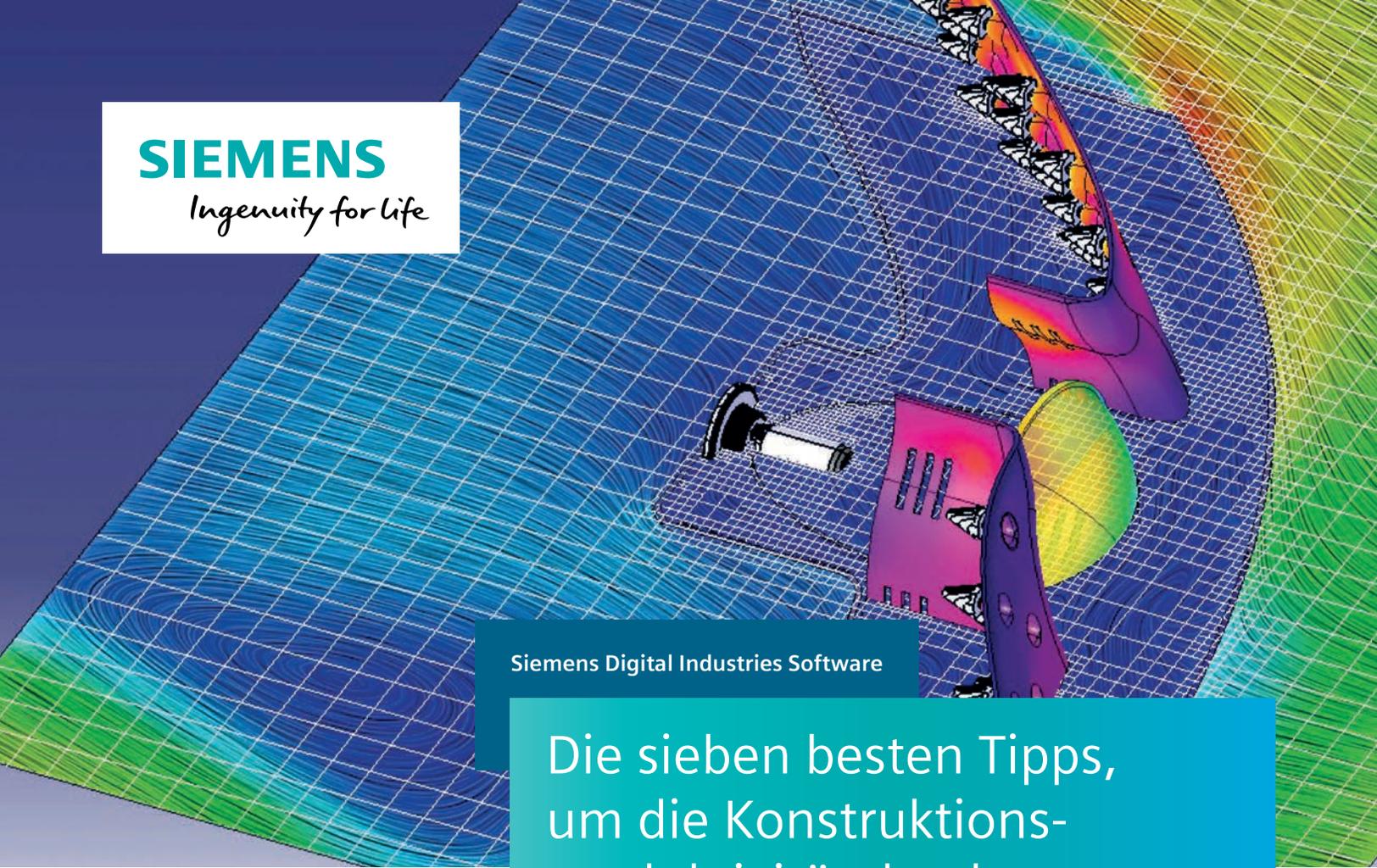




**SIEMENS**

*Ingenuity for life*



Siemens Digital Industries Software

## Die sieben besten Tipps, um die Konstruktions- produktivität durch vorgeschaltete CFD zu steigern

### **Kurzdarstellung**

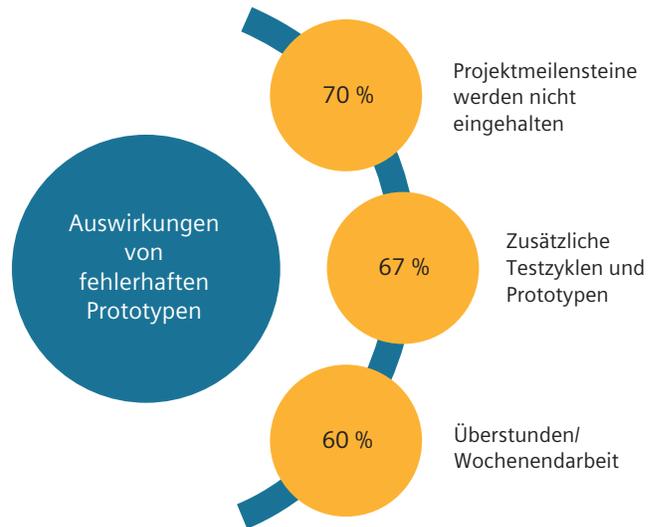
Die globale Wettbewerbslandschaft im Fertigungsbereich setzt alle unter Druck – von Tier-1-Automobilunternehmen bis hin zu Herstellern von Elektronikkomponenten. Die erforderliche Markteinführungszeit muss verkürzt werden. Dieses intensive Wettbewerbsumfeld erfordert eine hohe Produktivität aller Beteiligten, was entweder dazu führt, dass die Prozesse schneller und schlanker aufgestellt werden, ohne die Qualität zu beeinträchtigen, oder dass diese Herausforderung an einen aufstrebenden Wettbewerber weitergeben wird, der bereit ist, alles zu tun, was nötig ist.

# Einführung

Wie wird man produktiver? Macht man weiterhin das Gleiche, immer und immer wieder, und erwartet dann ein anderes Ergebnis? Oder prüft man jeden einzelnen Schritt innerhalb des Prozessverlaufes, um sicherzustellen, dass dieser optimal ist und Ihrem Team ermöglicht, effizient zu arbeiten und mehr zu produzieren?

Aus Umfragen, die von verschiedenen Branchenanalysten und CAE-Anbietern durchgeführt wurden, geht hervor, dass die erfolgreichsten, branchenführenden Unternehmen die Leistung ihrer Konstruktionen bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Entwicklung prüfen und die Zusammenarbeit und das Teilen von Wissen zwischen Analyseexperten und Konstruktionsingenieuren fördern.

Interessanterweise hat es sich allerdings als sehr kostspielig erwiesen, eine Konstruktion erst dann zu testen, wenn ein Prototyp erstellt wird. Einer Untersuchung des Unternehmens *Lifecycle Insights*<sup>1</sup> zufolge führen fehlerhafte Prototypen dazu, dass Projektmeilensteine nicht eingehalten werden, zusätzliche Testzyklen und lange Arbeitszeiten erforderlich sind und viele weitere Probleme auftreten.



