

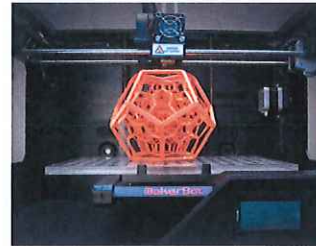


Lehrstuhl für Logistikmanagement

Universität St.Gallen



## «Potentiale und Auswirkungen additiver Fertigungsverfahren mit Bezug zur Supply Chain»



Prof. Dr. Erik Hofmann, M.Sc. Katrin Oettmeier  
Lehrstuhl für Logistikmanagement (LOG-HSG)  
Universität St.Gallen

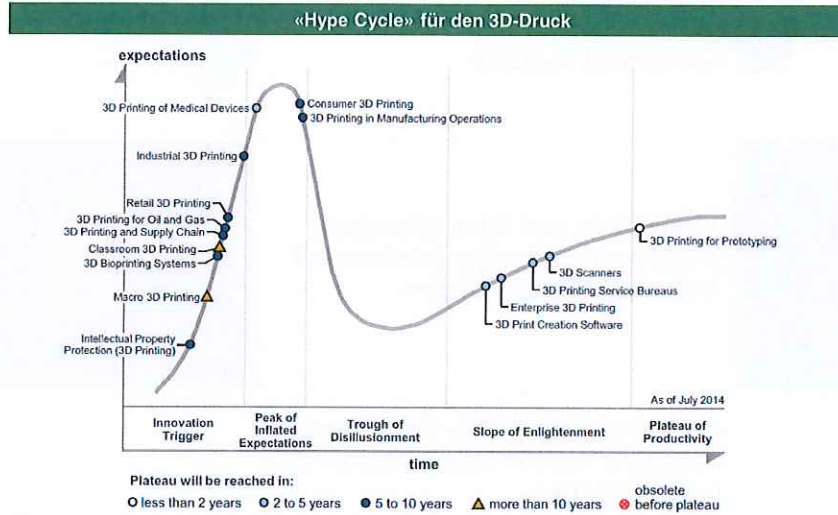
Zürich, 17. März 2016

Potentiale und Auswirkungen  
der additiven Fertigung  
E. Hofmann / K. Oettmeier  
17.03.2016  
Seite 2

## Agenda

- 1. Überblick über additive Fertigungstechnologien**
2. Anwendungs- und Potenzialfelder der additiven Fertigung
3. Auswirkungen der additiven Fertigung auf das Supply Chain Management
4. Chancen, Risiken sowie neue Anforderungen für die Förder- und Lagertechnik
5. Neues Forschungsfeld: Einkauf von additiv gefertigten Objekten

## Die additive Fertigung («3D-Druck») ist an sich nicht neu, populär wurde sie jedoch erst in den vergangenen Jahren



Derzeit gibt es einen regelrechten «Hype» um additive Fertigungsverfahren. Sowohl die industrielle Fertigung mittels additiver Verfahren als auch der 3D-Druck von privaten Haushalten erfährt ein grosses Medienecho.

## Bereits heute gibt es zahlreiche Unternehmen unterschiedlicher Branchen, die additive Fertigung betreiben

**Luft- und Raumfahrt**

Mehr als 300 «3D-Drucker» sind bei GE derzeit im Einsatz, insbesondere zur Fertigung von Kraftstoffdüsen

**Hörgeräte**

Über 10 Mio. Hörgeräte wurden bereits additiv gefertigt – AM wird mittlerweile bei 90% aller Hörgerätschalen eingesetzt

**Zahntechnik**

Mehr 30 Mio. additiv gefertigte Kronen, Kappen und Brücken in den letzten 6 Jahren

**Automotive**

Volvo Trucks nutzt AM zur Herstellung von Montagewerkzeugen

Schätzungen zufolge belief sich der Markt für Produkte und Dienstleistungen im Bereich AM weltweit auf über 1 Mrd. € in 2013. Dies entspricht einem Wachstum von 65.4% im Vergleich zum Vorjahr. Experten rechnen auch künftig mit starken Zuwächsen.

