

Identifizierung geeigneter Bauteile für die additive Fertigung

Am Beispiel der Ersatzteilversorgung
für Investitionsgüter

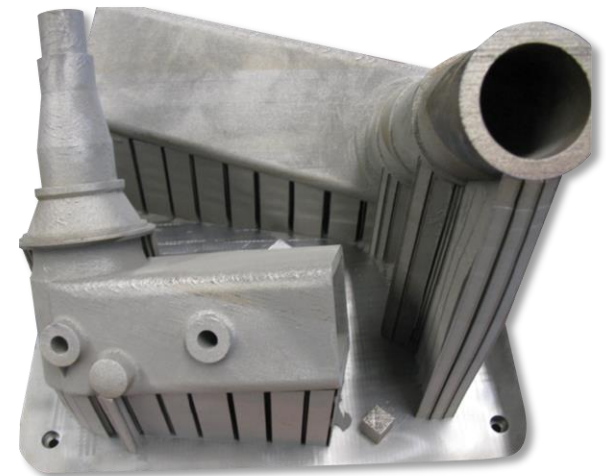
„Additive Fertigung: Chancen und Herausforderungen durch 3D-Druck“

16.03.2017, Ludwigshafen am Rhein

- **Einleitung und Motivation**
- **Einsatz der additiven Fertigung für die Ersatzteilversorgung**
- **Zusammenfassung und Ausblick**
- **Arbeitsgruppe und Kooperationsmöglichkeiten**

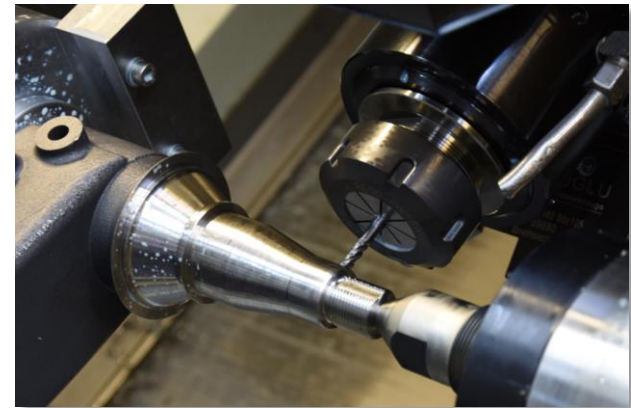
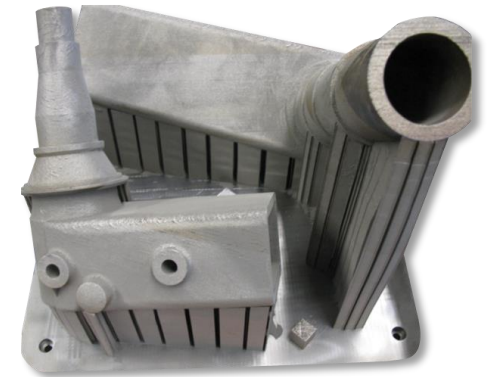
Möglichkeiten und Stärken der Technologie

- Werkzeuglose und endkonturnahe Bauteilfertigung
- Theoretisch beliebig komplexe Geometrien realisierbar
- Konturnahe Umsetzung von numerisch optimierten Bauteilen
- Kurze Zeiträume zwischen Entwicklung und fertigem Bauteil
- Einzelstücke und Kleinserienfertigung
- Integralbauweise
- Funktionsintegration
- ...



Restriktionen der Technologie und Herausforderungen

- Bauteilgröße und Werkstoffspektrum beschränkt
- Lange Fertigungszeiten bei großen Bauteilen
- Geringerer Automatisierungsgrad
- Spezifisches Werkstoffverhalten
- Oberflächengüte und Maßhaltigkeit
- Nachbearbeitungsaufwand
- Fehlende Erfahrung
- Fehlende Regelwerke



Hauptanwendungsgebiete der Technologie

- Luft-/Raumfahrtindustrie → Serienbauteile
- Werkzeug- und Formenbau → Optimierte Werkzeuge/Formen
- Automobilindustrie → Prototypenbau, Rennsportteile
- Gießereitechnik → Sand- und Feingussformen
- Medizintechnik → Serienbauteile (Implantate, Prothesen)
- Ausbildung → Anschauungsobjekte, Übungsmodelle



Branchenübergreifend wird ein z.T. erheblicher Mehrwert durch additive Fertigung erzielt

Quelle: VDI, Handlungsfelder Additive Fertigungsverfahren

Mehrwert durch additive Fertigung

- Kosten-/Ressourceneinsparung bei Herstellung/Betrieb
- Verbesserung der Produkteigenschaften
- Kundenangepasste Produkte bei gleichem Aufwand
- Beschleunigung der Produktentwicklung/Produktentstehung

Identifizierung des Mehrwerts

- Betrachtung des gesamten Produktlebenszyklus und des Gesamtsystems
- Betrachtung nicht nur der reinen Fertigungskosten
- Kein Substitutionsdenken

Quelle: VDI, Handlungsfelder Additive Fertigungsverfahren

- **Einleitung und Motivation**
- **Einsatz der additiven Fertigung für die Ersatzteilversorgung**
- **Zusammenfassung und Ausblick**
- **Arbeitsgruppe und Kooperationsmöglichkeiten**

- Einleitung und Motivation
- **Einsatz der additiven Fertigung für die Ersatzteilversorgung**
 - Ersatzteilversorgungsproblematik bei Investitionsgütern
 - Identifizierung technisch-wirtschaftlich geeigneter Bauteile
 - Einsatzszenarien und Fertigungsstrategien
- Zusammenfassung und Ausblick
- Arbeitsgruppe und Kooperationsmöglichkeiten

Investitionsgüter

- Relativ geringe Stückzahlen
- Hoher Individualisierungsgrad
- Lange Lebensdauer
- Vielseitige Betriebsszenarien
- Beispiele
 - Anlagen der Energieversorgung
 - Anlagen in der chemischen Industrie
 - Land- und Baumaschinen
 - Spezial- und Militärfahrzeuge



Quelle: BASF SE



Quelle: Bundeswehr

Herausforderungen im Obsoleszenzmanagement

- Gewährleistung der Ersatzteilversorgung über langen Zeitraum
- Hohe Stillstandkosten, Vertragsstrafen, Folgeschäden
- Temporäre/dauerhafte Lieferengpässe sowohl extern als auch intern
- Werkzeuge, Vorrichtungen, Daten und Knowhow nicht mehr vorhanden



Mehrwert durch additive Fertigung!?

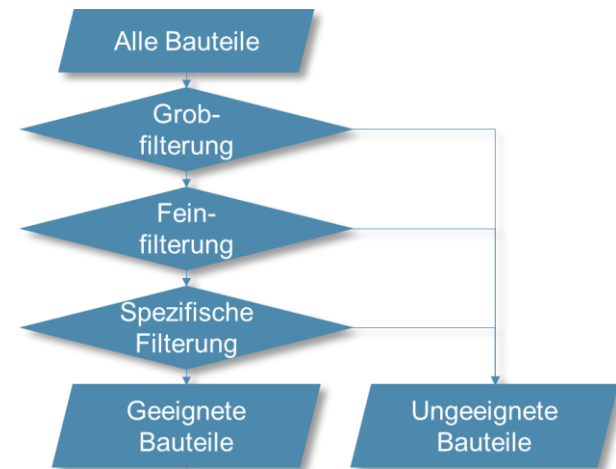


Identifizierung geeigneter Bauteile

- Einleitung und Motivation
- **Einsatz der additiven Fertigung für die Ersatzteilversorgung**
 - Ersatzteilversorgungsproblematik bei Investitionsgütern
 - Identifizierung technisch-wirtschaftlich geeigneter Bauteile
 - Einsatzszenarien und Fertigungsstrategien
- Zusammenfassung und Ausblick
- Arbeitsgruppe und Kooperationsmöglichkeiten

Identifizierung technisch-wirtschaftlich geeigneter Bauteile

- Analyse des Gesamtsystems
- Erfassung des Markts
- Definition von Bauteilmerkmalen
- Definition von Bewertungskriterien
- Erfassung der Bauteilmerkmale
- Bewertung der Bauteile



Praktische Umsetzung in einer Datenbank



Vorgehensweise entwickelt und validiert an einem Nutzfahrzeug mit ca. 2.000 Komponenten

Analyse des Gesamtsystems

- Betrachtung der globalen Fertigungsstrategie
- Schweißkonstruktion, Blechkonstruktion, Anteil Gussbauteile, ...
- Ursprünglich lohnintensive oder automatisierte Fertigung
- Größenspektrum der Bauteile des Gesamtsystems



Ergebnis bestimmt erheblich das Anwendungs- und Mehrwertpotenzial

Erfassung des Marktes

- Industriell eingesetzte Verfahren
- Industriell qualifizierte Werkstoffe
- Bauraumgrößen industrieller Anlagen

Definition von Bauteilmerkmalen (Auszug)

- Fertigungstiefe des Systemherstellers und Rechte am Produkt
- Bauteilabmessungen und ursprünglicher Werkstoff
- Standardisierungsgrad des Bauteils
- Bauteilcharakteristik nach konventionellen Fertigungsverfahren



Quelle: 3D Systems

Definition von Bewertungskriterien

- Bewertung der wirtschaftlichen Eignung erfolgt qualitativ durch Formulierung von individuellen Wirtschaftlichkeitsthesen
- Bewertung der technischen Eignung erfolgt auf Basis der aktuellen Marktsituation

Erfassung der Bauteilmerkmale

- Top-Down vs. Bottom-Up Strategie
- Datenbankbasiertes Erfassungssystem mit Eingabemaske

The screenshot shows a web-based input form titled "KIMA Eingabemaske zur Bauteilerfassung". The form is organized into several sections:

- Teil-ID:** Includes fields for "Bestimmung des Bauteils" (with a dropdown menu) and "Bauteil-Alternanzahl" (with a text input field).
- Maße:** Lists dimensions such as "Länge des Bauteils", "Breite des Bauteils", "Höhe des Bauteils", "Durchmesser", and "Gewicht", each with a corresponding input field.
- Verfügungstechnische Merkmale:** Contains checkboxes for "Bauteilmaterial", "Fälligkeit", "Wird als Normteil?", "Wird als Ersatzteil?", "Wird als Ersatzteil gefertigt", and "Wird als Ersatzteil".
- Werkstoffinformationen:** Includes fields for "Werkstoffname", "Werkstoffnummer", and "Gewicht des Bauteils".
- Terminale:** Features checkboxes for "Nachbearbeitung", "Trennungslinie", "Wird überflächenspezifisch?", "Wird form-spezifisch?", and "Wird lagerspezifisch?".
- Quelle:** Includes checkboxes for "Wird als Bauteil im Bestand?" and "Wird über die Zeichnung?".

Bewertung der Bauteile

- Darf das Bauteil aus rechtlichen Gründen eigenständig bzw. im Auftrag eines Dienstleister gefertigt werden?
- Handelt es sich bei dem Bauteil um ein Normteil oder klassisches Maschinenelement?
- Ist das Bauteil mit konventionellen Fertigungsverfahren einfach, schnell und kostengünstig herstellbar?
- Sind auf dem Markt entsprechende Anlagen vorhanden, um das Bauteil additiv zu fertigen? (Bauraumgröße, Werkstoff, ...)
- ...

