstäben
- Anpassung von Gitterstrukturen an den Kraftfluss im Bauteil
- Anpassung der Stabdurchmesser an die vorherrschenden Belastungen
- Entwicklung eines Softwaretools zum automatisierten Design kraftflussangepasster Gitterstrukturen



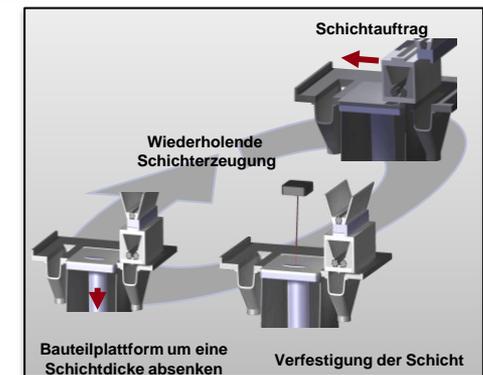
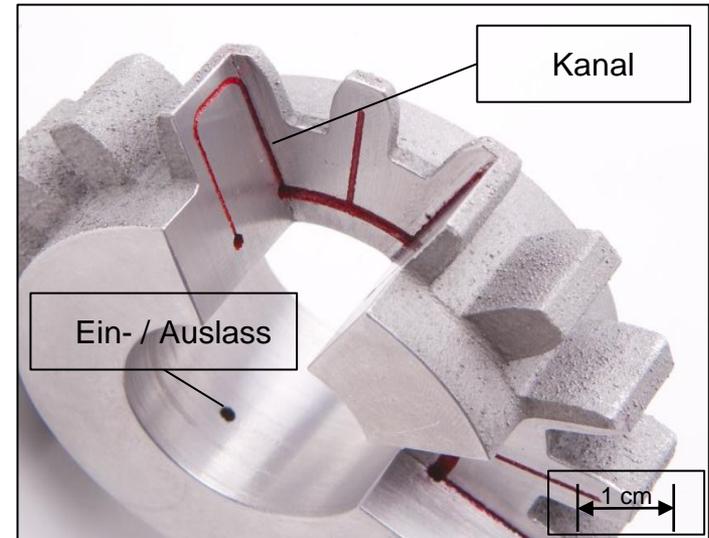
Kraftflussoptimierung



Ressourceneffiziente Maschinenelemente

Konturnah gekühltes Zahnrad durch Additive Fertigung

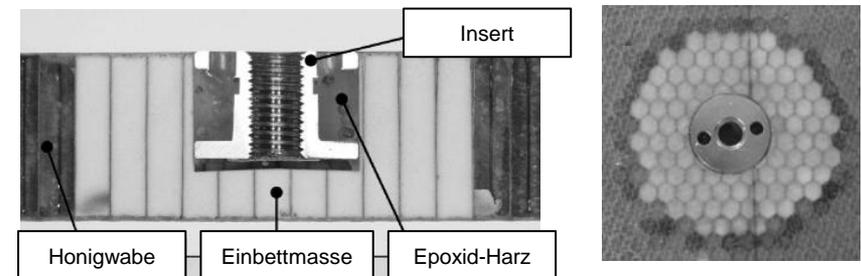
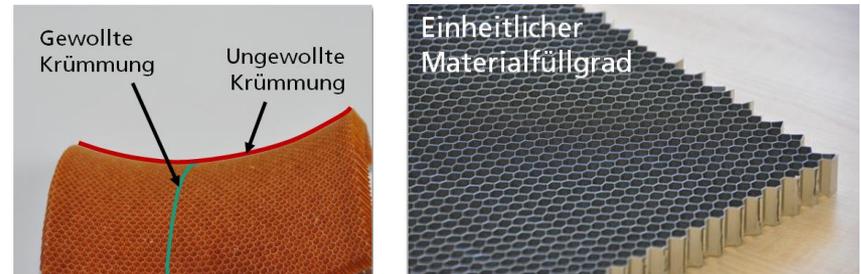
- Motivation
 - Verlustleistung in Getrieben durch Planschen (Aufwühlen des KSS)
 - Großteil des KSS wird zur Kühlung benötigt
 - Große Gestaltungsfreiheit durch Additive Fertigung
- Zielsetzung
 - Reduktion des KSS durch eine in das Zahnrad integrierte konturnahe Kühlung
 - Wirkungsgradsteigerung durch Reduktion von Planschverlusten
- Partner und Förderer



Ressourceneffiziente Sandwichbauteile

Defizite bei der Herstellung von Sandwichbauteilen mit Wabenkern

- Anpassung an gekrümmte Bauteiloberflächen nur mit Einschränkungen möglich
→ Verzug der einzelnen Waben
- Keine Optimierung des Wabenkerns bzgl. Belastungen innerhalb der Struktur möglich
- ➔ **Leichtbaupotenzial kann nicht optimal ausgenutzt werden**
- Hoher Arbeits- und Kostenaufwand bei Integration von Inserts
- Integralbauweise bei Sandwichbauteilen nur bedingt einsetzbar
- ➔ **Einsparung von Prozess- und Fertigungskosten**



Ressourceneffiziente Sandwichbauteile

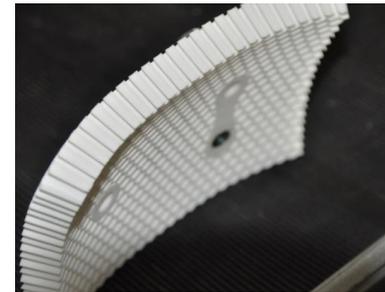
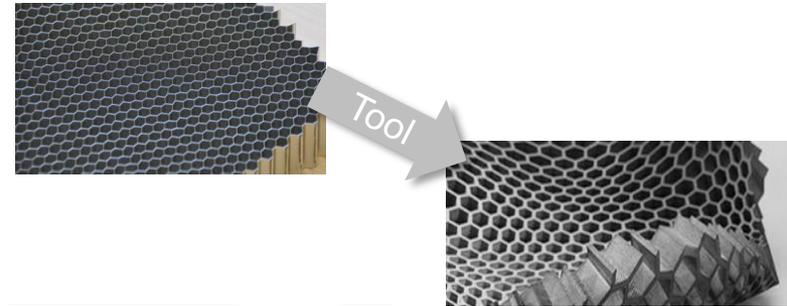
Vorgehensweise und ausgewählte Ergebnisse

Optimierung des Wabenkerns

- Anpassung an beliebige Freiformfläche
- Belastungsgerechte Anpassung von:
 - Wandstärke
 - Wabendurchmesser
- Direkte Integration von Funktionselementen

→ Automatisierung mittels Software-Tool

→ Herstellung mit additiven Fertigungsverfahren in der Prozesskette



Integration von Inserts

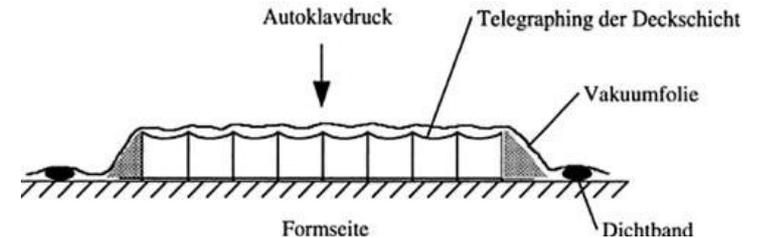


Ressourceneffiziente Sandwichbauteile

Vorgehensweise und ausgewählte Ergebnisse

Entwicklung einer Prozesskette für den Aufbau von gekrümmten CFK-Sandwich-Bauteilen

- Schaffung einer geeigneten Klebefläche
- Optimierung
- der Integralbauweise
- Reduzierung des Telegraphing-Effekts



Bewertung

- Wirtschaftlich
- Technologisch

Ressourceneffizienz in der Produktion

Herstellung von trockenen Preforms

Automatisiertes Legen und Fixieren von trockenen CF-Textilien

- Selektive Greiffläche
- Integrierte Heizung
- Integrierte Sauglüfter
- Drapieren konkaver Strukturen

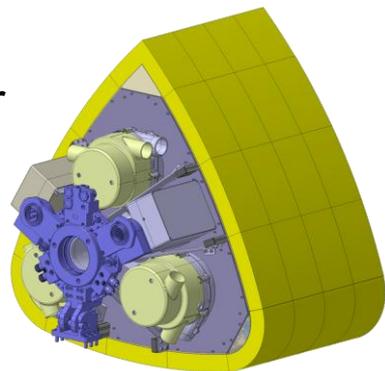
Gefördert durch:



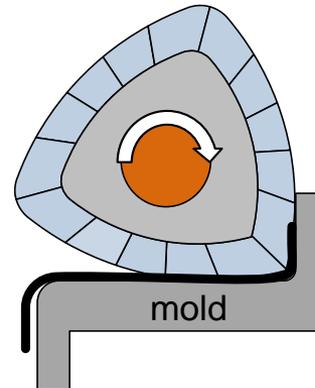
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

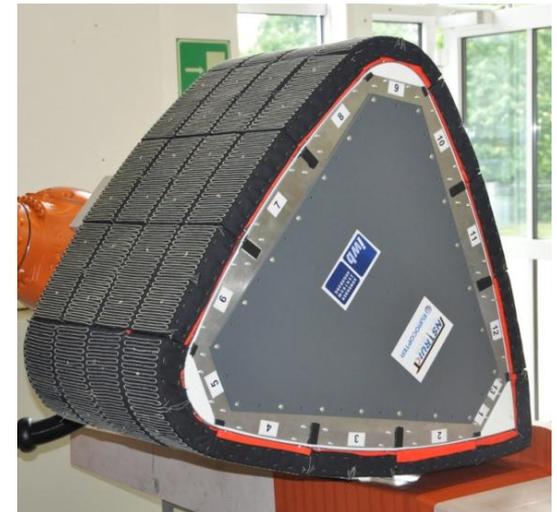
Auftraggeber:



Modell des entwickelten
Endeffektors



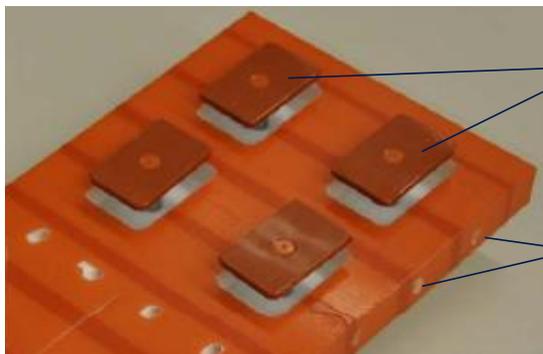
Drapieren konkaver
Strukturen



Roboterendeffektor zum
automatisierten Preforming

Ressourceneffizienz in der Produktion

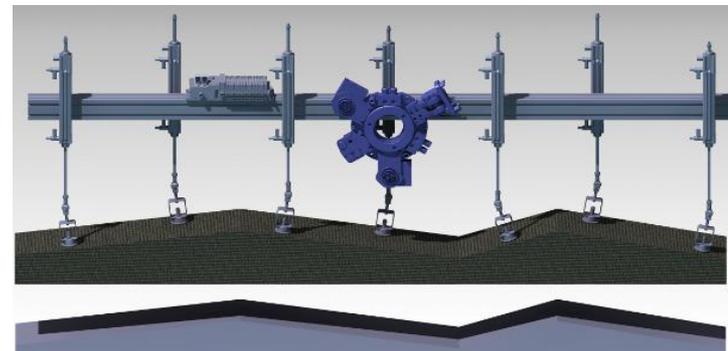
- Konzepte zum automatischen Entformen und zur anschließenden Handhabung der Preform
- Validierung der Konzepte durch Vorversuche auf Wirkprinzipienebene in Versuchsumgebung
- Erstellen von roboterbasierten Endeffektor-Konzepten in CAD-Umgebung