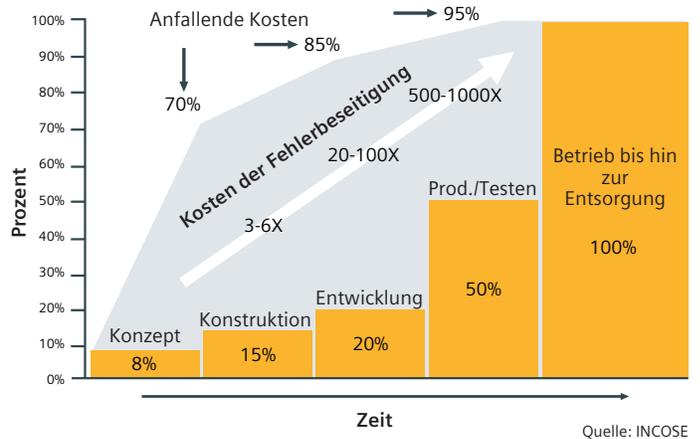
Quelle: *Lifecycle Insights*<sup>1</sup>

# Früh simulieren, oft simulieren

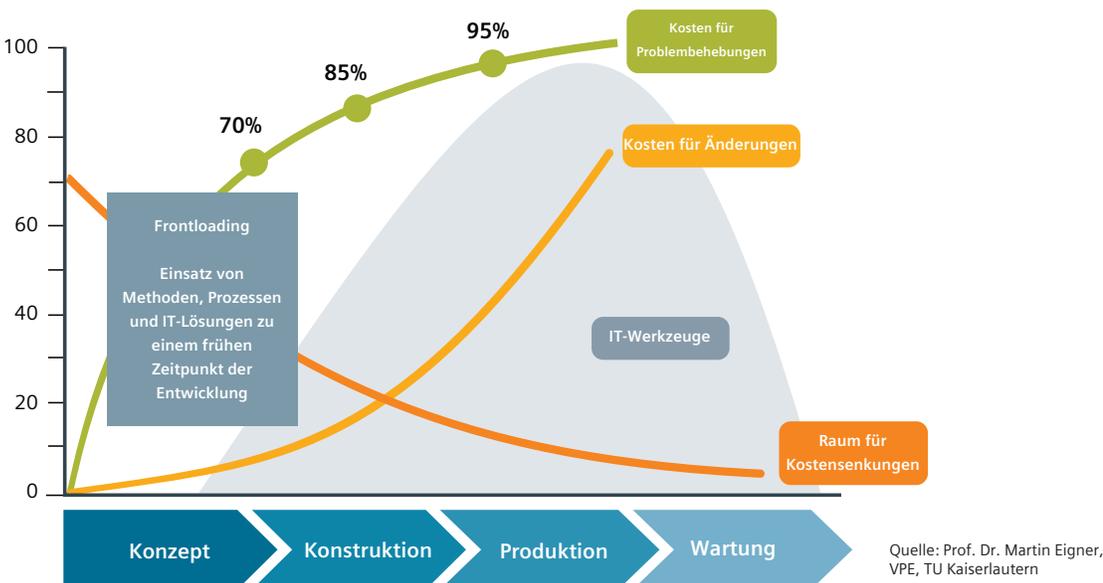
Die Vorteile einer frühzeitigen Simulation im Rahmen des Konstruktionsprozesses wurden umfassend belegt. Die Kosten für jede technische Änderung steigen mit jedem Schritt vom Konzept bis zur Fertigung stetig an. Nach Angaben des US-Verteidigungsministeriums (gemäß einem Bericht der Defense Acquisition University) wurden 20 Prozent der tatsächlichen Kosten abgegrenzt, während 80 Prozent der gesamten Lebenszykluskosten für US-Verteidigungsprojekte abhängig von der Testphase entstanden sind<sup>2</sup>. Mit anderen Worten, die Gesamtkosten des Produkts wurden bereits durch Entscheidungen in der frühen Konzeptphase, in der noch wenige Einzelheiten über die Konstruktion bekannt sind, entscheidend beeinflusst. Außerdem stiegen die Kosten für die Behebung von Fehlern mit jedem weiteren Schritt innerhalb des Prozessablaufs stetig an.

Auch wenn diese Angaben aus dem Verteidigungssektor stammen, stellen sich die Lebenszykluskosten für kommerzielle Unternehmen sehr wahrscheinlich ähnlich dar. Bei elektromechanischen Konstruktionen ist von entscheidender Bedeutung, frühzeitig und häufig zu simulieren. Die richtigen Werkzeuge müssen zur richtigen Zeit zur Verfügung gestellt werden, damit die Informationen für eine frühzeitige Auswertung zugänglich sind. Dieses Vorgehen wird als Frontloading bezeichnet.

Kumulierte prozentuale Lebenszykluskosten im zeitl. Ablauf



Anfallende Lebenszykluskosten, gemäß einem Bericht der Defense Acquisition University. Der Pfeil zeigt, dass eine Fehlerkorrektur zu einem frühen Zeitpunkt deutlich kostengünstiger ist, als wenn diese erst zu einem späteren Zeitpunkt innerhalb des Lebenszyklus vorgenommen wird.



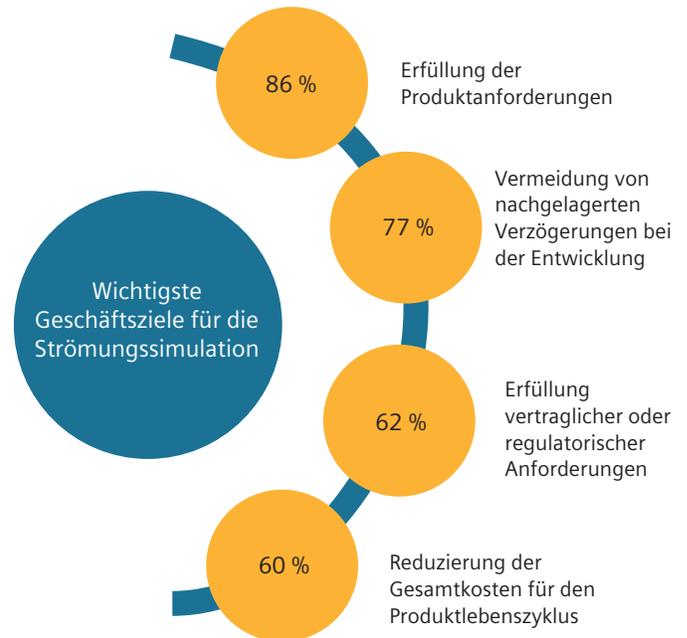
Frontloading economical value (Eigner, 2010).



Die Praxis hat sich nun auf neue Bereiche ausgedehnt, darunter die Computational Fluid Dynamics (CFD)-Analyse – lange Zeit nur Spezialisten bekannt als Alternative während der Validierungsphase. Frontloading schafft die besten Voraussetzungen für konstruktionsgesteuerte CFD-Modelle. Dies ähnelt dem, was in der Vergangenheit als „Upfront“-CFD bezeichnet wurde, nur dass es sich hier um die Einbettung von CFD in CAD handelt, was den gesamten Herstellungsprozess eines Produkts begünstigt. Marktforschungsdaten wie diese von *Lifecycle Insights*<sup>1</sup> belegen die wichtigsten Ziele der Strömungssimulation als Konstruktionswerkzeug:

- Erfüllung der Produkthanforderungen (z. B. geringeres Gewicht, höhere Geschwindigkeit, komplexes Verhalten usw.)
- Vermeidung von nachgelagerten Verzögerungen und Kosten bei der Entwicklung (z. B. Reduzierung der Anzahl an Tests und Prototypen, Reduzierung von Änderungsaufträgen usw.)
- Erfüllung der vertraglichen Verpflichtungen des Kunden oder der regulatorischen Anforderungen
- Reduzierung der Gesamtkosten für den Produktlebenszyklus
- Senkung der Produktionskosten

Kurz gesagt, können Konstrukteure dabei helfen, die Anzahl der Prototypen zu reduzieren und die Kosten (durch den Einsatz besserer Materialien und Qualitäten), die Effizienz sowie die Gewinnmargen der Unternehmen zu optimieren.



Quelle: *Lifecycle Insights*<sup>1</sup>

## TIPP 2

*Steigerung der Effizienz und Gewinnmargen des Unternehmens durch Reduzierung der Anzahl der Prototypen und Kostenoptimierung (durch Verwendung besserer Materialien und Qualität).*

# Erfolgreiche Implementierung ist der Schlüssel

Das Frontloading von CFD hat offenkundige Vorteile, aber wie kann es am besten umgesetzt werden?

Die Umsetzung jeder Änderung erfordert eine Auswertung der vier wichtigsten Aspekte der Konstruktion und Produktentwicklung:

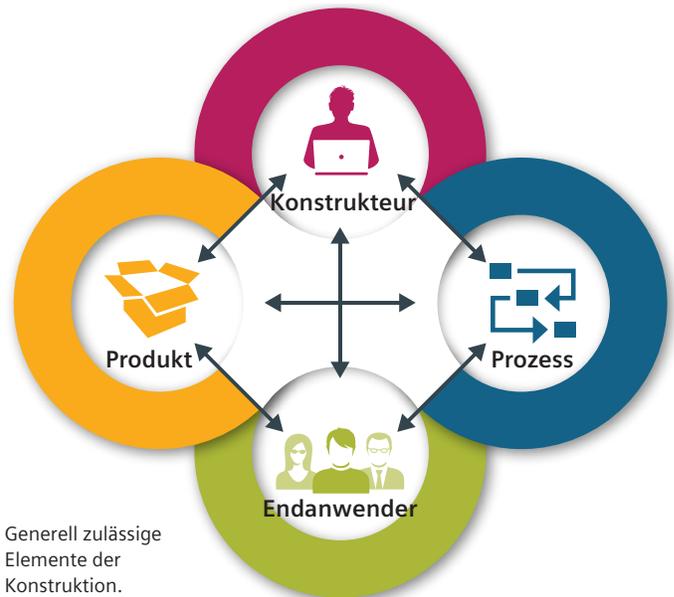
- Das zu konstruierende Produkt
- Der Prozess, mit dem es konstruiert wird
- Der Konstrukteur
- Der Endanwender des fertigen Produkts

Jede Auswertung kann potenziell zu mehr Komplexität und/oder Verbesserungen führen. Der Prozess und der Konstrukteur können jedoch zugunsten sofortiger Produktivitätssteigerungen geändert werden. Das Produkt wird als direkte Folge automatisch verbessert. (Auf Endanwender kann in diesem White Paper nicht im Detail eingegangen werden.)

## Der Prozess

Im Sinne des Frontloading-Konzepts haben viele führende Hersteller vom alten Serienentwicklungssystem, bei dem verschiedene Funktionen entlang eines Kontinuums arbeiten, auf einen multidisziplinären Produktentwicklungsprozess umgestellt, der die erfolgreiche Integration mehrerer Autorensysteme und -prozesse erfordert. So ist beispielsweise die Anzahl der elektronischen Komponenten in Autos drastisch gestiegen. Die Elektronik macht mittlerweile 35 bis 40 Prozent der Gesamtkosten aus. Die S-Klasse von Mercedes-Benz verfügt über 100 elektronische Steuereinheiten und weist fast so viele Steuereinheiten wie der Airbus A380 auf (die Komponenten für die Bordunterhaltung des Flugzeugs ausgenommen)<sup>4</sup>. Daher benötigen die Konstrukteure Zugang zu mehreren Werkzeugen in mechanischen und elektrischen/elektronischen Bereichen, um eine rechtzeitige Lieferung von Produkten zu gewährleisten, die den Kundenwünschen entsprechen.

Dieses komplexe Zusammenspiel erfordert ein hohes Maß an Wechselwirkungen, um effektiv zu funktionieren. Trotz dieser Komplexität müssen Unternehmen, die das Frontloading von CFD erfolgreich implementiert haben, ihren Entwicklungsprozess nicht neu konzipieren oder ändern,



Generell zulässige Elemente der Konstruktion.

um zu profitieren. Viele Engineering-Teamleiter dachten ursprünglich, dass es bequemer wäre, bereits vorhandene Tools zu verwenden, aber sie merkten schnell, dass diese nicht effizient genug waren. Der entscheidende Erfolgsfaktor ist die Auswahl der richtigen Lösung, die die richtige Kombination aus anwendungsspezifischer Funktionalität bietet und problemlos in bestehende Konstruktionsprozesse einfügt.

Allerdings kann nicht jedes CFD-Tool vorgeschaltet werden. Die CFD-Software, die während der Validierungsphase verwendet wird, eignet sich nicht sonderlich gut für das Frontloading im Konstruktionsprozess. Dies wird durch eine Prüfung des herkömmlichen CFD-Prozesses deutlich, bei dem der CFD-Code die Geometrie aus einem eigenständigen CAD-System erhält, im Unterschied zu einem in CAD integrierten System.

## TIPP 3

*Die erfolgreiche Umsetzung ist der Schlüssel zur Nutzung der Vorteile durch das Frontloading der CFD.*

Alle CFD-Simulationen erfordern die Verwendung von CAD-Modellen, Geometrievorbereitung einschließlich CAD-Bereinigung und -Reparatur, Vernetzung, Lösung, Nachbearbeitung und Berichterstellung. Aber jede Art von Software verarbeitet diesen Prozess anders. Der herkömmliche Prozess erfordert es, sowohl innerhalb als auch außerhalb des CAD-Pakets zu arbeiten und immer wieder zum CAD-Werkzeug zurückzukehren, mit dem verbundenen Risiko, dass Geometrieannäherungen in die CFD-Simulation einfließen. Da das Konstruieren einen iterativen Charakter hat, muss dieser Prozess für jede einzelne Geometrieänderung wiederholt werden. Im Vergleich dazu ist in CAD integrierte CFD in der CAD-Software enthalten; alle Geometrieänderungen finden innerhalb der CAD-Umgebung statt.

Viele herkömmliche CFD-Softwareprogramme bestehen aus mehreren Schnittstellen – eine für die Vorverarbeitung, eine für die Lösung und eine weitere für die Nachbearbeitung. Herkömmliche CFD-Softwareprogramme haben in der Regel auch eigene proprietäre Schnittstellen, die nicht in das CAD integriert sind. Daten müssen jedes Mal, wenn die Analyse eines Modells erforderlich ist, aufbereitet und von CAD in das CFD-Tool importiert werden, wo das Modell dann für den Einsatz „bearbeitet“ werden kann.

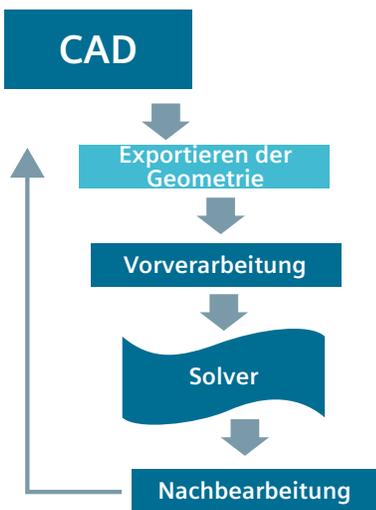
**TIPP 4**  
*Wählen Sie die Lösung, die sich problemlos in Ihre bestehenden Prozesse integrieren lässt.*

*„In CAD integrierte CFD ermöglicht es, die Simulationsergebnisse fast so schnell zu ermitteln, wie wir die Konstruktion ändern können. Dadurch konnten wir die Durchflussrate unseres neuen CO<sub>2</sub>-Ventils um 15 Prozent verbessern und gleichzeitig etwa 50 Prototypen eliminieren sowie die Markteinführungszeit um vier Monate verkürzen.“*

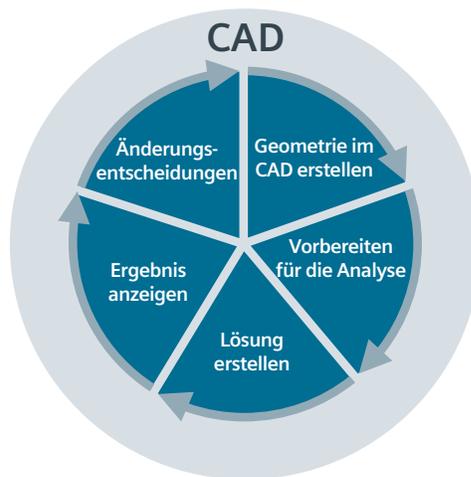
VENTREX



Herkömmliche CFD: Sequenzieller Prozess



Frontloading der CFD innerhalb des CAD



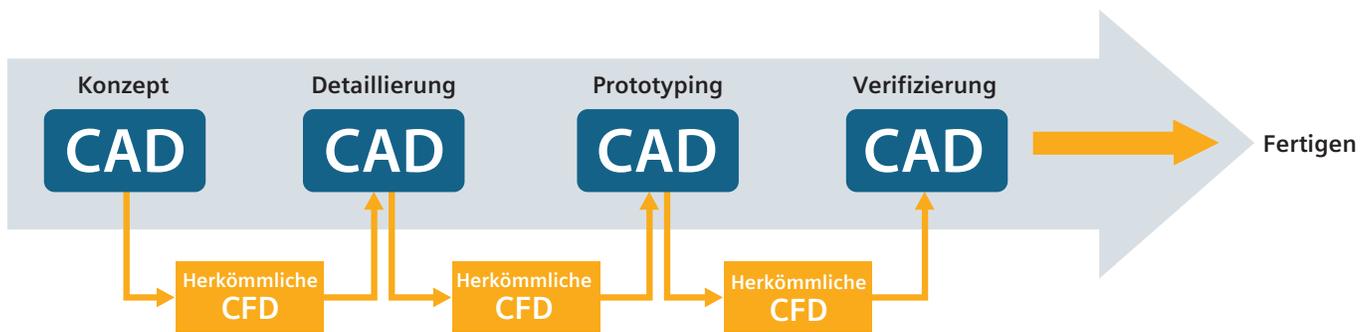
The CAE simulation process (Sabeur, 2015).

Herkömmliche CFD-Tools bestehen zum Großteil aus Technologien, die eine umfassende Erfahrung und Ausbildung erfordern, weshalb die Aufgabe häufig von speziellen Analysten übernommen wird. Beispielsweise unterstützen die meisten herkömmlichen CFD-Werkzeuge viele verschiedene Vernetzungsalgorithmen. Der Konstrukteur muss herausfinden, welcher sich am besten für die spezifische Anwendung eignet. Zudem muss er so lange bearbeitet werden, bis eine optimale Vernetzung für das Modell und die Anwendung erzielt wurde. Kurz gesagt kann die Verwendung herkömmlicher CFD-Werkzeuge extrem zeitaufwändig und langsamer sein, als dies während der Konstruktionsphase praktikabel ist.

*„Mit Hilfe von Simcenter FLOEFD™ können wir problemlos mehrere verschiedene Simulationsfälle erstellen, um dem Konstrukteur die Möglichkeit zu geben, Optimierungsentscheidungen zu treffen... Simcenter FLOEFD liefert uns letztlich Vorhersagen über die Oberflächen-temperaturen im IGBT/ShowerPower-System, bevor wir zu einem endgültigen Prototyp iterieren und diesen bauen und testen“.*

Danfoss

### Herkömmliche CFD

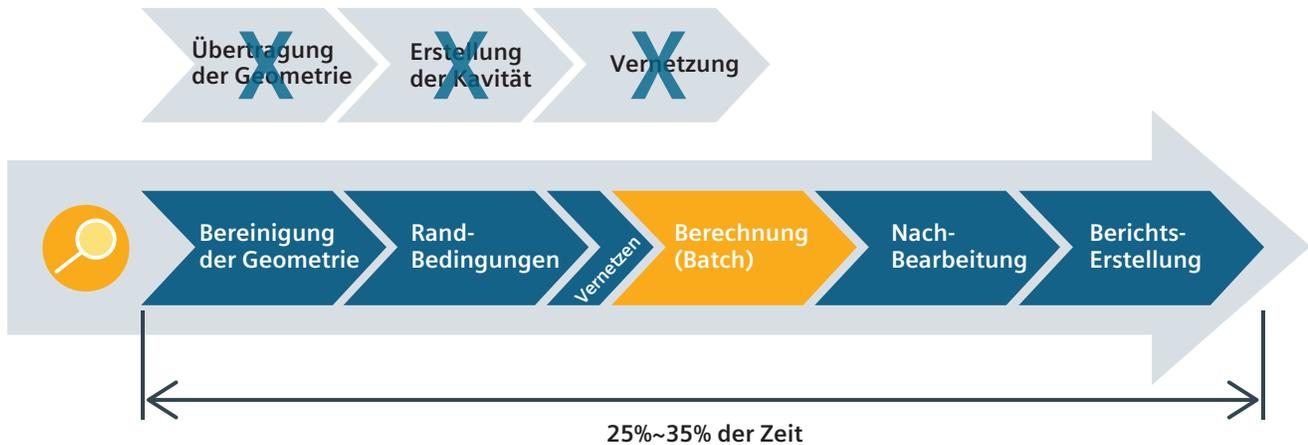


Konstruktionsgesteuerte CFD-Lösungen beinhalten jedoch eine integrierte intelligente Automatisierung. Sie wurden entwickelt, um als weitere unterstützte Funktion innerhalb des CAD-Systems zu dienen – neben Finite-Elemente-Methode (FEM)-Analysen, wie z. B. Spannungsanalysen, um das Frontloading der CFD zu unterstützen.

### Konstruktionsebene vorgeschaltetes CAE



## Vorgeschaltetes CFD



Vorgeschaltete CFD-Lösungen ermöglichen eine erhebliche Zeitersparnis.

Außerdem komprimieren vorgeschaltete CFD-Lösungen die Analysezeit erheblich – einige Unternehmen berichten von einer Zeitreduzierung von 75 Prozent. Wie ist dies möglich? Vorgeschaltete CFD-Lösungen bieten bewährte Schlüsseltechnologien, die die Modellvorbereitung und -vorverarbeitung erheblich reduzieren:

- Durch die vollständige Integration in CAD verwendet die Software die gleiche native Geometrie für die Analyse. Das Exportieren und Korrigieren der Daten zur Vorbereitung der Analyse ist nicht mehr erforderlich. Zudem fügt sich die Software einfach ein – Sie müssen sich weder in eine neue Benutzeroberfläche einarbeiten noch bei jeder Benutzung der Software mit der Oberfläche vertraut sein. Die CFD-Analyse ist einfach eine weitere Funktionalität des CAD-Pakets.
- Mittels der Strömungs- und Wärmeübertragungsanalyse möchten wir nachvollziehen können, was im negativen, leeren Raum geschieht. Bei herkömmlicher CFD ist das Erstellen einer zusätzlichen Geometrie erforderlich, um diese Kavität darzustellen. Vorgeschaltete CFD-Lösungen sind intelligent genug, um zu erkennen, dass es sich bei dem leeren Raum um den Strömungsraum handelt, sodass keine Zeit mit dem Erstellen einer Geometrie vergeudet wird. Dieser Schritt ist vollkommen unnötig.

*„Simcenter FLOEFD von Siemens Digital Industries Software unterstützt dabei, Frontscheinwerfer zu analysieren und zu optimieren. Selbst sehr komplexe Geometrien und Testbedingungen können mit minimalem Aufwand untersucht werden. Neue Funktionen wie das Monte-Carlo-Simulationsverfahren und das LED-Modul sind besonders hilfreich, um die Entwicklung sehr komplexer Produkte zu beschleunigen.“*

*Automotive Lighting*

- Bevor mit der Analyse begonnen werden kann muss das Modell vernetzt werden. Bei herkömmlicher CFD muss der Konstrukteur vollständig damit vertraut sein, welcher Algorithmus die Strömungsphänomene am besten darstellt. Vorgeschaltete CFD-Lösungen verfügen über eine vollständig automatisierte Gittererzeugung, die automatisch die bestmögliche Vernetzung für das vorliegende Problem generiert. Die Software verfügt über integrierte Intelligenz wie z. B. SmartCells™, die es ermöglicht, auch grobe Vernetzungen ohne Präzisionseinbußen zu verwenden. Um mehr über die Technologie zu erfahren, lesen Sie bitte „SmartCells – Enabling Fast & Accurate CFD.“

Das Nationale Institut für Luftfahrtforschung hat die Zeitersparnis durch Frontloading im Vergleich zu herkömmlichen Methoden überprüft.

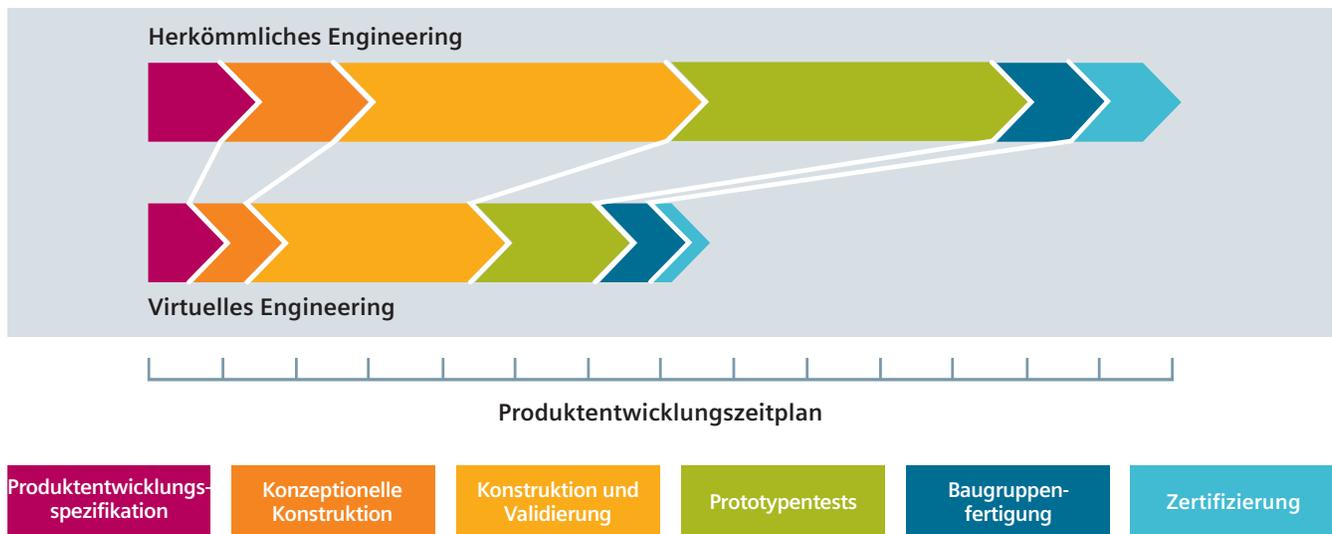
Kurz gesagt, durch den Einsatz des richtigen Tools zum Frontloading der CFD können Sie Ihre Simulationszeit ggf. erheblich verkürzen und einen schnelleren, effizienteren Konstruktionsprozess realisieren.

*„Wir können unserem Kunden die fertige Konstruktion komplett, inklusive Optik und Funktionsweise innerhalb nur eines Tages vorstellen – das entspricht einer Ersparnis von drei Wochen und tausenden von Euros für jedes Modell.“*

JAZO

## TIPP 5

*Wählen Sie das richtige Werkzeug für das Frontloading der CFD, verkürzen Sie die Simulationszeit erheblich und realisieren Sie einen schnelleren, effizienteren Konstruktionsprozess.*

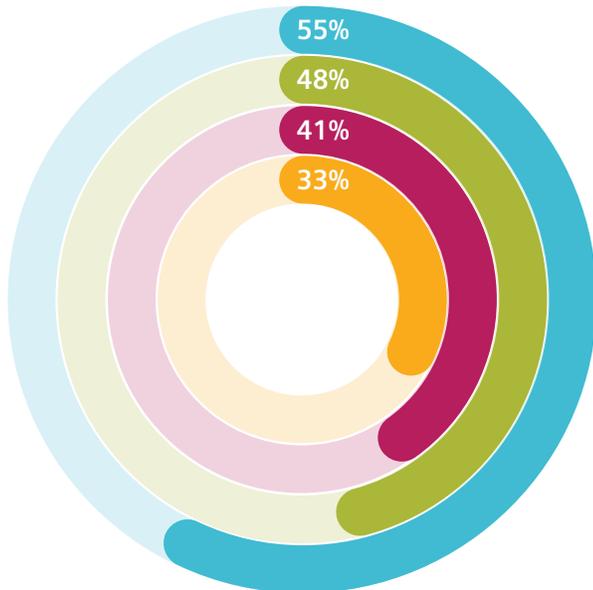


Simcenter FLOEFD und Frontloading-CFD können die Entwicklungszeit verkürzen (National Institute for Aviation Research).

## Der Konstrukteur

Der typische Konstrukteur von heute ist ein Maschinenbauer. Die meisten Maschinenbauingenieure sind im Laufe ihrer Berufsausbildung in der einen oder anderen Form mit den Grundlagen der CFD in Berührung gekommen. Das Wichtigste aber ist, dass ein Konstrukteur, der an der Entwicklung eines Produkts arbeitet, mit dem gesamten Umfeld dessen, was er oder sie konzipiert, bestens vertraut ist. So bekam beispielsweise ein Ingenieur, der Automobilbeleuchtungen konstruiert, seine Stelle, weil er über Hintergrundwissen im Bereich Elektronik verfügte und mit den grundlegenden Eigenschaften und dem Betriebsverhalten von Automobilbeleuchtungen vertraut war. Ihm sind Zusammenhänge klar, wie etwa dass die Elektronik Wärme erzeugt sowie die Auswirkungen von übermäßiger Hitze auf die Leistung. Er ist sich bewusst, dass das Einsetzen von Elektronik in ein Gehäuse zu einem thermischen Problem führen kann. Er weiß, dass ihm viele elektronische Komponenten zur Verfügung stehen, um die Wärme zu reduzieren, darunter auch Kühlkörper. Auch die Verwendung unterschiedlicher Materialien kann eine andere Betriebsumgebung schaffen, die die Wirkung der Wärme verändern kann.

Kurz gesagt, Konstrukteure sind absolut in der Lage, die jeweilige Aufgabenstellung einzuschätzen, mehrere Konstruktionsvarianten zu prüfen, um zu ermitteln, welche Ideen am effektivsten sind, sie zu testen und eine zuverlässige Konstruktion zu erstellen. Tatsächlich bestätigt die Branchenforschung,<sup>1</sup> dass Konstrukteure in großem Umfang Strömungssimulationen durchführen:



- Zentralisierte Arbeitsgruppe, bestehend aus erfahrenen Simulationsanalysten
- In Entwicklungsprojekten an verteilten Standorten involvierte Konstrukteure
- Kleine Arbeitsgruppen, bestehend aus Simulationsanalysten, die für Entwicklungsprojekte eingesetzt werden
- Simulationsanalysten, die von Drittunternehmen angeworben werden (Outsourcing)

Quelle: Lifecycle Insights<sup>1</sup>



„Mit Hilfe der Computational Fluid Dynamics-Software Simcenter FLOEFD™ können auch Konstrukteure ohne strömungsmechanische Vorkenntnisse thermische Simulationen durchführen. Das Ergebnis ist, dass wir die Konstruktion gleich im ersten Durchlauf korrekt erstellt haben, nur einen Prototyp herstellen mussten und teure Konstruktionsänderungen, die typischerweise in den späten Phasen des Entwicklungsprozesses notwendig werden, vermeiden konnten.“

Azonix

## TIPP 6

Mit Hilfe des richtigen Werkzeugs sind Konstrukteure problemlos in der Lage, auftretende Fehler zu erkennen, Konstruktionsvarianten zu prüfen und Entwicklungen zu testen.

Hier einige Beispiele für erfolgreiche Implementierungen der Software Simcenter FLOEFD™, der vorgeschalteten CFD-Lösung von Siemens Digital Industries Software:

*„Die wichtigste Überlegung bei der Auswahl eines Berechnungs-Tools war, dass alle Teammitglieder es nutzen können – unabhängig von ihren Vorkenntnissen... Auch Mitarbeiter, die nicht über viel Erfahrung in diesem Bereich verfügen, sollten es ohne aufwändige Einarbeitung benutzen können... Uns war wichtig, dass das Tool in Pro/ENGINEER® integriert ist. Wir wollten kein weiteres Modell für die Analyse erstellen müssen, und da wir in CAD-Systemen integriert sind, konnten wir verschiedene Berechnungsmodelle problemlos wiederholt validieren. Auch der Wechsel zwischen den Prozessen (von der Konstruktion zur Berechnung) würde uns keine Schwierigkeiten bereiten.“*

Seiko Epson

*„Drei unserer acht Konstrukteure nutzen Simcenter FLOEFD. Selbst wenn Sie es nur einmal alle drei Monate nutzen sollten, laufen Sie nicht Gefahr, den Umgang damit zu verlernen. Das Besondere an Simcenter FLOEFD ist, dass diese Software Ihnen die Realität näher bringt.“*

Orbotech

*„Wir schätzen Simcenter FLOEFD, weil es schnelle Berechnungen für eine kontinuierliche Auswertung liefert. Da wir keine spezialisierten CFD-Experten haben, kümmern sich unsere Konstrukteure um die Simulationsanalyse. Simcenter FLOEFD eignet sich wegen der vereinfachten Erstellung automatischer Vernetzung innerhalb unseres favorisierten CAD-Pakets PTC Creo am besten für die CFD. Die CFD-Funktion Cut-Cell hat sich als besonders hilfreich erwiesen.“*

Mitsubishi Materials Corporation

Mit anderen Worten: Alles, was Konstrukteure brauchen, ist der Zugang zu den richtigen Werkzeugen in der jeweiligen Phase der Konstruktion, um Produktivitätssteigerungen entlang des gesamten Konstruktionsprozesses zu gewährleisten.

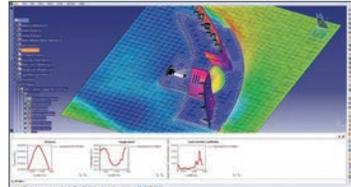
# Weshalb ist Simcenter FLOEFD die richtige Lösung?

Die 1991 erstmals auf dem Markt eingeführte Simcenter FLOEFD-Technologie wurde von Tausenden von Ingenieuren genutzt, um CFD in den Konstruktionsprozess zu integrieren.

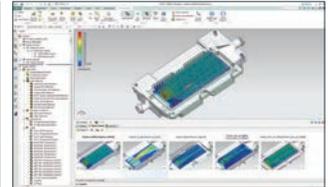
Die preisgekrönte Simcenter FLOEFD-Technologie lässt sich problemlos in bestehende Arbeitsabläufe integrieren und macht keine Änderungen erforderlich. Simcenter FLOEFD bietet erhöhte Flexibilität, um viele Konstruktionsideen in kürzerer Zeit testen zu können – und das bei geringeren F&E-Kosten. Die Nutzung von Simcenter FLOEFD versetzt das Konstruktionsteam in die Lage, suboptimale Ideen schneller als solche erkennen und entsprechend verwerfen zu können, während dem Analytenteam ermöglicht wird, sich auf die Lösung komplexerer Herausforderungen zu konzentrieren und die Verifizierung schneller durchzuführen.

