

## Die Rolle der Simulation beim Design innovativer Elektronikprodukte



Wir befinden uns heute mitten in einem Innovationsboom in der Elektronik, der die Art und Weise verändert, wie wir kommunizieren, arbeiten, lernen und Unterhaltungsangebote nutzen. Diese Verbesserungen sind in praktisch jedem Produkt zu finden. Überall auf der Welt gibt es mehr oder weniger offensichtliche Anwendungen, mit ultrasmarten Telefonen, Lichtleiter- oder Wireless-Netzwerken, Computern in Taschengröße, LED-Bildschirmen, die wie Papier aussehen und sogar Ortungschips für Haustiere. Die Kraftfahrzeuge des zweiten Jahrtausends sind voll von elektronischen Bausteinen, welche die Motorfunktionen steuern, das Rutschen der Räder verhindern, zur Vermeidung von Unfällen beitragen und uns helfen, die richtige Fahrtroute zu finden. In Flugzeugen findet sich Elektronik in Radar-, „Fly-by-Wire“- und Flugfunksystemen. Elektronische Innovationen wurden in industriellen und militärischen Anwendungen eingeführt: Intelligente Elektronik revolutioniert alle Bereiche, von der „Just-in-Time“-Fertigung bis hin zur inneren Sicherheit eines Staates. Es ist offensichtlich, dass sich diese Produkte auf unsere Lebensqualität auswirken. Nicht ganz so offensichtlich ist, wie sehr die Produkte miteinander in Beziehung stehen und welchen Einfluss sie auf unsere Sicherheit haben.

Noch nie zuvor gab es so viele Möglichkeiten, sich im Elektronikprodukte-Markt zu differenzieren. Auf der anderen Seite kann aber ein Produktversagen katastrophale Folgen haben: Der Rückruf eines einzigen Produktes kann den Hersteller viele Millionen kosten. Und dies sind nur die direkten Kosten, denn der Ruf einer Marke, der über viele Jahrzehnte aufgebaut wurde, kann in Sekundenschnelle ruiniert werden.

*“Der mögliche Einfluss der Simulation wird nur durch Vorstellungskraft begrenzt. Immer detailliertere Simulationsmodelle und immer leistungsfähigere Computer werden Problemlösungen ermöglichen, die anders nicht machbar wären.“*

**Stefan Thomke**  
*Professor of Technology and  
Operations Management,  
Harvard Business School*

Die Verhaltensweisen der heutigen Produkte sind komplex und nur schwer physisch zu testen. So erzeugt Elektronik große Mengen von unerwünschter Streustrahlung. Ein Signal, das über eine Leitung übertragen wird, erzeugt Resonanzen und elektromagnetische Felder, die sich störend auf andere Komponenten des Produktes – und andere in der Nähe befindliche Produkte – auswirken.

Die Produktentwickler müssen diese Herausforderung meistern, die sich allerdings schwer voraussagen und reproduzieren lässt und nur mit hohem Aufwand zu erkennen bzw. zu messen ist. Doch das sich beim Produktdesign stellende Dilemma umfasst noch wesentlich mehr. Auch unbeabsichtigte Erscheinungen im Zusammenhang mit der Strukturmechanik, dem Wärmeübergang und der Elektromagnetik können sich gegenseitig beeinflussen und zum Ausfall des Produktes führen. Die Aufgabe des entwickelnden Unternehmens ist es dann, den „Systemeffekt“ eines modernen Produktes vorherzusehen, der insgesamt wesentlich größer (und schlechter zu erfassen) ist als die Summe seiner Teile. Wie soll man also all diese möglichen Effekte untersuchen, um die Integrität eines Produktes sicherzustellen?

Die Methode „Bauen-Testen-Bauen“ ist teuer, zeitraubend und hinderlich für die Innovation. Die bewährte Alternative ist die technische Simulation, welche die Entwickler in die Lage versetzt, das Verhalten eines Designs virtuell in zahlreichen Szenarien zu testen, die zum Teil im Experiment möglicherweise gar nicht reproduzierbar wären. Durch die Simulation kann

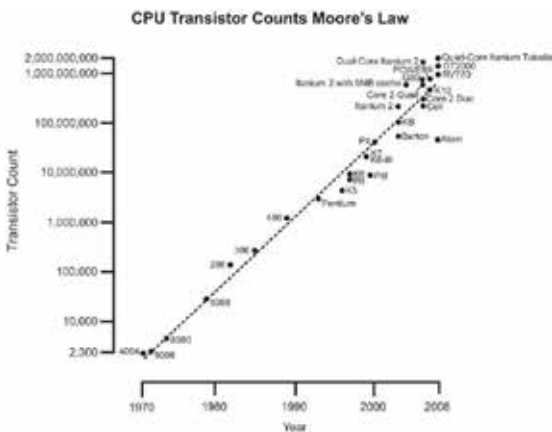


ein Entwickler verstehen, wie sich ein Design genau in einem bestimmten Szenario verhält und warum es sich so verhält. Die Analyse funktioniert am besten, wenn sie während der gesamten Produktentwicklung durchgeführt wird, besonders in den frühen Stadien, wenn sie die größte Wirkung zeigen kann. Mit Hilfe der Simulation können die besten Entwickler ihre Produkte im Schnitt um 158 Tage früher auf den Markt bringen und 1,9 Millionen Dollar Entwicklungskosten einsparen.

Das vorliegende White Paper untersucht die Faktoren hinter der explosionsartigen Entwicklung der Elektronik und die Rolle der Simulation beim Design innovativer Produkte. Innovation ist nicht nur eine Frage des Willens. Sie ist vielmehr das Ergebnis eines gut durchdachten Designprozesses, in dem ein radikales Umdenken stattfindet, um die technische Simulation zu einem festen Bestandteil des Prozesses zu machen.

