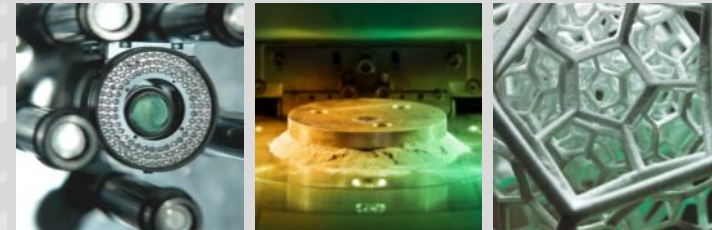


Belastungsgerechte Optimierung additiv gefertigter Sandwichbauteile mit Honigwabenkernen



Agenda

- **Motivation und Ausgangssituation**
- Handlungsbedarf und Zielsetzung
- Vorgehensweise
- Ausgewählte Ergebnisse
- Zusammenfassung

Motivation und Ausgangssituation

Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen durch Leichtbau

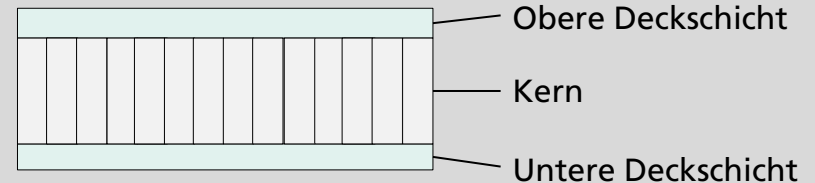
Leichtbau

- Reduzierung bewegter Massen bedeutet
 - Verringerung der Beschleunigungsenergie
 - Erhöhung der Nutzlast
- Schonung knapper Ressourcen
- monetäre Einsparung



Sandwichbauteile mit Wabenkernen

- bestmögliche Abstimmung von Werkstoff-, Form- und Funktionsleichtbau
- Verbundbauteil
 - Deckschichten
 - Kern



- Prinzip des Doppel-T-Trägers
- Honigwabenkerne sind aufgrund der Struktur höher belastbar als homogene Kerne

Quellen: Henning, Klein, EOS GmbH, atzonline, DLR

Motivation und Ausgangssituation

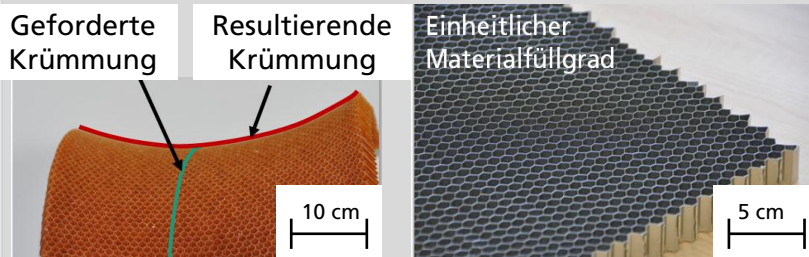
Konventionelle Sandwichbauweise

Wabenkern

Anpassung an gekrümmte Bauteiloberfläche bzw. Belastung nur eingeschränkt möglich

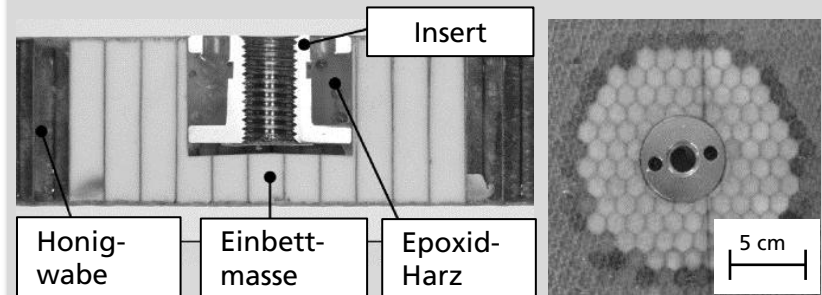
- Verformung der einzelnen Waben
- keine Variation des Materialfüllgrads

→ Leichtbaupotenzial kann nicht optimal ausgenutzt werden



Integration von Funktionselementen

- Verwendung zusätzlicher Bauteile
 - weitere Arbeitsschritte notwendig
 - Krafteinleitung nicht kraftflussangepasst
- Leichtbaupotenzial unzureichend ausgenutzt

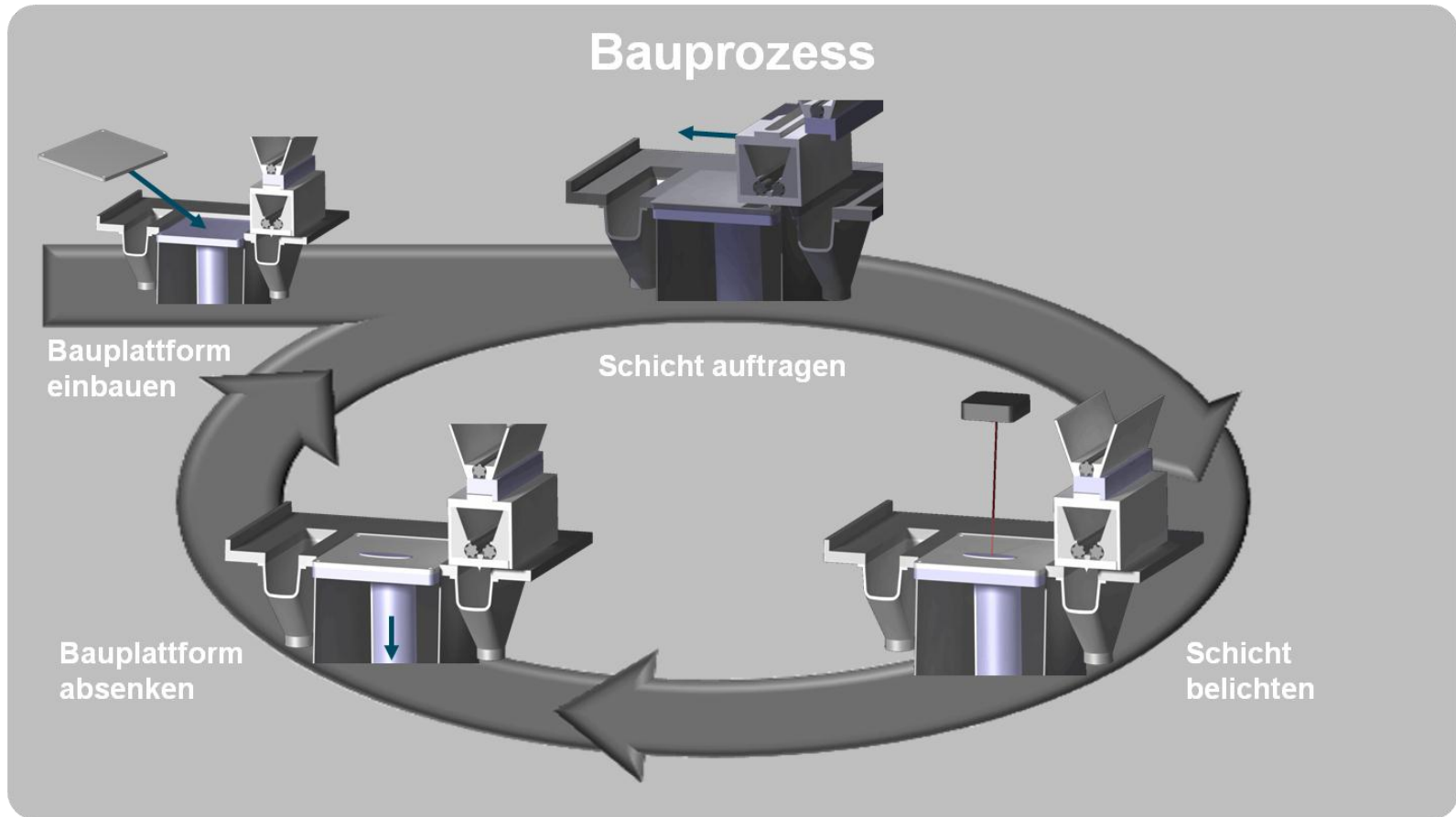


→ Lösungsansatz: Verwendung additiver Fertigungsverfahren zur Herstellung von Wabenkernen für Sandwichbauteile

