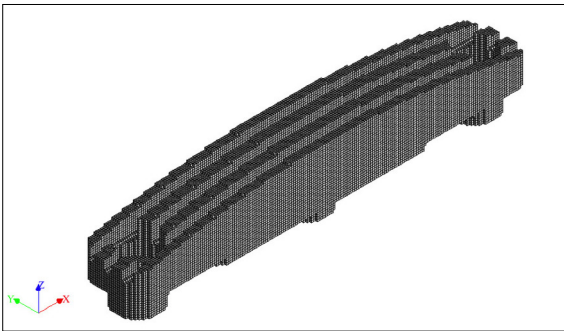


Boris Bühler

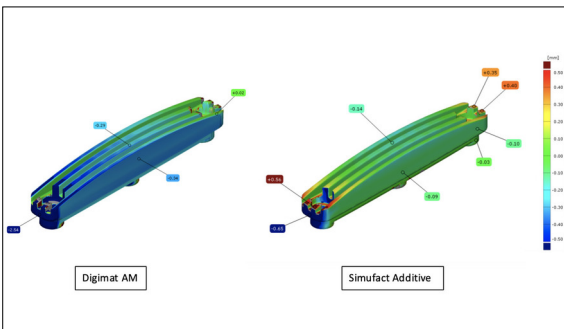
Diplomand	Boris Bühler
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Prof. Dr. Hans Gut, Güdel AG, Langenthal, BE
Themengebiet	Simulationstechnik

FE-Simulation mehrerer Additive Manufacturing Prozesse von Kunststoffen und Metallen



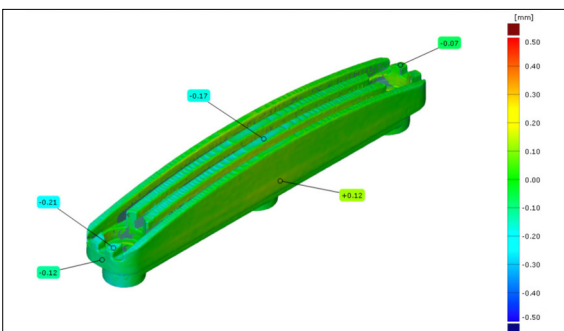
FE-Modell: Bauteil mit Funktion eines Kühlers (Eigenkonstruktion)
Eigene Darstellung

Ausgangslage: Mit der stetigen Entwicklung der Computertechnik steigen die Erwartungen an die Prozessoren schnellere und komplexere Rechenoperationen ausführen zu können. Im Bereich der Simulationstechnik lassen sich so neue, kompliziertere und auch rechenaufwändigere Verfahren berechnen und simulieren. Dazu zählt die Entwicklung der Simulation von additiven Fertigungsverfahren. In der Praxis kommt es vor, dass die gefertigten Bauteile die erwünschte Form- und Masshaltigkeit nicht erreichen. Das verursacht Kosten, da dadurch (grosse) Verschwendungen von Material, Arbeits-, Maschinen- und Programmierzeit anfallen. Um wirtschaftlich konkurrenzfähig zu bleiben, ist es wichtig, solche Verschwendungen zu minimieren oder zu eliminieren. Die in den letzten Jahren entwickelte FE-Simulation von additiven Fertigungsverfahren befasst sich mit diesem Problem. Ziel ist es, den Verzug und die residualen Spannungen im hergestellten Bauteil mathematisch zu berechnen und vorherzusagen, um der Verschwendung von Unternehmens-Ressourcen entgegenzuwirken. Mit zwei auf dem Markt verfügbaren Simulationstools sollen in dieser Arbeit vier additive Fertigungsverfahren mit zwei metallischen und zwei polymeren Grundwerkstoffen simuliert und deren Verzugsergebnisse anhand real hergestellter Bauteile validiert werden.



Simulation: Verzugsvorhersage im SLS-Verfahren mit Polymer-Werkstoff PA2200 und unterschiedlicher Simulations-Software
Eigene Darstellung

Ergebnis: Die aufwändigste Hürde ist die Ermittlung der Material- und Prozessparameter der verschiedenen Werkstoffe und Fertigungsverfahren. Diese bilden die Grundlage jeder Simulation und sind für die Plausibilität der Ergebnisse von grundlegender Bedeutung. Die Problematik bezieht sich vor allem auf die Materialparameter, da diese unterschiedliche Werte bei variierenden Umgebungstemperaturen aufweisen. Vor allem hinsichtlich Polymer-Werkstoffen gestaltet sich die Ermittlung schwierig. Einerseits, weil teilweise noch gar keine Parameter den Lieferanten bekannt sind und andererseits auch weil diese nicht bereit sind, Daten zu veröffentlichen, da die Daten aufwändig ermittelt werden müssen. Ähnliches gilt für Prozessparameter. Die fehlenden Parameter für die Simulationen wurden schliesslich mit Hilfe unterschiedlicher Datenbanken zusammengestellt, wobei die Ergebnisse der Simulationen im Vergleich zu den real hergestellten Bauteilen eher ernüchternd ausfielen.



Zum Vergleich: Ergebnis der Ausmessung des im SLS-Verfahren hergestellten Kühlers aus dem Polymer-Werkstoff PA2200
Eigene Darstellung

Fazit: Die Datenermittlung und die aus den Daten resultierenden Ergebnisse mit den zwei verschiedenen Simulationstools zeigen, dass nur Annahmen und Vereinfachungen von Materialmodellen nicht zu befriedigenden Resultaten führen. Entweder müssen alle Daten öffentlich zur Verfügung stehen oder es müssen aufwändige eigene Materialdatenermittlungen im Labor getätigt werden. Wobei sich dann die Frage von Aufwand zu Ertrag stellt. Ebenso braucht es mehr Transparenz von Seiten der Maschinenlieferanten bezüglich den Prozessdaten. Für ein erfahrenes AM-Unternehmen ist es daher heute noch oft ausreichend, wenn auf die empirisch ermittelten Daten zurückgegriffen wird und anhand dieser Erfahrungen Abschätzungen der Verzugsvorhersage gemacht werden.