## AM ist die Weiterentwicklung von Rapid Prototyping – die Produktionsreife unterscheidet sich je nach Anwendungsfeld

### Hintergründe zu AM:

- AM wurde ursprünglich für den Bau von Prototypen entwickelt (Rapid Prototyping)
- 1987: erstes kommerzielles AM-System für Kunststoffe
- 1995: erstes kommerzielles AM-System für metallische Werkstoffe

### Produktionsreife von AM

- Derzeit verfügbare AM-Systeme sind primär nicht für die Serienfertigung entwickelt, sondern für den Prototypenbau
- Geringere Produktionsgeschwindigkeit bei Standardprodukten im Vergleich zu etablierten Technologien
- Begrenzte Auswahl an Materialien
- z.T. Mängel in der Oberflächenqualität
- Schwierigkeiten bei der Sicherstellung einer konstanten Bauteilqualität



Die additive Fertigung muss erst noch beweisen, dass sie in verschiedenen Anwendungsfeldern industrielle Bauteile wirtschaftlich, in hohen Stückzahlen und mit konstanter Qualität herstellen kann.

## Durch additive Fertigungstechnologien lassen sich komplexe, dreidimensionale Objekte auf Basis digitaler Modelle erstellen

Bei der additiven Fertigung (Additive Manufacturing, AM) wird auf Basis eines digitalen Blueprints ein dreidimensionales Objekt mit nahezu beliebiger Form erstellt. Das Material wird dabei «Schicht für Schicht» aufgetragen («gedruckt»).

### Stärken der additiven Fertigung (AM)

- Design- und Geometriefreiheit
- I.d.R. keine objektspezifischen Werkzeuge erforderlich
- Exzellente Leichtbaumöglichkeiten
- Geringer Materialausschuss
- Möglichkeit zur wirtschaftlichen Fertigung kleiner Stückzahlen
- Entwicklung, Design und Fertigung individueller Produkte
- Möglichkeit zur Bestandsreduzierung und Verkürzung von Supply Chains

### Materialien

- Keramik
- Metall
- Sand
- Kunststoff
- Wachs
- u.v.m.

Nutzung unterschiedlicher Materialien und Werkstoffe

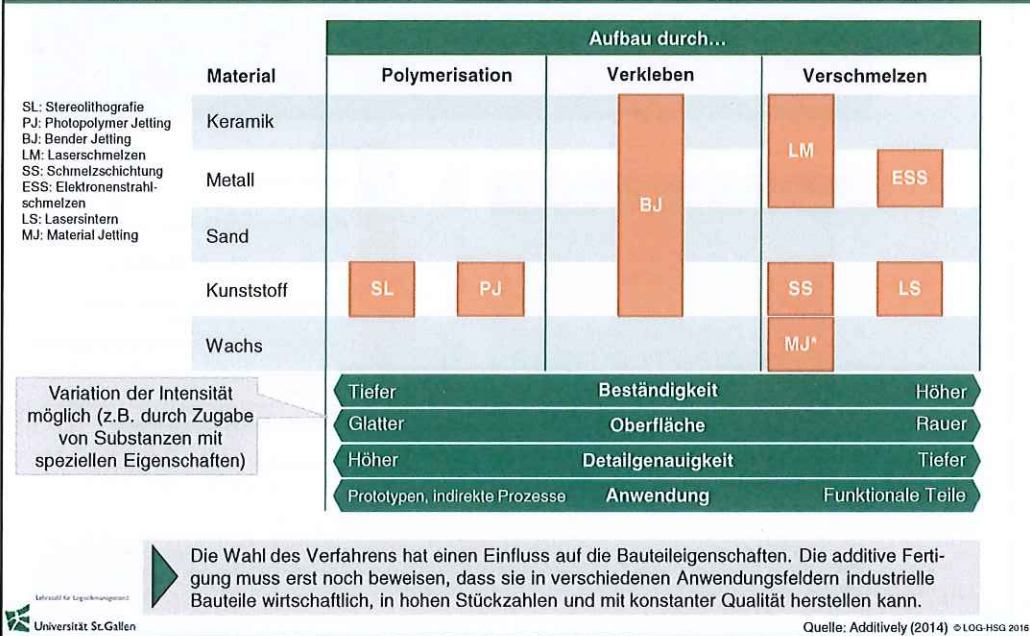
AM bezieht sich auf die Fertigung industrieller Produkte mittels additiver Verfahren

- ⇒ ≠ Prototypenbau (Rapid Prototyping)
- ⇒ ≠ privater «3D-Druck» zu Hause



Die Vielzahl an möglichen Werkstoffen und spezifischen Stärken von additiven Verfahren (z.B. Designfreiheit) machen AM für zahlreiche Branchen interessant – z.B. Automotive, Luft- und Raumfahrt, Konsumgüter und Medizintechnik.