## Nachgewiesene Produktivitätssteigerungen

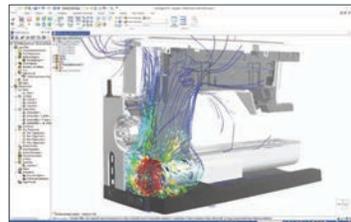
Dank Simcenter FLOEFD lassen sich Berechnungen sehr schnell erstellen. Die Effizienz resultiert aus intelligenter Automatisierung, der Nutzung der CAD-Umgebung und der einfachen Bedienung. Simcenter FLOEFD ist vollständig in die gängigsten CAD-Programme integriert. All dies gilt ungeachtet der unterschiedlichen Schnittstellen für jedes CAD-Programm. Konstrukteure haben berichtet, dass sie die Software bereits nach einer weniger als achtstündigen Schulung anwenden können – und damit sehr viel schneller als bei herkömmlichen CFD-Programmen, die in vielen Fällen bis zu 12 Monate Schulung erfordern, um die Software produktiv nutzen zu können.



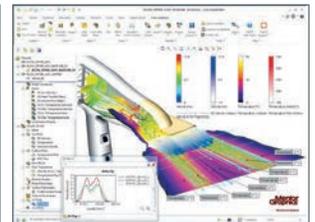
Simcenter FLOEFD™ für CATIA® V5.



Simcenter FLOEFD™ für Siemens NX™.



Simcenter FLOEFD™ für Siemens Solid



Simcenter FLOEFD™ für PTC Creo® Edge®.

Da der Ingenieur Simcenter FLOEFD in einer nativen CAD-Umgebung nutzt und native Geometrie verwendet, müssen die Daten nicht aus dem CAD in Simcenter FLOEFD übertragen werden. Das Modell steht sofort für Berechnungen bereit und spart so Zeit und Aufwand. Assistenten, eine einfache Sprachdatenverarbeitung und umfangreiche Bibliotheken verbessern die Funktionalität zusätzlich und unterstützen den Konstrukteur dabei, Modelle schnell und problemlos zu erstellen. Die automatische Vernetzungsfunktion ermöglicht es dem Konstrukteur, das Modell mit minimalem Aufwand zu vernetzen. Darüber hinaus erkennt die Software automatisch den Bereich der Flüssigkeit.

Dank Simcenter FLOEFD lassen sich auf einfache Weise verschiedene Varianten der Konstruktion berechnen. Der Konstrukteur modifiziert einfach das Modell im CAD, und Simcenter FLOEFD hängt automatisch die zuvor eingestellten Berechnungsinformationen einschließlich der Randbedingungen und Materialeigenschaften an die neue Variante an. Nach der erneuten Vernetzung kann das Modell wieder geprüft werden.

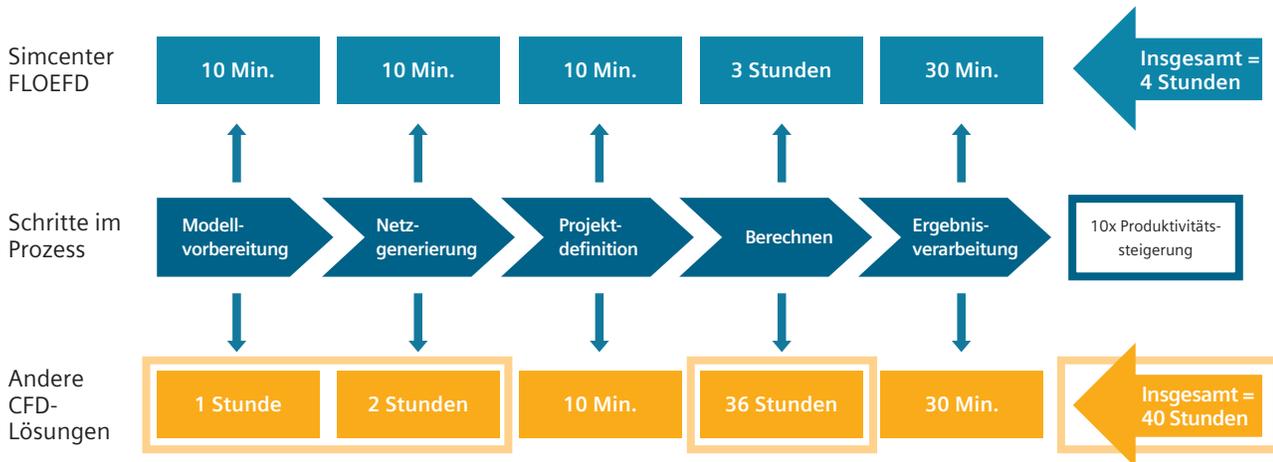
Schnelligkeit ist von entscheidender Bedeutung, damit der Ingenieur Berechnungen in kürzester Zeit durchführen kann, um der sich immer weiter entwickelnden Konstruktionsumgebung gerecht zu werden. Simcenter FLOEFD ermöglicht eine erhebliche Zeitersparnis.



Simcenter FLOEFD wurde mehrfach ausgezeichnet und vom NMI in zwei Kategorien als Finalist ausgewählt.

Bei einem kürzlich durchgeführten Benchmarking haben Konstrukteure eines Luft- und Raumfahrtunternehmens bei der Simulation von Druckverlusten in einem Kanal mit komplexer Form durch die Nutzung von Simcenter FLOEFD im Vergleich zu einem herkömmlichen CFD-Paket

eine 10-fache Produktivitätssteigerung realisiert. Aufgrund der Vertraulichkeit des Projektes können an dieser Stelle keine weiteren Einzelheiten genannt werden, doch im Folgenden werden die Ergebnisse zusammengefasst:



Das herkömmliche CFD-Werkzeug erforderte einen höheren Zeitaufwand in der Vorverarbeitungsphase, insbesondere für die Modellvorbereitung, welche auch die Zeit für die Übertragung des Modells aus dem CAD-Paket und anschließende Korrekturen umfasste. Auch für die Netzgenerierung wurde deutlich mehr Zeit benötigt. In der Lösungsfindungsphase benötigte das herkömmliche CFD-Werkzeug aufgrund der Netzgröße deutlich länger, um das Problem zu beheben. Zwar lässt sich eine Verkürzung der Problemlösungszeit wohl auch durch den Einsatz möglichst vieler Prozessoren erzwingen – stellt man jedoch einen Eins-zu-Eins-Vergleich an (unter Verwendung der gleichen Hardware), benötigte Simcenter FLOEFD deutlich weniger Zeit, um zum entsprechenden Ergebnis zu kommen. Bei Betrachtung des gesamten Prozesses benötigte Simcenter FLOEFD nur vier Stunden gegenüber 40 Stunden, um die gleiche Aufgabenstellung mit der gleichen Präzision zu bearbeiten. Dementsprechend ist es wenig überraschend, dass auch dieses Konstruktionsteam inzwischen Simcenter FLOEFD™ nutzt.