### Exponentielles Wachstum

Wenn die Entwickler immer mehr elektronische Anteile in ihren Produktdesigns vorsehen, wird die Aufgabe der Sicherstellung der Produktintegrität immer schwieriger. Im Mittelpunkt der Revolution steht die Halbleiterindustrie, die dem Mooreschen Gesetz gefolgt ist und die Anzahl der Transistoren in einer integrierten Schaltung (IC) alle 18 Monate verdoppelt hat. Das Resultat ist eine exponentielle Zunahme der Datenmenge, die in den heutigen Chips kostengünstig verarbeitet oder gespeichert werden kann. Ein Beispiel: Der neueste Itanium® Chip von Intel, der auf den High-End-Servermarkt abzielt, wird mehr als 2 Milliarden Transistoren enthalten, im Vergleich zu weniger als 1.000 bei solchen Chips im Jahre 1970



Das Mooresche Gesetz beschreibt, dass sich die Anzahl von Transistoren in einem IC alle 18 Monate verdoppelt hat.

Auch die Arbeitsgeschwindigkeit dieser Chips entwickelte sich exponentiell. Der Aufstieg der Halbleiterelektronik und der ihr zu Grunde liegenden Fertigungstechnologie zählt zu den wichtigsten weltweiten Entwicklungen in der Geschichte des vergangenen halben Jahrhunderts. Integrierte Schaltungen – Halbleiterchips – haben Kommunikation, Verkehrstechnik, Handel, Militärtechnik und Kultur grundlegend verändert. Das Endergebnis ist, dass riesige Mengen von Produktfeatures, von denen es viele bisher überhaupt nicht gab, zu neuen und vorhandenen Produkten hinzugefügt werden können

Zur Veranschaulichung: Die Zeitschrift BusinessWeek und Chetan Sharma Consulting analysierten Innovationen in den Bereichen Wireless, Netzwerktechnik und Kommunikation. Ein Mobiltelefon der Oberklasse nutzte im Jahre 2005 typischerweise etwa 100 MB Breitbanddaten pro Monat, hauptsächlich für Gespräche und in begrenztem Umfang Web-Browsing. Die neuesten Fähigkeiten von heute – einschließlich Internetradio, YouTube®

### Elektronikanwendungen und -produkte im zeitlichen Verlauf

70er Jahre	80er Jahre	90er Jahre	2000er Jahre
Email	Wireless email	Instant message	Bluetooth®
PC	Laptop	DVD/DVR	Smartphone
Mobiltelefon	Walkman®	MP3	iPod®
VCR	CD	Wi-Fi	Wireless-Netzwerke
		iMac®	Blu-ray™
		Digital-kamera	Broadband internet
			Hybrid-/Elektrofahrzeug
			HD und 3-D TV
			GPS
			E-reader
			Tablet computer
			Lichtleiter
			RFID
			Xbox® Spiele
			Fahrzeugstabilität und Unfallvermeidung

Mit zunehmenden Fähigkeiten der Elektronik wird die Technologie in immer mehr innovative Produkte integriert. In jedem besteht das Potenzial für elektromagnetische Störungen – und somit für Produktausfälle.

und Smartphone-Netze – verbrauchen etwa 1.000 MB Breitbanddaten pro Monat. Dieser Verbrauch wird ständig weiter steigen, wenn die Kunden in aller Welt immer komplexere Geräte benutzen, z. B. Tablet-Computer mit verbesserten Download-Fähigkeiten für Videos und eBooks. Die Möglichkeiten für weitere Verbesserungen für Handheld-Geräte war eine große Triebkraft für Innovationen in der gesamten Halbleiterindustrie – und setzen sich bei Netzwerkgeräten wie High-End-Routern, Servern und Lichtleiternetzwerken fort.

In den 70er Jahren war die Signalintegrität noch keine so große Design-Herausforderung: Ein über eine Leitung übertragenes elektrisches Signal gelangt zu seinem Bestimmungsort und erfüllt eine vorgesehene Aufgabe, ohne andere Teile der Schaltung zu beeinflussen. Die elektronischen Signale in den heutigen Produkten – iPods, Smartphones, Laptops und Netzwerkeinrichtungen – bewegen sich jedoch mit wesentlich höheren Geschwindigkeiten. Außerdem haben die immer größeren Bandbreiten und kleineren Baugrößen alles verändert. Das höherfrequente Signal wird heute immer noch über die Leitung zum Bestimmungsort übertragen, erzeugt aber Resonanzen und elektromagnetische Felder, die auf andere Komponenten des Produktes – sowie andere Produkte in der Nähe – störend auswirken. Für so komplexe Systemen wie Kraftfahrzeuge und Flugzeuge werden elektronische und elektromechanische Komponenten von mehreren Herstellern entwickelt, was die Möglichkeit von Störungen weiter erhöht.

Welche Folgen hat dies? Produkte werden wesentlich komplizierter, wenn sie mehrere elektronische Komponenten enthalten, die mit hohen Signalverarbeitungsgeschwindigkeiten arbeiten. Die weitaus meisten der in einem Produkt unbeabsichtigt vagabundierenden Signale treten als Rauschen in Erscheinung, das keine Auswirkungen auf die Produktfunktion hat. Aber kann sich ein Unternehmen wirklich auch nur einen einzigen Produktausfall leisten? „Die Signalintegrität ist ein vollkommen neues Gebiet, und der für die Signalintegrität zuständige Entwickler wird zum Kronjuwel des Unternehmens“, sagte Paul G. Huray, Professor für Elektrotechnik an der University of South Carolina.

