



KC-390 von Embraer. Der brasilianische Flugzeughersteller nutzt konsequent Optimierungstechniken auf Basis von ModeFrontier.

Optimal ist der beste Kompromiss

Integraler Bestandteil des modernen Produktentstehungsprozesses ist die Optimierung. Wird sie richtig verstanden, ergeben sich immense, wirtschaftlich attraktive Möglichkeiten. Weitreichende IT-Unterstützung hierzu bietet ModeFrontier von Esteco.

Die Natur optimiert Lösungen nicht, sondern sie selektiert. So gesehen ist Optimierung nichts „Natürliches“. Dennoch ist sie ein integraler Bestand-

teil des modernen Produktentstehungsprozesses. Die gerne zitierte Verkürzung von Time-to-Market und die zunehmende Komplexität von neuen Pro-

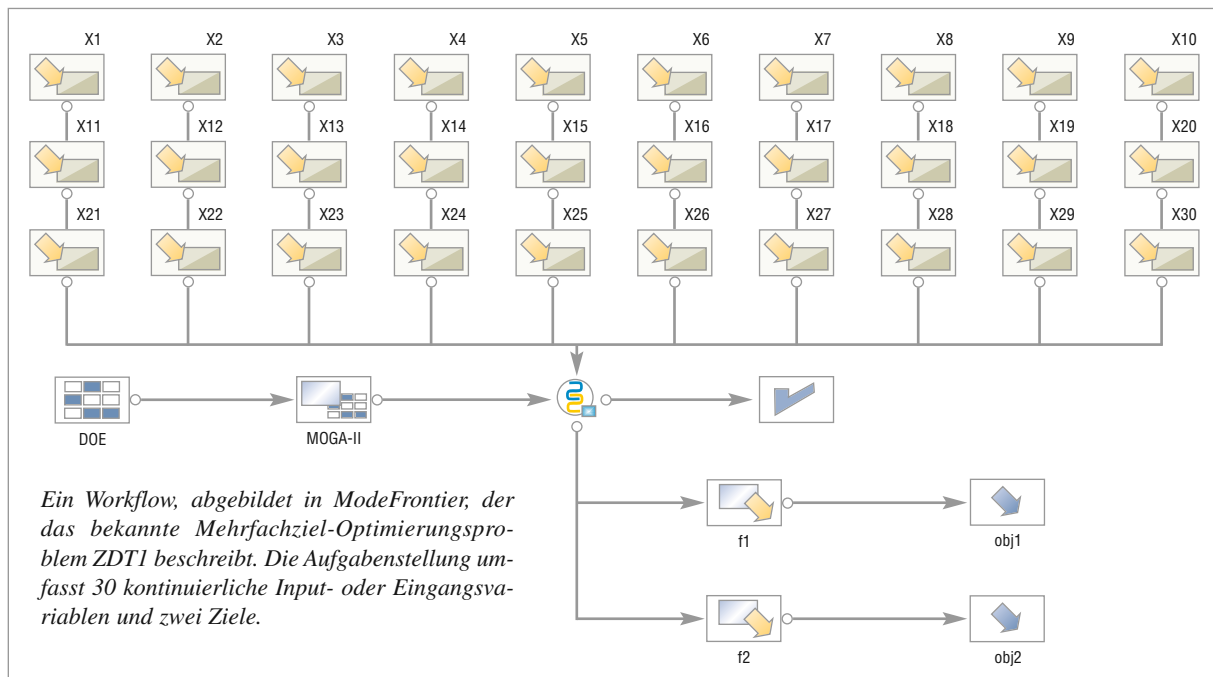
Aus der Praxis für die Praxis

Der ModeFrontier-Ansatz geht auf ein EU-Forschungsvorhaben aus dem Jahr 1995 zurück. Die ursprüngliche Technologie stammt von British Aerospace (BA). Ziel war es, eine Collaborative-Design-Umgebung für optimierte Entwürfe zu schaffen. Zum Hintergrund: Bei BA gibt es eine große Anzahl von Ingenieuren, die ihre Tätigkeiten aufeinander abstimmen mussten. EnginSoft kam ins Spiel, weil BA die Dokumentation der Ergebnisse der Forschungsarbeiten outsourcen wollte. EnginSoft hatte bereits große Erfahrung damit, wie die Resultate dargestellt werden müssten, um von den entsprechenden EU-Gremien akzeptiert zu werden. Ein Fazit war, dass die Idee zwar sehr vielversprechend sei, dass es aber bereits zum damaligen Zeitpunkt Wettbewerbslösungen am Markt gab. EnginSoft übernahm schließlich die Software und gründete eigens für die Vermarktung und Weiterentwicklung die Tochtergesellschaft Esteco. Carlo Poloni, der Geschäftsführer von Esteco, war verantwortlich für die Entwicklung der Algorithmen im Rahmen des Frontier-EU-Projekts.

dukten, Maschinen oder Anlagen wirken wie eine normative Kraft des Faktischen, die dem spielerischen, evolutionären Herantasten der Natur (einschließlich gnadenloser Auslese) an die beste (oder zumindest überlebensfähige) Lösung eine klare Absage erteilt und der klar strukturierten Entscheidungsfindung auf Basis von Optimierungstechniken das Wort redet.

