



Technische
Universität
Braunschweig



Produktarchitekturgestaltung unter Berücksichtigung additiver Fertigungsverfahren

Timo Richter, Hagen Watschke, David Inkermann und Thomas Vietor

30. Juni 2016

Technische Universität Braunschweig

- Gründung: 1745 als Collegium Carolinum
- Studenten: 19.500
- Wissenschaftliches Personal: 2.500



Institut für Konstruktionstechnik (IK)

- Gründung: 1966 von Prof. Karlheinz Roth
- ab 1988 geleitet von Prof. Hans-Joachim Franke
- ab 2009 geleitet von Prof. Thomas Vietor
- ab 2013 verstärkt durch Prof. Sabine C. Langer

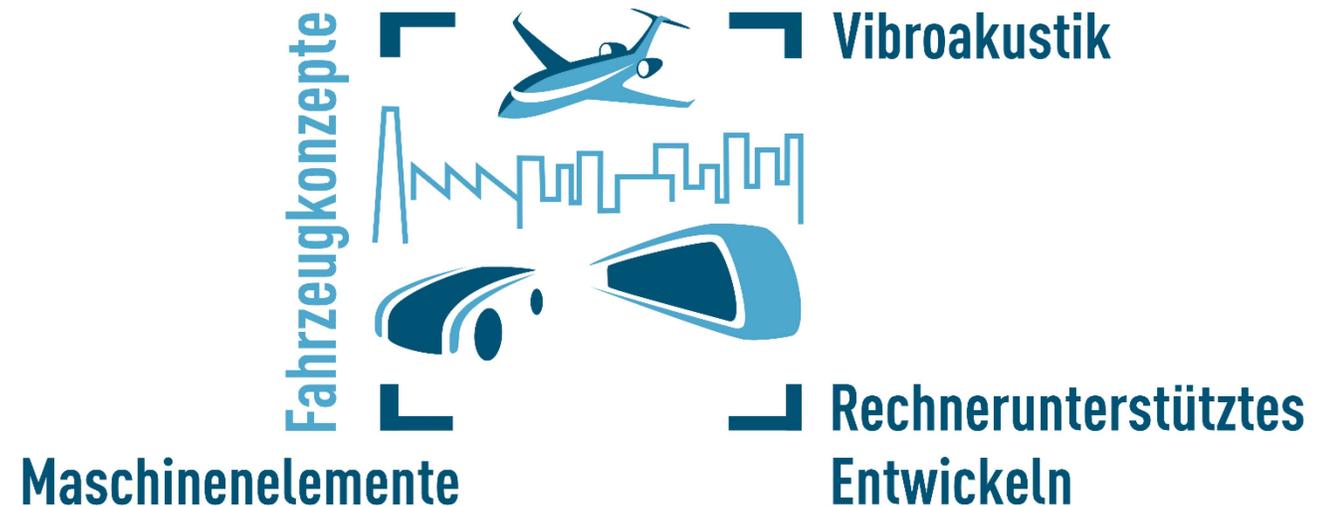


Thomas Vietor

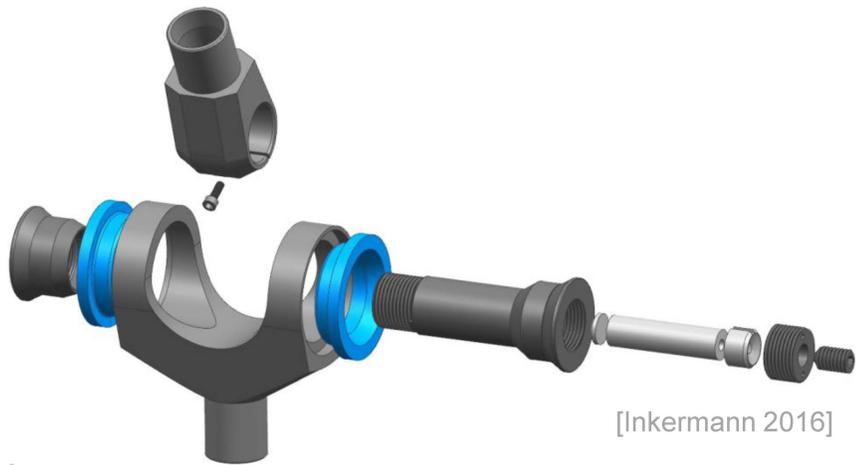


Sabine C. Langer

Konstruktionsmethodik



Motivation – Produktarchitektur und additive Fertigungsverfahren?



