

Einfacher Flügelentwurf optimiert hinsichtlich Masse und Widerstand

Aufgabenstellung für eine *Masterarbeit*

Hintergrund

Eine klassische Aufgabe der Optimierung im Flugzeugentwurf besteht darin, optimale Flügelparameter zu finden. Bekanntlich führt eine aerodynamisch optimale Form (der elliptische Flügel) zu einem eher schweren Flügel, der dann mehr Gewicht tragen und mehr Auftrieb produzieren muss und daher absolut gesehen mehr induzierten Widerstand verursacht und letztlich mehr Gesamtwiderstand. Aus diesem Grund ist der "optimale" Flügelgrundriss ein Kompromiss. Es sind zwei Disziplinen gekoppelt: Aerodynamik und Struktur (einschließlich der Massenschätzung). Letztlich geht es aber immer um Geld, also nicht nur um minimalen Gesamtwiderstand und minimale Kraftstoffkosten, sondern um minimale Gesamtkosten. So kommt als dritte Disziplin die Ökonomie hinzu. Dies wird als Multidisciplinary Design Optimization (MDO) bezeichnet. In der Wissenschaft werden dann beim MDO zunächst CFD- und FEM-Programme gekoppelt. Einfacher kann vorgegangen werden, wenn statt der Numerik lediglich Gleichungen aus dem Flugzeugentwurf gekoppelt werden. Das Ergebnis so einer einfachen Betrachtung kann für einen Flügelentwurf schnell ein erstes Ergebnis liefern. So kann MDO an einem einfachen Beispiel erklärt werden. Es kann das Verständnis der Teilnehmer in einer Vorlesung "Flugzeugentwurf" fördern. Hier sind die einfachen Bestandteile für ein "Wing-MDO": Für den Flügel werden Nullauftriebswiderstand, Wellenwiderstand, induzierter Widerstand und Flügelmasse abgeschätzt. Zu minimieren ist die Zielfunktion, primär ist das der Widerstand, denn damit wird auch der Energieverbrauch des Flugzeugs minimiert. Generell kann auch die Abflugmasse als Zielfunktion genutzt werden, die eine Ersatzgröße (Proxy) für die direkten Betriebskosten (Direct Operating Costs, DOC) sein kann.

Aufgabe

Für die Optimierung der Parameter des Flügels eines Strahlverkehrsflugzeuges sollen Gleichungen aus dem Flugzeugentwurf in einer Tabellenkalkulation (Excel) kombiniert werden. Als Optimierer kann der Solver von Excel verwendet werden. Die Aufgabe besteht aus folgenden Teilschritten:

- Durchführen einer Literaturrecherche zum MDO von Flügeln.
- Aufbauen des "Wing-MDO" in Excel.
- Durchführen von Parametervariationen, um die klassischen Kompromisse beim Flügelentwurf aufzuzeigen.
- Ermitteln von optimalen Flügelparametern bei unterschiedlichen Zielfunktionen mit dem Solver von Excel.
- Vergleichen dieser einfachen Flügeloptimierung mit der Optimierung von Flügelparametern im Kontext des gesamten Flugzeugentwurfs. Genutzt wird dazu das bereits vorhandene Optimierungsprogramm zum Flugzeugentwurf "Optimization in Preliminary Aircraft Design" (OperA).
- Diskutieren der eigenen Ergebnisse im Vergleich mit den Ergebnissen aus OperA und mit Ergebnissen aus der Literaturrecherche.

Die Ergebnisse sollen in einem Bericht dokumentiert werden. Es sind die DIN-Normen zur Erstellung technisch-wissenschaftlicher Berichte zu beachten.