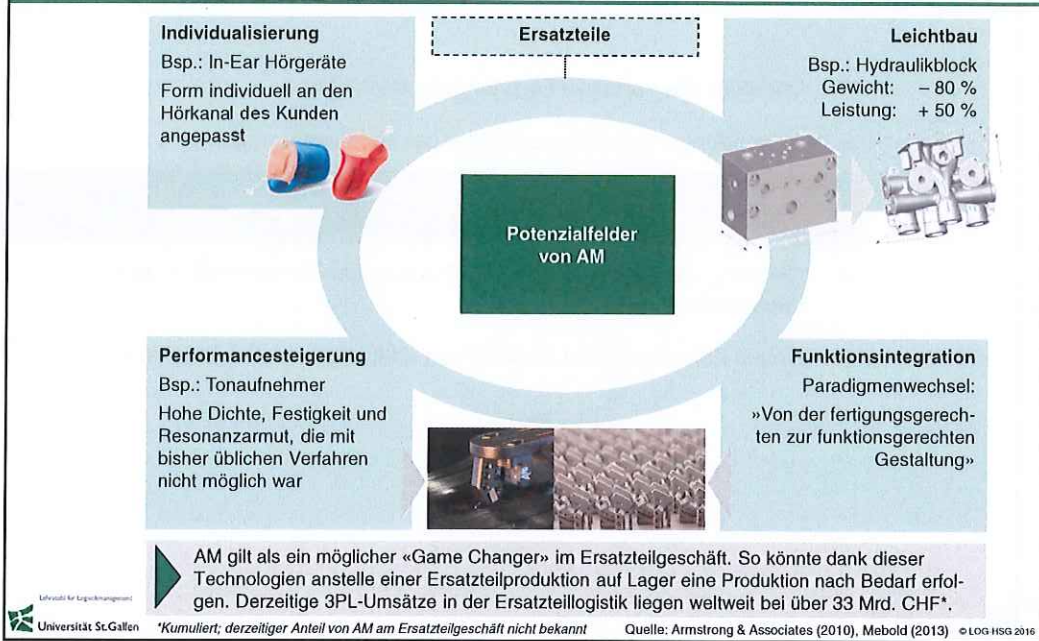
## Es gibt nicht nur «eine» Art um additiv zu fertigen, sondern ein ganzes Set unterschiedlicher additiver Fertigungstechnologien



## Agenda

1. Überblick über additive Fertigungstechnologien
- 2. Anwendungs- und Potenzialfelder der additiven Fertigung**
3. Auswirkungen der additiven Fertigung auf das Supply Chain Management
4. Chancen, Risiken sowie neue Anforderungen für die Förder- und Lagertechnik
5. Neues Forschungsfeld: Einkauf von additiv gefertigten Objekten

## Potenzialfelder für AM sind Individualisierung, Leichtbau, Performancesteigerung, Funktionsintegration oder Ersatzteile



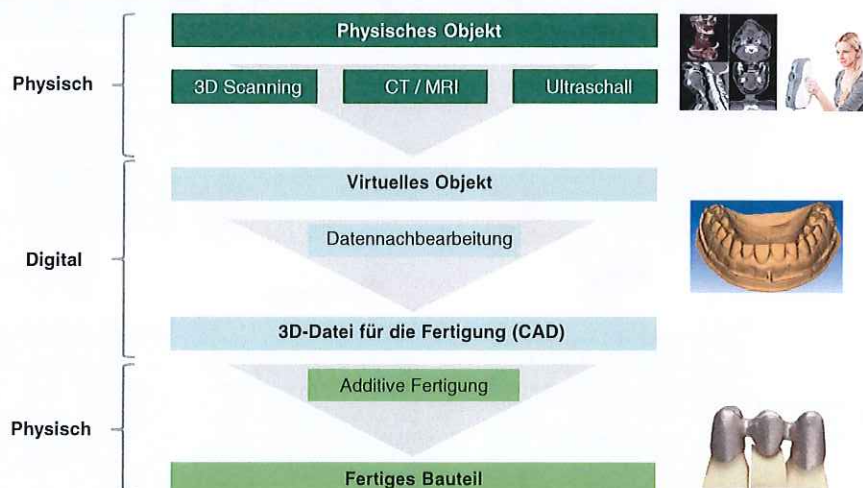
## Bereits heute gibt es konkrete Anwendungsfälle in verschiedenen Branchen – der Durchdringungsgrad ist meist noch gering