konventionell gefertigtes Produkt

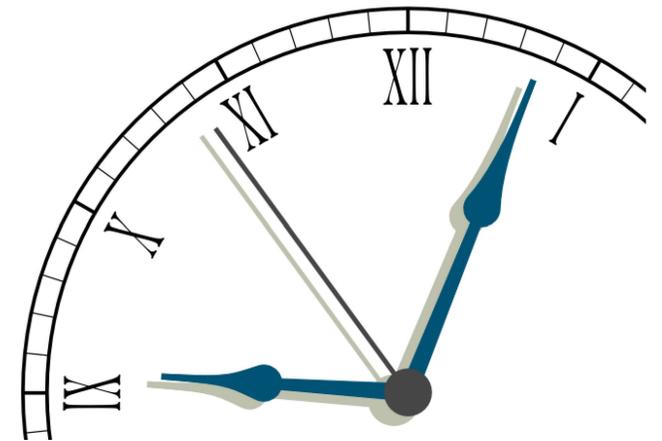


additiv gefertigtes Produkt

Wie können Potentiale additiver Fertigungsverfahren bei der Produktarchitekturgestaltung systematisch berücksichtigt werden?

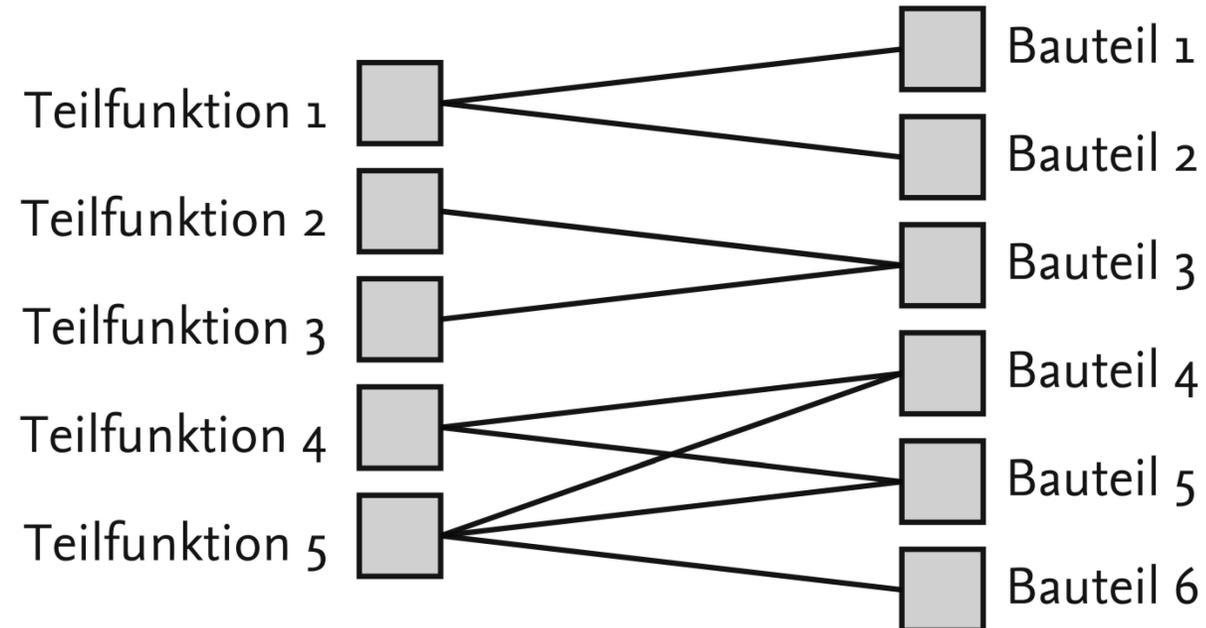
Agenda

- Produktarchitektur und Potentiale additiver Fertigungsverfahren
- Rahmenwerk zur integrierten Produktarchitekturgestaltung
- Prinzipien durch Anwendung additiver Fertigungsverfahren
- Anwendungsbeispiel adaptives Robotergelenk
- Fazit und Ausblick

