

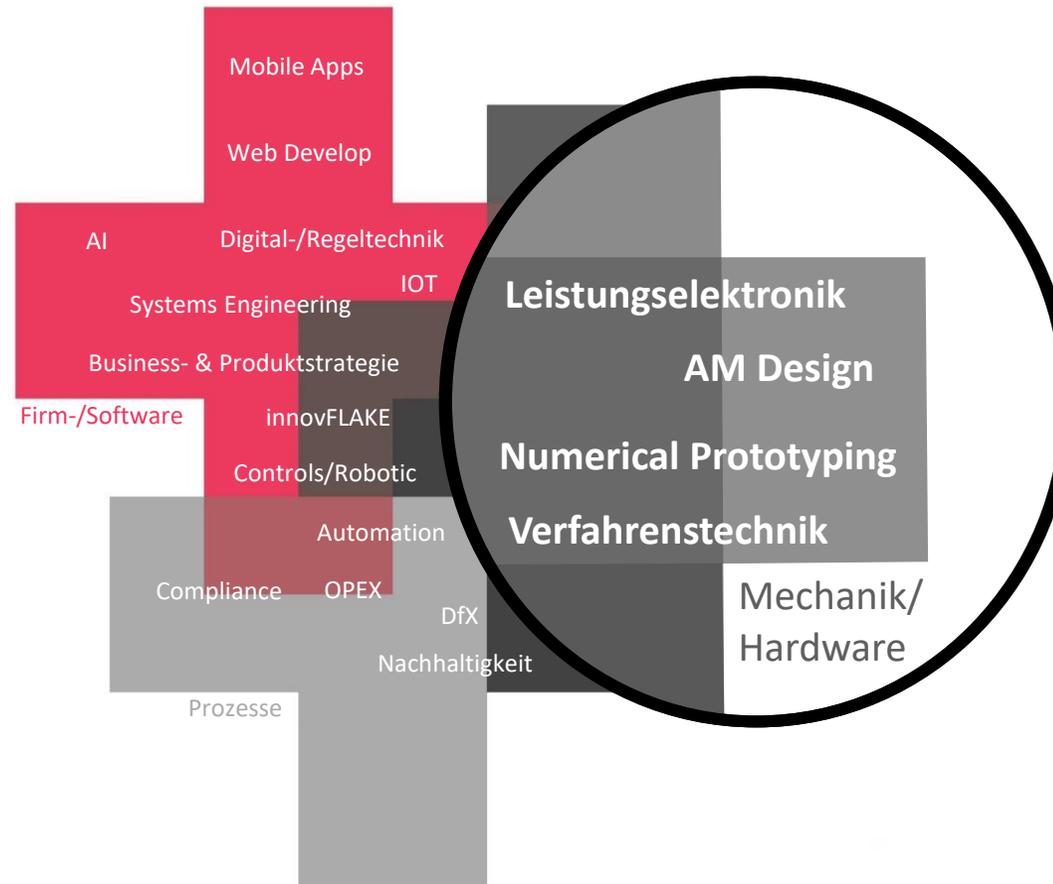


QSmetalAM-2023
29.06.2023

Use case cold plate

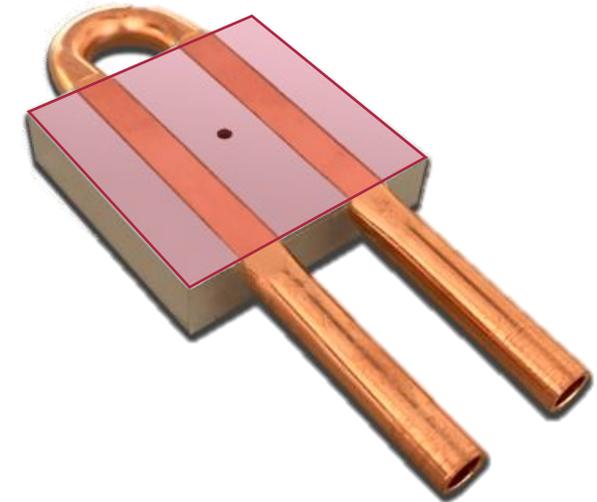
Fabian Tunzini, Jonas Keller

Interdisziplinäre Aufgabenstellung



Use case Elektronikkühlung

- Alternative Lösung für eine „coldplate“ mit der Design-Freiheit der additiven Fertigung
- Ziele der Optimierung:
 - Maximierung der Kühlleistung
 - Homogene Temperaturverteilung
 - Minimierung des Druckabfalls
 - Minimierung des Gewichts
 - Kosteneffektivität (durch Performancesteigerung)
- Geometrische Einschränkungen:
 - Gleiche Funktionsfläche (Kühlfläche)