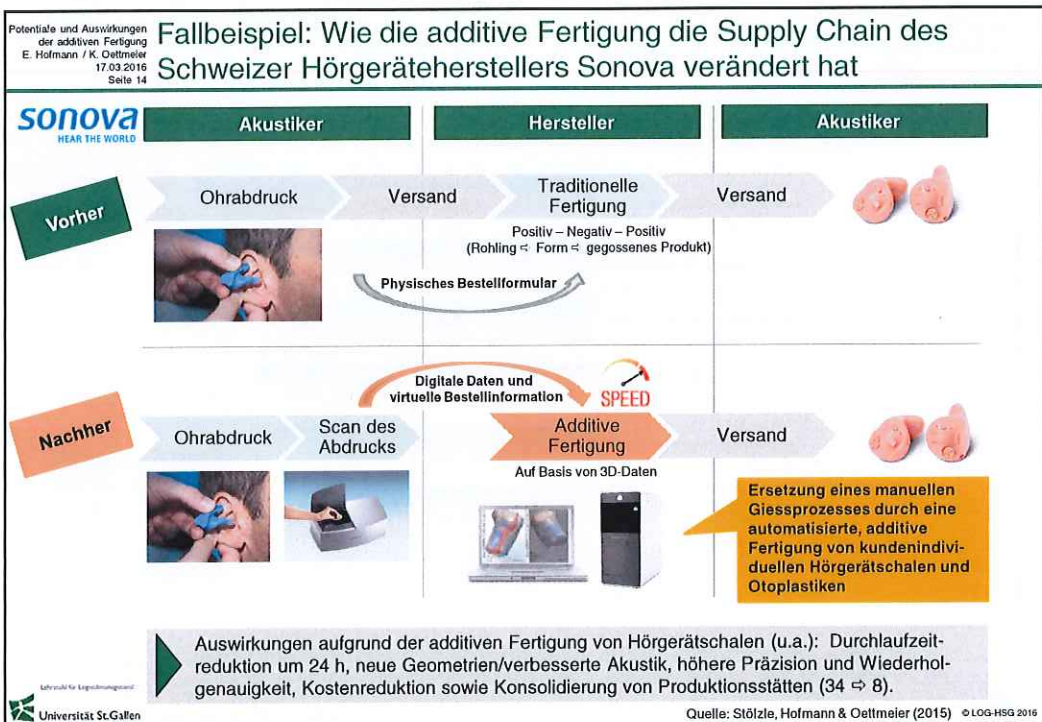
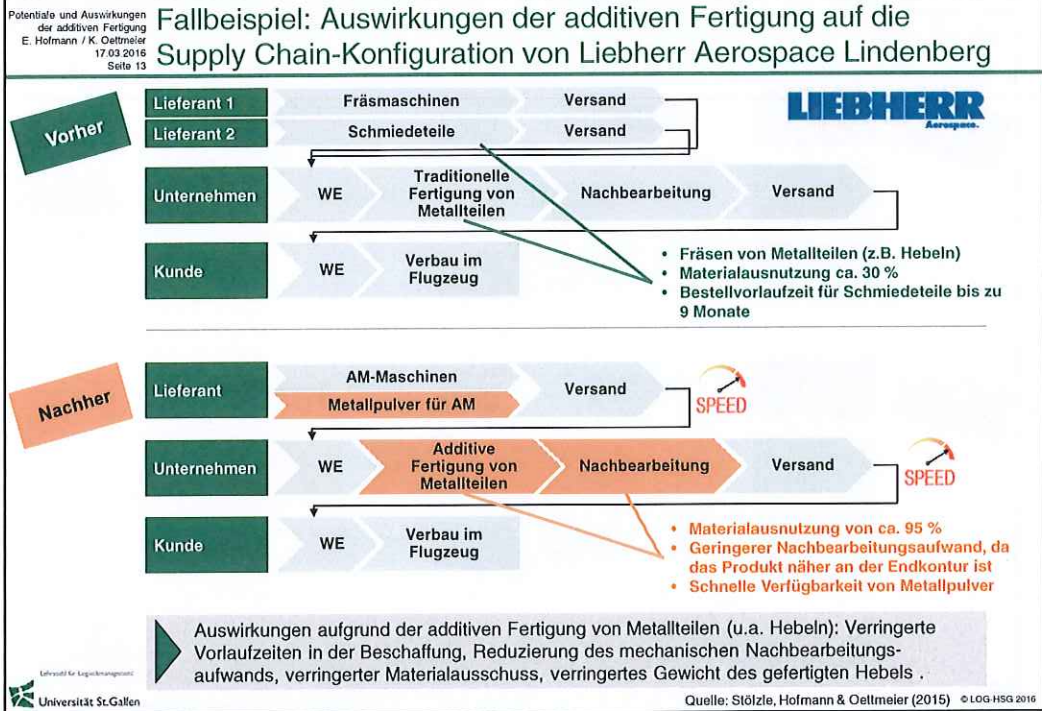
## Agenda

1. Überblick über additive Fertigungstechnologien
2. Anwendungs- und Potenzialfelder der additiven Fertigung
- 3. Auswirkungen der additiven Fertigung auf das Supply Chain Management**
4. Chancen, Risiken sowie neue Anforderungen für die Förder- und Lagertechnik
5. Neues Forschungsfeld: Einkauf von additiv gefertigten Objekten

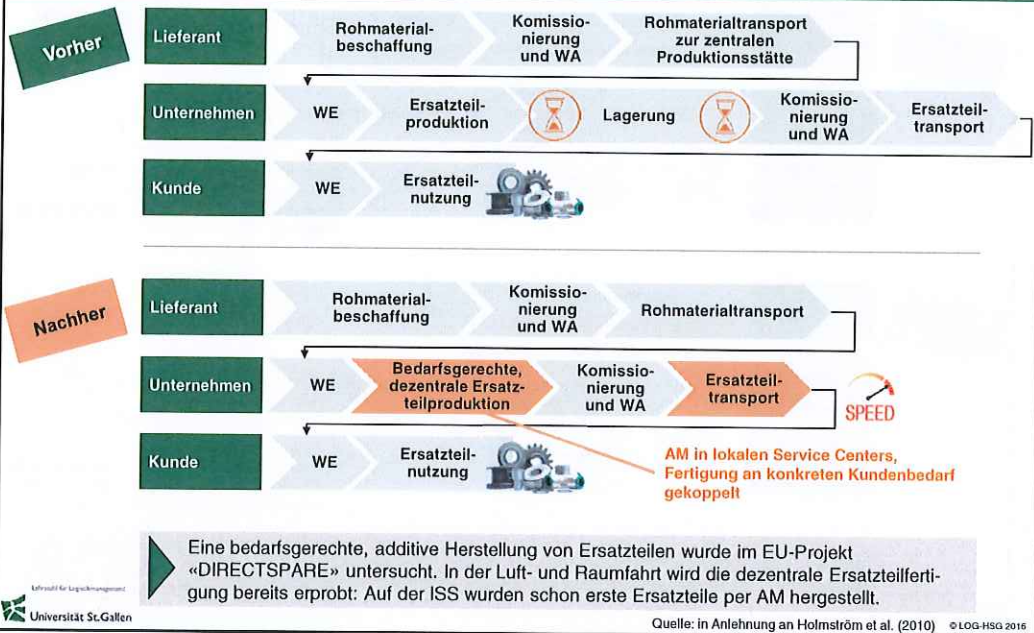
## Die Nutzung von additiven Verfahren bewirkt einen Wandel von der «traditionellen» hin zur «digitalen» Fertigung



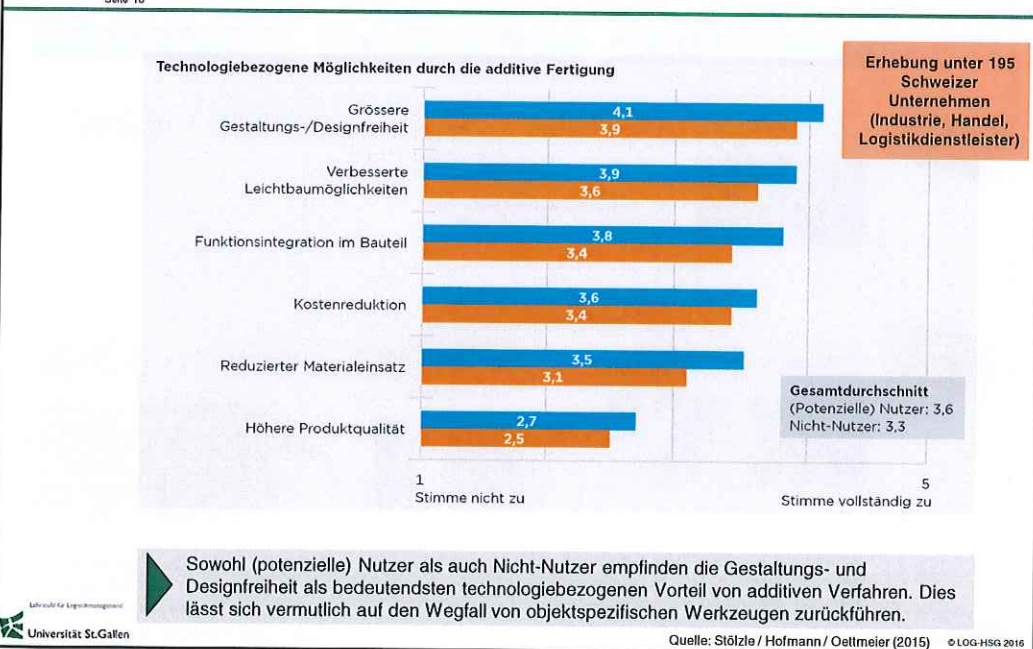
Bei der additiven Fertigung werden physische Objekte auf Basis von digitalen 3D-Modellen gefertigt. Diese Digitalisierung der Fertigung bewirkt, dass Produktdesign und Fertigung räumlich voneinander getrennt werden können.



## Eine lokale, bedarfsgerechte Ersatzteilerfertigung mit AM ermöglicht Bestands- und Kapitalkostenreduzierungen

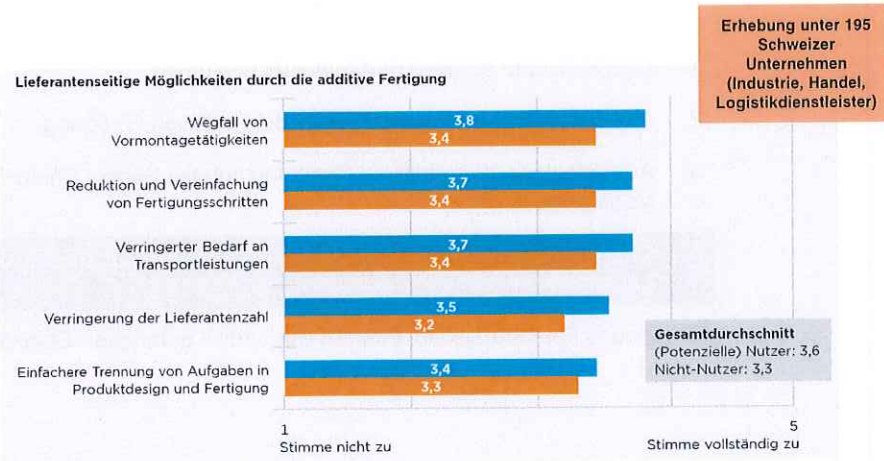


## Technologiebezogene Möglichkeiten durch die additive Fertigung



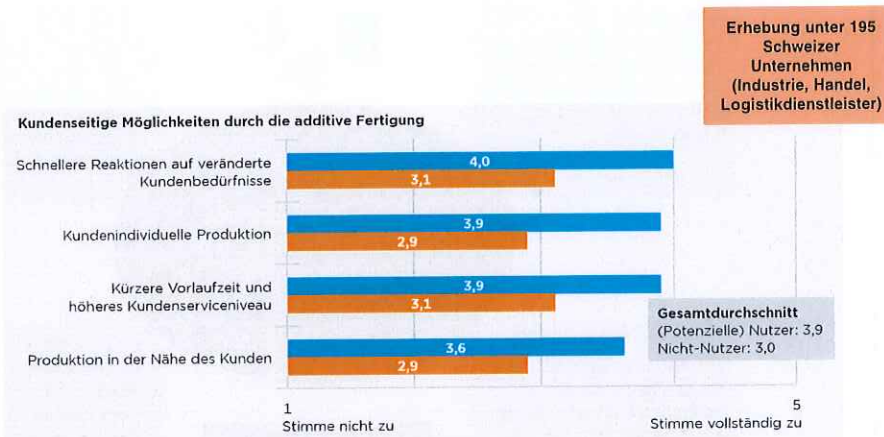


## Lieferantenseitige Möglichkeiten durch die additive Fertigung



Die (potenziellen) Nutzer sehen insgesamt deutlich mehr lieferantenseitige Möglichkeiten in der additiven Fertigung. Vor allem eine Verkürzung der Supply Chain aufgrund des Wegfalls von Vormontagetätigkeiten empfinden sie als vorteilhaft.

## Kundenseitige Möglichkeiten durch die additive Fertigung



Insgesamt sehen die (potenziellen) Nutzer von additiven Fertigungstechnologien deutlich mehr Potenziale durch die Technologien auf der Demand-Side als die Nicht-Nutzer.