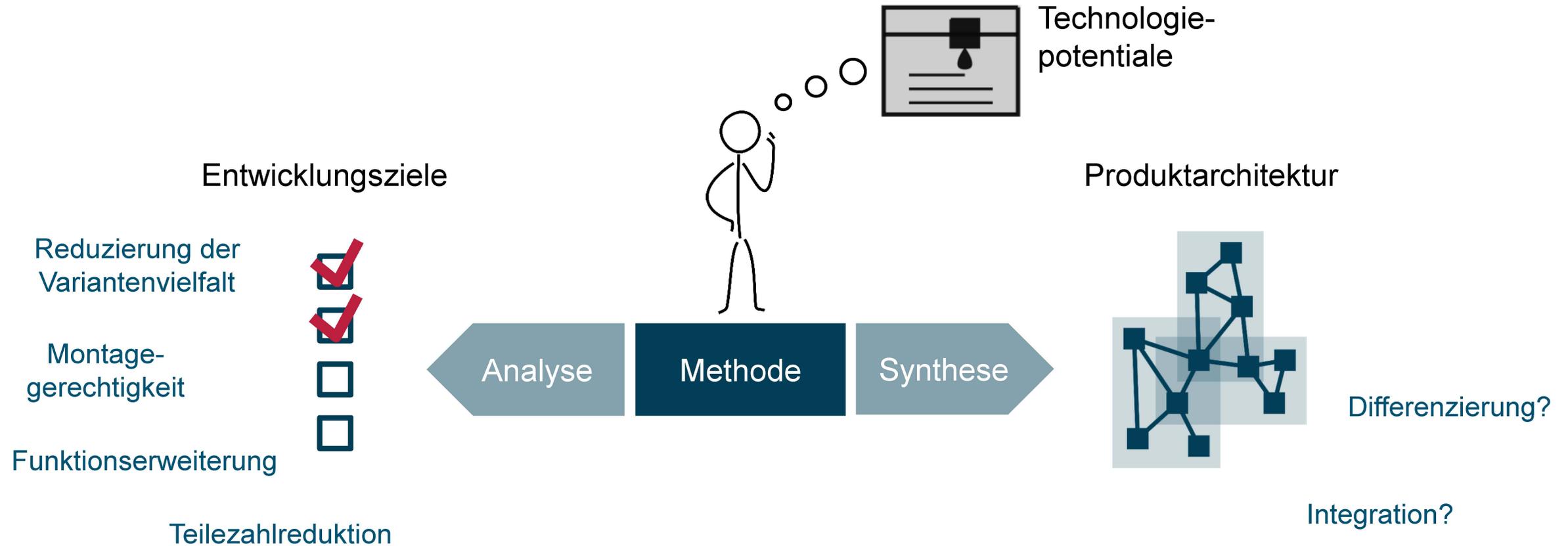


Produktarchitektur

Die Produktarchitektur ist ein Modell, welches die Funktions- und Baustruktur eines Produkts sowie deren Verknüpfungen abbildet.

