

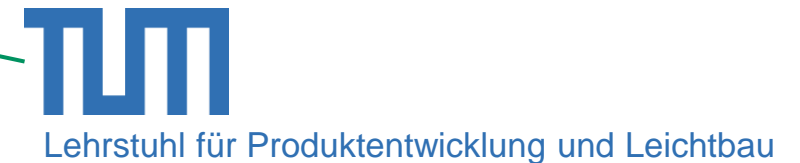
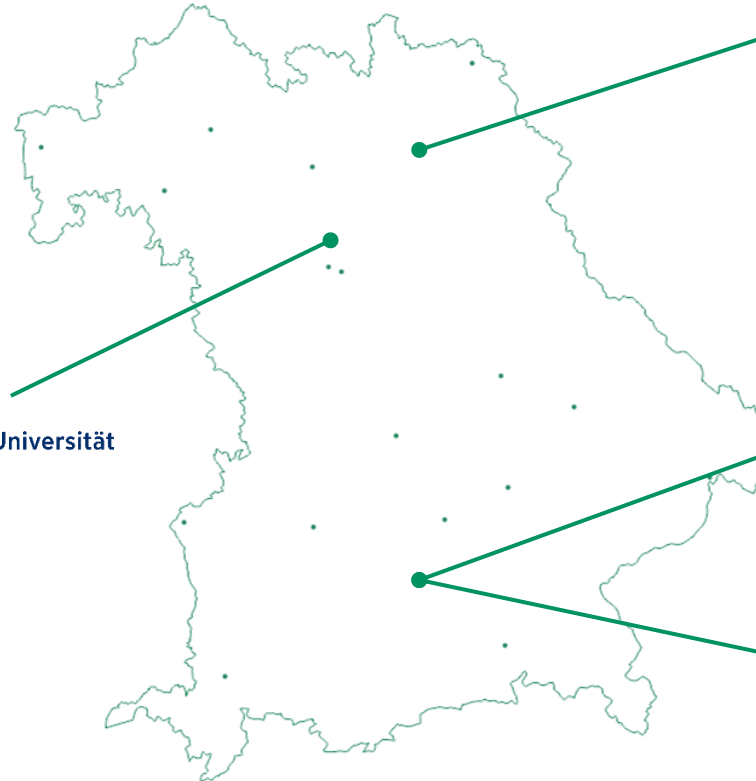
FORAnGen: Initiative für einen Bayerischen Forschungsverbund zur Auslegung nachhaltiger Produkte mittels Generative Design

Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD

13.09.2023



Forschungseinrichtungen im Verbund



Ausgangssituation und Motivation

- Kostengünstig verfügbare Rechnerleistung steigt stark an (HPC)
- Konstrukteure werden seltener (u. a. demografischer Wandel)
- Klassische Konstruktions- und Simulationstätigkeiten sind in Deutschland zunehmend zu teuer
- Vermehrt Zusatzanforderungen an Bauteile gestellt (z. B. Individualisierung, Nachhaltigkeit)

Forschungshypothese und Ziele

Forschungshypothese:

- Die Bauteilgestalt wird zukünftig mehr und mehr „errechnet“.
- Die Tätigkeit von Produktentwicklern geht weg vom Gestalten hin zum Modellieren.
- Technologieentwickler machen Fertigungsverfahren diesen Modellen zugänglich.

Ziele:

- Der Ansatz des Generative Design unterstützt die vorgenannten Herausforderungen.
- Der Forschungsverbund erweitert den Ansatz des Generative Design um Aspekte der Herstellprozessabsicherung und der Nachhaltigkeitsbewertung.
- Der Forschungsverbund macht den Ansatz des Generative Design praxistauglich.

Begriffsklärung: Generative Design

Im Forschungsverbund wird der Begriff wie folgt verstanden:

Beim Generative Design präzisieren Produktentwickler die vielfältigen Anforderungen an Bauteile und formulieren sie in einer für das Generative Design geeigneten Form. Aus diesen Vorgaben erzeugt eine Software eine Vielfalt von Konstruktionsvarianten und testet, welche dieser Varianten zielführend sind oder nicht. Die Software basiert dabei auf Optimierungsalgorithmen, Algorithmen des maschinellen Lernens sowie physikbasierten Simulationen. Die Software ist eingebunden in einen durchgängigen, stark automatisierten und damit kurzen und wirtschaftlichen Produktentstehungsprozess.

