

## MONREP

### "Modellgestützte Optimierung für nichtlineare und restriktionsbehaftete Produktionsprozesse"

Fachhochschule Köln / divis intelligent solutions GmbH

Optimierungsprobleme in industriellen Anwendungen sind oftmals nichtlinearen und komplexen Restriktionen unterworfen. Für viele dieser Probleme ist es bereits schwierig gute Startlösungen zu bestimmen. Als Folge dessen werden auch die Anforderungen an die eingesetzten Optimierverfahren deutlich erschwert.

Bislang wurden für restriktionsbehaftete Probleme spezielle Methoden (wie z.B. Strafterme (Penalty-Funktionen) für unzulässige Lösungen) eingesetzt. Leider sind die Anwendungen in der Industrie heutzutage oftmals derartig komplex, dass bei der Optimierung nur eine relativ geringe Anzahl von Funktionsauswertungen erlaubt ist. Dieser Umstand erfordert die Entwicklung neuartiger Verfahren, welche in der Lage sind, auf die heutigen, immer komplexer werdenden Anforderungen zu reagieren.

„MONREP“ ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördertes Projekt im Rahmen der Reihe „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand“ (ZIM) und wird seit Januar 2014 von der Fachhochschule Köln, [Forschungsschwerpunkt Cplus](#) und [Forschungsstelle CIOP](#), sowie der [divis intelligent solutions GmbH](#) auf unternehmerischer Seite bearbeitet. Ziel des Projektes ist es, verbesserte Methoden und Lösungen für schwer lösbare und restriktionsbehaftete Optimierungsprobleme zu finden.

Ein wesentlicher Bestandteil des Forschungsvorhabens ist hierbei der Einsatz von modellgestützten Optimierverfahren. Bei der modellgestützten Optimierung können sowohl die eigentliche Zielfunktion, als auch die Restriktionsgrenzen anhand von mathematischen Modellen gelernt werden. Mit diesen sog. Meta- oder Surrogat-Modellen sollte es möglich sein, effizientere Lösungen für schwer lösbare Probleme mit Dutzenden von Variablen und Restriktionen bestimmen zu können. Dazu sollen Methoden des maschinellen Lernens wie z.B. Support Vector Machines [Schölkopf u.a. 1999] zum Einsatz kommen, welche die a priori unbekanntes Restriktionsgrenzen schätzen. Mit einer solchen Schätzung der Restriktionsgrenzen kann die Suche des eingesetzten Optimierverfahrens, wie z.B. der Efficient Global Optimization (EGO) von [Jones u.a. 1998] oder der CMA-ES [Hansen und Ostermeier 1996], deutlich verbessert werden, sodass weniger Schritte zum Erreichen der optimalen Region erforderlich sind. Außerdem können die Surrogat-Modelle helfen, dass weniger unzulässige

Lösungen exploriert werden und am Ende eines Suchlaufs ausreichend gültige Lösungskandidaten verfügbar sind.

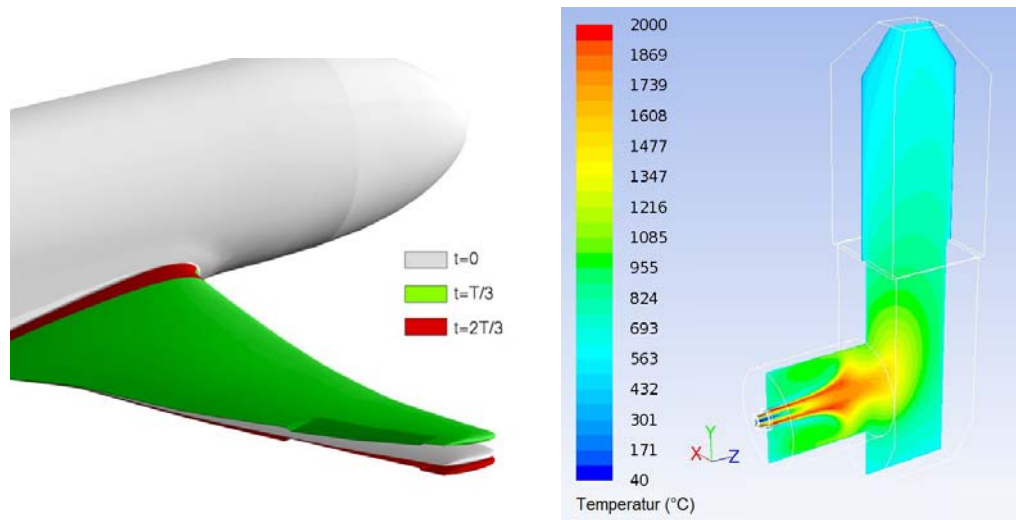


Abbildung Praxisbeispiele für komplexe Optimierungs- und Simulationsaufgaben. Links: Tragflächendesign in der Luftfahrtindustrie. Rechts: Computational Fluid Dynamics (CFD) Simulation eines industriellen Verbrennungsprozesses.

Während der Suche soll das unterliegende Surrogat-Modell Schritt für Schritt an die neuen Gegebenheiten angepasst werden, um durch die vorgenommenen Verfeinerungen immer bessere Vorhersagen zu liefern.

Die Fachhochschule Köln und die divis intelligent solutions GmbH setzen bereits seit einigen Jahren erfolgreich Surrogat-Modelle zur Optimierung ein und haben in dem Bereich der modellgestützten Optimierung sehr gute Erfahrungen gesammelt. Die divis GmbH besitzt langjährige Erfahrungen in der Lösung komplexer industrierelevanter Optimierungsprobleme.

Die aus dem Projekt zu erwartenden Ergebnisse sind für viele Unternehmen hochrangig interessant. Daher wird während der Entwicklung darauf geachtet, dass sich die eingesetzten Verfahren auch auf andere Problemstellungen übertragen lassen und somit auch andere Unternehmen von den entwickelten Strategien profitieren können.

#### Referenzen:

- N. Hansen and A. Ostermeier: Adapting Arbitrary Normal Mutation Distributions in Evolution Strategies: The Covariance Matrix Adaptation, In Proceedings of the Congress on Evolutionary Computation (CEC), pages 312-317. IEEE, 1996.
- D.R. Jones, M. Schonlau and W.J. Welch: Efficient Global Optimization of Expensive Black-box Functions. Journal of Global Optimization, 13(4):455-492, Springer, 1998.
- B. Schölkopf, C.J.C. Burges and A.J. Smola: Advances in Kernel Methods: Support Vector Learning. MIT Press, 1999.

**Projektbeteiligte:**

**divis intelligent solutions GmbH**

**Joseph-von-Fraunhofer-Str. 20, 44227 Dortmund**

Prof. Dr. Thomas Bäck ([baeck@divis-gmbh.de](mailto:baeck@divis-gmbh.de))

Dr. Peter Krause ([krause@divis-gmbh.de](mailto:krause@divis-gmbh.de))

Dipl.-Inform. Christophe Foussette ([foussette@divis-gmbh.de](mailto:foussette@divis-gmbh.de))

[www.divis-gmbh.de](http://www.divis-gmbh.de)

**Fachhochschule Köln / Cologne University of Applied Sciences**

**Steinmüllerallee 1, 51643 Gummersbach**

Prof. Dr. Wolfgang Konen ([wolfgang.konen@fh-koeln.de](mailto:wolfgang.konen@fh-koeln.de), [www.gm.fh-koeln.de/~konen](http://www.gm.fh-koeln.de/~konen) )

Dr. Patrick Koch ([patrick.koch@fh-koeln.de](mailto:patrick.koch@fh-koeln.de))

[www.gociop.de](http://www.gociop.de)