### Steigende Kosten durch Produktausfälle

Selbst wenige isolierte Produktausfälle können einem Unternehmen schweren Schaden an Ruf, Umsatz, Aktienkurs, Gewährleistungsansprüchen, Kosten für Rechtsstreitigkeiten und Kreditwürdigkeit zufügen. Die Produktintegrität erweist sich zunehmend als potenzielles Problem in einer Zeit, in der die Kosten bei Auslieferung eines fehlerhaften Produktes so hoch sind wie nie zuvor. Nach Schätzungen der American Society for Quality kostet jeder Produktrückruf allein an direkten Kosten im Mittel 8 Millionen Dollar und mehr. Die indirekten Kosten können diese Summe nochmals kräftig in die Höhe treiben. Und dies ist nur der Anfang. Die amerikanische „Consumer Product Safety Commission“ kann Strafen von bis zu 15 Millionen Dollar verhängen, wenn es ein Unternehmen versäumt, mögliche Verstöße gegen die Produktsicherheit oder Defekte zu melden. Nach Angaben des „Public Services Research Institutes“ geben US-Unternehmen pro Jahr zusammengenommen über 2 Milliarden Dollar für ihre Verteidigung bei Produkthaftungsprozessen aus. Diese Zahl enthält noch nicht die auf dem

---

*“In Zukunft werden wir die Art und Weise ändern müssen, wie wir Dinge tun. Die Entwickler von Hardwareprodukten möchten Computer verkaufen, die mit 10 GHz in der nächsten Generation arbeiten, danach wahrscheinlich mit 30 GHz und danach mit 100 GHz.”*

**Dr. Paul G. Huray**  
*Professor of Electrical  
Engineering, University of  
South Carolina*

Vergleichsweise oder durch Gerichtsentscheid tatsächlich zustande gekommenen Zahlungen, die im Durchschnitt bei ca. 700.000 Dollar liegen. Doch die größten Kosten können durch den Schaden am guten Ruf eines Unternehmens entstehen, wenn die Kunden zu der Ansicht gelangen, dass dessen Produkte nicht sicher sind.

Lassen Sie uns die Auswirkungen der Produktintegrität in nur einer einzigen Branche betrachten: In den USA gibt es jedes Jahr mehr als 6 Millionen Autounfälle mit 40.000 Toten. Die Gesamtkosten dieser Unfälle werden von der „American Automobile Association“ auf 164 Milliarden Dollar geschätzt. In den vergangenen Jahren wurden in den USA mehr als 10 Millionen Fahrzeuge zurückgerufen. Wie viele dieser Produktdefekte und Unfälle gehen auf unerwartete Fehlfunktionen in elektronischen Hardware- oder Software-Komponenten zurück? Die Ursachen sind nicht leicht zu finden, da es in der Vergangenheit schwierig war, physische Tests durchzuführen und die Risiken aller Komponenten zu ermitteln.

Um potenzielle Fallen zu vermeiden, wird in der Entwicklung generell viel in Tests investiert. So kann beispielsweise eine EMV-Studie einer einzelnen Komponente in einer Prüfeinrichtung bis zu 10.000 Dollar kosten. Bei einem größeren und sehr komplexen System – beispielsweise einem typischen Kraftfahrzeug, das Komponenten von verschiedenen Herstellern umfasst – können sich die Kosten erheblich erhöhen und bis zu 1 Million Dollar pro Test betragen. Kann Ihr Unternehmen jedes Benutzungsszenario physisch testen? Und wenn das Produkt beim Test durchfällt, kann Ihnen die Analyse die Gründe für das Versagen angeben oder Einblicke für den nächsten Design-Durchgang liefern?

---

### **Immer stärkeres Vordringen der Elektronik**

Nur wenige Produkte sind heute gegen den Dominoeffekt der miteinander verbundenen Systeme und physischen Komponenten immun, wie sich in der Automobil-, Luftfahrt- und Konsumgüterindustrie zeigt.

### **Kraftfahrzeuge**

Mehr als 40 Prozent der Wertschöpfung bei Kraftfahrzeugen der nächsten Generation werden voraussichtlich durch Bordelektronik und elektromechanische Komponenten erzielt: „Drive by Wire“, ABS, Motorsteuerung, Navigationssysteme und Freisprecheinrichtungen – und viele davon von verschiedenen Herstellern entwickelt. Fahrer und Mitfahrer bringen ihre Mobiltelefone, MP3-Player, Video-Player, GPS-Systeme und mehr mit in das Fahrzeug, die jeweils Störungen verursachen können. Mit über 400 Fahrzeugmodellen, die jedes Jahr (allein in den USA) verfügbar sind, gehen die Permutationen der Interaktionen in die Billionen.

### Flugzeuge

Moderne Flugzeuge enthalten zahlreiche elektronische Systeme wie „Fly-by-Wire“-Systeme, Kommunikations- und Navigationsgeräte, Radar, Antennen und Unterhaltungssysteme für die Fluggäste. Viele Flugzeuge bieten Satellitentelefon-Service. Außerdem bringen die Passagiere Mobiltelefone, Laptop-Computer und persönliche Audiogeräte mit an Bord. Der NASA-Report „Personal Electronic Devices and their Interference with Aircraft Systems“ führt aus, dass „sich in den 14 Jahren, in denen Zwischenfälle von den Piloten an das „Aviation Safety Reporting System“ gemeldet wurden, gezeigt hat, dass Störungen durch elektronische Geräte der Fluggäste verursacht wurden oder dass dies vermutet wurde. Mobiltelefone wurden am häufigsten als Quelle von Störungen identifiziert, dicht gefolgt von Laptops.“

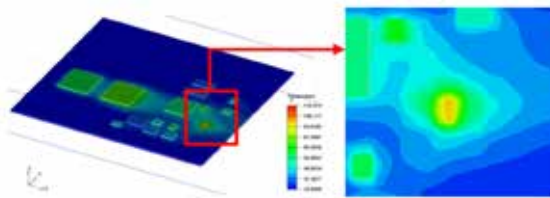
### Konsumgüter

Außer webfähigen Smartphones und Laptops haben zahlreiche andere Konsumgüter das Potenzial, mit anderen Geräten so zusammenzuwirken, wie es sich ihre ursprünglichen Entwickler nie vorgestellt hatten: Küchengeräte, „Wireless-Router“, „RF-Tagged“-Produkte, HD- und 3D-TV, Spiele- und Unterhaltungskonsolen, Wi-Fi, Bluetooth, Netbooks, e-Reader, GPS-Ortungsgeräte... Wie ist es angesichts der Milliarden von solchen Geräten, die heute in Gebrauch sind, und der vielen tausend neuen Elektronikprodukten, die jedes Jahr auf den Markt kommen, möglich, die Interaktion eines neuen Produktes mit allen Gadgets zu testen, , mit denen es in Kontakt kommen könnte?