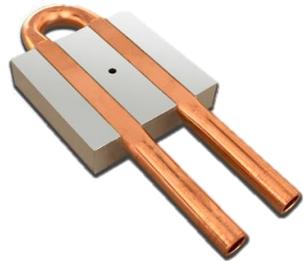
Konventionelle coldplate

Wakefield 120455

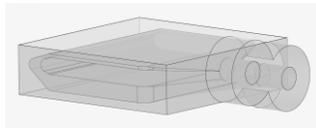
Simulationsgestützte Entwicklung; konventionell gestaltet

$$R_{conduction} = \frac{t}{A_{cooling-surface} * \lambda}$$

$$R_{convection} = \frac{1}{h * A_{heat-transfer surface}}$$

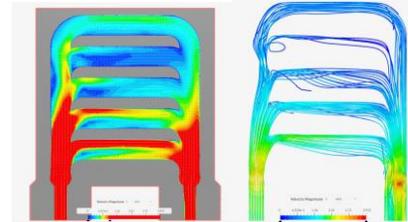
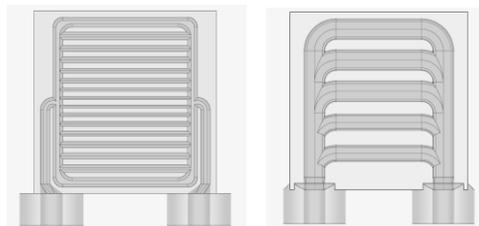


Off-the-shelf Lösung

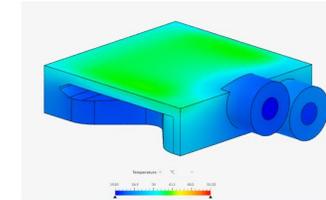


Identifikation der wichtigsten Designparameter mittels grober Systemanalyse

Initiale Designs erstellen

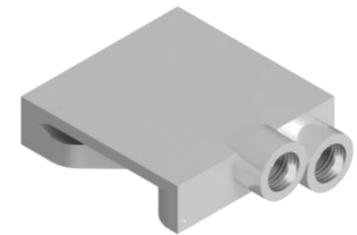


Design-Validierung und Optimierung mittels CFD-Simulation



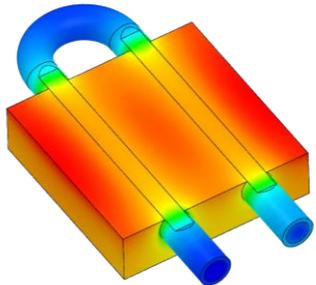
Finalisierung des Designs

Design-Validierung für AM-Fertigbarkeit

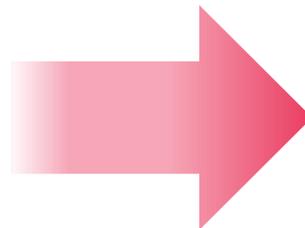


Konventionell gestaltet
AM gefertigt

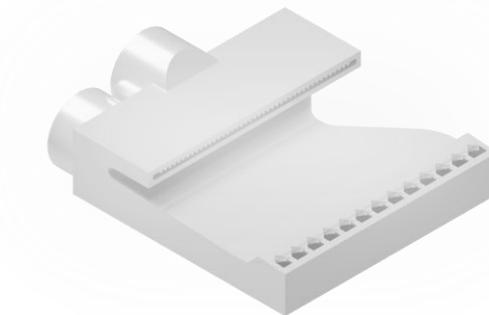
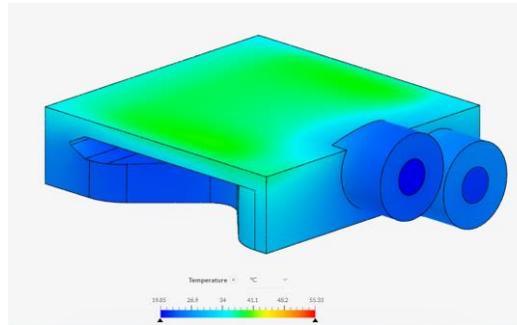
$R_{\text{therm}} = 0.059 \text{ K/W}$
 $\Delta p = 0.0258 \text{ bar}$
 $m = 192 \text{ g}$