Vision des Forschungsverbunds

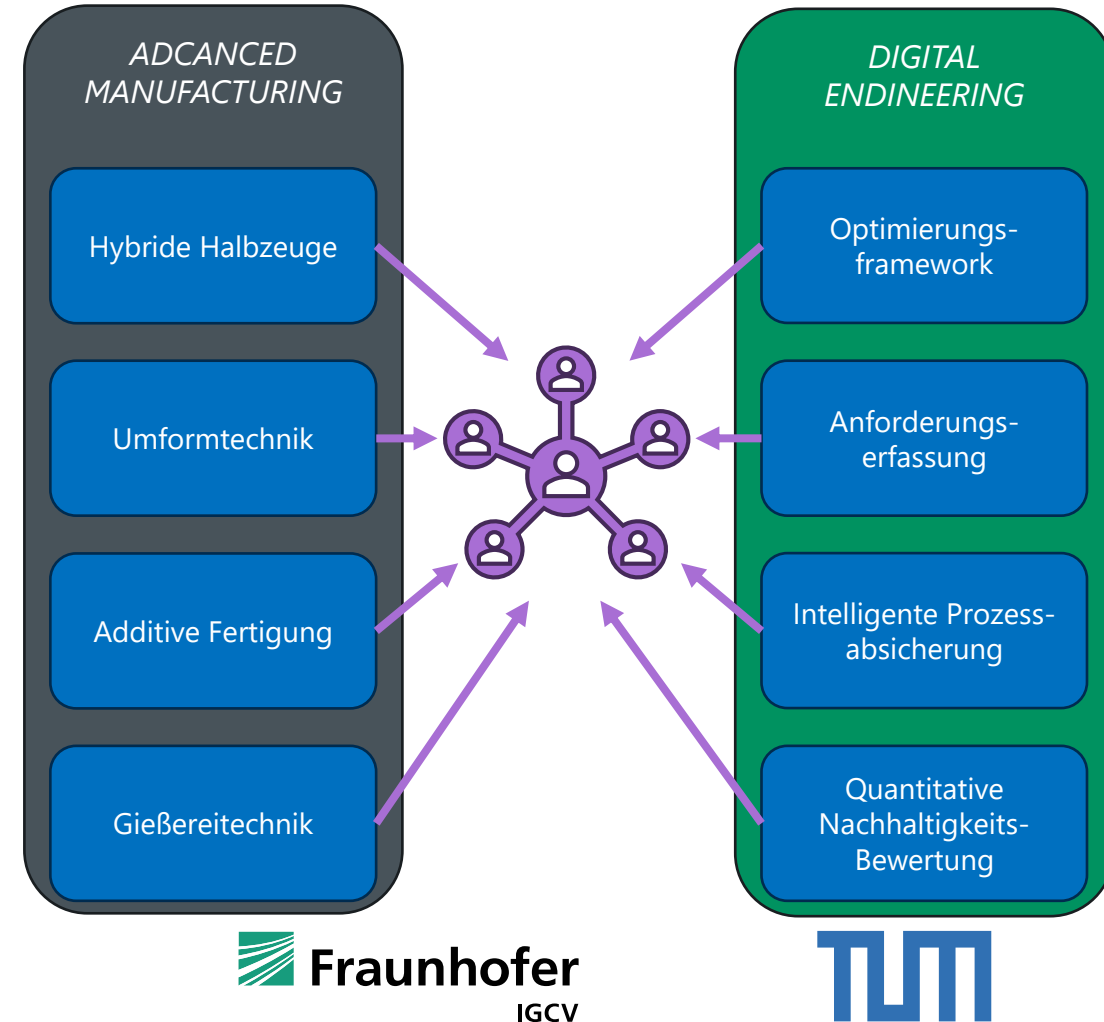
- Neben Bauteilen, die gut für additive Fertigungsverfahren geeignet sind¹, lassen sich auch ressourceneffiziente Blech-, Schmiede- und Gussbauteile² „errechnen“.
- Es entsteht ein praxistauglicher, durchgängiger Produktentstehungsprozess, von der Anforderungsdefinition und Modellierung über die Simulation und Bewertung bis hin zur Prozessabsicherung und Fertigungsplanung.
- Eine integrierte Nachhaltigkeitsbewertung vom Material über die Herstellung bis zur Nutzung ist möglich.
- Es existieren keine Lücken in der Informations- und Datenverarbeitung.