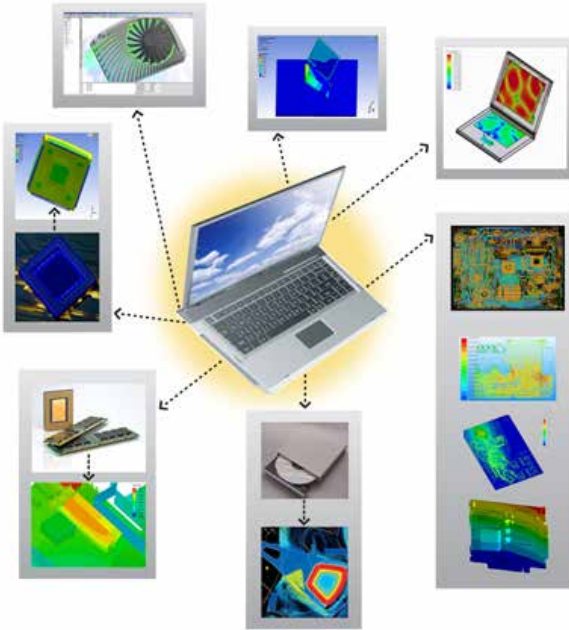
### Simulation als rettende Lösung

Wie soll also Ihr Unternehmen Produktdesigns ausschließen, die potenziell versagen könnten? In vielen Fällen ist die technische Simulation die kostengünstigste, effektivste und die meisten Einblicke liefernde Methode zur Sicherstellung der Produktintegrität. Anders als bei traditionellen Prototyp-Tests ermöglicht es die Simulation den Entwicklern, das zukünftige Verhalten eines bestimmten Produktdesigns in zahlreichen Szenarien, die zum Teil experimentell überhaupt nicht dupliziert werden können, virtuell zu testen – lange bevor ein physisches Modell gebaut wird. Die Simulation ist an jedem Punkt des Designprozesses einsetzbar, ist aber besonders in den frühen Stadien hilfreich, wenn Änderungen effizient und kostengünstig durchgeführt werden können.

„Die Möglichkeit, massive Experimente per Simulation durchzuführen, spielt in vielen Bereichen eine kritische Rolle“, sagte Stefan Thomke, Professor of „Technology and Operations Management“ an der Harvard Business School und Verfasser von Büchern über Produktinnovationen. „Die potenziellen Auswirkungen der Simulation und anderer Versuchstechnologien heute und in der Zukunft werden nur durch die menschliche Vorstellungskraft begrenzt. Immer detailliertere Simulationsmodelle und immer leistungsfähigere Computer werden es Forschern und Entwicklern nicht nur erlauben, die Analysen ‚in silico‘ (am Computer) schneller und kostengünstiger durchzuführen, sondern ermöglicht auch Problemlösungen, die auf andere Weise gar nicht möglich wären. So wird die Computermodellierung und –simulation unser Wissen auf viele Arten verbessern, die wir uns heute noch nicht vorstellen können.“



Die Reduzierung der Chipgröße und die Erhöhung der Verarbeitungsgeschwindigkeit führen zusammen zu Leistungsdichten, die „Hot Spots“ im Chip und in den umgebenden Schaltungen erzeugen können.



Eine integrierte technische Simulationslösung kann Ihrem Unternehmen helfen, die Herausforderungen im Hinblick auf Produktintegrität und Innovation zu meistern, indem Problemstellungen wie SI/PI, EMI/EMV, RF/MW, thermische Effekte und Mechanik unabhängig voneinander untersucht werden. Die Simulation fördert außerdem die Produktinnovation.

### Intelligente Design-Kompromisse

Die Simulation ist ein bewährtes Verfahren, um über die Beurteilung eines einzelnen Design-Parameters hinaus die Interaktion zwischen zahllosen Design-Parametern in elektrischen, thermischen und mechanischen Ingenieurs-Disziplinen zu beurteilen. Es ist beispielsweise offensichtlich, dass leistungsfähige elektronische Komponenten, die auf extrem kleinem Raum untergebracht sind, nicht zu warm werden dürfen. Auf der mechanischen Seite ist gleichzeitig zu klären, wie Stoß- und Schwingungsbelastungen die Zuverlässigkeit dieses Bauteils beeinflussen. Jeder Teil eines Produktes muss also auf der Grundlage elektrischer, thermischer und mechanischer Parameter optimiert werden.

Ebenso wichtig sind Systemdesign und -integrität. Alle mit dem Produktdesign befassten Entwickler sehen sich der zunehmenden Herausforderung gegenüber, den „Systemeffekt“ eines modernen Produktes vorherzusehen, der insgesamt wesentlich größer (und unberechenbarer) ist als die Summe seiner Teile. Die Bestimmung der Risiken ist komplex, wobei jedoch die besten Simulationsprozesse über das Lösen von Problemen hinaus auch die Entwicklung innovativer Simulation ermöglicht.

Beispielsweise kann bei der Entwicklung eines Laptop-Computers ein für die Signal- und Leistungsintegrität (SI/PI) zuständiges Entwicklerteam ein Layout für eine Leiterplatte entwickeln, das Signalstörungen entlang des schnellen Signalkanals minimiert. Dasselbe Layout kann jedoch auch dazu führen, dass sich zwei mit hoher Leistung arbeitenden Bauteile dicht nebeneinander befinden, was zu einer erheblichen Überwärmung führen kann. Ebenso kann ein für das thermische Design zuständiger Entwickler eine thermische Verbindung, speziell eine thermische Via, unter einem mit hoher Leistung arbeitenden Bauteil hinzufügen, um die Wärmeableitung zu verbessern, aber dies kann zu erheblichen Störungen mit dem Signal führen, das in den IC eintritt oder diesen verlässt.