Optimierung¹ wird im Engineering oftmals mit der Optimierung mechanischer Bauteileigenschaften² in Verbindung gebracht. Dies ist zwar ein wichtiger Aspekt, alleine aber freilich nicht ausreichend. Die fachabteilungsübergreifende Wissensintegration entlang des Produktentstehungsprozesses im Sinne einer kontinuierlichen Produktreifegradverbesserung des Gesamtsystems kann nur das Ziel einer holistisch begriffenen Optimierung sein.

Die Suche nach dem Optimum wird insbesondere dann zu einem anspruchsvollen Unterfangen, wenn eine sehr große Anzahl von plausiblen Optionen vorliegt. Diese Komplexität der Aufgabenstellung kann gegeben sein durch numerische Probleme bei der physika-



Quelle: EnginSoft 2009

lischen Modellbildung durch die große Anzahl voneinander unabhängiger Variablen, Ziele oder Randbedingungen; sie kann auch gegeben sein durch die enge Kopplung verschiedener Disziplinen (etwa im Bereich multiphysikalischer Fragestellungen) oder schlichtweg durch die Beschränkung von Rechenressourcen. Diese Restriktionen haben im Allgemeinen zur Folge, dass der Analytiker eine Gesamtproblemstellung nicht auf einmal lösen kann. Vielmehr besteht der einzig gangbare Weg darin, die Fragestellung in Teilaufgabenstellungen zu unterteilen, diese zu optimieren und anschließend zum Ganzen zusammenzufügen. Außerdem ist zu bedenken, dass die Optimierungsziele selbst miteinander in Konflikt und manchmal sogar im Gegensatz zueinander stehen können. Unter Zuhilfenahme von automatisierten Prozeduren lässt sich dabei die Teilaufgabenstellung effizient analysieren und hinsichtlich unterschiedlicher Zielvorgaben optimieren.

Was sich auf diese Weise erreichen lässt, ist zumindest der beste Kompromiss zwischen verschiedenen Parametern oder Eigenschaften unter dem Aspekt einer bestimmten Anwendung. Die Mathematik verlangt für die Optimierung folgende drei Schritte³:

- Modellbildung, die validiert wurde, um sicherzustellen, dass nicht nur Einzelfänomene verwendet werden, sondern eine durchgängig schlüssige Theorie

- Simulation, um durch Parametervariation das Modell durchzurechnen
- Optimierung, bei der bestimmte Zielfunktionen und Maßstäbe für Qualität (Regeln) eingehalten werden.

Die Angewandte Mathematik hat kein Problem damit, wenn bei dieser Vorgehensweise das globale Optimum nicht angegeben werden kann. Mittels Techniken der mathematischen Beweisführung kann sie zeigen, wie dicht ihre favorisierte Lösung vom globalen Optimum entfernt ist.

In der Engineering-Praxis haben sich hierzu die Begriffe „Robustheit“ und „Genauigkeit“ einer Optimierungsmethode etabliert. Grundlage dafür ist die Methodologie:

- Design of Experiments (DoE)
- Anwendung von Optimierungsalgorithmen
- Anwendung von Entscheidungsfindungsprozeduren.

Eine effiziente Wissensintegration im Rahmen des Produktentstehungsprozesses schließt also die systematische Versuchsplanung (DoE) ein – sowohl im Sinne rein computergestützter Tests („Virtual Prototyping“) als auch in Hinsicht auf Versuche mit real existierenden Prototypen („Hardware“). Hierzu ein Beispiel aus der Prozessindustrie: Sollen ein neuer Fliesenkleber, eine neue Textilfaser oder eine neue Folie für eine Autowindschutzscheibe entwickelt werden, müssen hierzu

- die geeigneten Rohstoffe festgelegt

- Mengenverhältnisse definiert
- über Herstellungsbedingungen Aus-sagen getroffen
- Spezifikationen eingehalten
- Herstellungskosten und Umweltbelastung minimiert

werden. Dabei können 16 Versuche ausreichen, um die notwendigen 6 Parameter einer chemischen Synthese mit zwei Stoffen vollständig festzulegen (1). Ein Parametersatz ist: die Zufuhrmenge, die beiden Grundstoffe, die Drehzahl des Rührers, die Menge des eingesetzten Katalysators, die Reaktionszeit und die Reaktionstemperatur. Wird anstatt mit modellgestützter Versuchsplanung mit konventioneller Versuchsplanung⁴ gearbeitet, müssen 60 bis 80 Experimente in Kauf genommen werden.

