

3D-Drucker und Ressourceneffizienz

EffNet - 16. Treffen der Netzwerkpartner

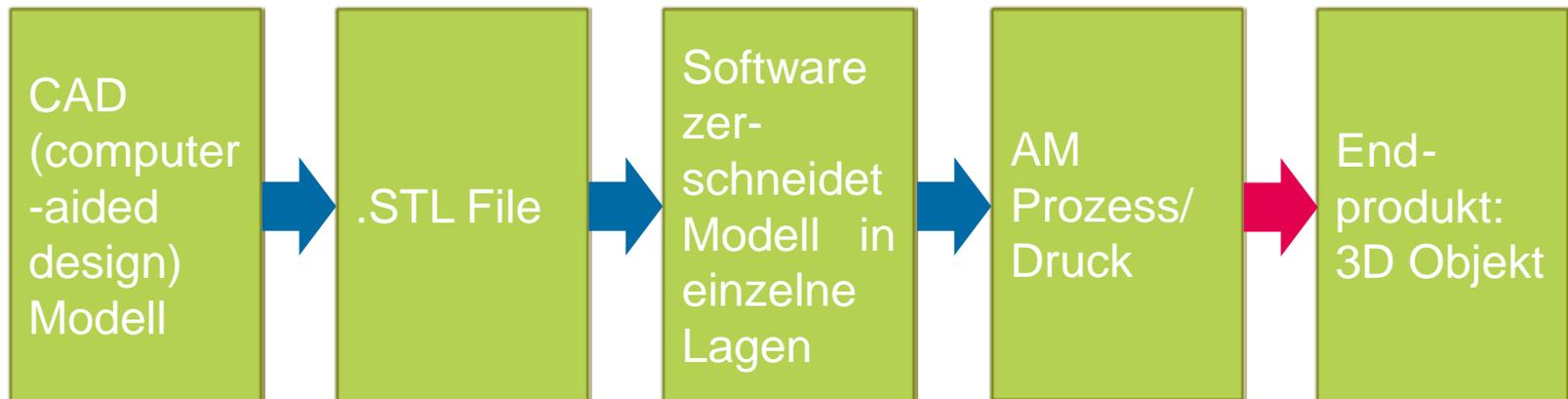
Koblenz, 22. Mai 2014

Dr. Hartmut Stahl

Additive Manufacturing – 3D Printing

“Additive Manufacturing – Defined by ASTM International (ASTM 2792-12): Additive Manufacturing (AM) is a process of joining materials to make objects from three dimensional (3D) model data, usually layer upon layer, as opposed to subtractive manufacturing methodologies. As a new tool in the entrepreneurial toolbox, additive manufacturing systems use computer-aided design models (CAD) and 3D scanning systems for production.”

ASTM International, formerly known as the American Society for Testing and Materials (ASTM)



(source: [Atlantic Council 2011])

Additive Manufacturing – 3D Printing

Technologie

- Unter Additive Manufacturing (AM) werden verschiedene Technologien zusammengefasst.
- Beispiel: Extrusionsverfahren für Anwendungen mit Kunststoffen
- Beispiel: Lasersintering mit Metall- und Polymerpulvern

Materialien

- Gängige Materialarten sind:
 - Kunststoffe,
 - Metalle und
 - Keramik.

Additive Manufacturing

Beispiele für Anwendungsbereiche

Medizin

- Künstlicher Unterkiefer, erstmals einem Patienten implantiert
- Material: Titan überzogen mit einer Biokeramik
- 1 mm Material - besteht aus 33 gedruckten Lagen

Medizinforschung

- Künstliches Ohr mit Antenne; Frequenzen außerhalb des menschlichen Hörbereichs können registriert werden
- Herstellung menschlicher Organe mit 3D Technologie; weit entfernt von praktischer Anwendung

Additive Manufacturing

Beispiele für Anwendungsbereiche

Medizin

- Knochenteile werden schon seit einiger Zeit über 3D Printing hergestellt
- Knochenteile werden abgebaut und durch körpereigenes Knochengewebe ersetzt
- Teile vom Gesicht oder Ohren werden immer häufiger über 3D Printing hergestellt (Material Silikon)

Additive Manufacturing

Beispiele für Anwendungsbereiche

Schuhe

- Herstellung von Prototypen mit AM Technologie ist gängige Praxis
- Erstmals wird auch ein Endprodukt - untere Teil eines Fußballschuhs - mit Hilfe von AM hergestellt