Die EMI/EMV-Entwickler wollen wahrscheinlich eine Lüftungsöffnung verkleinern, um elektromagnetische Emissionen des Produktes zu verringern. Eine kleinere Lüftungsöffnung bedeutet jedoch, dass warme Luft schlechter aus dem Produkt entweichen kann, wodurch die Gefahr einer Überwärmung und eines Produktausfalls besteht. In gleicher Weise kann das für das thermische Design zuständige Team einen Kühlkörper auf einem IC vorsehen, um den Wärmeübergang zu verbessern. Dies führt jedoch zu einer mechanischen Belastung des ICs, was zu Schäden beim Versand führen kann. Außerdem kann der Kühlkörper als interne Antenne wirken und elektromagnetische Emissionen verstärken. Und der Zyklus setzt sich fort: Ein zusätzlicher Lüfter zur Verbesserung der Luftzirkulation kann die Geräuschentwicklung und den Stromverbrauch erhöhen, Größe und Gewicht des Gerätes erhöhen und die Produktzuverlässigkeit wegen eines möglichen Ausfalls des Lüfters beeinträchtigen. Eine Veränderung der Gesamtgröße des Laptops oder der Materialien, aus denen er besteht, kann die Kosten und das Gewicht verringern, setzt aber den Computer der Gefahr einer Beschädigung durch Stöße und Schwingungen während des normalen Gebrauchs aus. Die Abhängigkeiten innerhalb eines Systems machen es erforderlich, dass elektrische und mechanische Entwickler zusammenarbeiten, um die

*“With the help of simulation, top performers on average were able to get the most complex products to market 158 days sooner with \$1.9 million lower development costs.”*

– Aberdeen Group

Systemleistung zu optimieren, statt das Produkt jeweils nur für ihre eigene Komponente oder Disziplin zu optimieren.

### **SIMULATIONSBASIERTE PRODUKTENTWICKLUNG**

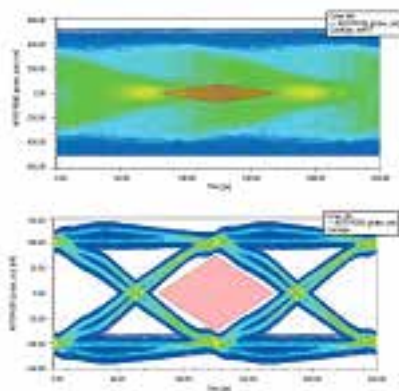
Die Simulationssoftware muss gut gewählt werden, da nicht alle Simulationstools gleich sind. Um sicherzustellen, dass Produktdesigns im Markt erfolgreich sind, müssen die Technik- und Entwicklerteams exakt vorhersagen, wie sich komplexe Produkte in einer realen Umgebung verhalten werden – eine Umgebung, die sich ständig verändert und das Zusammenwirken mehrerer physikalischer Bereiche umfasst. Nur die Multiphysics-Simulation ermöglicht es den Anwendern, virtuelle Prototypen ihrer Designs im Betrieb unter solchen realen Bedingungen zu erstellen, um die Wechselwirkungen zwischen Strukturmechanik, Wärmeübergang, Strömungen und Elektromechanik vorherzusagen. In der EMI-Simulation müssen beispielsweise integrierte 3D-Löser sowie Tools auf Schaltungsebene verfügbar sein. Eine gemeinsame, einheitliche technische Simulationsumgebung konzentriert zentrale physische Simulationen und ermöglicht ihre Interoperabilität, was für eine hochwertige Lösung wichtig ist. Sie bietet auch gemeinsame Tools zum Anschluss an das unternehmenseigene CAD-System, an In-House-Codes und an Datenmanagement-Tools.

Die beste Simulationssoftware deckt das Design-Kontinuum ab, um die offene Kommunikation zwischen verschiedenen Entwicklerteams – von Elektrotechnik und Mechanik bis hin zu thermischen Effekten und Fluid-Dynamik – zu fördern. Software mit die umfassenden Multiphysics-Tools, die auf einer einzigen integrierten Plattform aufbauen, trägt dazu bei, dass kein Detail und kein potenzieller Risikofaktor übersehen wird und kein Produkt auf den Markt kommt, bevor es tatsächlich ausgereift ist. Auf diese Weise werden Barrieren für eine echte Zusammenarbeit überwunden. Als Resultat werden die Produktentwickler inspiriert, nur marktreife, auf ihre Leistungsfähigkeit geprüfte Produkte zu entwerfen, zu entwickeln und zu liefern.

Ein Portfolio, das die Untersuchung von „What-if“-Fragen erleichtert, ist entscheidend für die Innovation. Hierbei geht es um Fragen wie: Was passiert, wenn man die Funktionalität/Geschwindigkeit um 20 Prozent verbessern muss, um Kundenforderungen zu erfüllen? Was, wenn man das Gesamtgewicht um 20 Prozent verringert? Oder versucht, die Herstellbarkeit zu verbessern, indem man die Anzahl der Teile verringert? Mit einer Simulationssoftware mit ausgereiften Designfähigkeiten können die Entwicklerteams leicht alternative Designs untersuchen, wertvolle Einblicke in das Produktverhalten gewinnen, intelligente Kompromisse treffen und die Machbarkeit ungewöhnlicher Konzepte erproben, was besonders wichtig ist, um die Ansprüche der Kunden zu erfüllen. Dieser Ansatz ist wesentlich schneller als physische Tests, so dass die Entwickler viel mehr Design-Alternativen in den verschiedensten Szenarien beurteilen können, als mit konventionellen Methoden möglich wäre. Die Technikteams können schneller als die Konkurrenz innovative Features hinzufügen und Risiken quantifizieren – noch bevor das Produkt das Werk verlässt und ohne das Risiko eines Produktausfalls.

