www.dx-dt.at e.u.

Thomas Paier
thomas.paier@dx-dt.at
+43 660 5271777

Fluiddynamische Geometrieoptimierung: Methoden im Vergleich

Die fluiddynamische Formoptimierung hat sich von der rein lokalen Modifikation bestehender Profile hin zu datengetriebenen und KI-gestützten Frameworks entwickelt. Während klassische Methoden (Hicks-Henne, CST) auf mathematischen Funktionen basieren, nutzen moderne Ansätze wie AirDbM das Morphing von Datenbank-Geometrien und SARMOO adaptive, maschinell gelernte Surrogate-Modelle, um Rechenzeit und Stabilitätsprobleme zu überwinden.

Strategien der Geometrieparametrisierung

Top-Down vs. Bottom-Up Ansätze



Hicks-Henne/CST modifizieren existierende Formen



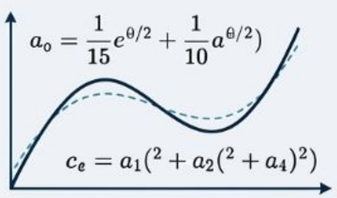
Para+ baut Strukturen adaptiv von Grund auf neu auf

Datengetriebene Dimensionsreduktion



AirDbM rekonstruiert 99% der UIUC-Datenbank mit nur 12 Basiselementen durch interpolatives und extrapolatives Morphing

Analytische Präzision durch CST



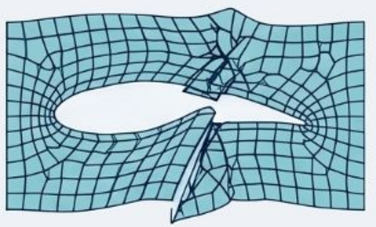
Nutzt Bernstein-Polynome (4. bis 10. Ordnung) zur exakten Darstellung glatter, fluiddynamisch hochgradig flexibler Körper.

Vergleichsmatrix: Methoden im direkten Vergleich

	Hicks-Henne / CST	AirDbM (Morphing)	Para+ in SARMOO
Philosophie	 Modifikation / Analytik	 Datengetriebene Kombination	 Adaptiver Strukturaufbau
Größte Hürde	 Automatisierte Netzinstabilität	 Begrenzung durch Basis-Set	 Komplexität des ML-Trainings
Optimierung	 Gradienten-basiert / Adjoint	 Reinforcement Learning / GA	 Aktives Lernen / Surrogate

Die technische Hürde: Netzstabilität

Der Flaschenhals der FEA-Netzerstellung

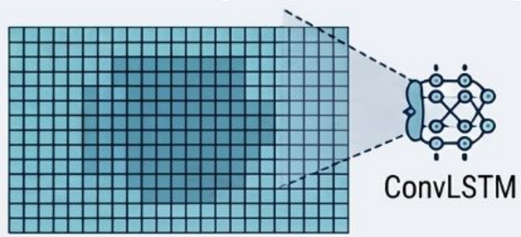




SOLVER ABSTURZ

Klassische Methoden scheitern oft an Solver-Abstürzen durch stark deformierte Netze bei großen Geometrievariationen.

SARMOO-Lösung: Fixes Gitter & Surrogate



Para+ nutzt ein fixiertes Raster (Mapping) und ML-Modelle (ConvLSTM) zur Vorhersage auch bei instabilen Simulationsbereichen