Additive Manufacturing

Beispiele für Anwendungsbereiche

Hörgeräte

- AM Technologie seit mehr als 10 Jahren; heute gängige Praxis

Zahntechnik

- Anwendung von AM Technologie ist weitverbreitet in Zahnlabors

Automobile

- BMW produziert Prototypen metallischer Teile mit AM
 - Motorteile von Rennwagen werden ebenfalls mit AM hergestellt
 - Fahrzeugteile von Luxuswagen (z.B. Rolls Royce) werden mittels AM produziert
 - Tesla (Elektroautos) produziert Fahrzeugteile mit AM
-

Additive Manufacturing

Beispiele für Anwendungsbereiche

Flugzeuge

- Boeing: militärische und kommerzielle Anwendungen mit AM Technologie
- Airbus: Herstellung eines Türwinkels mittels AM Technologie

Weitere Anwendungsfelder z. B. Möbel, Kleidung und sonstige Anwendungen im Designbereich

Additive Manufacturing – 3D Printing

Drei mögliche Entwicklungsszenarien für AM:

Desktop 3D Drucker für den privaten Heimgebrauch

- Computer Files zum Download, kommerziell oder Open-Source
- Individuelles Design, kostengünstig, immer verfügbar

Print Shops

- Lokaler Einzelhandel bietet Print-Service von professioneller Qualität
- Kunde bringt eigene Files, wählt aus Angebot oder 3D Scan von Objekten

Fabriken

- Endprodukte aus hochentwickelten und spezialisierten 3D Drucker
- Neues Design und neue Funktionalität
- Vorketten, Fertigungsstraßen und Transporte werden signifikant reduziert

Additive Manufacturing

Umweltaspekte und Ressourceneffizienz

These zu Umweltaspekten von AM:

Umweltauswirkungen werden reduziert und Carbon Footprint von Produkten verringert sich

2 Argumente zur Reduktion der Umweltauswirkungen von AM sind weit verbreitet

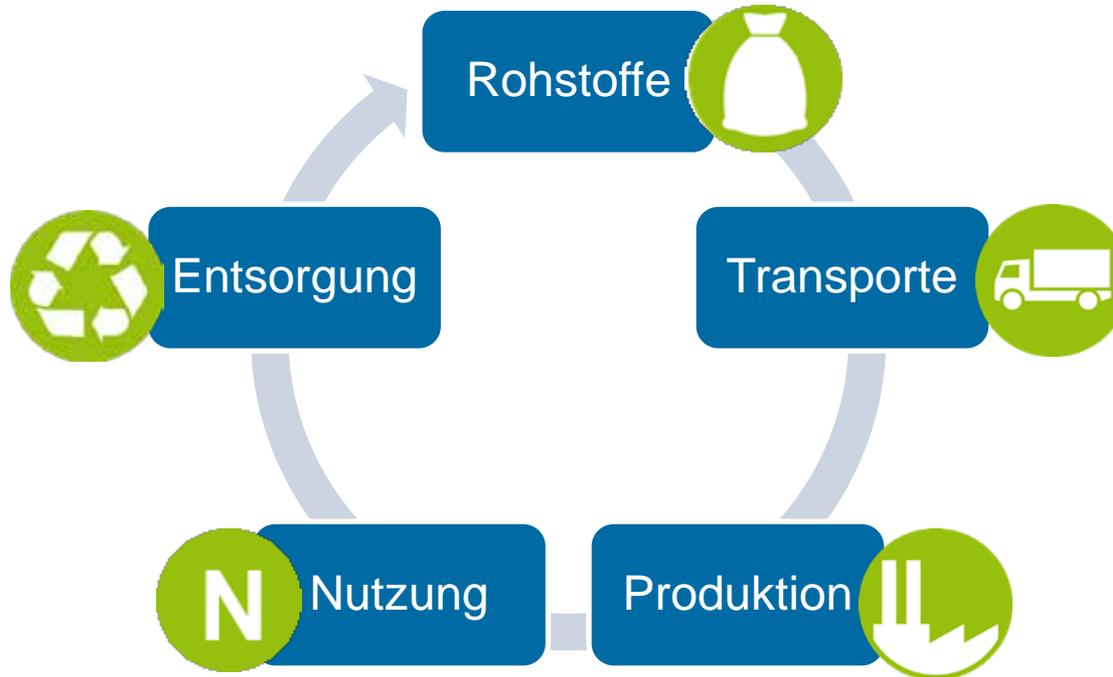
- Durch AM resultieren weniger Prozesse in den Vorketten
- AM führt zu weniger Transporten

Aber...