Off-the-shelf Lösung



$R_{\text{therm}} = 0.029 \text{ K/W (-51\%)}$
 $\Delta p = 0.0273 \text{ bar (+6\%)}$
 $m = 79 \text{ g (-59\%)}$



Konventionell gestaltet – AM gefertigt

Maximierung der Kühlleistung ✓

Homogene Temperaturverteilung ✓

Minimierung des Druckabfalls ✓

Minimierung des Gewichts ✓

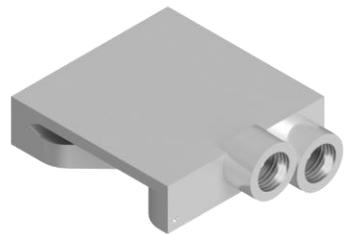
Sehr eindrückliches Ergebnis!

Aber geht da nicht noch mehr?

Doch.

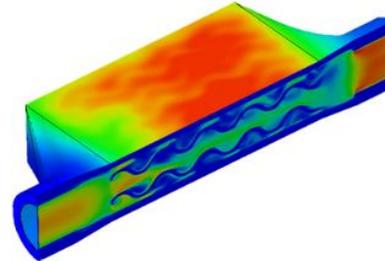
Aber dafür benötigen wir neues Wissen, neue Denkweisen und ev. alternative Tools.

Simulationsgestützte Entwicklung; AM gestaltet



Konventionell gestaltet
AM gefertigt

Recherche zu verbesserten Wärmeübertragung flüssigkeitsdurchströmter Geometrien



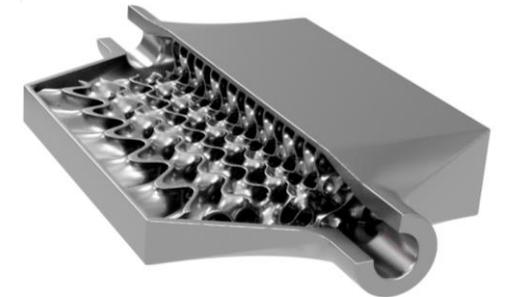
Design-Validierung und Optimierung mittels CFD-Simulation

Finalisierung des Designs

Recherche zu CAx-Tools für die Erzeugung von Lattice-Strukturen (insbesondere Gyroid-Strukturen)

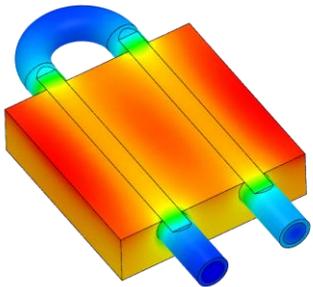


Design-Validierung für AM-Fertigbarkeit

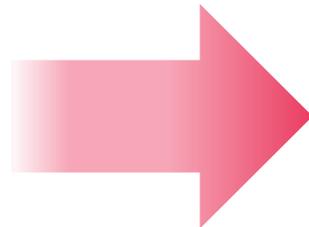


AM gestaltet
AM gefertigt

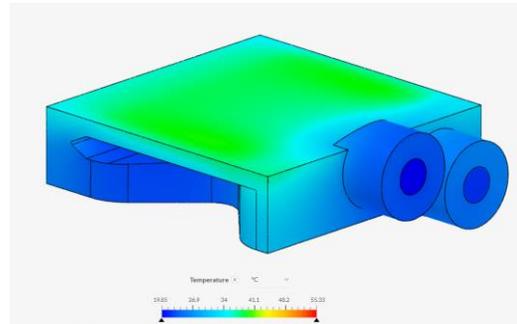
$R_{\text{therm}} = 0.059 \text{ K/W}$
 $\Delta p = 0.0258 \text{ bar}$
 $m = 192 \text{ g}$