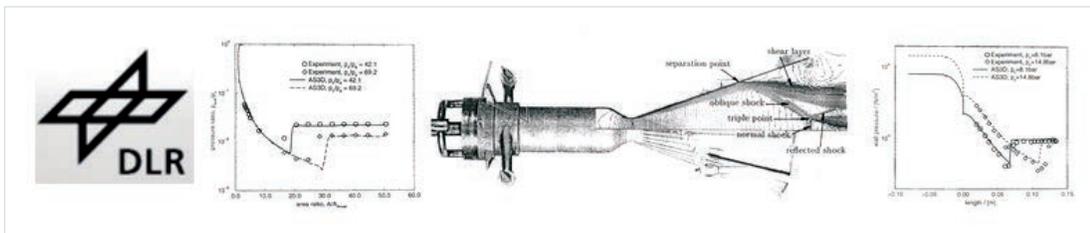
### Bewährte Genauigkeit

Schnell zu sein ist gut, aber schnell und genau zu sein ist besser.

Die Simcenter FLOEFD-Technologie hat ihre Wurzeln in der russischen Luft- und Raumfahrtindustrie und ist seit 1991 im Einsatz. Die erste Validierung wurde in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) durchgeführt. Diese Prüfung konzentrierte sich auf die Separation in einer Raketendüse und verglich die Simulationsergebnisse mit dem Experiment – die Ergebnisse belegten, dass die Technologie zuverlässig war.

*„Der gesamte Konstruktions-, Simulations- und physikalische Testprozess nahm nur die Hälfte der Zeit in Anspruch, die mit herkömmlichen Konstruktionsverfahren erforderlich gewesen wäre.“*

Marenco AG



Separation in einer Raketendüse: Die erste Validierung des Codes wurde in Zusammenarbeit mit dem DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) durchgeführt.

Seit diesen Anfängen wurde die Simcenter FLOEFD-Technologie von führenden Organisationen der Luft- und Raumfahrt und der Automobilindustrie genauestens geprüft. Kürzlich veröffentlichte die Society of Automotive Engineers of Japan (JSAE) ein Benchmarking von sieben führenden, kommerziellen CFD-Simulationsprogrammen, um die Genauigkeit jedes Werkzeugs im Vergleich zu validierten Testergebnissen aus einem Windkanal zu überprüfen. Simcenter FLOEFD hat seine Genauigkeit bei diesem unabhängigen Benchmarking wieder einmal unter Beweis gestellt.

Präzise und schnell – Simcenter FLOEFD ist die einzig richtige Lösung für Frontloading-CFD.

Die CFD-Simulation als wesentlicher Bestandteil der Konstruktionsphase ist längst kein Luxus mehr – sie ist ein Muss. Unternehmen, die sich diesem Wandel stellen, sind erfolgreich. Diejenigen, die es nicht tun, werden auch weiterhin wertvolle Ressourcen verschwenden. Kann es sich Ihr Unternehmen leisten, zu letzterer Gruppe zu gehören? Nehmen Sie noch heute mit uns Kontakt auf, um eine kostenlose, unverbindliche und detaillierte Analyse zu erhalten, wie wir Ihnen helfen können, die Produktivität Ihres Teams und den Deckungsbeitrag nachhaltig zu optimieren.

## TIPP 7

*Nehmen Sie Kontakt mit Siemens auf, um eine kostenlose, unverbindliche und detaillierte Analyse zu erhalten, wie wir Ihnen helfen können, die Produktivität Ihres Teams zu optimieren.*

*„Der größte Vorteil von Simcenter FLOEFD bestand für uns darin, dass es integriert war und wir so innerhalb eines CAD-Systems arbeiten und parametrische CAD-Modelle verwenden konnten. Dies erleichterte es, jede beliebige Geometrie zu ändern und somit mehrere Varianten sehr einfach durchzuspielen... Die Genauigkeit von Simcenter FLOEFD war zu jedem Zeitpunkt beeindruckend... Simcenter FLOEFD half mir bei der Bearbeitung von Aufträgen mit sehr komplexen Geometrien, wie z.B. einem Trägersystem für Statorspulen, das ich sonst nicht hätte realisieren können.“*

*E-Cooling GmbH*

*„Wenn ich einen herkömmlichen CFD-Ansatz für aerodynamische Simulationen verwende, kann es Wochen dauern, bis ich die Ergebnisse erhalte – mit Simcenter FLOEFD kann ich jedoch schon innerhalb von Stunden von technischem Feedback profitieren. Bei neuen Projekten, die von Konstruktion zu Konstruktion in ihrer Entwicklung voranschreiten, wird ein iterativer Ansatz verfolgt...Mit Simcenter FLOEFD kann ich diese Konzepte schnell prüfen, um eine erste Auswertung vorzunehmen, bevor im späteren Verlauf weitere detaillierte Analysen durchgeführt werden. So lässt sich trotz des stets sehr knapp bemessenen Zeitrahmens eine extrem effiziente Arbeitsweise realisieren.“*

*Bromley Technologies Ltd.*

## Referenzen

1. 2013, "Driving Design Decisions with Simulation," *Lifecycle Insights*.  
<http://go.mentor.com/55ngt>
2. 2006, *Systems Engineering Handbook*.
3. 2009, Charette, Robert N., "This car runs on code," *IEEE Spectrum*
4. 2006, "SmartCells – Enabling Fast & Accurate CFD," Mentor Graphics 2016.  
<http://go.mentor.com/55ngt>

## Siemens Digital Industries Software

### Hauptsitz

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
USA  
+1 972 987 3000

### Nord-, Mittel- und Südamerika

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
USA  
+1 314 264 8499

### Europa

Stephenson House  
Sir William Siemens Square  
Frimley, Camberley  
Surrey, GU16 8QD  
+44 (0) 1276 413200

### Asien-Pazifik

Unit 901-902, 9/F  
Tower B, Manulife Financial Centre  
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong  
Kowloon, Hong Kong  
+852 2230 3333

## Über Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software fördert die Transformation von Unternehmen auf ihrem Weg in Richtung „Digital Enterprise“, in dem Engineering, Fertigung und Elektronikdesign bereits heute den Anforderungen der Zukunft entsprechen. Unsere Lösungen unterstützen Unternehmen jeder Größe bei der Entwicklung digitaler Zwillinge, die ihnen neue Einblicke, Möglichkeiten und Automatisierungsgrade bieten, um Innovationen voranzutreiben. Weitere Informationen über die Produkte und Leistungen von Siemens Digital Industries Software finden Sie unter [siemens.com/software](https://www.siemens.com/software) oder folgen Sie uns über [LinkedIn](#), [Twitter](#), [Facebook](#) und [Instagram](#). Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

[siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)

© Siemens 2019. Eine Liste wichtiger Warenzeichen von Siemens findet sich [hier](#).  
Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

76928-81165-C6-DE 12/19 LOC