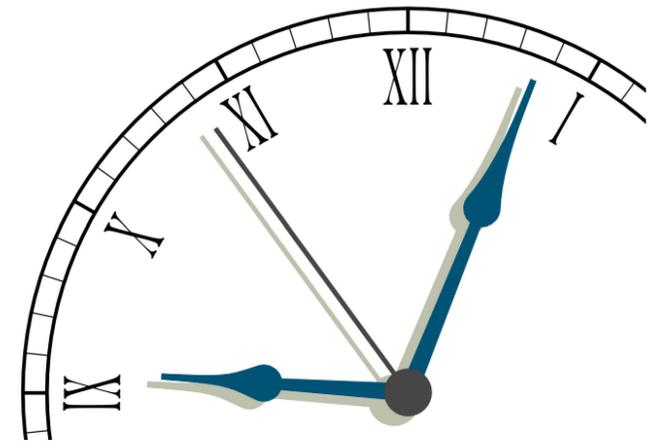


Methoden in der Produktarchitekturgestaltung

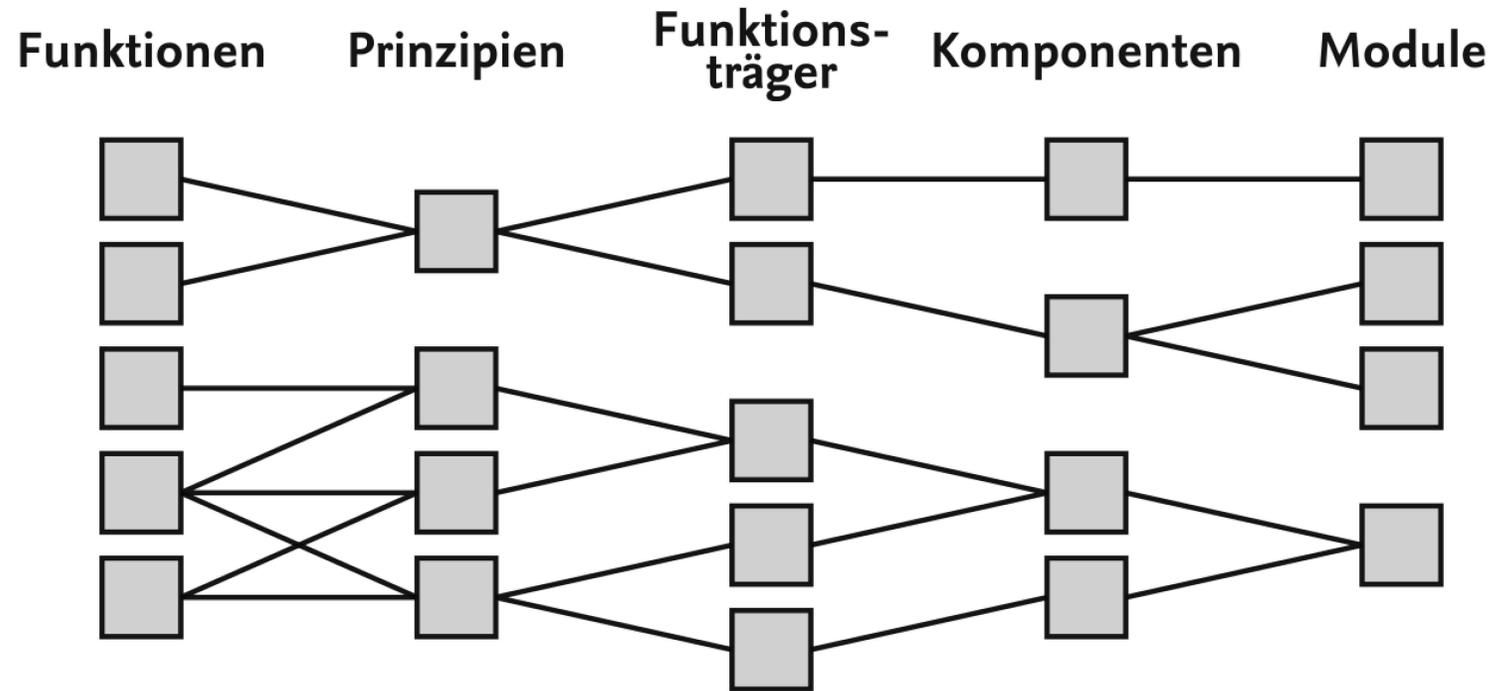


Agenda

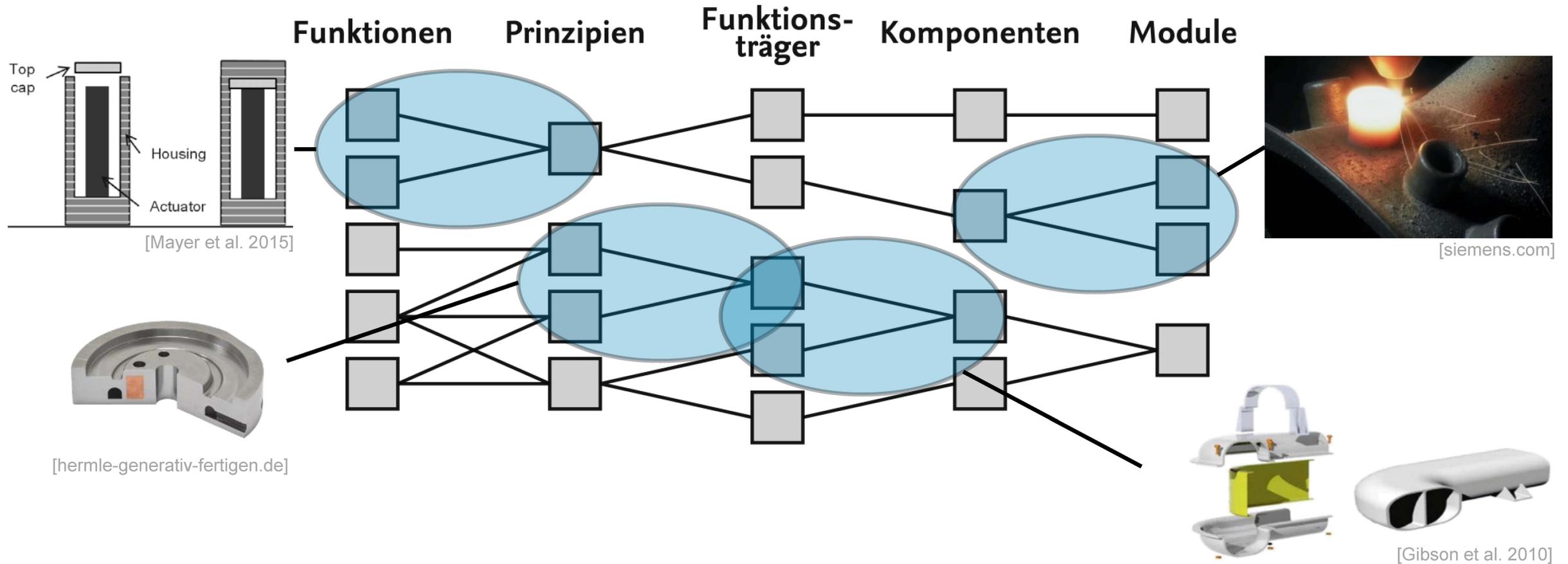
- Produktarchitektur und Potentiale additiver Fertigungsverfahren
- **Rahmenwerk zur integrierten Produktarchitekturgestaltung**
- Prinzipien durch Anwendung additiver Fertigungsverfahren
- Anwendungsbeispiel adaptives Robotergelenk
- Fazit und Ausblick