¹Das entspricht etwa dem Stand der Technik.

²Vorschlag. Die genauen Fertigungsverfahren sind mit den Technologieprojekten und Industriepartnern abzustimmen.

Struktur des Forschungsverbundes

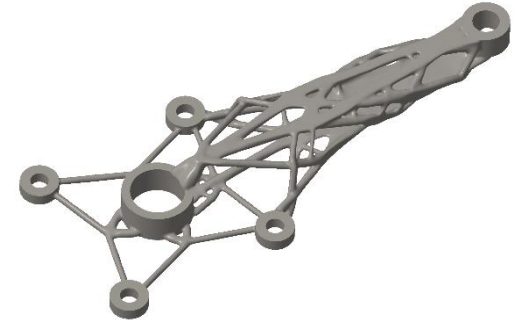
- Gliederung des Forschungsverbundes in zwei Arbeitskreise
- *ADVANCED MANUFACTURING* mit Schwerpunkt der fertigungstechnischen Umsetzung und Anwendung
- *DIGITAL ENGINEERING* mit der Anforderungserfassung und der softwaretechnischen Umsetzung
- Die Untergliederung der Arbeitskreise erfolgt in Kernthemen
- Diese Kernthemen spiegeln die Kernkompetenzen der beteiligten Forschungsinstitute wider, wobei jedes Forschungsinstitut die Organisation von zwei Kernthemen übernimmt
- Die Kernthemen fassen die einzelnen Teilprojekte zusammen und ermöglichen eine effiziente Vernetzung



TP 1: Generative Design durch Integration von Fertigungstechnologien in die Topologieoptimierung (LSCAD, Universität Bayreuth)

Ausgangssituation:

- Generatives Design erzeugt komplexe Geometrien, die häufig nur durch additive Verfahren hergestellt werden können.
- „Klassische“ Fertigungstechnologien sind meist nur unzureichend in das Generative Design integriert.



Forschungsfragen:

- Wie lassen sich „klassische“ Fertigungsverfahren in das Generative Design integrieren?
- Welche Fertigungsrandbedingungen sind zur Abbildung „klassischer“ Fertigungsverfahren notwendig und wie können diese im Generativen Design abgebildet werden?
- Wie kann ein lückenloser Daten- und Informationsaustausch sichergestellt werden?

Integration klassischer Fertigungstechnologien in Generatives Design zur Erweiterung des Einsatzgebietes über die Additive Fertigung hinaus.

TP 2: Automatisierte Bewertung der Bauteilenachhaltigkeit und Integration in das Generative Design (LSCAD, Universität Bayreuth)

Ausgangssituation:

- Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung nehmen einen immer größeren Bestandteil der Produktentwicklung ein.
- Eine automatisierte Nachhaltigkeitsbewertung ist nicht zufriedenstellend umgesetzt.

Forschungsfragen:

- Wie können Nachhaltigkeits- und Ressourcenschonungsstrategien automatisierte in den bestehenden Entwicklungsprozess integriert werden?
- Wie lassen sich diese Strategien in das Generative Design implementieren?

Automatisierte Nachhaltigkeitsbewertung von Bauteilen mit direkter Integration in das Generative Design und Vergleichsmöglichkeiten zu Bauteilen in klassischen Konstruktionsverfahren.

TP 3: Umformung maßgeschneiderter hybrider Halbzeuge – Tailor Additive Blanks (LFT, FAU Erlangen-Nürnberg)

- Leichtbau und somit belastungsspezifische Auslegung von Funktionsbauteilen als Antwort auf steigende Anforderungen bezüglich Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz
- Untersuchung des Einflusses additiver Verfahren auf den nachfolgenden Umformprozess
- Erarbeitung einer Methode zur Herstellung von Tailor Additive Blanks mittels Identifikation von Prozessfenstern
 - Erarbeitung eines Prozessfensters zum Aufbau additiver Strukturen auf einem Blechgrundkörper
 - Erarbeitung eines Prozessfensters zur Herstellung von Tailor Additive Blanks
 - Charakterisierung der Tailor Additive Blanks
- Übertragung der Erkenntnisse auf ein topologieoptimiertes Demonstratorbauteil



Schaffung eines Verständnisses für die Herstellung maßgeschneiderter hybrider Halbzeuge

TP 4: Ressourcenschonende Serienfertigung von Gussteilen mit 3D-gedruckten Kernpaketen

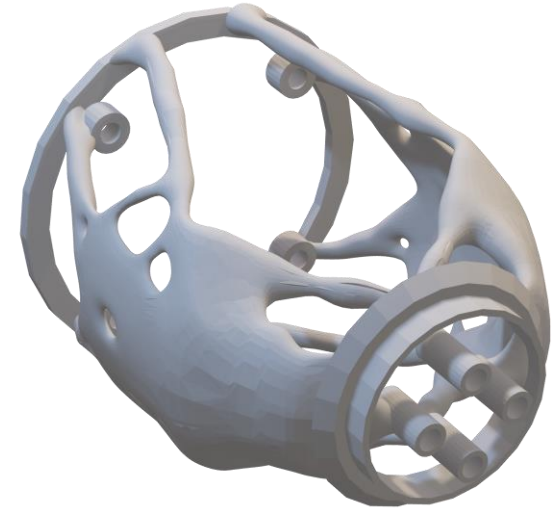
- Spezifizierung von Funktionsanforderungen und Gestaltungsregeln zur Bauteil- und Formauslegung in der Gießereitechnik
Benchmark verschiedene Gießverfahren
- Generative Design 3D-gedruckter Gießformen
Automatisierte Auslegung von Gießsystemen (Formfüllung, Erstarrung)
Automatisierte Zerlegung in Schichten für einfache Handhabung und Reinigung
Reduktion des Bindemittleinsatzes im 3D-Druck (topologieoptimierte Form, Schalenkonzepte)
Materialoptimierung zur Reduktion von Anhaftungen
- Neuartige Konzepte zur Fertigung komplexer Bauteile und Optimierung der Gießerei-Prozessketten
Übertragung auf industriellen Einsatz und konventionelle Gießverfahren
Automatisierung (Formreinigung, Schichten)



Nachhaltige und komplexe Bauteile durch optimierte Gießprozessgestaltung

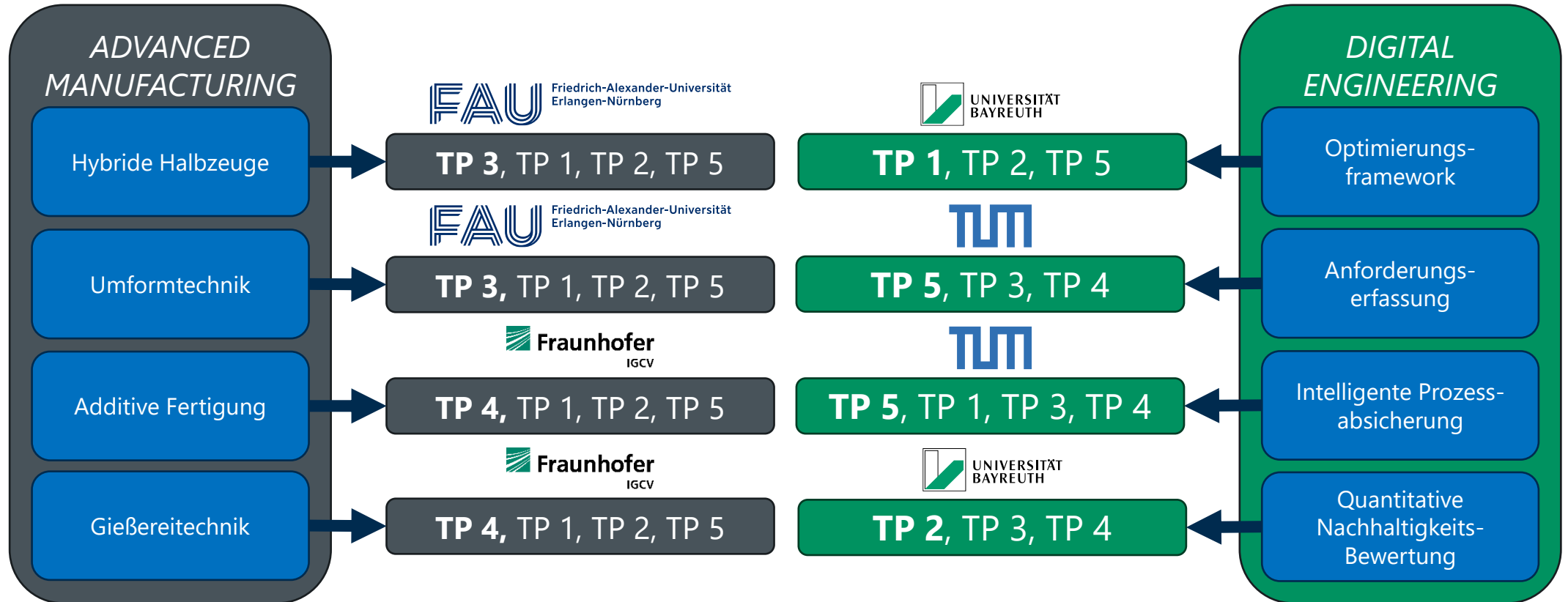
TP 5: Montage- und Fertigungsgerechte Topologie-Optimierung (LPL, Technische Universität München)

- Topologie-Optimierung für ausgewählte **Fertigungsverfahren** mit mittlerer (Massivumformung, Guss, Druckguss, Spritzguss) oder hoher (additive Fertigung) Formgestaltungsfreiheit.
- **Anforderungserfassung**: Überführung vielfältiger Anforderungen an Bauteile in eine für das Generative Design geeignete Form.
- Berücksichtigung von Verbindungstechnik (Verschraubungen) in der Topologie-Optimierung.
- Einbindung von Fragestellungen der **industriellen Projektpartner**.
- Validierung anhand von **Anwendungsfällen** aus der Praxis.



Systematisierung der Anforderungserfassung und Entwicklung von Optimierungsmethoden für eine Montage- und Fertigungsgerechte Topologie-Optimierung.

Organisation der Kernthemen in Arbeitspaketen



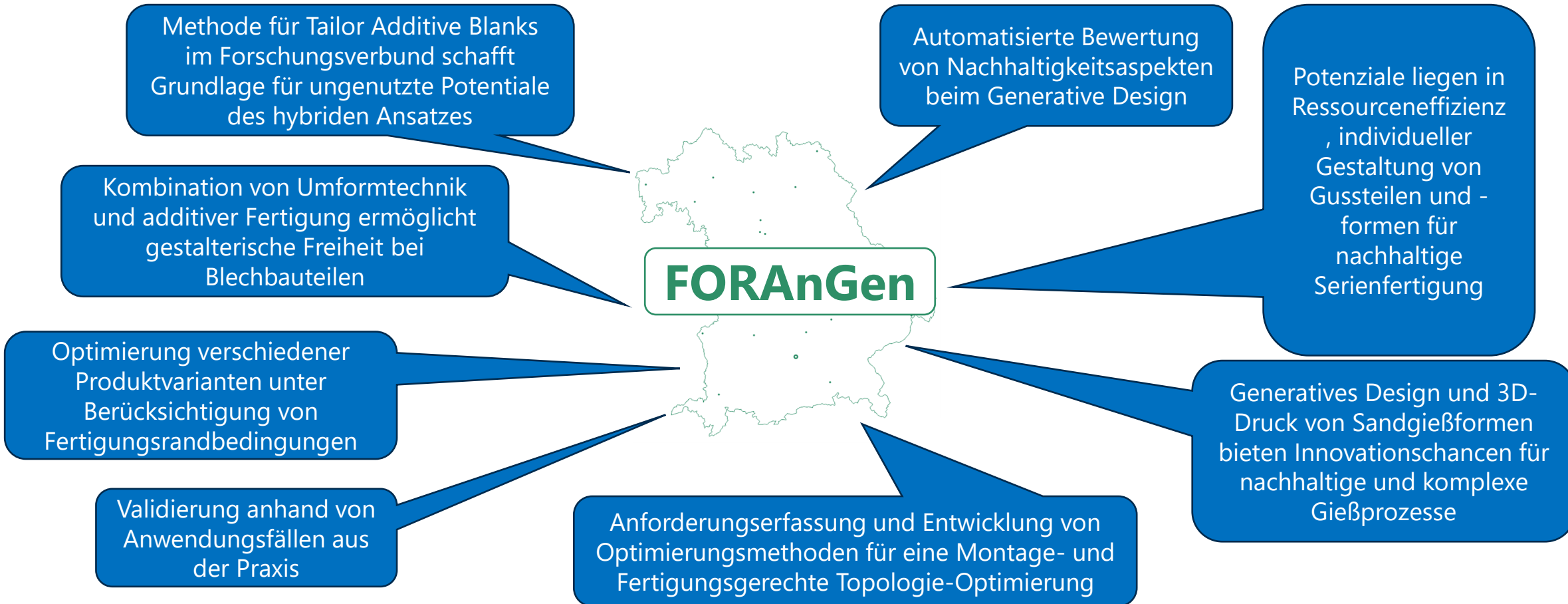
Wechselwirkungen in der Verbundstruktur

Give & Take Matrix

Give and Take Matrix

		To				
From	Gives	TP 1	TP 2	TP 3	TP 4	TP 5
	TP 1	Takes	Durchgängige Optimierungsumgebung, lückenloser Information- & Datenaustausch	Durchgängige Integration der Fertigung und Umformung hybrider Halbzeuge in das Generative Design	Schnittstelle zur Integration von innovativen Gießverfahren	Durchgängige Optimierungsumgebung, lückenloser Information- & Datenaustausch
	TP 2	Implementierung metamodelbasierter Abschätzung des CO ₂ -Fußabdrucks	Takes	Methodik zur Abschätzung des CO ₂ -Fußabdrucks bei der Fertigung und Umformung hybrider Halbzeuge	Methodik zur Abschätzung des CO ₂ -Fußabdrucks innovativer Gießverfahren	Relevante Anforderungen zur Integration der CO ₂ -Bewertungsstrategie
	TP 3	Prozesswissen und -daten aus Realversuchen, agile Validierung und Rückmeldung	Erfasste Prozessdaten und -parameter zur Abschätzung des CO ₂ -Fußabdrucks	Takes	Vergleich entwickelter Methoden, Identifikation von Synergien zur Modellbeschreibung	Relevante Anforderungen zur Optimierung der Herstellung und Umformung hybrider Halbzeuge
	TP 4	Integration von innovativen Gießverfahren in das Generative Design, iterative Validierung und Feedback	Relevante Prozessdaten und -parameter zur Abschätzung des CO ₂ -Fußabdrucks	Vergleich entwickelter Methoden, Identifikation von Synergien zur Modellbeschreibung	Takes	Relevante Anforderungen zur Optimierung innovativer Gussbauteile
	TP 5	Implementierung der Anforderungserfassung und Berücksichtigung der Verbindungstechnik im Generative Design	Methodik zur geeigneten Beschreibung der Anforderungen zur Abschätzung des CO ₂ -Fußabdrucks	Methodik zur geeigneten Beschreibung der Anforderungen zur Optimierung der Umformung hybrider Halbzeuge	Integration von innovativen Gießverfahren in das Generative Design und geeignete Beschreibung der Anforderungen	Takes

Erwartete Innovationen



Haben Sie Interesse am Forschungsverbund? Dann melden Sie sich bei



Dr.-Ing. Tobias Rosnitschek

Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD, Universität Bayreuth

tobias.rosnitschek@uni-bayreuth.de

Tel.: 0921-55-7537