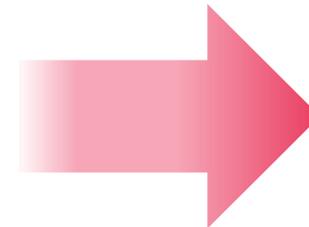
Off-the-shelf Lösung



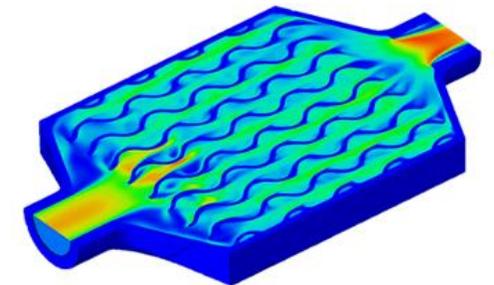
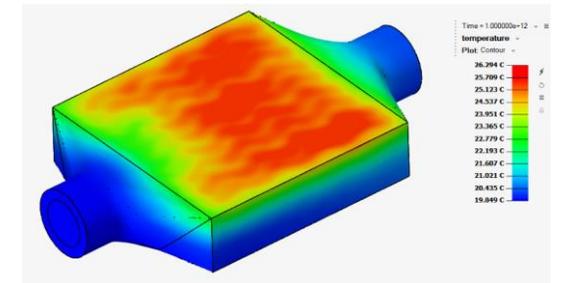
$R_{\text{therm}} = 0.029 \text{ K/W (-51\%)}$
 $\Delta p = 0.0273 \text{ bar (+6\%)}$
 $m = 79 \text{ g (-59\%)}$



konventionell gestaltet
AM gefertigt



$R_{\text{therm}} = 0.023 \text{ K/W (-61\%)}$
 $\Delta p = 0.0162 \text{ bar (-37\%)}$
 $m = 73 \text{ g (-62\%)}$