Quelle: Klein

Motivation und Ausgangssituation

Prozessablauf additiver Fertigungsverfahren

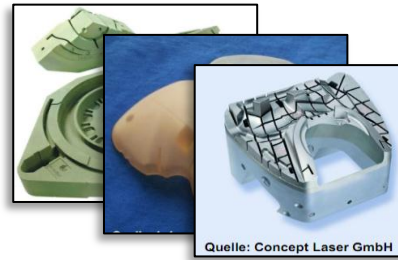


Motivation und Ausgangssituation

Eigenschaften additiver Fertigungsverfahren

■ Verarbeitbare Materialien

- Sand
- Kunststoffe
- Verschiedene Metalle



■ Möglichkeiten beim Bauteildesign

- Hohe geometrische Komplexität
- Wirtschaftliche Verarbeitung schwer zerspanbarer Werkstoffe
- Ökonomische Fertigung kleiner Losgrößen und von Einzelteilen

Beispielhafte Anwendungsfelder

■ Formenbau



■ Medizintechnik



■ Anlagenbau



■ Konsumgüterindustrie



■ Automobilbau



■ Luft- und Raumfahrt



Agenda

- Motivation und Ausgangssituation
- **Handlungsbedarf und Zielsetzung**
- Vorgehensweise
- Ausgewählte Ergebnisse
- Zusammenfassung

Handlungsbedarf und Zielsetzung

Handlungsbedarf

- Leichtbaupotenzial aktuell nur unzureichend genutzt
 - Oberflächenanpassung nur bedingt möglich
 - belastungsgerechte Auslegung nicht umsetzbar
- keine Methode zur direkten kraftflussgerechten Integration von Funktionselementen vorhanden
- großvolumige Bauteile mit Wabenstrukturen aktuell nicht additiv fertigbar



Zielsetzung:

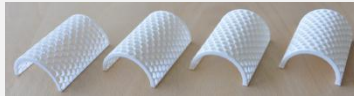
Gestaltung und Fertigung von räumlichen Sandwichbauteilen mit funktionsintegrierten und belastungsgerecht angepassten Wabenkernen

Agenda

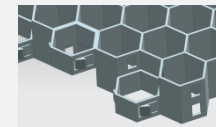
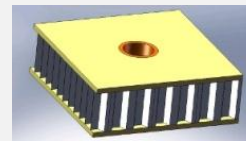
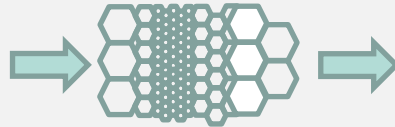
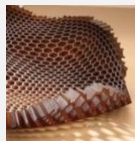
- Motivation und Ausgangssituation
- Handlungsbedarf und Zielsetzung
- **Vorgehensweise**
- Ausgewählte Ergebnisse
- Zusammenfassung

Überblick

Erforschung der fertigungsbedingten Bauteilqualität



Methodenentwicklung



Validierung aus der praktischen Anwendung

Technische und wirtschaftliche Bewertung

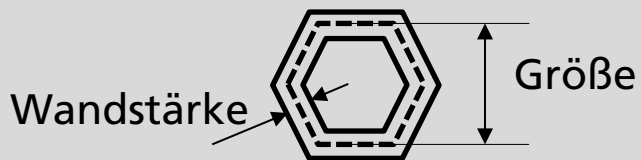
Projektlaufzeit

Quelle: Iwe-greifswald; sofistik

Erforschung der fertigungsbedingten Bauteilqualität

Baubarkeitsversuche

- Herstellung von Probekörpern mittels der additiven Fertigung
- Werkstoff PA12
- zu betrachtende Parameter
 - Aufbaurichtung
 - geometrische Parameter

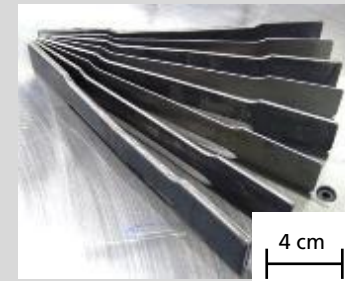


Ziel:

Fertigungstechnische Einschränkungen sind bekannt (Randbedingungen)