ausgefahrene
Auswerferplatten

seitliche
Luftabstreifer

Vorversuche zum automatischen Entformen



Roboterendeffektor für Preformhandling

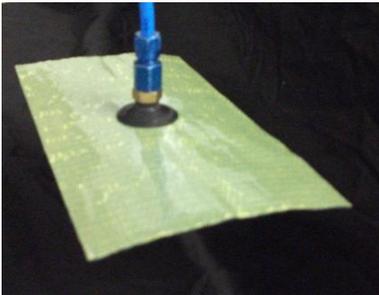
Ressourceneffizienz in der Produktion

Konzeption eines Prepreg-Endeffektors

Identifikation von Wirkprinzipien für Teilschritte

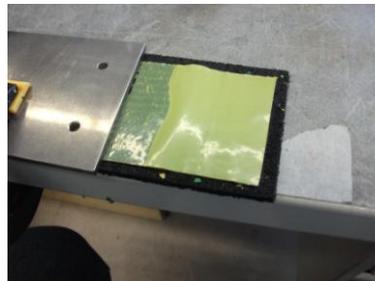
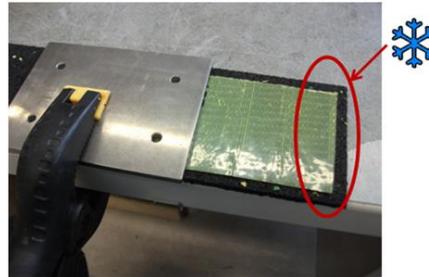
Handhabung

Vakuumgreifer



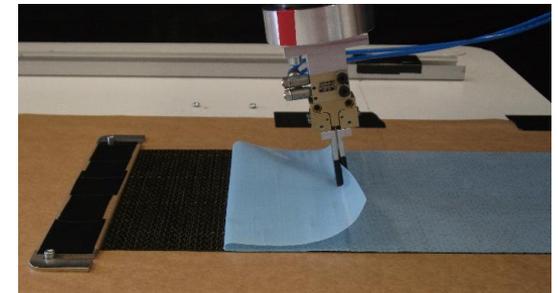
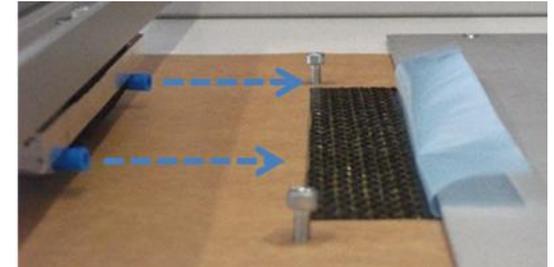
Ablösen der Schutzfolie

Einsatz von Kälte



Abziehen der Schutzfolie

Druckluft und Klemmgreifer



Ressourceneffizienz in der Produktion

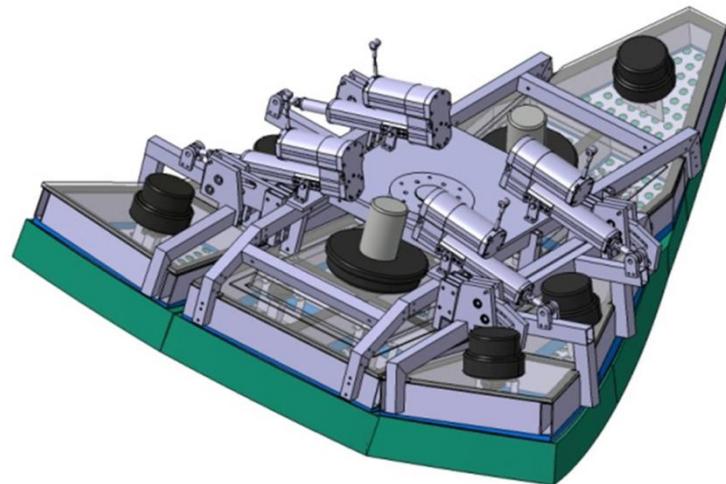
Automatisierte Handhabung großflächiger trockener Textilien

■ Herausforderungen und Zielsetzung

- Konzeption, Konstruktion und Inbetriebnahme eines Handhabungswerkzeugs zum Drapieren großflächiger formlabiler CFK-Zuschnitten zum Ablegen in eine doppelt sphärisch gekrümmte Form
- Aufbau von Prozessverständnis zur Qualifizierung des Handhabungswerkzeugs.