Ebenen der Produktarchitekturgestaltung

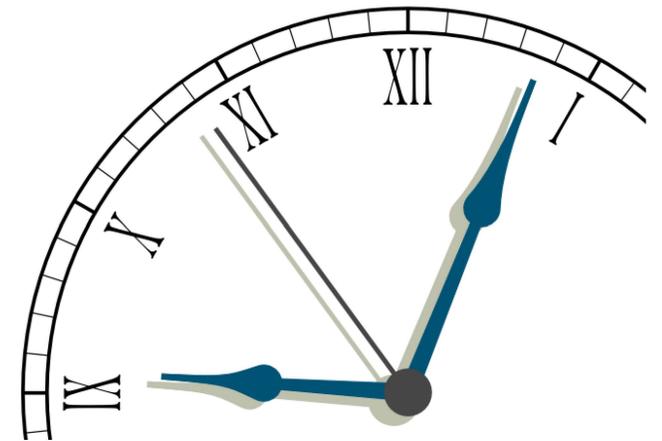


Exemplarische Einordnung der Technologie-Potentiale

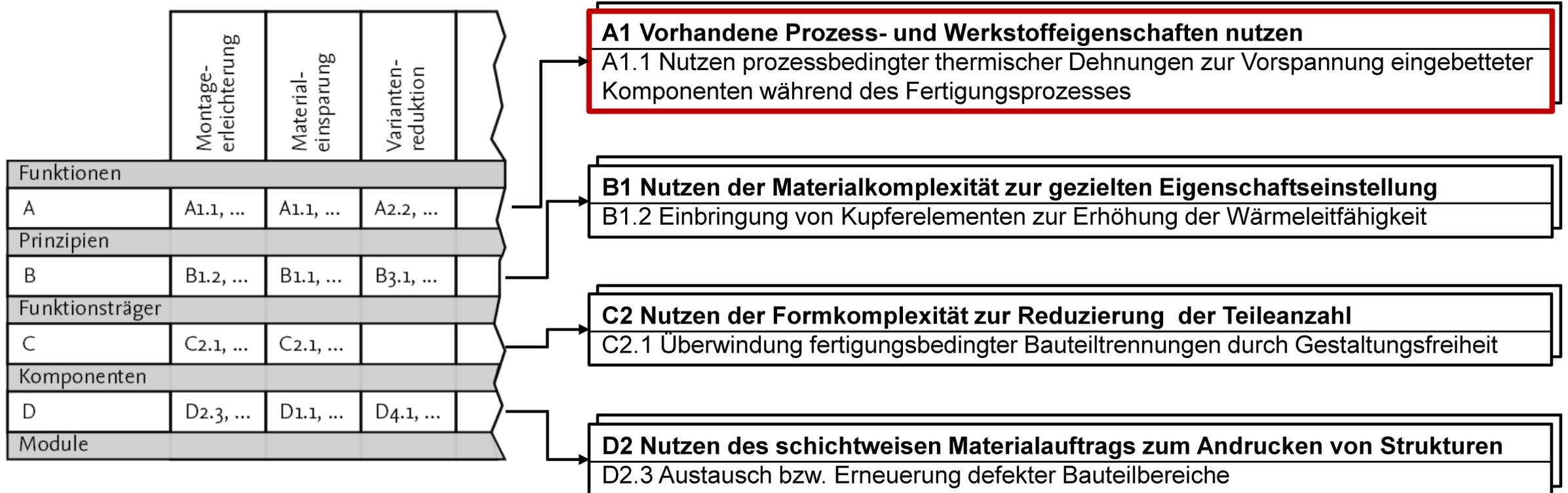


Agenda

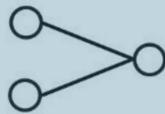
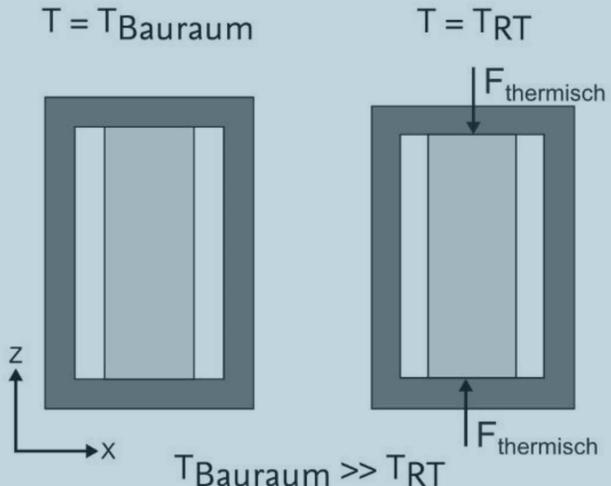
- Produktarchitektur und Potentiale additiver Fertigungsverfahren
- Rahmenwerk zur integrierten Produktarchitekturgestaltung
- **Prinzipien durch Anwendung additiver Fertigungsverfahren**
- Anwendungsbeispiel adaptives Robotergelenk
- Fazit und Ausblick