- ∅ ...nur wenige Studien zu Umweltauswirkungen von AM sind bekannt
 - ∅ ...keine umfassende Untersuchung aller Umweltaspekte von AM
- à Lebenszyklusanalysen zu AM dringend notwendig!

Additive Manufacturing Umweltaspekte und Ressourceneffizienz

Lebenszyklus eines Produktes



- Welches sind die relevanten Schritte?
- Wo liegen Unterschiede zwischen AM und konventioneller Herstellung?

Transport \circ Rohstoffbereitstellung

Vergleich der Treibhausgasemissionen (THG)

Transport

Lkw

- 0,18 t CO₂eq für 1.000 tkm Lkw
(Lkw-Transport von 1 Tonne über 1.000 km)



Schiff

- 0,015 t CO₂eq für 1.000 tkm Schiff
(Schiffstransport von 1 Tonne über 1.000 km, Übersee)

Rohstoff

Bereitstellung von 1 Tonne eines Rohstoffs

- Kunststoff, 2 t CO₂eq pro Tonne
- Stahl, 2,3 t CO₂eq pro Tonne
- Aluminium, 17 t CO₂eq pro Tonne
- Titan, 27 t CO₂eq pro Tonne

Substitution von Rohstoffen

Vergleich der Treibhausgasemissionen

Beispiel Möbelherstellung

- Rohstoff (Massiv)Holz kann nicht „gedruckt“ werden
- Nachwachsender Rohstoff Holz muss bei AM durch z.B. Kunststoff ersetzt werden

Holz

Bereitstellung von 1 Tonne Holz

- Holz < 0,1 t CO₂eq pro Tonne



Kunststoff

Bereitstellung von 1 Tonne Kunststoff

- Kunststoff PE, 2 t CO₂eq pro Tonne



THG-Emissionen – Lebenszyklus Pkw

Herstellung Pkw

THG-Emissionen der Herstellung haben einen Anteil von rund 10% bis 20% des gesamten Lebenszyklus eines Pkw



Nutzungsphase Pkw

Nutzungsphase hat einen Anteil von ungefähr 90% bis 80% der THG-Emissionen des gesamten Lebenszyklus eines Pkw

Nutzungsphase kann eine entscheidende Rolle beim Lebenszyklus eines Produktes spielen

Anwendungsbeispiele sind Flugzeug und Automobil

- Pkw (ca. 1.400 kg) ergibt bei ca. 10% Gewichtsreduktion ein Einsparpotenzial von 6% des Energieverbrauchs à Einsparung von rund 9 g CO₂ pro km

Additive Manufacturing

Effizienter Rohstoffeinsatz

Vorteile der AM Technologie gegenüber konventionellen Verfahren

- Optimiertes Design (3D mit Hohlräumen) → geringerer Rohstoffbedarf
- Theoretisch: nur das Material wird verwendet, das für das Produkt gebraucht wird; kein Ausschneiden oder Fräsen.

→ Einsparung von Rohstoffen im Vergleich zu konventioneller Herstellung

Damit verbunden ist gleichzeitig eine Gewichtseinsparung

Aber: Risiko einer gegenläufigen Entwicklung

- Vereinfachter Ersatz/Herstellung von Produkten, da Design nicht mehr aktuell und einfaches 3D Printing zuhause.

Additive Manufacturing Abfälle und Recycling

Chancen von AM

- In der Theorie: keine Produktionsabfälle; nur das Material, das ins Produkt geht wird gebraucht
- Überschussmaterial kann im Prinzip für nächstes Produkt verwendet werden
- Aber: Trennung und Reinigung bei z.B. Verwendung verschiedener Rohstoffe oder Stützmaterialien notwendig



Nachteile der konventionellen Herstellung

- Produktionsabfälle beim Fräsen, Stanzen, Ausschneiden
- Entstehung von Sonderabfällen, je nach Prozess können z.B. Schmiermittel, Kühlmittel anfallen

Kontakt

Dr. Hartmut Stahl
Öko-Institut e.V.
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt

E-Mail: h.stahl@oeko.de