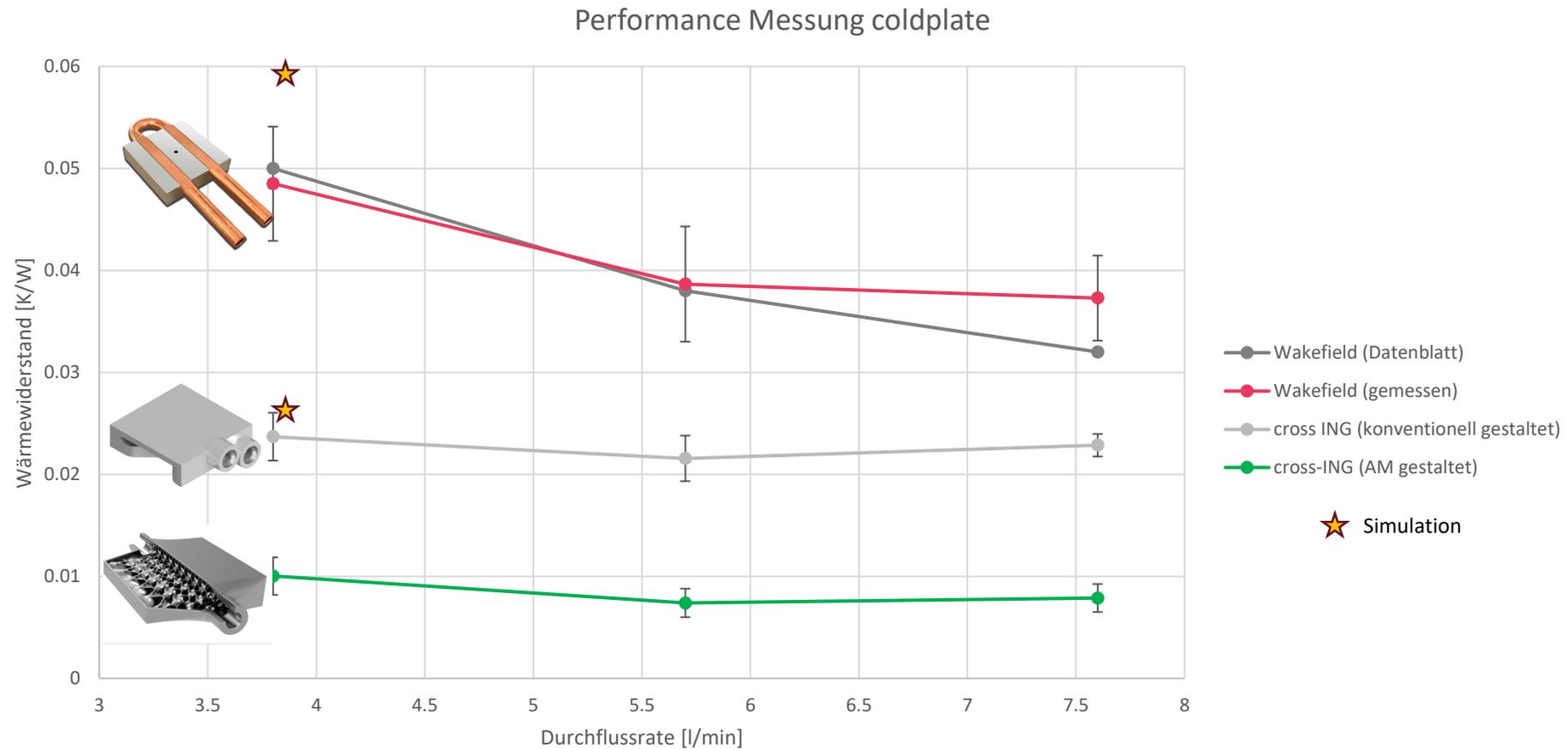


AM gestaltet
AM gefertigt

| | CHF/Stk. | R_{therm} [K/W] | Δp [bar] | m [g] |
|-------------------------------------|------------|--------------------------|------------------|-----------|
| Wakefield | 93 *) | 0.059 | 0.0258 | 192 |
| cross-ING (konventionell gestaltet) | 166 (+78%) | 0.029 (-51%) | 0.0273 (+6%) | 79 (-59%) |
| cross-ING (AM gestaltet) | 150 (+61%) | 0.023 (-61%) | 0.0162 (-37%) | 73 (-62%) |

*) <https://ch.farnell.com> (Stand 28.06.2023)

Vergleich Originaldesign vs. „konventionell gestaltet“ vs. „AM gestaltet“



- Performance-Steigerung:
 - Gleiche Baugrösse → Doppelte Kühlleistung oder
 - Gleiche Kühlleistung → Halbe Baugrösse
- Hebel für Optimierungen:
 - Gehäuseform (Kontaktierung Hotspots, beliebige 3-dimensionale Anpassungsmöglichkeiten, Platzoptimierung)
 - Gitterstruktur (Zellengrösse, Wandstärke)
 - Material (Kupfer)
 - Auslegung Kühlkreislauf (Pumpenleistung, Temperaturniveau)

Learnings:

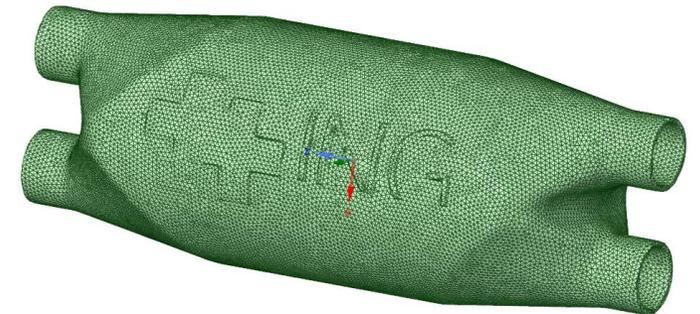
- Wissen (Stand der Technik, Aufbau internes Know-how, Training)
- Toolchain in der Entwicklung muss teilweise ergänzt werden (z.B. zur Erzeugung neuer Geometrien)

Vom Komponenten-Denken zum Systemdenken:

- Sich vom Bestehendem lösen. Neue Ansätze denken.
- Gegenseitiges Verständnis für interne Prozesse (Entwicklung, Einkauf, Produktion, Produktmanagement, Verkauf, GL)
- Neue Sprache/Argumente („CHF/Watt“, „Watt/m³“, „Watt/kg“, „TCO“, ... statt „CHF/Stk“)
- Alle Nutzenpotenziale für Betreiber aufzeigen (Life-cycle)

Wärmetauscher mit Gyroid-Struktur:

- Funktionale Steigerung (2 Fluidströme, noch räumlicher)
- Simulation und Test in Arbeit



Fragen?

Danke!

<https://www.cross-ing.ch/additive-manufacturing-design>