Diese bewährten Vorteile sind gut dokumentiert. In ihrem kürzlich veröffentlichten „Simulation-Driven Design Benchmark Report“ stellt die Aberdeen Group fest, dass 100 Prozent der besten Hersteller – diejenigen, die Kosten-, Umsatz-, Qualitäts- und Einführungssterminziele zu 86 Prozent oder mehr erfüllen – die Simulation in der Designphase einsetzen. Sie verwenden 1,6 Mal weniger Prototypen als alle anderen Hersteller. Mit Hilfe der Simulation waren diese „Top Performer“ in der Lage, die komplexesten Produkte im Durchschnitt 158 Tage früher auf den Markt zu bringen, und das mit um 1,9 Millionen Dollar niedrigeren Entwicklungskosten. Hersteller mit sehr einfachen Produkten konnten die Markteinführung um 21 Tage beschleunigen und 21.000 Dollar an Entwicklungskosten einsparen.

„Die Simulation versetzt Techniker und Entwickler in die Lage, bessere Designs zu planen und zu entwickeln, wobei „besser“ gleichbedeutend mit leichter, billiger oder stärker sein kann“, sagte Tim Morris, Chief Executive of NAFEMS. „In Zeiten der wirtschaftlichen Rezession müssen die Unternehmen vielleicht in der Fertigung sparen, wobei clevere Unternehmen nicht viel in der Entwicklung oder der Forschung einsparen werden, sondern eher versuchen werden, die Möglichkeiten zur Verbesserung der Produkte und des Design-Prozesses zu nutzen. Kontinuierliche Investitionen in die Simulation werden sich langfristig auszahlen, indem sie die Unternehmen wettbewerbsfähiger machen und es ihnen erlauben, aus der Rezession gestärkt – und möglicherweise mit weniger Mitbewerbern – hervorzugehen. Aus unabhängigen Studien, an denen wir teilgenommen haben, wissen wir, dass die besten Unternehmen oft diejenigen sind, die am besten von der Simulation Gebrauch machen.“



Augendiagramme in der Simulation zeigen an, ob die empfangenen Daten fehlerfrei erkannt werden können

### Simulation@Work

#### **NVIDIA macht Simulation zum Bestandteil des Produktdesigns**

NVIDIA ist ein weltweit führender Anbieter von visuellen Computertechnologien und der Erfinder der GPU, eines leistungsfähigen Prozessors, der hochwertige interaktive Grafiken auf Workstations, PCs, Spielekonsolen und mobilen Geräten erzeugt. Eines der größten Probleme bei der Entwicklung solcher Grafiklösungen ist eine einwandfreie Kommunikationsverbindung zwischen der Pixel-Erzeugung und der Pixel-Darstellung. Das heißt, das in einem Teil des Systems entstehende Signal muss verzerrungsfrei in einen anderen Bereich übertragen werden, so dass es fehlerfrei erkannt werden kann. Mit Hilfe der „Designer-Software“ von ANSYS können die Entwickler von NVIDIA jeden Teil des Übertragungskanal als Blackbox-Modell konstruieren. Diese Modelle können Messdaten, einfache Schaltungen, SPICE-Komponenten oder dynamische Verbindungen zu jedem Schaltungsextraktionstool von ANSYS umfassen. Sie können neu angeordnet, überbrückt oder parametrisch variiert werden, wobei der Entwickler alle Konfigurationsmöglichkeiten testen kann. Solch ein schematische High-Level-Ansatz kann problemlos mit anderen Entwicklergruppen ausgetauscht werden, die daran erkennen können, was modelliert wird und ihren Input für das



Design entsprechend gestalten können. „Da die verfügbare Entwicklungszeit und die Rechner-Ressourcen begrenzt sind, liefert der statistische Ansatz den Entwicklern eine systematische Design-Abdeckung, ohne dass eine astronomisch hohe Zahl von Simulationsläufen erforderlich ist. Mit der statistischen Methodik können die Entwickler die richtigen Abwägungen zwischen Kosten und Produktionsausbeute vornehmen“, sagte Ting Ku, Director of Signal Integrity bei NVIDIA.

### Simulation in Aktion

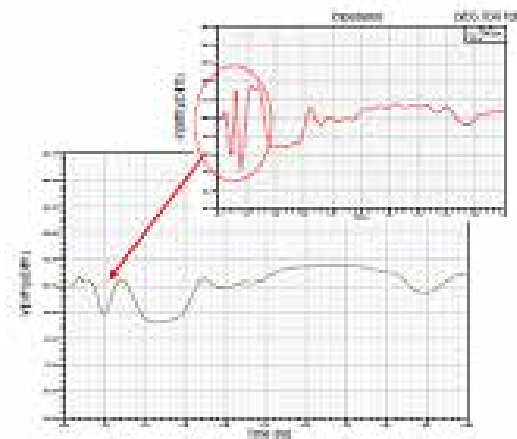
Die Simulation für das Elektronikdesign kann beginnen, sobald die Entwickler die elektronischen Schaltungen entwickelt haben und lange bevor ein physischer Prototyp existiert. Das Entwicklerteam kann mit einem Schaltungssimulator das Verhalten der Schaltung bis herunter zur Amplitude und zum Timing einzelner Impulse modellieren. Wenn das physische Layout fertiggestellt ist, können sie mit Hilfe einer elektromagnetischen 3D-Simulation die gesamte Strahlung ermitteln, die von dem geplanten Design ausgehen wird. Diese Streusignale lassen sich dann wieder in die Schaltungssimulation einspeisen, um ihre genauen Auswirkungen auf die Funktionsweise des Produktes zu ermitteln.

