

Umfassende Produktentwicklung durch multiphysikalische Simulation mit Ansys

In vielen Bereichen gehört die Simulation mittlerweile fest zum Repertoire der Produktentwicklung. Sie dient dabei schon zu einem frühen Zeitpunkt im Entwicklungsprozess der Bestimmung und Auslegung zentraler Produkteigenschaften. Mithilfe der Simulation kann eine Vielzahl von Herausforderungen, die sonst erst später im Entwicklungsprozess zu Tage treten, identifiziert und gezielt behoben werden. Dies kann bereits in der Planungs- und Konzeptionsphase erfolgen und später im Konstruktionsprozess fortgesetzt werden. Die Begleitung der Entwicklung durch Simulation hat unter anderem zum Ziel, zeitliche und materielle Kosten aufgrund von Fehlern im Prozess zu minimieren.

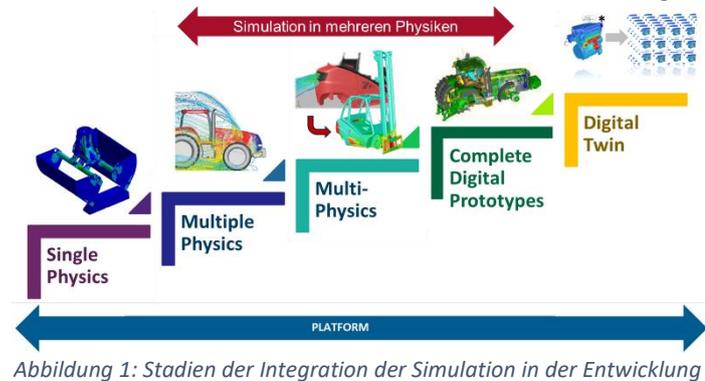


Abbildung 1: Stadien der Integration der Simulation in der Entwicklung

Eine breite Palette von Softwareprodukten aus dem Hause Ansys steht für die Simulation unterschiedlichster physikalischer Anwendungen zur Verfügung. Die Realität zeigt aber, dass die meisten Produkte Anforderungen aus verschiedenen physikalischen Bereichen gleichzeitig genügen müssen. Die umfassende Behandlung dieser physikalischen Domänen ist also unbedingt erforderlich.

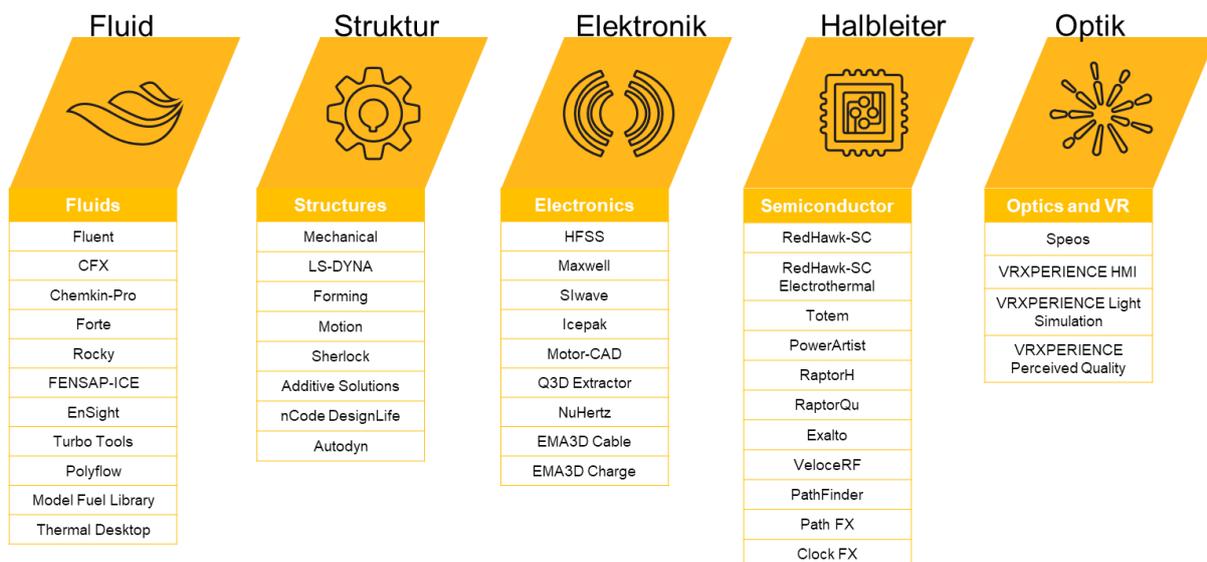


Abbildung 2: Ansys Produkte nach physikalischer Domäne

Während die getrennte Simulation der verschiedenen Physikern zwar erste Erfolge liefern kann, so wird spätestens dann eine ganzheitliche Betrachtung notwendig, wenn Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Domänen vorliegen. Beispielsweise wenn die Wärmeverteilung im Bauteil thermische Spannungen hervorruft oder wenn die Interaktion zwischen Strömung und Struktur zu periodischen Belastungen führt. Insbesondere die Optimierung dieser Komponenten kann sehr schwierig sein. Die auftretenden Zielkonflikte zwischen den einzelnen Anforderungen müssen umfänglich erfasst werden, um zu vermeiden, dass beispielsweise eine Optimierung der Steifigkeit mit einer erhöhten thermischen Belastung einhergeht. Eine solche ganzheitliche Betrachtung wird allgemein als „multiphysikalische“ Simulation bezeichnet.