Beispiele für Prinzipien

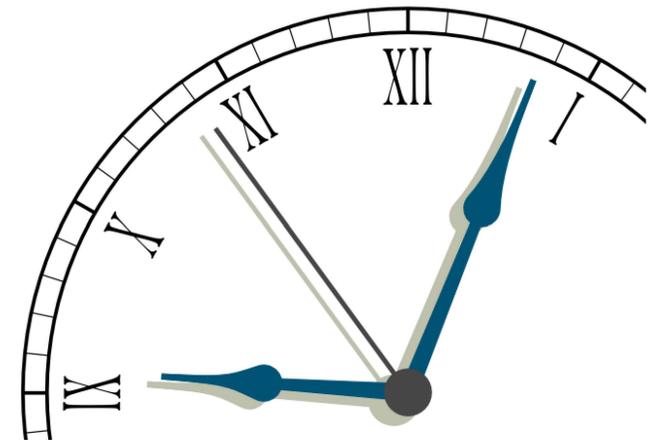


Exemplarischer Ausschnitt aus dem Prinzipienkatalog

A1	Vorhandene Prozess-und Werkstoffeigenschaften nutzen	Basisprinzip: Funktion 1  Prinzip 1 Funktion 2
A1.1	Nutzen prozessbedingter thermischer Dehnungen zur Vorspannung eingebetteter Komponenten während des Fertigungsprozesses	
Prinzipbeschreibung: Der schichtweise Aufbau der additiven Fertigung erlaubt durch die Unterbrechung des Bauprozesses eine Integration von Komponenten in die vorhandene Bauteilstruktur. Infolge des Materialaufschmelzens (z.B. Metall oder Kunststoff) sowie der Bauraumtemperierung wird das Bauteil während der Fertigung erwärmt. Der Effekt der materialspezifischen thermischen Wärmeausdehnung kann zur Ein- bzw. Vorspannung der integrierten Komponenten genutzt werden.		
Zuordnung zu konstruktiven Zielen: - Montageerleichterung - Bauraumeinsparung - Gewichtsreduktion - Sicherheitserhöhung - ...	Zuordnung zu den Fertigungstechn.: - Selektives Lasersintern (SLS) - Selektives Laserschmelzen (SLM) - Fused Layer Modeling (FLM)	

Agenda

- Produktarchitektur und Potentiale additiver Fertigungsverfahren
- Rahmenwerk zur integrierten Produktarchitekturgestaltung
- Prinzipien durch Anwendung additiver Fertigungsverfahren
- **Anwendungsbeispiel adaptives Robotergelenk**
- Fazit und Ausblick