Andere Simulationstools behandeln weitere Aspekte des Produktdesigns, z. B. die Kühlung der Elektronik und die strukturelle Integrität bei normalen Belastungs- und Schwingungsbedingungen oder bei einem versehentlichen Herunterfallen des Produktes. Im Best-Practice-Szenario lassen sich diese Simulationstools miteinander koppeln, um beispielsweise gleichzeitig festzustellen, wie sich die Veränderung der Größe einer Lüftungsöffnung auf die elektromagnetische Verträglichkeit, das thermische Verhalten, die mechanische Zuverlässigkeit, das Gewicht, die Kosten oder die Funktionsweise eines Produktes auswirken wird.

### Simulation@Work

#### Panasonic optimiert Designprozess und Produkte

In einem einzigartigen Bauteil für netzwerkfähige Kameras für dezentrale Überwachungsaufgaben setzte Panasonic eine Ethernet-Standardverbindung zur Übertragung der Video- und Audiosignale, so dass die Überwachung von beliebigen Orten aus möglich ist. Mit Hilfe von technischer Simulationssoftware von ANSYS entwickelte Panasonic eine Methodik, mit der die Entwickler komplexe, mit hoher Geschwindigkeit arbeitende Leiterplatten simulieren und die anspruchsvollen Designvorgaben für Signalintegrität und Produktdesign erfüllen können. Durch Einführung eines 3D-Cosimulationskonzeptes für die Schaltung und die elektromagnetischen Effekte sparte das Team etwa zwei Monate beim Bau eines zweiten Prototypen und etwa einen Monat bei den Labormessungen ein. „Der schematische High-Level-Ansatz kann problemlos mit anderen Entwicklergruppen ausgetauscht werden, die daran erkennen können, was modelliert wird und ihren Input für das Design entsprechend gestalten können“, sagte Hiroshi Higashitani von Panasonic Electronic Devices Co.



Ein Vergleich der „Impedance Maps“ für zwei Leiterplatten-Designs

„Bisher erfolgte die Analyse in vielen Unternehmen praktisch im Nachhinein, getrennt vom Design und außerhalb der Produktentwicklungsschleife“, bemerkte James Croscheck, ehemals Konstrukteur bei „Deere and Company“ und heute Leiter der Consulting-Firma Effective Engineering Solutions. „Ungeachtet aller technischen Fortschritte und Prozesse ist der wichtigste Einzelfaktor für die Einbindung der Simulation in die Mainstream-Produktentwicklung ein radikales Umdenken. In den Entwicklungsabteilungen werden Simulationstools heute im Allgemeinen als fester Bestandteil des Designs angesehen und nicht mehr als externer, nur in begrenztem Umfang eingesetzter Service. Und auf der Führungsebene wird die Simulation heute als Bestandteil der Unternehmensstrategie eingesetzt, um innovativere Produkte auf den Markt zu bringen und das Geschäftsergebnis des Unternehmens zu verbessern.“

#### **Neue gute Vorsätze für das Produktdesign**

Ihre Produktentwicklung sollte diese wichtigen Vorgaben erfüllen, um die Innovation sowie die Integrität Ihres Produktentwicklungsprozesses sicherzustellen:

Erkennen Sie die wahren Möglichkeiten der Produktinnovation. Der grundlegende Nutzen der Simulation liegt nicht darin, dass Sie die bisherigen Arbeiten um 20 Prozent effektiver durchführen können. Vielmehr geht es darum, neue Möglichkeiten zu erkunden, Dinge auf vollkommen andere Weise zu tun, den Status Quo zu durchbrechen und neue Wege einzuschlagen. Die beispiellose „What-if“-Fähigkeit der computergestützten Simulation kann Ihren Design-Horizont erweitern und Ihnen helfen, Produkte zu erschaffen, die Sie bisher nicht für möglich hielten. Halten Sie daher Ausschau nach einem Simulationspartner, der ausgereifte Design-Funktionen sowie die Möglichkeit zur Simulation kompletter Systeme bietet und damit den Erfolg des Produktes möglich macht – und nicht nur das Produktdesign.

---

#### **Simulation@Work**

##### **ZTE setzt neue Standards für Forschung und Entwicklung**

ZTE ist der größte chinesische Anbieter von Telekommunikationseinrichtungen und kundenspezifischen Netzwerklösungen. Mit Analysesoftware von ANSYS können die Entwickler die abgestrahlten Emissionen von Leiterplatten vorhersagen und mehrere Leiterplatten in einem Gehäuse untersuchen, um Trends für die Emissionen des Gesamtsystems festzustellen. Durch die neue Designmethodik konnte ZTE kostspielige „Bauen und Testen“-Wiederholungen in seinem Designzyklus vermeiden. „Unsere Entwickler haben große Erfahrung im Leiterplattendesign und mussten ihre Fähigkeiten für EMI/EMV erweitern. Bisher mussten wir durch zeit- und kostenaufwendiges Prototyping und Testen sicherstellen, dass die Leistung des Designs die Anforderungen erfüllte“, sagte Zhu Shunlin, Chief Engineer der EDA Group bei ZTE. „Die Design-Methodik von ANSYS half uns dabei, dieses Problem zu lösen, die Produktleistung zu verbessern, die Kosten zu senken und unsere Time-to-Market zu verkürzen. Damit haben wir die Fähigkeiten unseres FuE-Teams auf ein neues Niveau angehoben.“

---

Ihre Design-Tools sollten ebenso intelligent sein wie die Produkte, die Sie entwickeln. Die Konsumenten fordern neue Features und mehr Funktionen und dies in einem möglichst schlanken und eleganten Design. Die fortschrittlichen elektronischen Möglichkeiten, die von den Entwicklern in die heutigen Produkte eingebaut werden, führen zu mehr Funktionalität, aber immer kleineren Baugrößen, die eine Fülle von Design-Problemen mit sich bringen. Dabei sind Ihre Produkte nur so gut wie die Tools, mit denen Sie ihre Leistung, Zuverlässigkeit und Sicherheit überprüfen – bevor sie auf den Markt kommen. Wählen Sie also einen etablierten Anbieter, dessen guter Ruf auf langjähriger Erfahrung basiert. Stellen Sie sicher, dass das Portfolio, in das Sie investieren wollen, realitätsgetreue, exakte und praxisgerechte Resultate liefert, denen Sie vertrauen können.