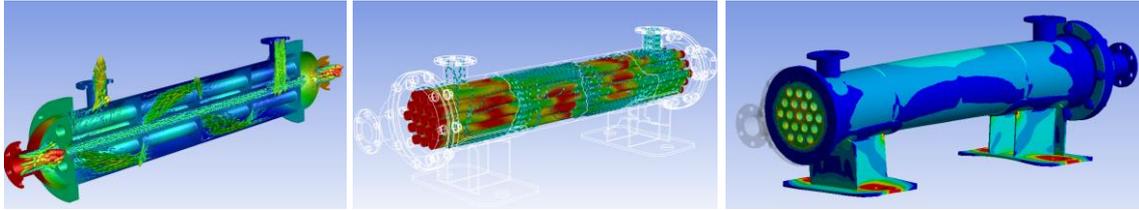


Abbildung 3: Multiphysikalische Simulation eines Wärmetauschers: Strömung (links), Temperaturverteilung (mitte), Spannungen und Verformung aufgrund der Temperaturverteilung (rechts)

Multiphysikalische Simulationen mit Software aus dem Hause Ansys sind über den gesamten Bereich der einzelnen physikalischen Domänen möglich. Tabelle 1 zeigt einen Auszug der Möglichkeiten.

Anwendung	Fluid	Struktur	Optik	Elektronik	Halbleiter
Fluid-Struktur Interaktion					
Thermische Spannungen					
Partikelströmungen					
Elektrische Motoren/Vibration					
Elektrische Motoren/Akustik					
Elektronikkühlung					
PCB/Thermische Spannungen					
Zuverlässigkeit/Elektronik					
Aero-optische Effekte					
Thermo-optische Effekte					

Tabelle 1: Beispiele für multiphysikalische Simulationen

Dabei wird grundsätzlich zwischen Ein-Wege und Zwei-Wege Kopplung unterschieden:

Der einfachere Ansatz, die Ein-Wege Kopplung, besteht im Wesentlichen nur aus dem Transfer der Ergebnisse aus einer physikalischen Domäne auf eine zweite. Ein Beispiel hierfür ist die thermische Simulation in einer Strömungssimulation mit anschließender Übertragung der Temperaturdaten auf ein mechanisches Modell zur Auswertung der thermischen Spannungen (Abbildung 3). Dieses Vorgehen reicht hier aus, da meist nicht mit einem Einfluss der mechanischen Spannungen auf die ursprüngliche Temperaturverteilung zu rechnen ist.

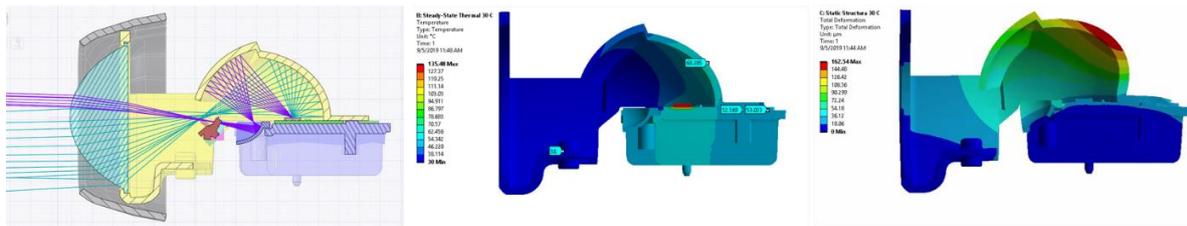


Abbildung 4: Thermo-optische Simulation: Optische Simulation (links), thermische Simulation (mitte), Deformation (rechts)

Bei der Zwei-Wege Kopplung wird der Datenaustausch zwischen den Domänen hingegen mehrfach durchgeführt. Dies kann zum einen manuell, iterativ geschehen, zum anderen aber automatisch durch konstante Kommunikation der beteiligten Programme während der Simulation. Ein solches Vorgehen ist zum Beispiel bei strömungsinduzierten Schwingungen in Komponenten wie Flugzeugtragflächen erforderlich, da hier die Bewegung der Struktur Einfluss auf das Verhalten der Strömung nimmt.