Prozess als Maß der Dinge

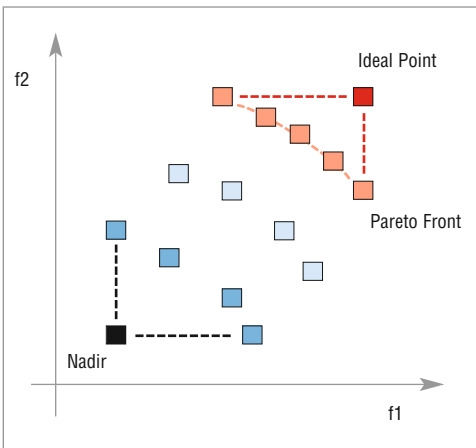
Der bisher beschriebene holistische Ansatz verlangt bereits aus Sicht der

¹) Aus dem Lateinischen. Superlativ von bonus („gut“).

²) Die Bauteiloptimierung umfasst drei verschiedene Verfahren: Parameter-Optimierung, bei der charakteristische Parameter – wie Querschnittsflächen von Fachwerkstäben oder Wandstärken von Behältern – systematisch variiert werden; Form-Optimierung, bei der die äußeren Konturen des Bauteils automatisch verändert werden, etwa um örtliche Spannungsspitzen zu verringern; Topologie-Optimierung, bei der in einem zulässigen Bauraum aufgrund von Lastannahmen automatisch ein Vorentwurf berechnet wird, der noch weiter ausgearbeitet werden muss.

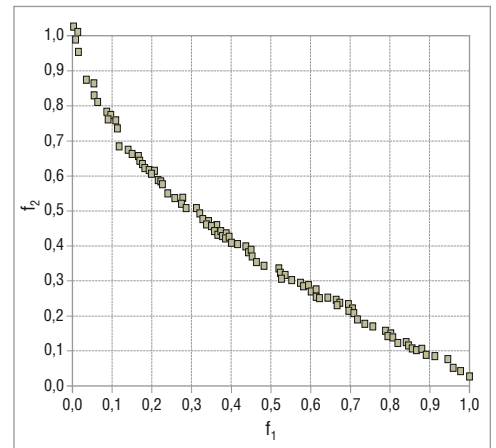
³) „Modellieren, Simulieren, Optimieren: Was ist das aus mathematischer Sicht?“, Festvortrag von Professor Martin Grötschel, Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik, ProcessNet-Jahrestagung 2009.

⁴) Nach dem Prinzip „one factor at a time“. Mehr hierzu unter: http://en.wikipedia.org/wiki/One_factor_at_a_time_method.



Die Punkte zeigen mögliche Optionen für die Problemstellung, wobei höhere Werte niedrigeren Werten gegenüber bevorzugt werden. Die blauen Punkte sind nicht am Pareto Frontier, weil sie von den roten Punkten dominiert werden. Die roten Punkte werden grundsätzlich nicht von anderen dominiert und liegen demzufolge am Pareto Frontier.

Pareto Frontier (siehe Text) von ZDT1, ermittelt über einen speziellen genetischen Optimierungsalgorithmus (MOGA-II).



Effizienz nach einer durchgängigen Prozessintegration der einzelnen Phasen. PIDO, „Process Integration for Design Optimierung“, trägt dem Rechnung und steht für folgenden Funktionsumfang:

- Repräsentation und Management von Workflows, um flexibel Analyseprozesse mit beliebiger Komplexität rechnergestützt abzubilden
- ein Satz von Tools für die Versuchsplanung (DoE) und andere statistischer Werkzeuge, um die Parameter mit dem größten Einfluss auf die globale Performance eines Produkts zu identifizieren
- ein Satz von Methoden, Technologien und Strategien für multidisziplinäre Design-Optimierung (MDO) und Mehrfachziel-Optimierung (Multi-Objective Optimization, MOO oder MPO)
- Meta-Modellierungs- und Response-Surface-Methodologien
- Plots für die schnelle Interpretation der Ergebnisse
- Techniken zur Unterstützung des Entscheidungsfindungsprozesses, die es erlauben, die Auswahl der Kriterien zu dokumentieren

- Algorithmen zur statistischen Analyse, um Aussagen zu Korrelation, Verlässlichkeit und Fehlern machen zu können („Design for Six Sigma“).
- PIDO steht also nicht nur für integrierte konventionelle Simulation und Berechnung, sondern umfasst zudem eine neue Klasse von computergestützten Verfahren, die alle auf die Vernetzung abzielen, um die vorgegebenen Ziele mit einer vorgegebenen Güte zu erreichen (2).