## Agenda

1. Überblick über additive Fertigungstechnologien
2. Anwendungs- und Potenzialfelder der additiven Fertigung
3. Auswirkungen der additiven Fertigung auf das Supply Chain Management
- 4. Chancen, Risiken sowie neue Anforderungen für die Förder- und Lagertechnik**
5. Neues Forschungsfeld: Einkauf von additiv gefertigten Objekten

## Die additive Fertigung bringt Chancen, Risiken sowie neue Anforderungen für die Intralogistik

### Chancen

Nutzung von additiven Fertigungstechnologien durch Intralogistikanbieter, z.B. zur Herstellung von Ersatzteilen



### Risiken

Wegfall von innerbetrieblichen Transporten und weniger Lagerhaltung aufgrund einer verringerten Anzahl an Wertschöpfungsstufen und einer Fertigung «on demand»

### Auswirkungen der additiven Fertigung auf die Intralogistik

### Neue Anforderungen (?)

Manche Intralogistiklösungen könnten nicht adäquat für AM sein, da sie auf die Anforderungen von «traditionellen» Fertigungsnetzwerken abgestimmt sind



### Innovationsimpulse

AM kann zusammen mit einer modernen Intralogistik ein Enabler für die «Fabrik der Zukunft» in Industrie 4.0 sein

▶ Intralogistikanbieter sollten die weitere Entwicklung von AM weiterverfolgen (ggf. sogar aktiv vorantreiben) und sich die Potenziale sowie Risiken bewusst machen, die mit einer stärkeren Etablierung dieser Verfahren verbunden sind.

## Agenda

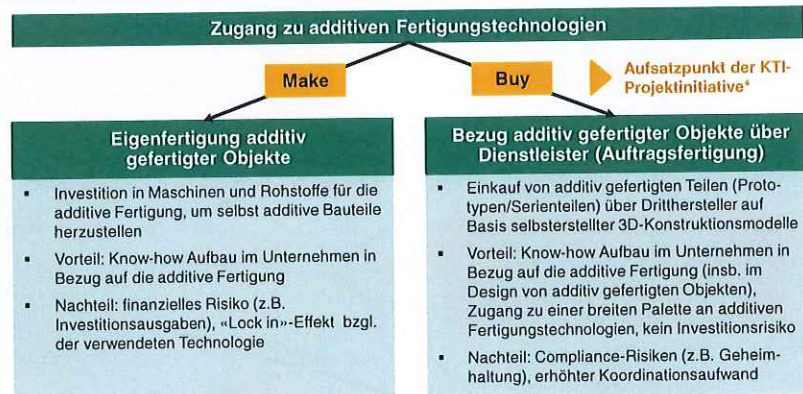
1. Überblick über additive Fertigungstechnologien
2. Anwendungs- und Potenzialfelder der additiven Fertigung
3. Auswirkungen der additiven Fertigung auf das Supply Chain Management
4. Chancen, Risiken sowie neue Anforderungen für die Förder- und Lagertechnik
5. Neues Forschungsfeld: Einkauf von additiv gefertigten Objekten

**KTI-Projektinitiative**  
– Call for participation –

Kooperationspartner:  
Additively, ein Spin-off  
der ETH Zürich

**additively**  
» your access to 3D printing

## Mögliche Zugänge für Unternehmen zur Nutzung von additiven Fertigungstechnologien



Beispiele für Schweizer Dienstleister im Bereich der additiven Auftragsfertigung:



Die Projektinitiative von LOG-HSG konzentriert sich auf den Bezug additiv gefertigter Objekte über Lieferanten (Auftragsfertigung). Bereits heute hat sich ein reger Anbietermarkt für additiv gefertigte Teile etabliert, der ein anhaltendes Wachstum erfährt.

## Besonderheiten bei der Beschaffung von additiv gefertigten Objekten im Rahmen der Auftragsfertigung

### Klassischer Beschaffungsprozess in der Auftragsfertigung (Beispiel):



\*Cost Engineer i.d.R. erforderlich

Der klassische Einkaufsprozess funktioniert gut, sofern selten Bestellungen über grosse Volumina anfallen und lange Vorlaufzeiten existieren. Zudem müssen die Anforderungen standardisiert abbildbar sein.

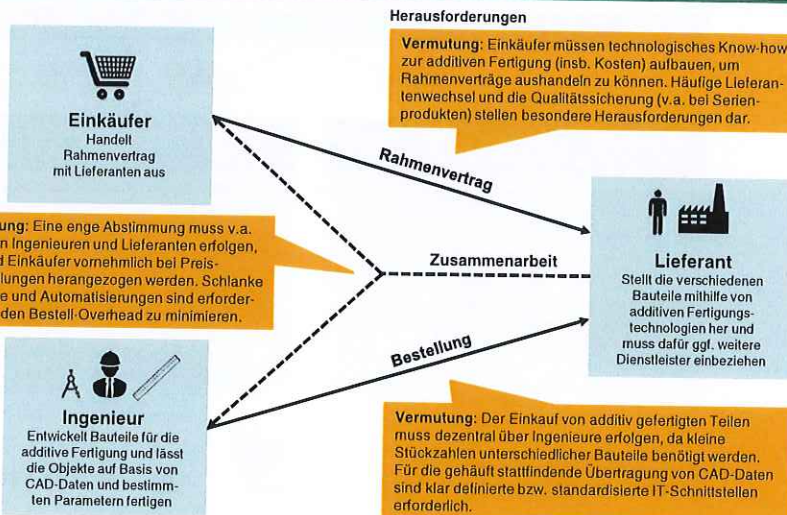
**Aufsatzpunkt der Projektinitiative**

### Herausforderungen bei der Beschaffung additiv gefertigter Objekte

- Beim Einkauf additiv gefertigter Objekte werden tendenziell kleine Stückzahlen unterschiedlicher Bauteile (keine Standardprodukte) bezogen → hoher Overhead aufgrund grosser Anzahl an Bestellungen bei geringem Bestellvolumen und enormes Datenaufkommen an der Schnittstelle zum Lieferanten\*\*
- Einkäufer verfügen i.d.R. über zu wenig technisches Know-how für die Material- und Technologieauswahl und die diversen technischen Rücksprachen, während Ingenieure kaum Einkaufserfahrung haben

Das KTI-Projekt soll die Unternehmen bei der Auswahl und Implementierung von geeigneten organisatorischen und prozessualen Massnahmen für den Einkauf additiv gefertigter Objekte im Rahmen der Auftragsfertigung unterstützen.

## Projektidee «Swiss 3D-Sourcing» (Gilt es weiterzuentwickeln und zu überprüfen)



Im Rahmen des KTI-Projektes sollen Prozesse, Strukturen und Tools für die Beschaffung additiv gefertigte Objekte erarbeitet werden (u.a. Erstellung von Anforderungsprofilen für Einkäufer und Ingenieure, Prozess- und Organisationsleitfäden).\*

\*Im Rahmen des Projekts sollen zudem Empfehlungen für die Zusammenarbeit mit den Lieferanten erarbeitet werden. © LOG HSG 2016

## Fazit: Das Potenzial für AM ist gegeben – es sind allerdings noch zahlreiche Herausforderungen zu lösen

### Technologische Herausforderungen (Auswahl)

- **Identifikation** von Produkten bzw. Baugruppen mit **AM-Potenzial**
- **Re-Engineering** von Produkten bzw. Baugruppen («Design for AM»)
- Entwicklung von **Konstruktionsmethoden** für AM
- Generell: Entwicklung von **AM Technologien vorantreiben:**
  - ⇒ Materialauswahl
  - ⇒ Bauteilqualität
  - ⇒ Produktionsgeschwindigkeit
  - ⇒ ...

Interdependenzen

### Betriebswirtschaftliche Herausforderungen (Auswahl)

- **Business Case** für die serienmäßige Fertigung mit AM oder die Beschaffung von additiv gefertigten Objekten identifizieren (Lebenszykluskosten!)
- Auswirkungen von AM auf **Prozesslandkarten**, die **Supply Chain** und das **eigene Unternehmen** untersuchen:
  - ⇒ (Potenzielle) Veränderungen in verschiedenen Supply Chains typologisieren (z.B. Ersatzteilindustrie, Automotive) und adäquate Supply Chain-Konzepte identifizieren
  - ⇒ Rolle des eigenen Unternehmens in den veränderten Supply Chains diskutieren: AM Dienstleister? Logistikdienstleister? ...

Sowohl auf technologischer als auch auf betriebswirtschaftlicher Seite ergeben sich Handlungsfelder in Bezug auf AM, die es zu adressieren gilt.

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Universität St.Gallen  
Lehrstuhl für Logistikmanagement  
Dufourstrasse 40a  
CH-9000 St. Gallen  
F: +41 71 224 7315  
I: [www.logistik.unisg.ch](http://www.logistik.unisg.ch)



Prof. Dr. Erik Hofmann  
Vizedirektor  
T: +41 71 224 7295  
E: [erik.hofmann@unisg.ch](mailto:erik.hofmann@unisg.ch)



Katrin Oettmeier  
Wiss. Mitarbeiterin / Projektmanagerin  
T: +41 71 224 7134  
E: [katrin.oettmeier@unisg.ch](mailto:katrin.oettmeier@unisg.ch)