Fertigungsbedingte Bauteilqualität

- Untersuchung additiv gefertigter Flachzugproben bzw. Wabenstrukturen
- Durchführung von quasistatischen Werkstoffprüfungen



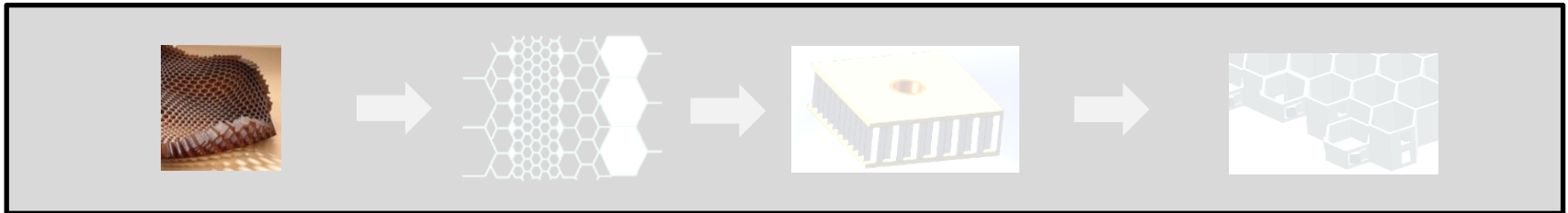
Ziel:

Kenntnisse über geometrieabhängige Materialkennwerte sind vorhanden

Quelle: Schützlicht



Anpassung der Wabenstruktur zwischen parallele Deckschichten

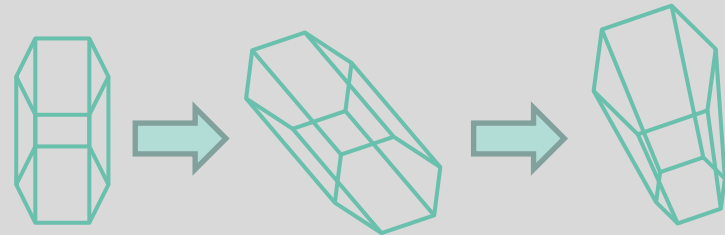


■ Projektion

Übertragung ebener Waben auf eine Freiformfläche

■ Verschiebung

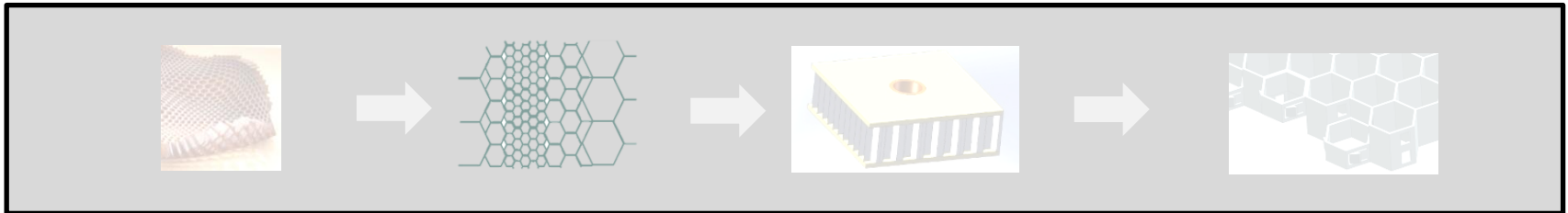
Positionierung der Einheitszellen
durch Translation und Rotation



Ziel:

Ausrichtung der Wabenwände normal zur Freiformfläche

Belastungsgerechte Anpassung der Wabenstruktur

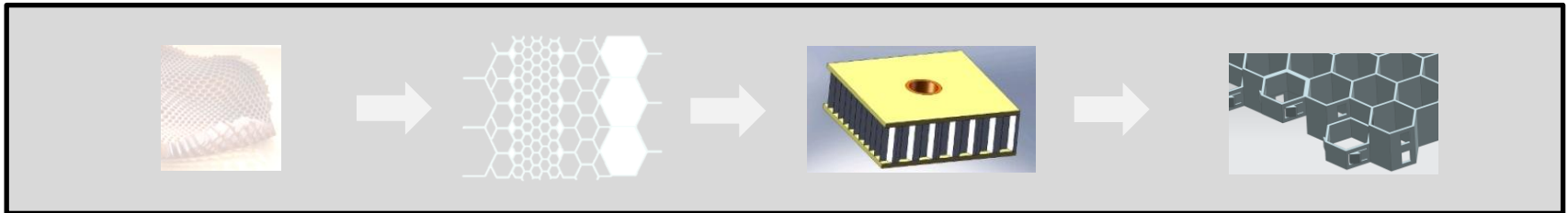


- Identifizierung der Belastungsverteilung mittels FE-Methode
- Variation der einzelnen Wabenparameter auf Basis der ermittelten Belastungen
- Aufbau gradierter Wabenübergänge

Ziel:

Homogene Materialbelastung innerhalb der Struktur

Integration von Funktionen



- Auslegungsmethode für integrierte Funktionselemente
- Methode zur Schnittstellengestaltung mit weiteren Sandwichbauteilen
- Verbesserung der Deckschichtanbindung

Ziel:

Funktionselemente können direkt in Wabenkerne integriert werden

Validierung und Bewertung der Methode

Validierung aus der Anwendung

Umsetzung der Methoden an

- einfachen Demonstratorbauteilen
- einem Karosserieteil eines Elektrofahrzeugs
- Serienbauteilen für den direkten Vergleich

Ziel:

Die erforschte Methode wurde anhand von Anwendungsbeispielen validiert

Techn. und wirtschaftliche Bewertung

- Aufzeigen des Leichtbaupotentials
- Vergleich mit konventioneller Fertigung
 - technisch
 - wirtschaftlich
 - ökologisch



Ziel:

Potenzial der erforschten Methoden wurde aufgezeigt

Quelle: Holzer, Hansch Immobilien

Agenda

- Motivation und Ausgangssituation
- Handlungsbedarf und Zielsetzung
- Vorgehensweise
- **Ausgewählte Ergebnisse**
- Zusammenfassung

Ausgewählte Ergebnisse

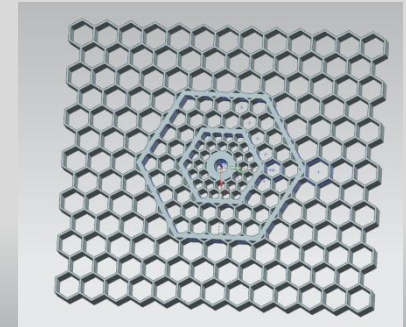
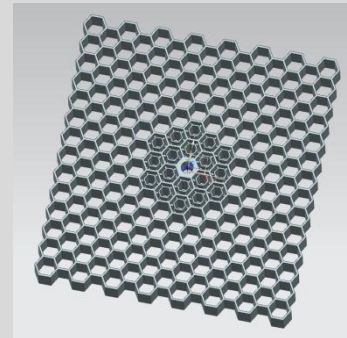
Anpassung an eine Freiformfläche

- Anpassung an parallele Deckschichten
- Verwendung der Projektionsmethode



Funktionsintegration

- direkte Integration von Funktionselementen am Beispiel Gewinde
- erste Ansätze zur kraftflussgerechten Integration von Funktionselementen



Agenda

- Motivation und Ausgangssituation
- Stand der Wissenschaft
- Handlungsbedarf und Zielsetzung
- Vorgehensweise
- Ausgewählte Ergebnisse
- Zusammenfassung

Zusammenfassung

- hohes Leichtbaupotenzial durch Wabenstrukturen
- Entwicklung einer Vorgehensweise zur effizienteren Ausnutzung der Leichtbauansätze für Wabenstrukturen durch additive Fertigung
 - Anpassung an Freiformfläche
 - belastungsangepasste Variation des Wabenfüllgrads
 - Integration von Funktionen
- Aufzeigen und bewerten des Potenzials der erforschten Methoden



Kontakt Daten



M.Sc. Fabian Riß

Projektgruppe
Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen

Beim Glaspalast 5 | 86153 Augsburg
Telefon +49 821 56883-97 | Fax -50
fabian.riss@iwu.fraunhofer.de
www.iwu.fraunhofer.de