ModeFrontier als integrative Testumgebung

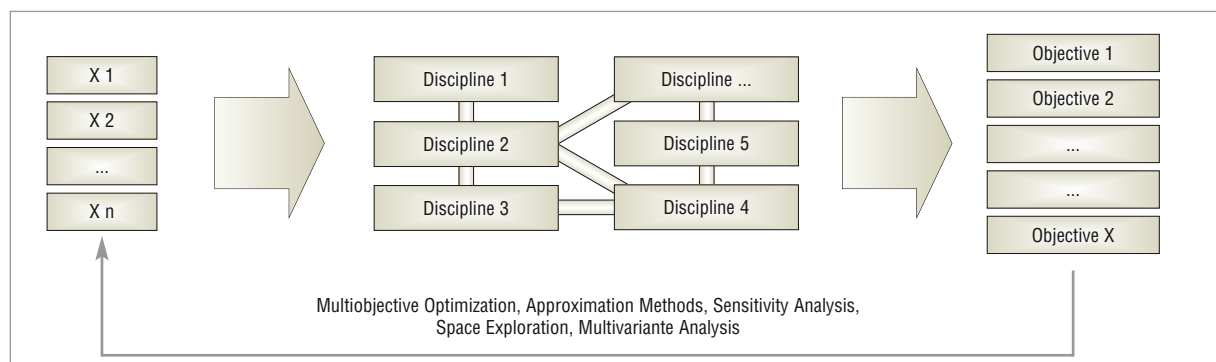
Als Integrationsplattform für die Optimierung erfüllt ModeFrontier von Esteco EnginSoft Technologie per l'Ottimizzazione srl mit Sitz in Triest die Kriterien für eine mathematisch robuste, multidisziplinäre Design-Optimierung im Sinne von PIDO. Die Lösung bietet eine generische Schnittstelle, über die praktisch jedes CAE-Tool angebunden werden kann. So kann eine Fluid-Struktur-Kopplung durchgeführt werden, bei der ein CFD-Programm, etwa die Open-Source-Anwendung OpenFoam, und ein nichtlineares FEM-Pro-

gramm, beispielsweise Abaqus, gekoppelt werden, um die geometrische Form der Luftzuführung einer Klimaanlage im Armaturenbrett eines Kraftfahrzeugs zu optimieren. Ein Panel innerhalb des Tools hilft dem Anwender in intuitiver Weise, den entsprechenden Workflow für eine nicht begrenzte Zahl von CAE-Tools zu konfigurieren, indem Ziele, Nebenbedingungen und Input- und Output-Parameter festgelegt werden.

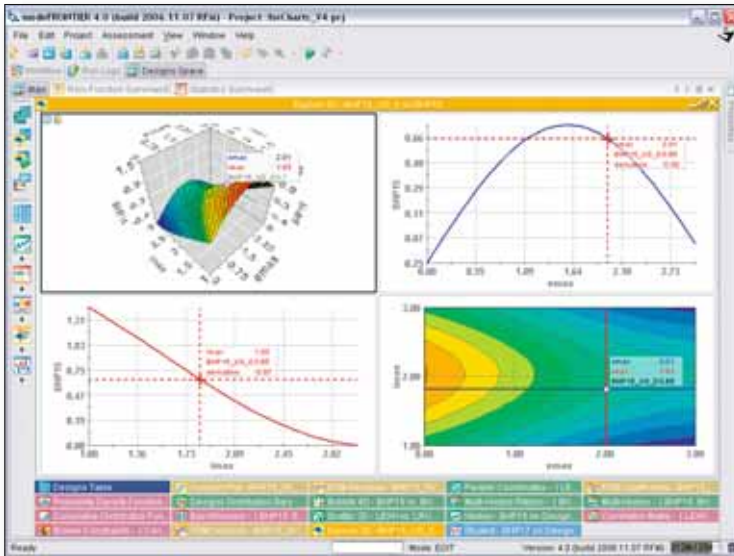
Darüber hinaus stehen zusätzlich Direktschnittstellen zu weit verbreiteten Standard-Tools wie Excel, Matlab und Simulink zur Verfügung. Hierbei spielt es keine Rolle, ob die Programme eigenständig oder um andere Tools zu steuern genutzt werden.