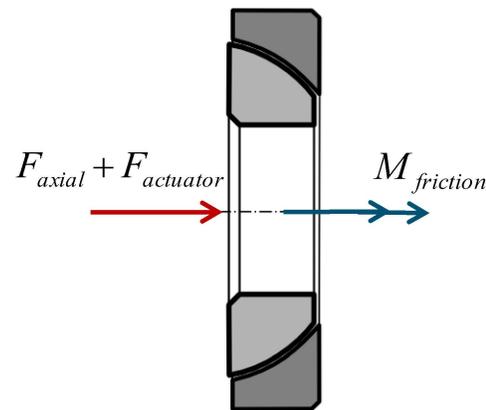


Anwendungsbeispiel: Adaptives Robotergelenk

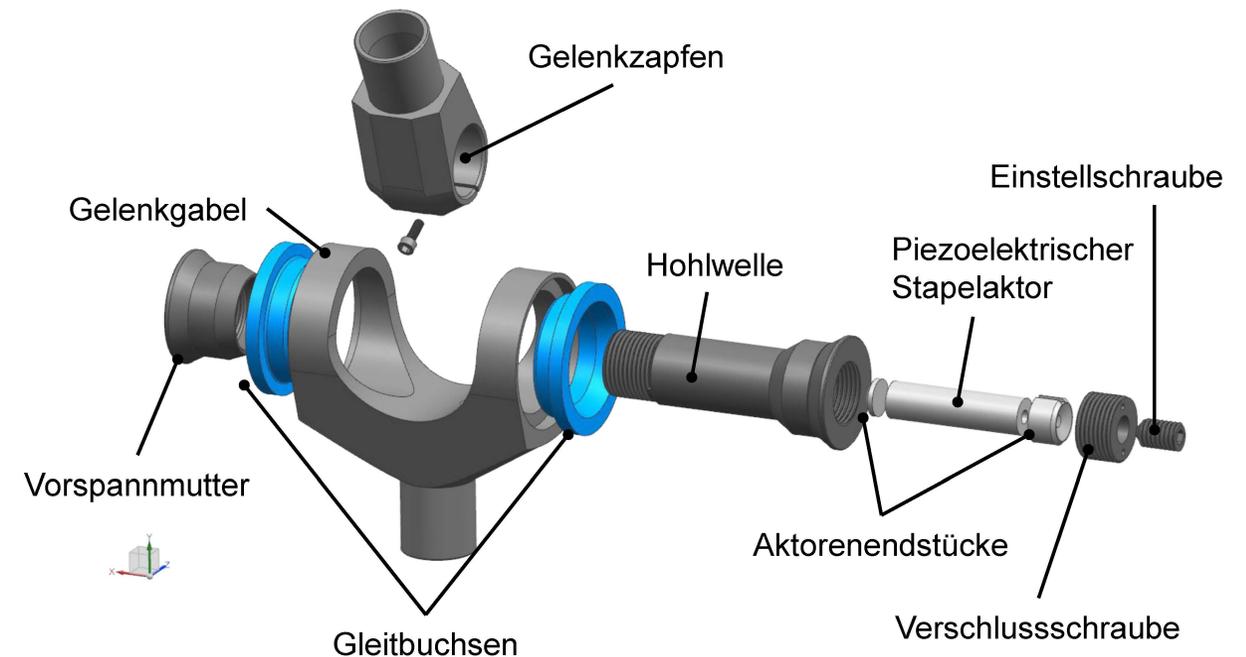
Anforderungen an passive Parallelrobotergelenke

- hohe Präzision: statische Steifigkeit und ein geringes Spiel
- hohe Agilität: geringe Reibung und niedriger Verschleiß sowie geringer Bauraum und geringes Gewicht

Wirkprinzip „quasistatische Spieleinstellung“ als Grundlage für adaptive Robotergelenke



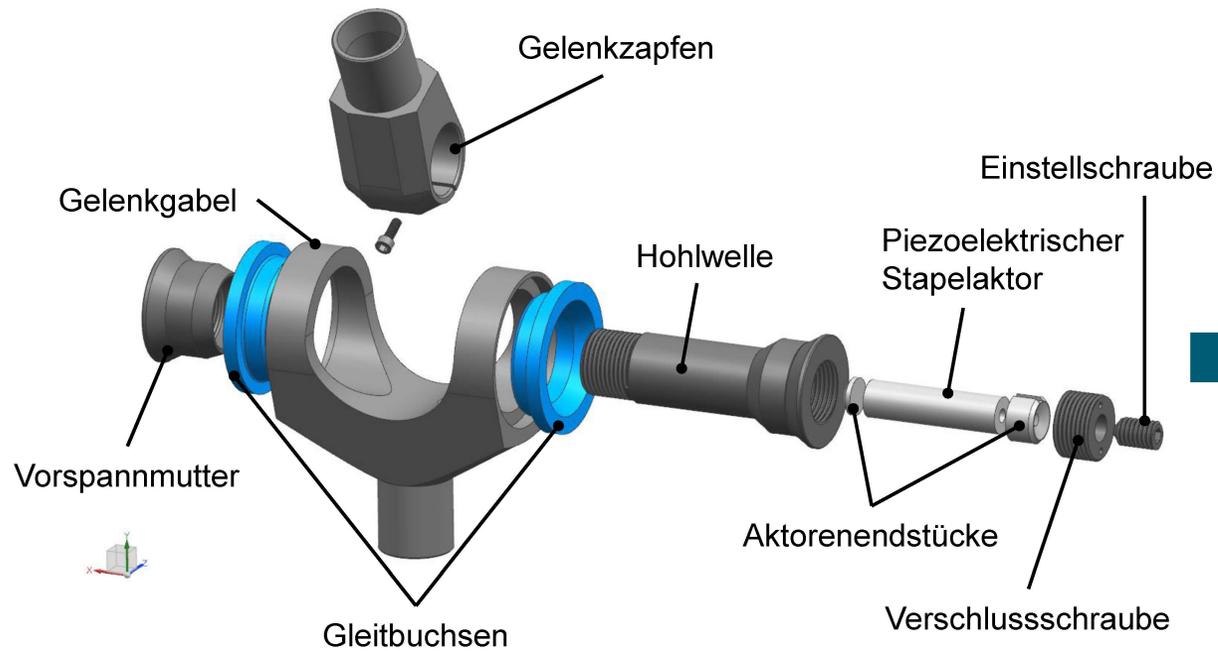
- Variation von Reibung und Steifigkeit durch axial wirkende Aktorkraft