Um dem Anwender die teilweise komplexe Aufgabe der technischen Kopplung unterschiedlicher Programme abzunehmen, stellt Ansys mehrere Plattformen für multiphysikalische Simulationen zur Verfügung. Die integrierte Ansys Workbench ermöglicht es, mehrere Simulationen in einem einzigen Projekt zusammenzufassen. Die Software bietet dabei Möglichkeiten, multiphysikalische Simulationen schnell und einfach in der grafischen Benutzeroberfläche aufzusetzen. Das gilt sowohl für Ein-Wege, wie auch für Zwei-Wege Simulationen (Abbildung 5). Während die Produkte aus dem Hause Ansys direkt unterstützt werden, ist es aber grundsätzlich möglich, auch Software von Drittanbietern einzubinden.

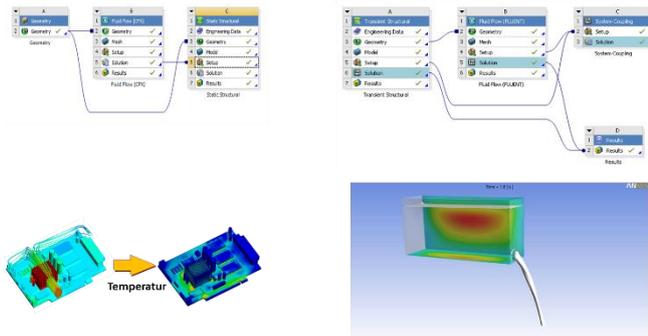


Abbildung 5: Setup mit Ein-Wege Kopplung (links) Setup mit Zwei-Wege Kopplung (rechts)

Daneben ermöglicht es die Ansys Workbench, umfangreiche Parameterstudien sowie -optimierungen durchzuführen. Anders als bei singulären Simulationen, können hier auch die Wechselwirkungen der unterschiedlichen physikalischen Domänen berücksichtigt werden, um zu einem globalen Optimum unter Berücksichtigung aller Anforderungen zu finden.

Aufbauend auf multiphysikalischen Simulationen ist der Weg zur Systemsimulation nicht mehr weit. Bei der Systemsimulation werden die besprochenen multiphysikalischen Systeme mithilfe von 1D-Simulationskomponenten zu vollwertigen Gesamtsystemen kombiniert. So wird es möglich, auch komplexes Produktverhalten, das aus unterschiedlichen beteiligten Komponenten besteht, in seinem Gesamtverhalten abzubilden und zu untersuchen. Als Basis für diese Gesamtsimulation bietet Ansys z. B. die Software optiSLang (Abbildung 6). Neben der Möglichkeit, komplexe Gesamtsysteme abzubilden, liefert optiSLang auch zusätzliche und erweiterte Optimierungsmethoden, die helfen, auch in hochkomplexen System mit sehr vielen Variablen noch zuverlässig optimieren zu können. Auch hier besteht die Möglichkeit, Software von Drittanbietern zu integrieren.

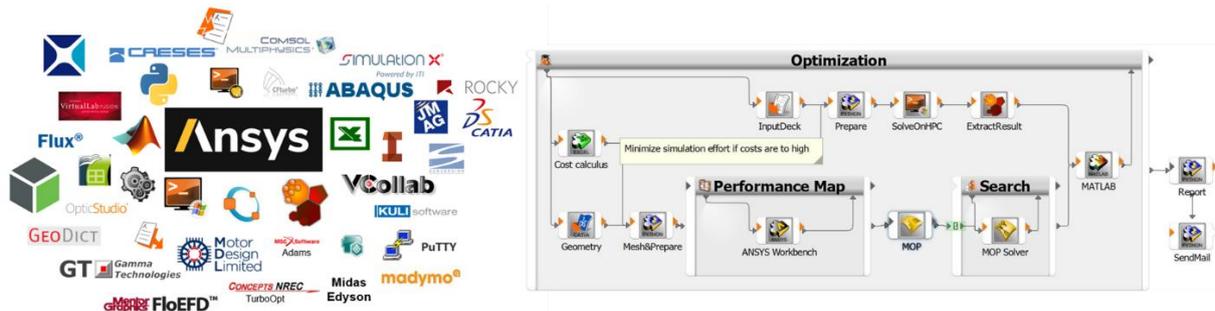


Abbildung 6: Systemsimulation und Optimierung mit optiSLang

Für die perspektivische Integration der Simulation in die Produktentwicklung ist damit ein klarer Weg vorgezeichnet. Nachdem die einzelnen physikalischen Effekte eines Produkts durch Einzelsimulationen abgebildet werden kann, ist die multiphysikalische Simulation mehrerer Physiken der natürliche nächste Schritt zur Verbesserung und Optimierung vieler Produkte. In einem weiteren Schritt kann die Systemsimulation zum Verständnis des Gesamtsystems beitragen und den Weg zum digitalen Zwilling ebnet.