Das Design darf nicht in einem luftleeren Raum stattfinden. Eine enge Zusammenarbeit zwischen den Entwicklungsteams lässt weniger Raum für Missverständnisse, die negative Folgen für die reale Performance Ihrer Produkte haben können. Die richtigen Simulationstools decken den gesamten Design-Bereich ab, um eine offene Kommunikation zwischen Ihren verschiedenen Konstruktions- und Entwicklungsteams zu fördern – von der Elektrik über die Mechanik bis zur Fluid-Technik. Wenn die Hürden für eine echte Kommunikation entfallen, können Ihre Entwickler auf kreative Weise marktreife Produkte mit nachgewiesener Performance konzipieren, entwickeln und realisieren. Eine Simulationslösung, die fundierte Physics-Funktionen in einer bestimmten Fachdisziplin bietet, befähigt die Entwickler, eine größere Zahl von Problemstellungen im Detail zu behandeln und zu lösen sowie komplexere Szenaren zu berücksichtigen. Aber Tools alleine reichen noch nicht aus: Ihr Unternehmen muss seine Prozesse ändern und optimieren, um ein stärker kooperationsorientiertes Produktentwicklungsmodell zu realisieren.

Sozialisieren Sie Ihre intelligenten Geräte. Die Beurteilung der Risiken geht über ein einfaches Bestimmen von Ursache und Wirkung hinaus: Sie umfasst vielmehr die Analyse der Beziehungen zwischen den einzelnen Technologien, die in einem bestimmten Produkt verwendet werden. Die Entwicklerteams müssen untersuchen, welche Wechselwirkungen zwischen Ihrem Produkt und seiner zukünftigen Umgebung bestehen können. Betrachten wir hierzu einmal ein typisches Kraftfahrzeug, eine moderne Küche oder ein Flugzeugcockpit: In der realen Umgebung gibt es eine Unmenge von intelligenten Geräten, die direkt oder indirekt miteinander kommunizieren. Die Performance Ihres Produktes, auch nach rigorosen Tests, kann gefährdet sein, sobald es das Entwicklungslabor verlässt.

Die Überprüfung Ihres Designs über die verschiedenen technischen Disziplinen hinweg und in verschiedenen Ökosystemen auf der System-, Bauteil- und Schaltungsebene spielt eine wichtige Rolle, um potenzielle Probleme in Ihren Produkten zu erkennen und zu beheben, bevor die Produkte auf den Markt gelangen. Mit den richtigen Mitteln für die technische Simulation können Ihre Entwickler über die Symptome und allgemeinen Betriebsbedingungen hinaus den Design-Raum besser definieren. Durch die Auswahl eines breiter angelegten und gekoppelten Multiphysics-Simulationsprogramms – das wesentlich mehr als nur elektromagnetische 3D-Löser und Tools auf der Schaltungsebene umfasst – können Sie statt der reinen Signalintegrität auch die Produktintegrität sicherstellen.

Mangelnde Vorhersage von Problemen kann nicht nur an Produkten Schaden anrichten. Sie kann auch Ihre Karriere und Ihr Unternehmen ruinieren. Daher sollten Sie Ihre Marke nicht auf's Spiel setzen, indem Sie auch nur einen Produktausfall tolerieren. Das Finden des richtigen Produkttest- und Simulationspartners spielt eine entscheidende Rolle, um ernsthafte Produktausfälle zu verhindern, die Ihr Image beschädigen können. Selbst die besten Unternehmen der Welt kämpfen mit der Komplexität der Produktprobleme, die von elektromagnetischen Effekten über die Mechanik bis hin zur Fluiddynamik reichen können. Die Simulation kann dazu beitragen, potenzielle Probleme und Produktrisiken zu erkennen, bevor dies Ihre Kunden tun.

Der gute Ruf Ihres Unternehmens ist Ihr wertvollstes Kapital! Es dauert viele Jahre, ein Image aufzubauen - und nur Sekunden, es zu beschädigen. Schützen Sie es durch die richtige Entscheidung.

---

ANSYS Germany GmbH  
Birkenweg 14a  
D-64295 Darmstadt  
Tel.: +49 (0)6151-3644-0  
E-Mail: [info-germany@ansys.com](mailto:info-germany@ansys.com)  
Web: [www.ansys-germany.com](http://www.ansys-germany.com)

### Über ANSYS, Inc.

ANSYS, Inc. (Nasdaq: ANSS) gibt seinen Kunden durch schnelle, genaue und verlässliche Simulationen die Fähigkeit, ihre komplexen Design-Herausforderungen in der Produktentwicklung klar strukturiert und mit hohem Erkenntnisgewinn zu bewältigen. Unsere Technologie ermöglicht es Unternehmen – egal welcher Branche sie angehören – mit großer Sicherheit vorherzusagen, dass ihre Produkte im Alltag Erfolg haben. Kunden vertrauen darauf, dass unsere Software ihnen dabei hilft, die Produktintegrität und den Erfolg ihres Unternehmens durch stetige Innovationen sicherzustellen. 1970 gegründet, beschäftigt ANSYS etwa 2.700 Fachkräfte, von denen viele Experten in Engineering-Bereichen sind, wie u. a. der Finiten-Elemente-Methode, numerischen Strömungsmechanik, Elektronik und Elektromagnetismus sowie Design-Optimierung. Mit dem Firmensitz südlich von Pittsburgh, USA, unterhält ANSYS mehr als 75 strategisch angesiedelte Vertriebsstandorte weltweit sowie ein Netzwerk von Vertriebspartnern in mehr als 40 Ländern. Weitere Informationen finden sich auf [www.ansys.com](http://www.ansys.com).