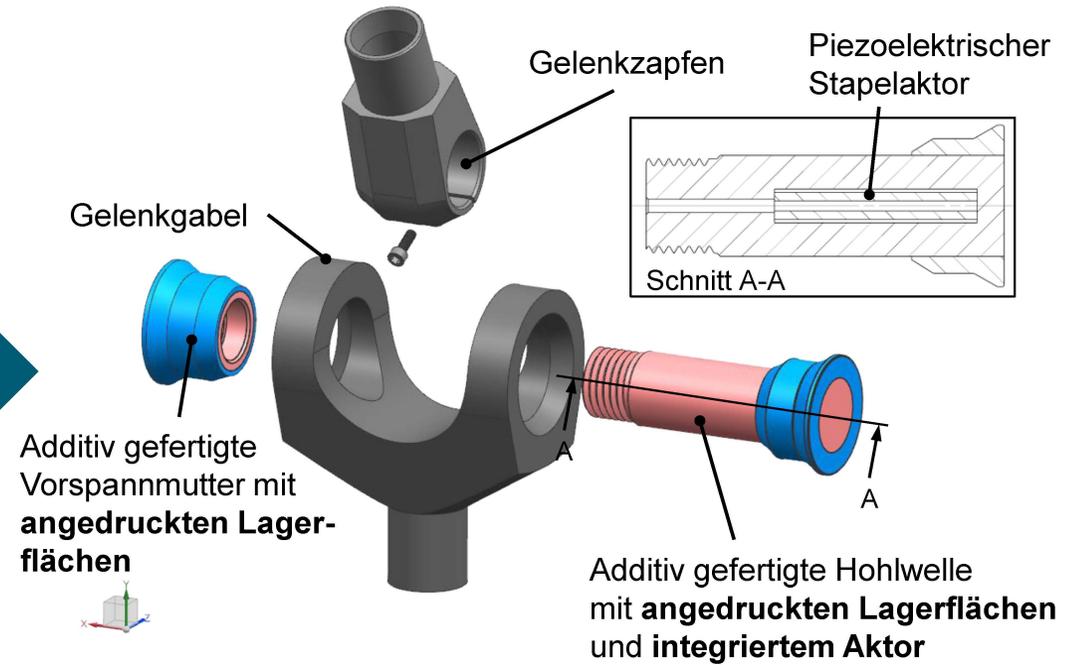
[Inkermann 2016]

Anwendungsbeispiel: Adaptives Robotergelenk

CAD-Modell des konventionell gefertigten Funktionsmusters

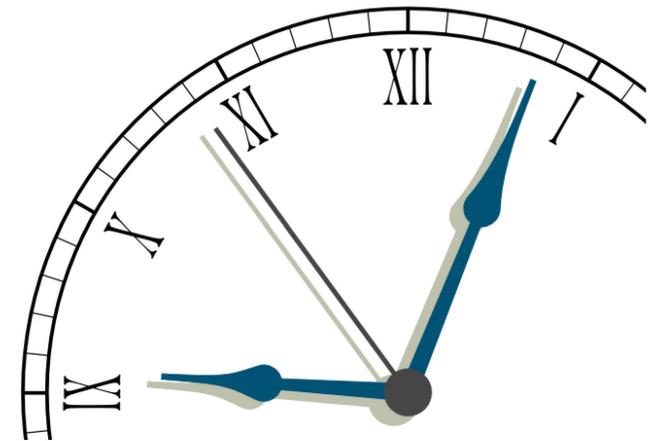


CAD-Modell für die additive Fertigung



Agenda

- Produktarchitektur und Potentiale additiver Fertigungsverfahren
- Rahmenwerk zur integrierten Produktarchitekturgestaltung
- Prinzipien durch Anwendung additiver Fertigungsverfahren
- Anwendungsbeispiel adaptives Robotergelenk
- **Fazit und Ausblick**



Fazit und Ausblick

Was wurde gezeigt / erreicht?

- additive Fertigungsverfahren besitzen **Potentiale**, die bei der Produktarchitekturgestaltung berücksichtigt werden sollten
- Zugriff auf Technologie-Potentiale wird durch **Rahmenwerk zur Produktarchitekturgestaltung** erleichtert
- ausgehend von den Basisprinzipien Integration und Differenzierung wurde ein **Prinzipienkatalog** vorgestellt
- die **Anwendung** wurde am Beispiel eines adaptiven Robotergelenks gezeigt

Was sind nächste Schritte?

- Implementierung der vorgestellten Methodik in der Industrie
- Entwicklung eines allgemeinen Vorgehens zur zielorientierten Produktarchitekturgestaltung
- Erweiterung des Prinzipienkatalogs
- Validierung des gezeigten Anwendungsbeispiels durch Realisierung und Test eines Funktionsmusters



Technische
Universität
Braunschweig



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit