

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

Additiven Fertigung heute und in der Zukunft

Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt

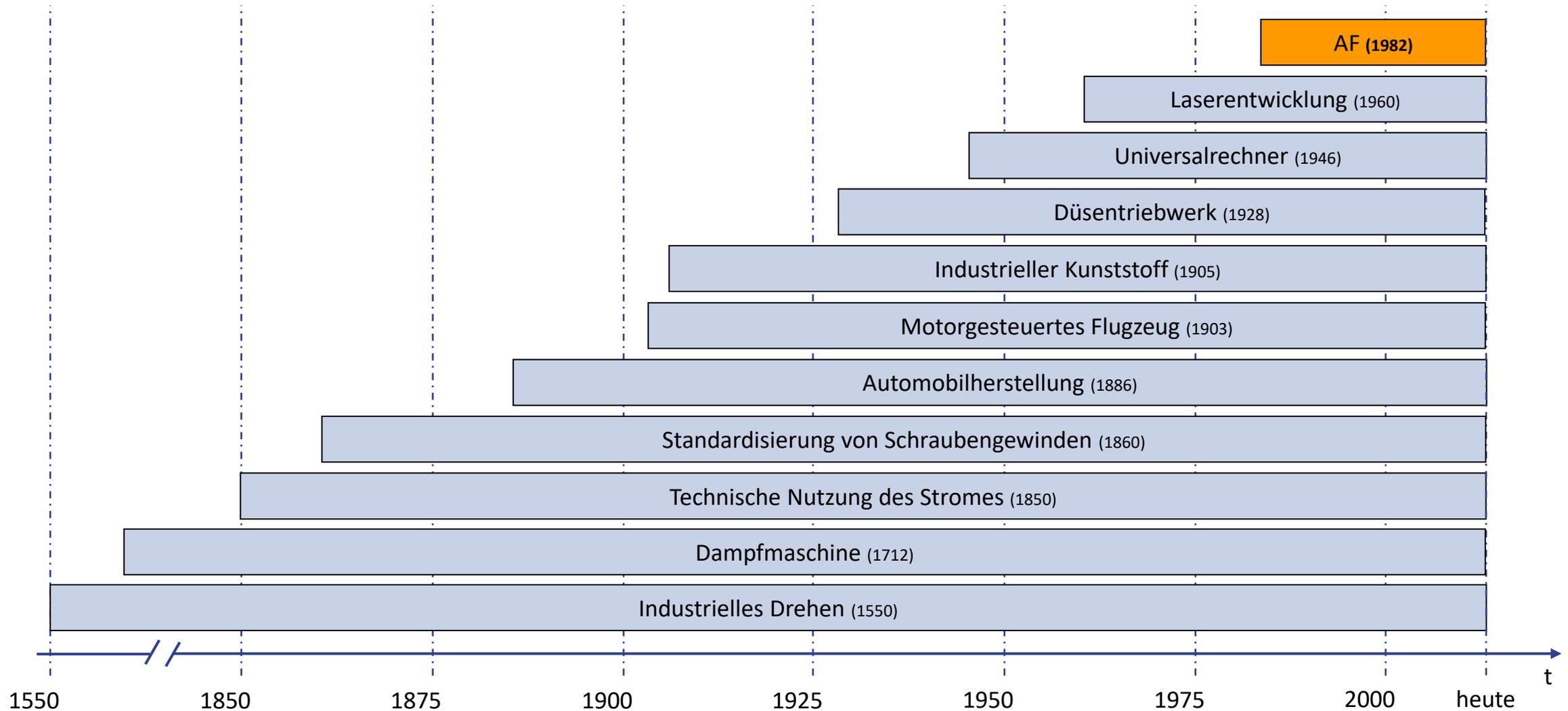
Dr.-Ing. Stefan Kleszczynski

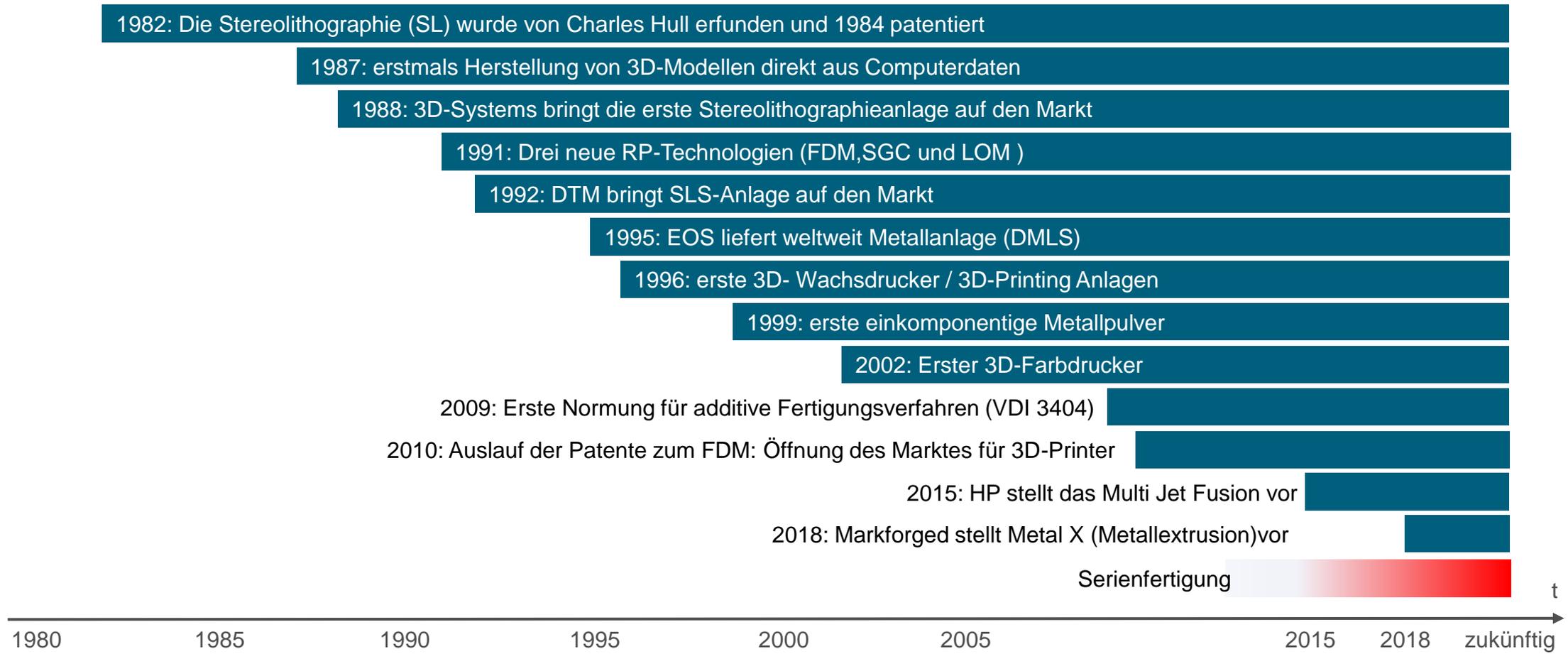


- **Historie und Einordnung der Additiven Fertigung**
- **Heutige Anwendungen**
- **Zukünftige Anwendungen**

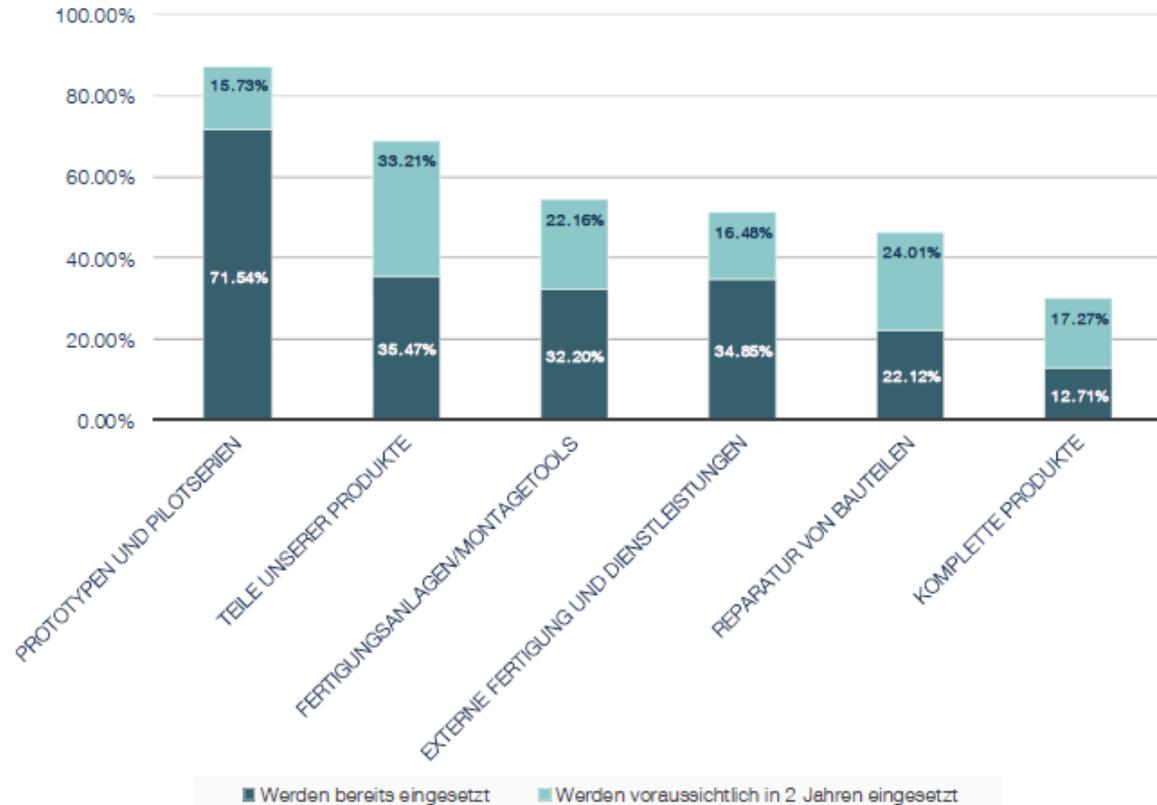
- **Historie und Einordnung der Additiven Fertigung**
- **Heutige Anwendungen**
- **Zukünftige Anwendungen**

Zeitliche Einordnung der additiven Fertigung





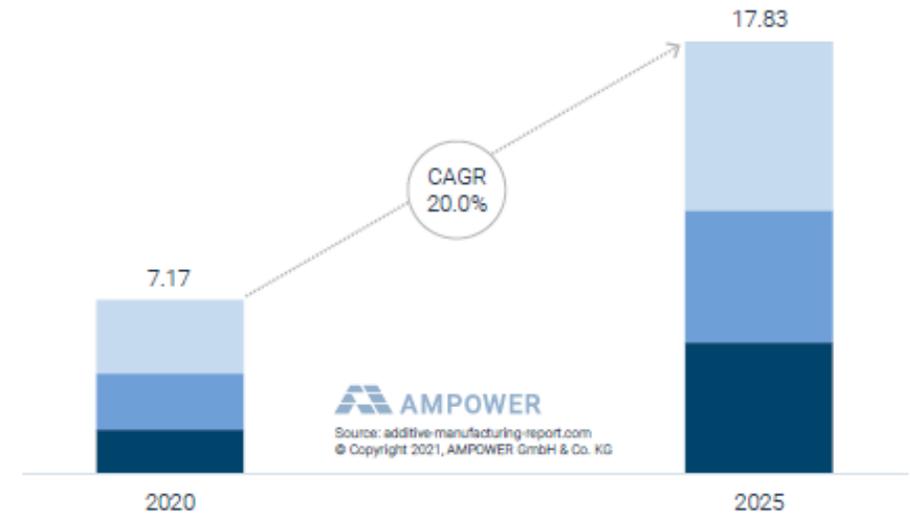
(Geplanter) Einsatz von AM Verfahren im Unternehmen



N=527 Teilnehmer
Die Möglichkeit, AM für Prototypen, Fertigungsmittel und Endprodukte einzusetzen, sind bekannt und werden genutzt.

RWTH Aachen & VDI e.V.

Global metal and polymer Additive Manufacturing market 2020 and supplier forecast 2025 [EUR billion]



Der neue BMW i Roadster. Leichtbau dank Additiver Fertigung

Reif für die Serie: Volkswagen setzt auf neuestes 3D-Druck Verfahren für Produktion

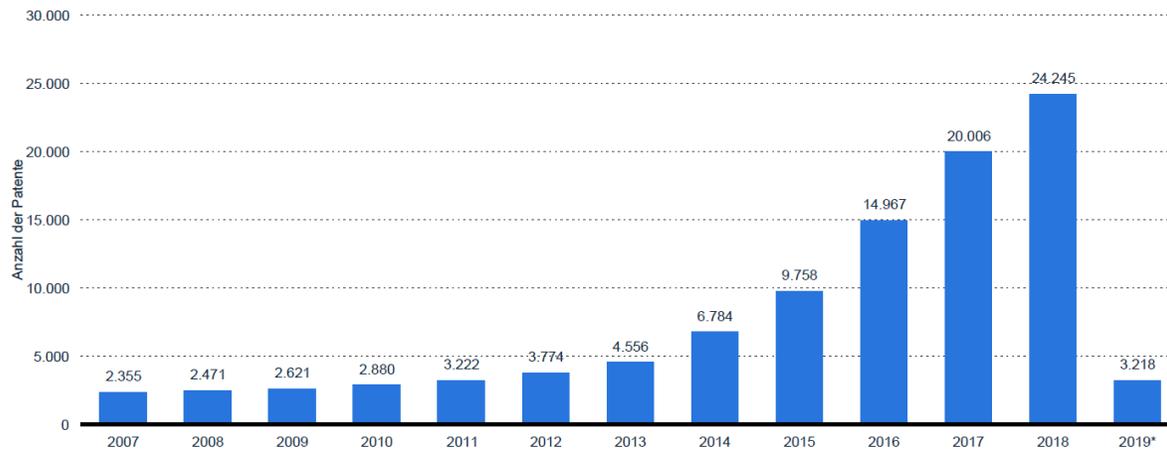
Airbus stellt erstmals Bauteil im 3D-Druck in Serie her

Strategische und ökonomische Bedeutung:

- Additive Fertigung nach kfw-Studie auf Rang 1 der Zukunftstechnologien für Deutschland
- Hoch dynamische Entwicklungen in den letzten 10 Jahren

Anzahl der Patente im Bereich 3D-Druck weltweit in den Jahren von 2007 bis 2019

Anzahl der 3D-Druck-Patente weltweit bis 2019

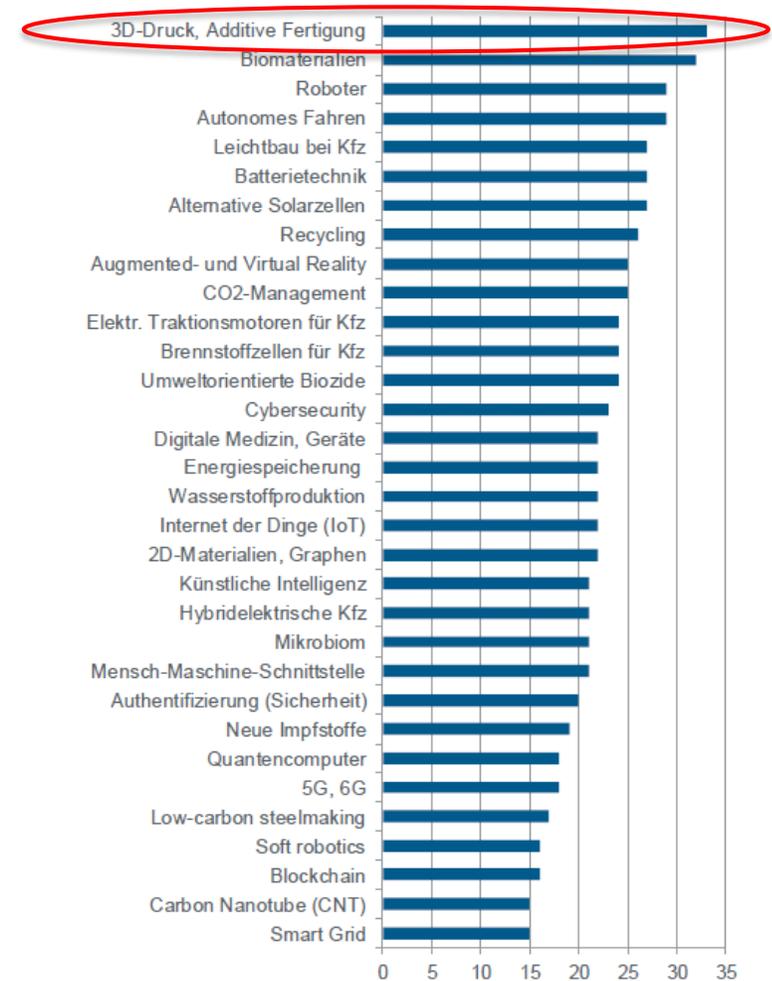


Hinweis(e): Weltweit; * Stand: 4. März 2019

Weitere Angaben zu dieser Statistik, sowie Erläuterungen zu Fußnoten, sind auf [Seite 53](#) zu finden.

Quelle(n): IPlytics GmbH, ID 589479

Marktüberblick

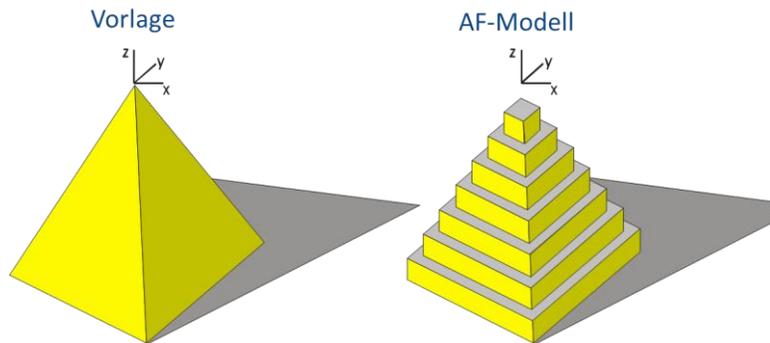


Quelle: Schmoch et al. (2021)

[Quelle: <https://www.kfw.de/KfW-Konzern/KfW-Research/Zukunftstechnologien.html>]

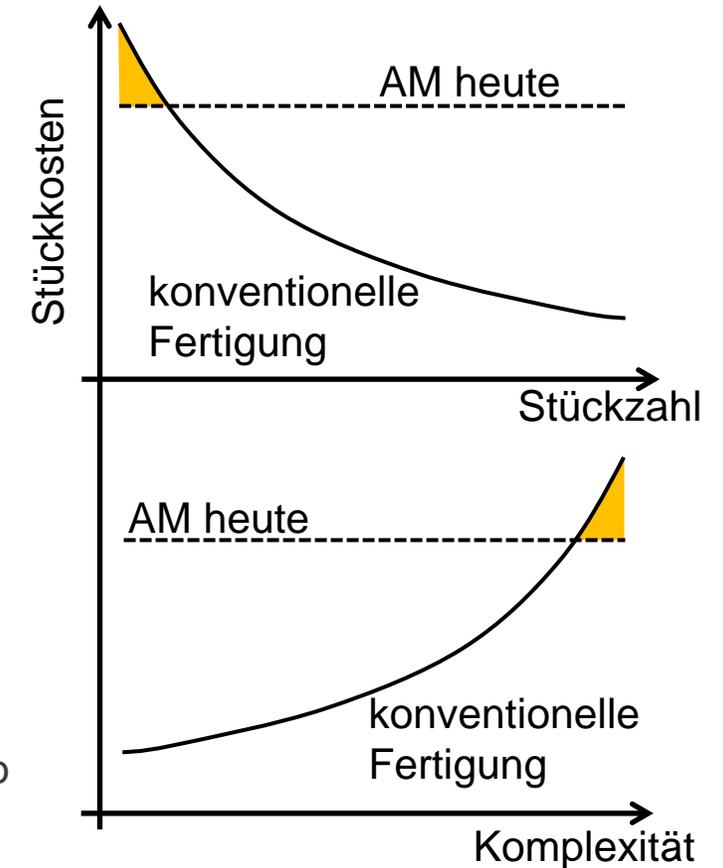
Additive Fertigungsverfahren:

Fertigungsverfahren, bei dem das Werkstück element- oder schichtweise aufgebaut wird. (VDI 3405)

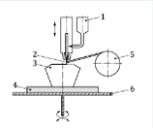
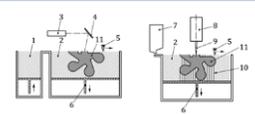
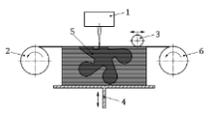
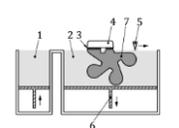
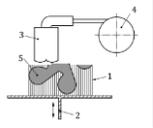
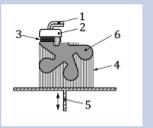
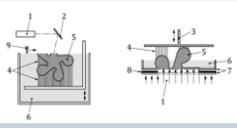


Allgemeine Vorteile:

- Neue Geometriefreiheitsgrade
- Fertigung individueller Bauteile (Mass-Customization)
- Ersatzteilproduktion „on demand“
- Parallelproduktion unterschiedlicher Bauteile
- Konstanter Rüstaufwand
- Geringe Instandhaltungskosten
- „Werkzeugloser / verschleißfreier“ Betrieb
- Reduzierung der Lagerhaltungs- u. Kapitalbindungskosten möglich



Additive Fertigungsverfahren

Werkstoffart	Metall	Metall/Kunststoff						Kunststoff Keramik
Prozess- kategorie	Material- auftrag mit gerichteter Energie- einbringung	Pulverbett- basiertes Schmelzen	Schicht- laminierung	Freistrah- Bindemittel auftrag	Material- extrusion	Freistrah- Material- auftrag	Badbasierte Photopoly- merisation	
	direct energy deposition DED	powder bed fusion PBF	sheet lamination SHL	binder jetting BJT	material extrusion MEX	material jetting MJT	Vat photopoly- merization VPP	
Aktivierungs- energie	Lichtbogen /Plasma	Laser	Elektronen- strahl	Binder	Binder + Wärme	Wärme	UV-Laser/Projektor	
Verfahrens- prinzip								
Werkstoffform	Draht	Pulver	Platte	Pulver	Granulat	Draht	P+B - Suspension	Photopolymer- bad

Design

Anwendungen

Technologie

Reproduzierbarkeit	?
Qualitätssicherung	(✓)
Bauteilqualität	(✓)
Nachbearbeitung	(✓)
Werkstoffe	(✓)
Bauteileigenschaften	(✓)
Dokumentation	(✓)
Prozessstabilität	?
Datenformate	(✓)
.....	

Wirtschaftlichkeit

Anwendungen	(✓)
Vor- & Nachteile	✓
Kosten	?
Bauteilgröße	(✓)
Zeit	(✓)
Wertschöpfung	(✓)
Design	(✓)
.....	

Rahmenbedingungen

Ausbildung	(✓)
Professionelles AM	(✓)
Individualisierung	✓
Home Printing (DIY)	?
Demokratisierung	?
Standardisierung	(✓)
.....	

Materialalterung

Zeit

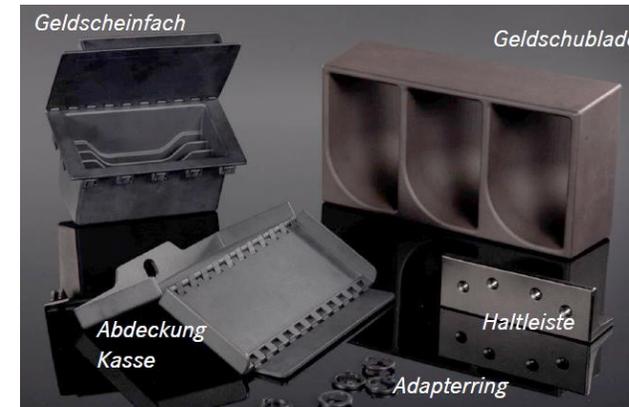
Wertschöpfung

**Rechtliche
Fragestellungen** ?

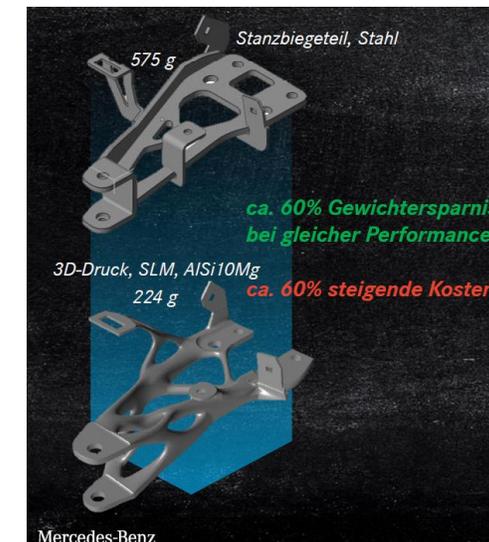
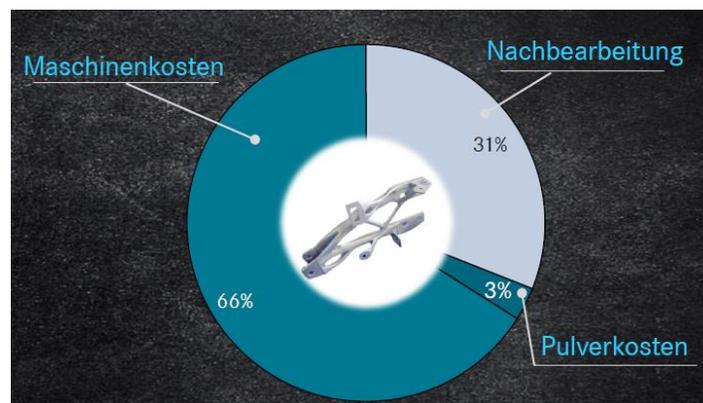
- **Historie und Einordnung der Additiven Fertigung**
- **Heutige Anwendungen**
- **Zukünftige Anwendungen**

Identifizierung von Business-Cases

- After Sales Markt: 30 Ersatzteile (Kunststoff) für Mercedes Benz Lkw seit September 2016 in Originalteile-Qualität verfügbar
- Derzeit mehr als 2.000 Ersatzteile für Mercedes Benz Trucks und Oldtimer identifiziert und qualifiziert
- Funktionsintegrierte Kunststoffteile für Busse
- Bauteilfunktionalität muss Mehrkosten aufwiegen



Kleinserienbauteile für Busse; Polyamid, Laser-Sintern



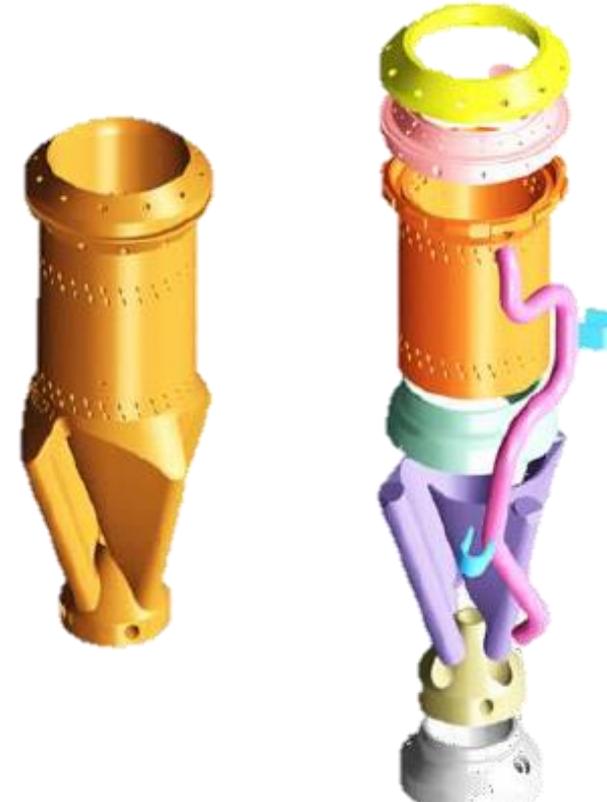
Mercedes-Benz

[Daimler AG]

Optimierte Brennergeometrie durch Funktionsintegration



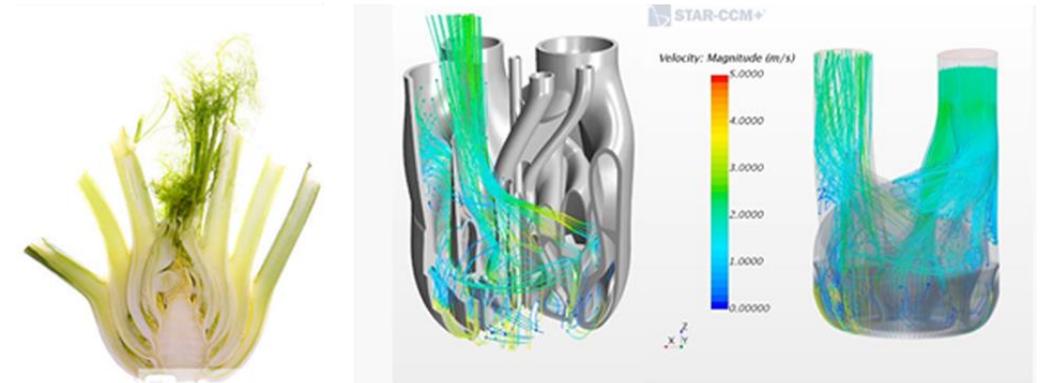
- Signifikante Gewichtsreduzierung
- Reduzierung der Durchlaufzeit bis runter auf 15 %
- Integration von 13 Bauteilen und 18 Schweißnähten
- Einsparung von Fertigungsschritten



[Tildy Bayar, Power Engineering International; Siemens AG]

EFFIZIENTERE PERFORMANCE DURCH KONTURNAHE KÜHLUNG

- Bionisches Vorbild Fenchelknolle
- Ziel: Optimierung der Kühlleistung
- Iterative Optimierung der Struktur:
 - Konstruktive Anpassung
 - Simulative Abschätzung der Kühlleistung



Quelle: Siemens, isap.de

EFFIZIENTERE HERSTELLUNG DURCH TOPOLOGIEOPTIMIERUNG

- Halterung in der Verdeckmechanik des BMW i8 Roadsters
- Iterative Optimierung der Bauteilgeometrie
 - 44 % Gewichtsersparnis
- Prozessgerechte Konstruktion
 - Wirtschaftliche Folgeprozesse
 - Serienfertigung möglich

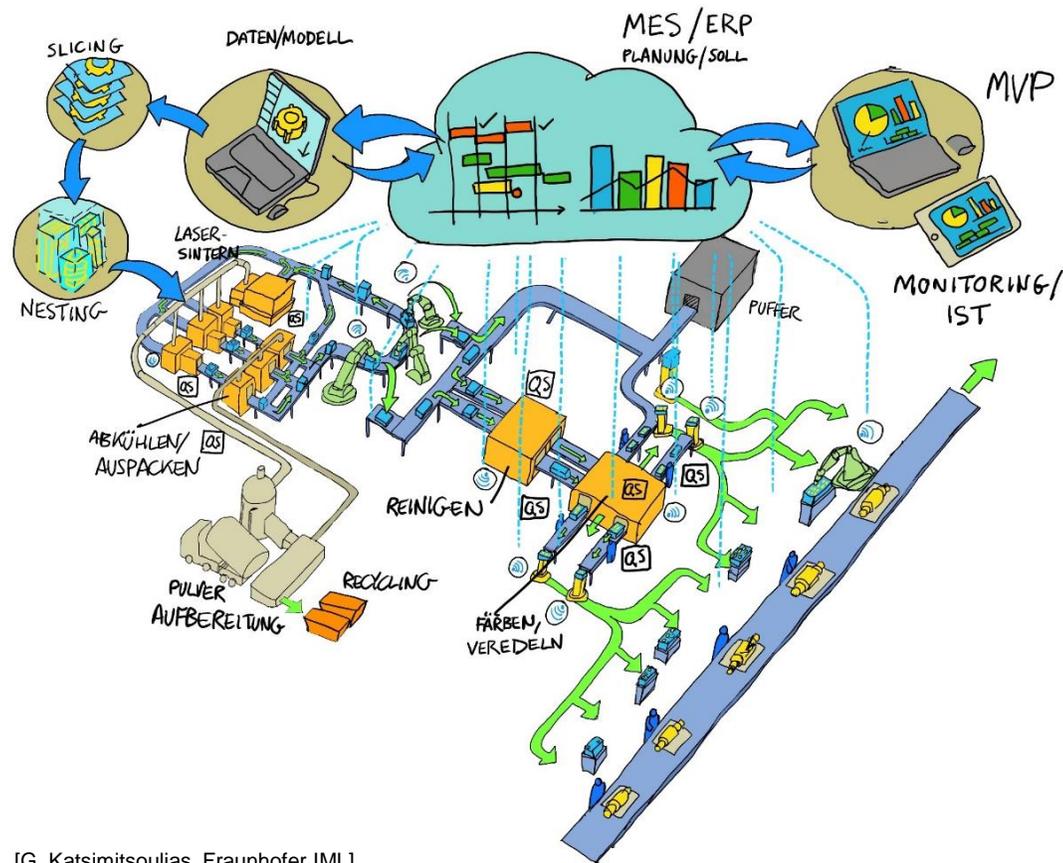


Quelle: BMW AG

- **Historie und Einordnung der Additiven Fertigung**
- **Heutige Anwendungen**
- **Zukünftige Anwendungen**

„Mission Additive“

Verbundvorhaben „PolyLine“



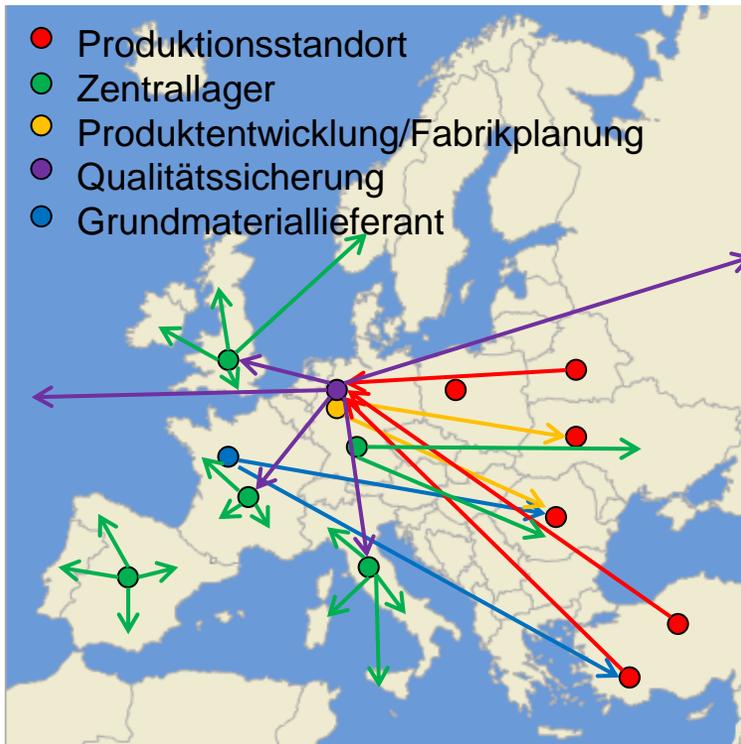
[G. Katsimitsoulis, Fraunhofer IML]



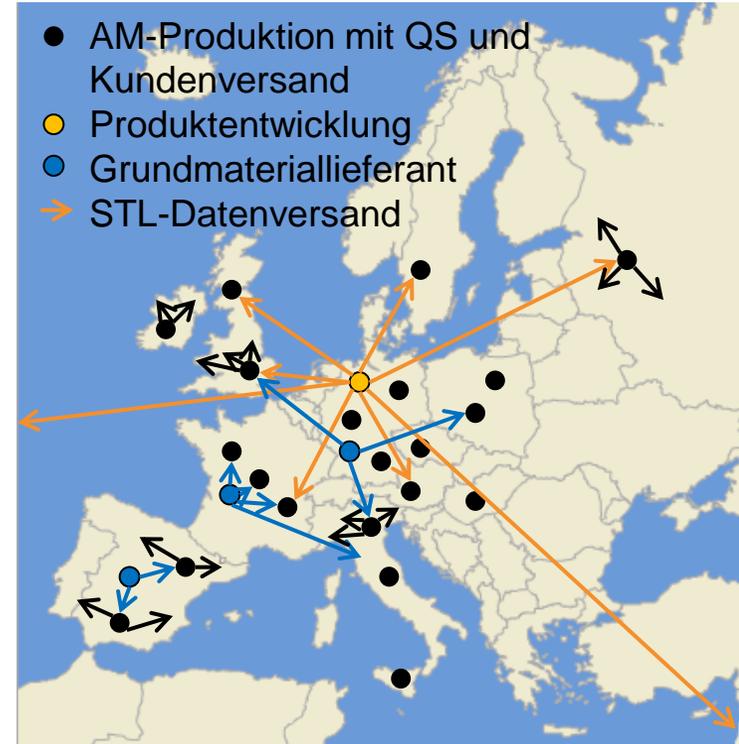
[plastverarbeiter.de, EOS]

- Additive Fertigung als Schlüsseltechnologie für die digitale Fabrik:
- Hoher Digitalisierungsgrad entlang der gesamten Prozesskette
- Allerdings teils noch Schnittstellenproblematik: Geometriedatenmodelle, QS-Daten log-files, Pre-Processing, etc.

Konventionelle Produktion



Additive Manufacturing



Potentiale:

- Geringere Abhängigkeit von Lieferketten
- Geringere Lagerhaltungskosten
- Weniger Transportaufwand, -emissionen und -kosten
- Höhere Flexibilität

- Zunehmende FuE-Aktivitäten
- Größere Formenvielfalt, höhere architektonische Freiheit
- Ressourcenschonend
- Verwendung neuartiger Materialien möglich
- Funktionsintegration
- Digitalisierung des Bauwesens



[Quelle: Mense-Korte ingenieure + architekten]

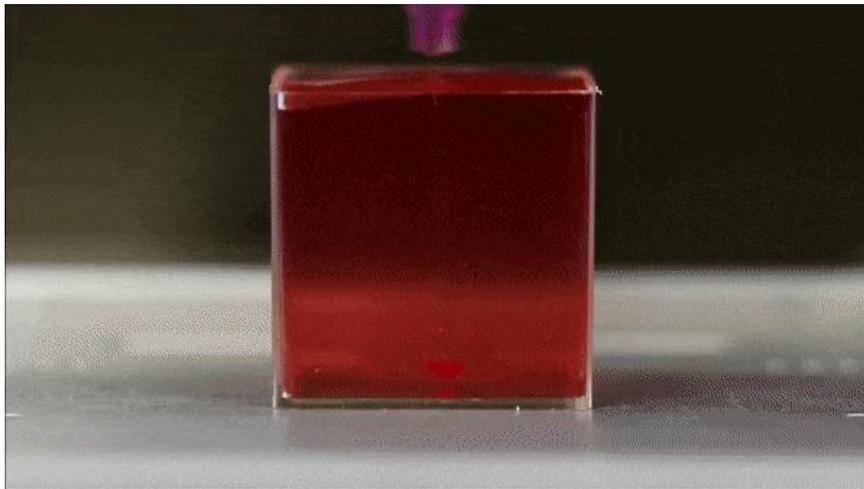
Pilotprojekt in Beckum:

- gefördert vom Land NRW
- 160 m² Wohnfläche
- Dämmung im Mauerwerk integriert (Schüttdämmung)
- Bauzeit: 1 m² Mauer in 5 min

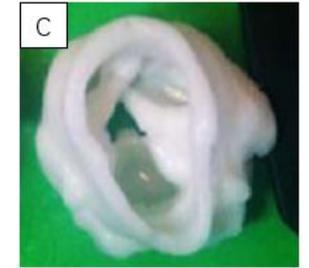
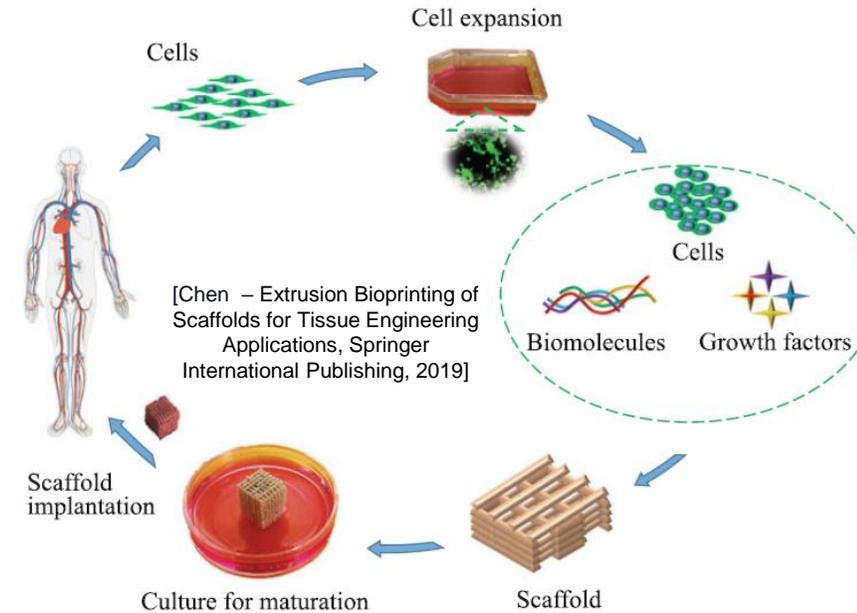


[Quelle: WDR:]

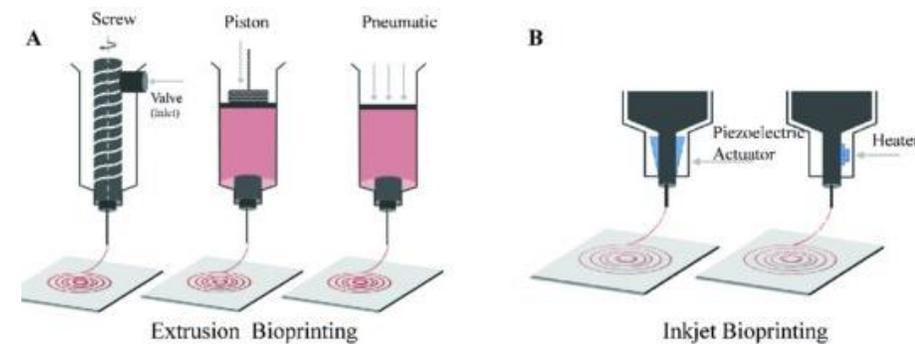
- Tissue Engineering: künstliche Herstellung biologischer Gewebe durch die gerichtete Kultivierung von Zellen
 - Nutzung von AF zur Herstellung von Matrixsubstraten
 - Kultivierung von Zellen auf dem Matrixsubstrat
- Bioprinting: Nutzung von „Bio-Tinten“ zur additiven Herstellung von Zellverbunden



[<https://www.scinexx.de/news/medizin/erstes-vollstaendiges-herz-aus-dem-3d-drucker>]



Hockaday et al. – Biofabrication 4
Doi: 10.1088/1758-5082/4/3/035005



[Choudhury et al., Int J Bioprint 4 (2). DOI: 10.18063/ijb.v4i2.139]

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt
gerd.witt@uni-due.de
+49 203 379-3360