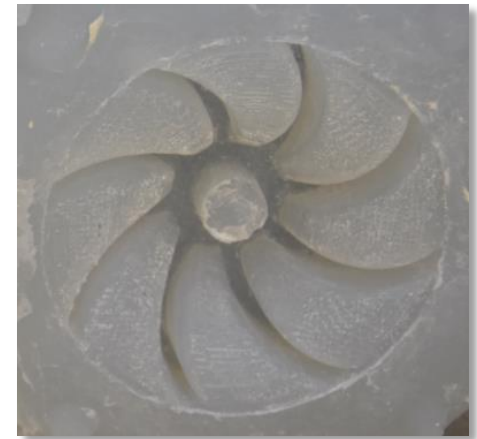
- Einleitung und Motivation
- **Einsatz der additiven Fertigung für die Ersatzteilversorgung**
 - Ersatzteilversorgungsproblematik bei Investitionsgütern
 - Identifizierung technisch-wirtschaftlich geeigneter Bauteile
 - Einsatzszenarien und Fertigungsstrategien
- Zusammenfassung und Ausblick
- Arbeitsgruppe und Kooperationsmöglichkeiten

Fertigungsstrategien

- Rapid Manufacturing (direkte Fertigung des Ersatzteils)
- Rapid Tooling (Fertigung der Gussform)
- Hybride Fertigung (kombinierte konventionelle und additive Fertigung)

Einsatzszenarien

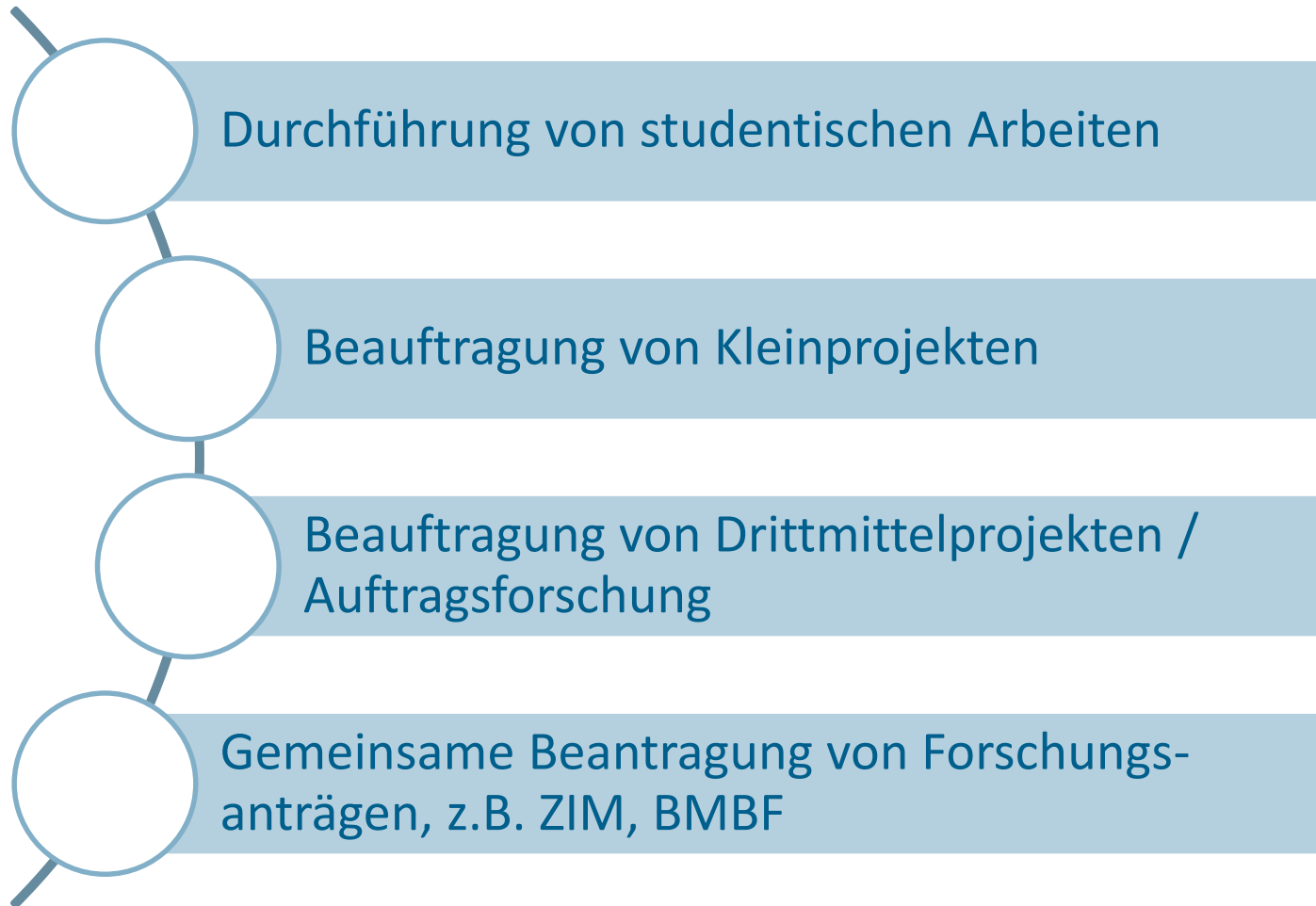
- Direktes Ersatzteil
- Temporäres Ersatzteil
- Modifiziertes Ersatzteil
- Bauteilreparatur



- **Einleitung und Motivation**
- **Einsatz der additiven Fertigung für die Ersatzteilversorgung**
- **Zusammenfassung und Ausblick**
- **Arbeitsgruppe und Kooperationsmöglichkeiten**

- Additive Fertigungstechnologie bietet prinzipiell vielfältige Einsatzmöglichkeiten im gesamten Maschinenbau
- Additive Fertigung ergänzend zu subtraktiven und formativen Verfahren einsetzen (kein Substitutionsdenken)
- Für einen wirtschaftlichen Einsatz der Technologie muss ein branchenspezifischer Mehrwert erzielt werden
- Für die Ersatzteilversorgung im Investitionsgüterbereich kann in vielen Fällen ein erheblicher Mehrwert gegeben sein → Individuelle Prüfung mit Identifikationsprozess erforderlich
- Für Neuentwicklungen Integration von branchenspezifischen Mehrwertkriterien in den Identifikationsprozesses

- **Einleitung und Motivation**
- **Einsatz der additiven Fertigung für die Ersatzteilversorgung**
- **Zusammenfassung und Ausblick**
- **Arbeitsgruppe und Kooperationsmöglichkeiten**



Dr.-Ing. Nicole Katharina Stephan

Lehrstuhl für Konstruktion im
Maschinen- und Apparatebau (KIMA)

Gottlieb-Daimler-Straße, Gebäude 42/168
67663 Kaiserslautern

Telefon: +49 631 205-3041
Telefax: +49 631 205-3730

stephan@mv.uni-kl.de
www.uni-kl.de/kima



- **Lehrstuhlleitung**
- **Projektkoordination**

Dipl.-Ing. Karsten Hilbert

Lehrstuhl für Konstruktion im
Maschinen- und Apparatebau (KIMA)

Gottlieb-Daimler-Straße, Gebäude 42/170
67663 Kaiserslautern

Telefon: +49 631 205-2648
Telefax: +49 631 205-3730

karsten.hilbert@mv.uni-kl.de
www.uni-kl.de/kima



- **Bauteilidentifizierung**
- **Auslegung und Simulation**

Dipl.-Ing. Maximilian Ley

Lehrstuhl für Konstruktion im
Maschinen- und Apparatebau (KIMA)

Gottlieb-Daimler-Straße, Gebäude 42/167
67663 Kaiserslautern

Telefon: +49 631 205-5221
Telefax: +49 631 205-3730

ley@mv.uni-kl.de
www.uni-kl.de/kima



- **Produktentwicklungsprozesse**
- **Bauteilfertigung**

Dipl.-Ing. Nils Buschhorn

Lehrstuhl für Konstruktion im
Maschinen- und Apparatebau (KIMA)

Gottlieb-Daimler-Straße, Gebäude 42/161
67663 Kaiserslautern

Telefon: +49 631 205-4207
Telefax: +49 631 205-3730

buschhorn@mv.uni-kl.de
www.uni-kl.de/kima



- **CSM-Simulation**
- **Strukturoptimierung**