Wirksames Instrument für die Entscheidungsfindung

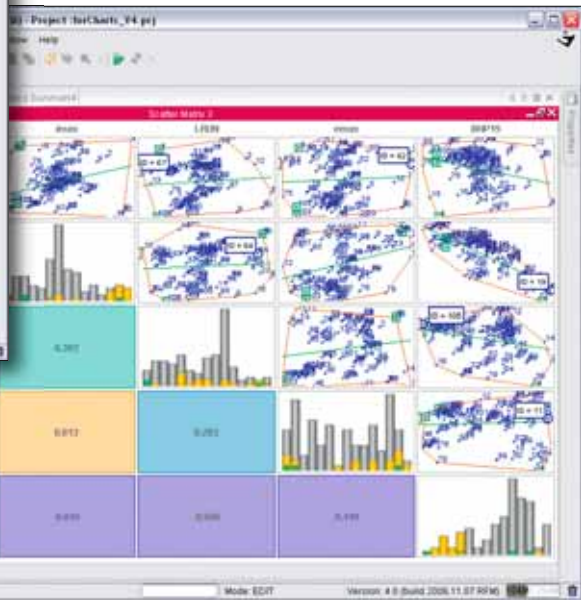
Jeder Optimierungstechnik liegt eine bestimmte Suchstrategie zugrunde. Ihre Qualität hängt von der numerischen Stabilität („Robustheit“) beziehungsweise der Genauigkeit der angewandten Methode ab. Die Robustheit der Optimierungsmethode macht Aus-



Schematische Darstellung einer multidisziplinären Design-Optimierungsaufgabenstellung



Blick in die Datenaufbereitung durch ModeFrontier 4.0

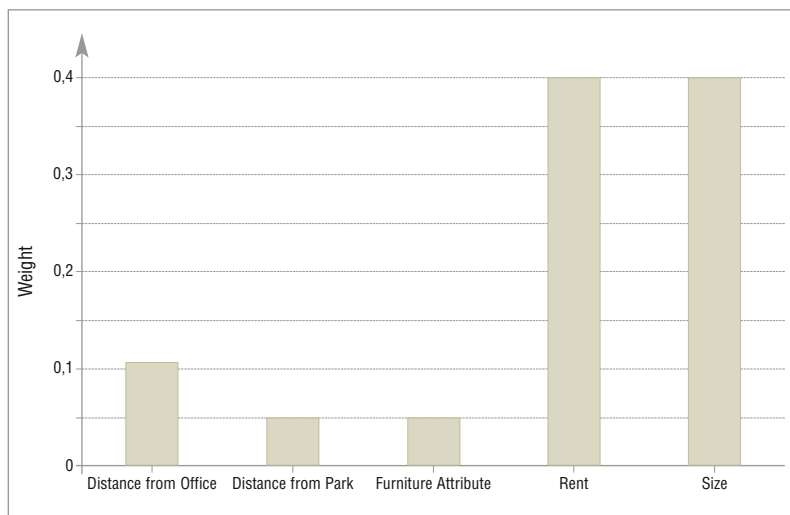


Bilder (2): EnginSoft

sagen über die Fähigkeit, Optima für die Zielfunktionen anzugeben, selbst dann, wenn der Beginn der Rechnung weit weg von der finalen Lösung ist oder sich die Zielfunktion extrem nicht-linear verhält und mehrere lokale Optima enthält. Im Gegensatz dazu ist die Genauigkeit ein Maß dafür, wie nah der Optimierungsalgorithmus an die Extrema herankommt. Die Literatur kennt hunderte oder gar tausende von Optimierungsmethoden für sehr spezielle und eher allgemeine Fragestellungen. So löst „Linear Programming“ sehr effizient Aufgaben, bei denen sowohl die Ziele als auch die Randbedingungen linear in Hinsicht auf die Entscheidungsvariablen sind. Andere Methoden können nützlich sein, um nicht-lineare Problemstellungen zu lösen oder Mehrfachziel-Optimierung durchzuführen. Häufig ist allerdings der Ingenieur mit derart komplexen Aufgaben konfrontiert, dass diese Algorithmen nicht ohne

weiteres angewendet werden können. Oftmals sind die Zielfunktionen hochgradig nicht-linear, oder aber die Entscheidungsparameter lassen sich gar nicht analytisch formulieren. Stellen wir uns hierzu ein Modell mit einer großen Anzahl von Eingabeparametern vor, weil wir große Entscheidungsfreiheit beim finalen Design haben möchten. Ein größerer Parameterraum bedingt jedoch mehr Aufwand bei der Suche nach dem finalen optimalen Design. In der Praxis bedeutet dies, dass damit auch die Rechenzeit deutlich zunimmt. Für die Mehrfachziel-Optimierung mu-