■ Vorgehensweise

- Analyse und Weiterentwicklung verschiedener Wirkprinzipien zur automatisierten Handhabung der Textilien



Ressourceneffiziente Bearbeitung

Flexibles Spannsystem für die Bearbeitung von Faserverbundbauteilen

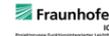
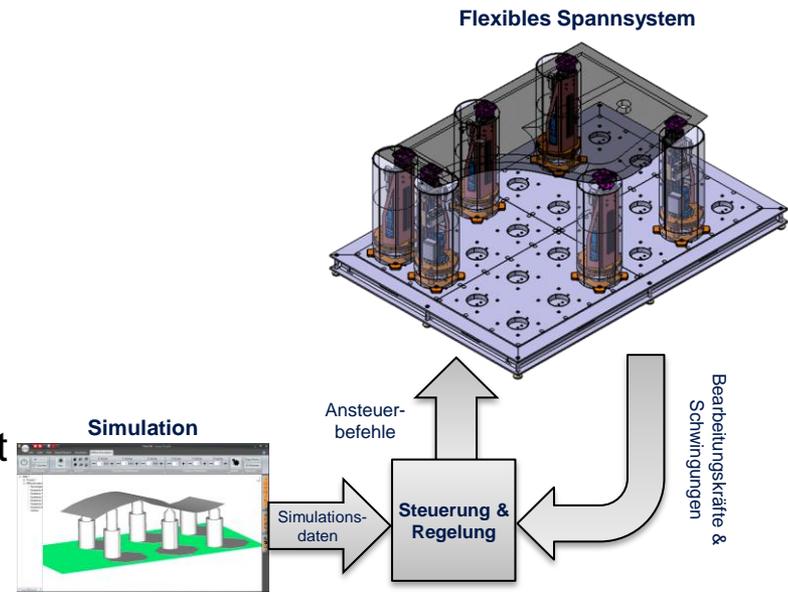
■ Problemstellung

- Fixierung unterschiedlich geformter Bauteile
- Kombinierte Bearbeitung durch Fräsen und Laserschneiden
- Hohe Anforderungen an Oberflächenqualität und Maßhaltigkeit der Bauteile

■ Vorgehensweise

- Konzeption und Realisierung einer Anlage mit integrierter Aktorik und Sensorik
- Aufbau von Prozesswissen und Validierung durch Bearbeitungsversuche

■ Partner und Förderer



Green Factory Bavaria



Ausgewählte Schwerpunkte der Green Factory Augsburg

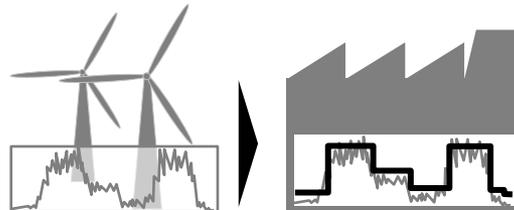
Produktionsprozesse

- Montageprozesse
 - Handhabung flexibler Bauteile (z.B. CFK)
 - Lackierprozesse
 - Weitere Prozesse
- Kombination zu einem Produktionsprozess



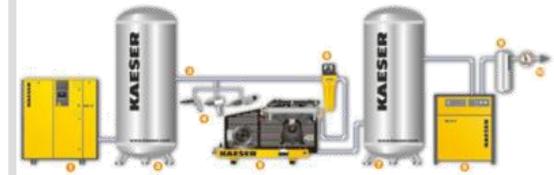
Betriebsorganisation & Auftragsabwicklung

- Langfristige Aspekte (z.B. Planung ressourceneffizienter Fabriken)
- Kurzfristige Aspekte (z.B. Energieflexibilität zur Reaktion auf Schwankungen)



Fabrikgebäude & -ausrüstung

- Wechselwirkungen zwischen Gebäude, Produktionsanlagen und Gebäudeausrüstung
- Bau eines nachhaltigen Gebäudes



Bilder: Kaeser

Ressourceneffizienz in der Produktion

Zusammenfassung und weiterführende Forschungsarbeiten

■ Zusammenfassung

- Steigender Ressourcenverbrauch bei gleichzeitig zunehmenden Rohstoffpreisen
- Entwicklung und Optimierung von Leichtbaustrukturen mittels additiver Fertigung
- Automatisierung von Teilprozessen in der Faserverbundfertigung

■ Weiterführende Forschungsarbeiten

- Integration von Lösungen zur Qualitätssicherung
- Erhöhung der Robustheit der Handhabungsprozesse (auch hinsichtlich Automobil- und Serienfertigung)



Johannes Schilp
Dr.-Ing.

Projektgruppe
Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen

Beim Glaspalast 5 | 86153 Augsburg
Telefon +49 821 56883-21 | Fax -50
Johannes.Schilp@iwu.fraunhofer.de
www.iwu.fraunhofer.de