tiert die Suche nach dem Optimum zur Suche nach den besten Kompromissen. Mit anderen Worten: in diesem Fall gibt es nicht nur eine Lösung, sondern eine ganze Reihe davon. Diese Ergebnisse werden „Pareto-Lösungen“ genannt. Hierbei gibt es die Fälle „Trade-off Surface“ oder „Pareto Frontier“. Im Falle von Pareto Frontier dominiert keine Lösung beziehungsweise keiner der Entscheidungsparameter (siehe unten). Das bedeutet, dass man im Falle von Pareto Frontier keine der Design-Komponenten verbessern kann, ohne mindestens eine der anderen Komponenten zu schädigen. Pareto-Optimierungslo-



Beispiel zur Erleichterung der Entscheidungsfindung. Nehmen wir an, eine möblierte Wohnung soll aufgrund folgender Kriterien vermietet werden: Größe, Mietzins, Distanz zum Büro sowie zu Grünanlagen, Qualität der Möbel. Die Entscheidungsfindung kann durch paarweise Beziehungen wie die Attribute der Form „Mietzins ist zweimal so entscheidend wie die Entfernung zu Grünanlagen“ unterstützt werden. Das hier dargestellte Chart zeigt automatisch erzeugte Gewichtung durch ModeFrontier.

Quelle: EnginSoft 2009

sungen sind dafür bekannt, dass sie nicht-dominant beziehungsweise -effizient sind. Diese Lösungen haben keine klaren Beziehungen, außer dass sie zum Pareto-Optimal-Set gehören. Auch ist es schwierig, für sie analytische Ausdrücke zu finden.

Um effektiv Optimierung durchführen zu können, enthält ModeFrontier die gebräuchlichsten derartigen Methoden. Eine Liste hierzu ist auf der Webseite von EnginSoft zu finden. Neben konventionellen werden sogenannte metaheuristische Methoden für die einfache und die Mehrfachziel-Optimierung geboten. Die metaheuristischen Methoden wurden in den 1980er Jahren entwickelt. Sie eignen sich gerade bei schwierigen Optimierungsaufgaben und bieten oftmals den besten Lösungsweg. Es ist eine sehr wichtige Gruppe von Methoden, denn diese haben dabei geholfen, die Mehrfachziel-Optimierung weiterzuentwickeln. Diese Klasse an Methoden hilft beispielsweise, Tem-

pervorgänge bei Metallen zu optimieren oder evolutionäre Strategien zu entwickeln. Allen metaheuristischen Methoden ist gemeinsam, dass sie zumindest teilweise stochastische Verteilungen aufweisen und dass keine Ableitungen berechnet werden müssen. Zugute kann man ihnen halten, dass sie meist nicht zu einem lokalen, sondern zum globalen Optimum führen. Zum Nachteil erreicht ihnen allerdings, dass sehr viel Rechenzeit notwendig ist, bis die Konvergenz der Lösungen eintritt. Das Problem der langen Rechenzeit konnte durch Fortschritte bei der Parallelisierung von metaheuristischen Algorithmen zumindest teilweise gelöst werden. ModeFrontier bietet die Möglichkeit, Algorithmen zu hybriden Ansätzen zu kombinieren, um von den speziellen Vorzügen einzelner Methoden zu profitieren. So kann man von der Robustheit eines genetischen Algorithmus in Verbindung mit der Genauigkeit einer gradientenbasierten Methode profitieren:

die eine wird benutzt, um ein anfängliches Daten-Screening durchzuführen, während die andere zur Verfeinerung der Analyse dient. Die implementierten Algorithmen können parallel angewendet werden, um mehrere Analysen gleichzeitig durchzuführen.

Das EnginSoft-Tool kann für die Suche nach einem ganzen Satz von nicht-dominanten Lösungen genutzt werden. Sind derartige Lösungen im Rahmen einer Multiziel-Optimierung gefunden, sieht sich der Anwender allerdings mit der Herausforderung konfrontiert, daraus nur eine oder eine geringe Anzahl von finalen Lösungen zu selektieren. Ein Ranking zwischen den einzelnen Lösungen durchzuführen ist stets ein schwieriges Unterfangen, das vom Anwender profunde Kenntnisse verlangt. Denn mathematisch gesehen sind ja alle Pareto-Lösungen gleich attraktiv. Hier hat sich die Technik „Multi-Criteria Decision Making“ (MCDM) etabliert. Sie hilft nachhaltig, den besten Kompro-

„Optimierung nutzt Software optimal“

In Deutschland ist die EnginSoft SpA mit Hauptsitz in Trient für ihre Forschungsaktivitäten bekannt. Jetzt will der CAE-Dienstleister und CAE-Systemanbieter insbesondere durch komplementäre Offerten im Vergleich zu den großen CAE-Systemanbietern noch mehr auf sich aufmerksam machen: Geschäftsführer Stefano Odorizzi im Gespräch mit der Redaktion.



Bild: Vahnon

Herr Odorizzi, seit wann beschäftigt sich EnginSoft mit Berechnung und Simulation?

Unsere Geschäftsaktivitäten rund um Software gehen auf das Jahr 1984 zurück. Allerdings waren wir damals bereits neun Jahre als Engineering-Dienstleister, insbesondere im Hoch- und Tiefbau, tätig. Seit Mitte der 1990er Jahre beschäftigen wir uns mit CFD-Anwendungen auf Basis von CFX und Fluent. Dies war auch der Zeitpunkt, als wir begannen, mit LSTC und deren Programm LS-Dyna im Bereich Schweißsimulation zusammenzuarbeiten. Reseller von Ansys in Italien sind wir seit 2003.

In welchen Geschäftsfeldern ist Ihr

Unternehmen aktiv?

Insgesamt sind es vier: FEM, Metallverarbeitung, CFD und Optimierung. Unter Metallverarbeitung verstehen wir eine Reihe von Kompetenzen und Software-Lösungen rund um die Fertigung metallener Produkte, sei es durch Gießen, Schmieden oder durch die spanende Bearbeitung. Eine große Know-how-Quelle ist dabei die Universität von Padua, an der ich auch unterrichtete. Dort gibt es das sogenannte Software Center of Excellence für Metallurgie mit einer Röntgenstrahlkammer, mit der sich die Eigenschaften von Gussmaterialien detailliert spektroskopieren lassen. Dieser Geschäftsbereich pflegt seit 1992 enge Be-

ziehungen zu MagmaSoft, beispielsweise bei der Zusammenarbeit in europäischen Forschungsprojekten und bei MagmaFrontier, einer speziellen Optimierungsoftware für die Gussimulation.

Wie kann man sich die Organisationsstruktur von EnginSoft vorstellen?

Wir haben eine Matrixorganisation eingeführt. So hat der Standort Florenz eine hohe Kompetenz in Bereich FEM, während hier in Bergamo Experten für Akustiksimulation und CFD angesiedelt sind. In Padua befinden sich zum großen Teil Spezialisten für die Prozesssimulation. Neben viel Erfahrung im Umgang mit Fragestellungen rund um Optimierung und in der Entwicklung der Optimie-

miss zu finden. Das in ModeFrontier implementierte MCDM erlaubt dem Anwender, die Lösungsalternativen paarweise zu vergleichen und so eine Klassifizierung von Attributen beziehungsweise Designvorschlägen einzuführen. Darüber hinaus ist vorgesehen, die Konsistenz der Beziehungen der Lösungen untereinander zu verifizieren. Beispiele hierzu, insbesondere aus dem Bereich Strömungsmechanik, sind auf der Webseite von Esteco zu finden.

Fazit

ModeFrontier ist eine sehr „horizontale“ Applikation, die in vielen Branchen und für ein sehr breites Spektrum von Optimierungsaufgaben wirkungsvoll eingesetzt werden kann. Verstärkt treffen wir auf die Anwendung in der Automobilindustrie. So ist Toyota derart überzeugt von dem Tool und der damit verbundenen Vorgehensweise, dass das Unternehmen in diesem Zu-

sammenhang von der „Toyota-Methode“ spricht. Der renommierte japanische Hersteller hat eine ganz Reihe selbst entwickelter Optimierungsalgorithmen im Einsatz, die in Form von Workflows über ModeFrontier gesteuert werden.

Eine andere große Stärke des Tools liegt im Bereich der Prozessintegration, so dass die Entwicklungslogik eines Unternehmens über sogenannte Knoten abgebildet werden kann. Damit lässt sich die Modellierungstiefe systematisch vergrößern – dies bietet in dieser Form wohl keine andere kommerzielle Optimierungslösung. Ein weiteres Unternehmen, das die Anwendungsstrategie von ModeFrontier sehr gut verstanden hat, ist der brasilianische Flugzeughersteller Embraer: „Start small, think big and scale fast!“

Auch das Postprocessing in Hinsicht auf die Unterstützung von Entscheidungsfindungsprozessen ist einzigartig. Damit lässt sich selbst bei sehr großen

Datenmengen hervorragend gemäß einem Downstreaming-Ansatz argumentieren. Das Tool hilft dabei, über geschicktes Clustering von Daten schnell Trends zu erkennen. So können Entscheider eine gemeinsame Sprache entwickeln und ihre Urteile nachvollziehbar für andere machen.

BERNHARD D. VALNION

INFOCORNER

(1) Kamiske, G. F. (Hrsg.), „Digitale Fachbibliothek Qualitätsmanagement“
www.symposion.de

Um effektiv Optimierung durchführen zu können, enthält ModeFrontier die gebräuchlichsten derartigen Methoden. Eine Liste hierzu ist auf den Webseiten von EnginSoft und Esteco zu finden.

www.enginsoft-de.com

www.esteco.com

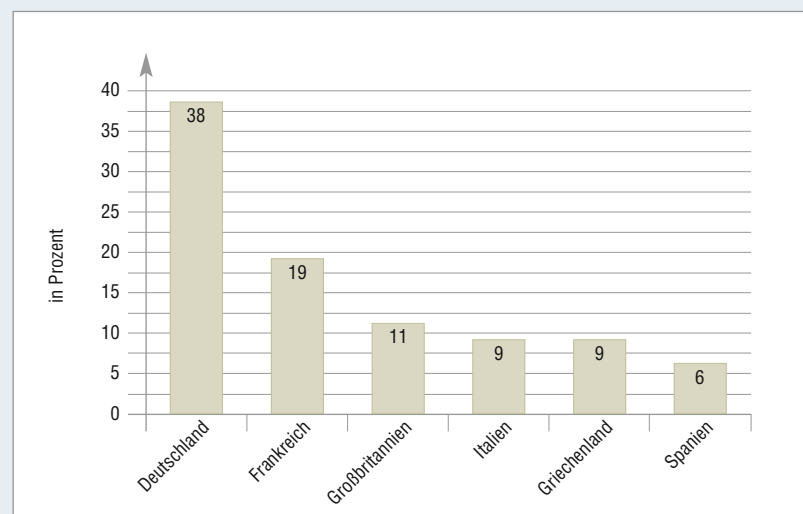
rungssoftware ModeFrontier ist die Simulation von spanender Fertigung, wie Schneiden, Drehen oder Fräsen, an unserem Standort in Frankfurt konzentriert. Unsere Geschäftsstelle in Frankfurt/Main soll zu einem Competence Center für die Metallverarbeitung ausgebaut werden, wobei wir auf die enge Zusammenarbeit mit dem Ansys-Distributor Cadfem bauen.

Welche Rolle spielt Esteco im Zusammenhang mit der Optimierungslösung?

Unsere 100-Prozent-Tochter Esteco entwickelt und vermarktet ModeFrontier. Der deutsche Standort wurde 2005 als Joint Venture von EnginSoft SpA, Esteco srl und der CFD Consultants GmbH gegründet. Inzwischen ist die Niederlassung ganz in unseren Händen. Ihre Aufgabe ist es, Vertrieb, Schulung und Anwendungsberatung für ModeFrontier in den deutschsprachigen Ländern durchzuführen.

Ihr Unternehmen hat sich ja mit Optimierung einen Namen gemacht. Was meinen Sie: Optimierung kann ja ganz schön teuer werden, wenn viele Software-Lizenzen gleichzeitig genutzt werden. Sind die anderen CAE-Anbieter hier inzwischen zu Zugeständnissen bereit?

Nein, nicht wirklich. Die CAE-Systemanbieter stehen der Optimierung nach wie vor skeptisch gegenüber. Das Gute an



CAE-Marktanteile nach Ländern in Europa

Optimierung ist ja, dass die installierte Software wirklich genutzt wird. Das wirft natürlich die Frage auf, wie viele Software-Lizenzen der Anwender von einer bestimmten CAE-Software im Einsatz hat. Die Systemanbieter fordern, wenn während des Optimierungslaufs gleichzeitig fünfmal eine Applikation aufgerufen wird, dass dafür auch fünfmal Lizenzgebühren zu entrichten sind. **Klingt wenig attraktiv. Was empfehlen Sie?**

Meine Idee ist, dass während des Optimierungslaufs ein gewisser Prozentsatz mehr an Lizenzgebühr fällig wird als bei

der konventionellen Nutzung der Software. Also beim gleichzeitigen Aufruf von fünfmal einer CAE-Anwendung durch ModeFrontier ein Faktor 1,xx. Eine Art Supervisor würde dies beaufsichtigen, damit alles mit rechten Dingen zugeht. Damit wären alle zufrieden: der CAE-Anbieter, weil er mehr Geld in der Kasse hat, und der Anwender, weil er in minimal kurzer Zeit das Maximum an Output von seinen CAE-Investitionen erhält.

Vielen Dank für die Stellungnahme!

Interview: BERNHARD D. VALNION