

Topologieoptimierung als Entwicklungsstrategie für nachhaltige Kunststoffbauteile

Weniger ist mehr: Reduzieren statt Recyceln

Die Nachhaltigkeit bei technischen Kunststoffen beginnt nicht erst beim Recyceln. Bereits bei der Auslegung eines Bauteils ist es entscheidend, nur so viel Material einzusetzen, wie es für die optimale Leistungsfähigkeit des Produkts erforderlich ist. Dabei spielt die Topologieoptimierung eine wichtige Rolle, denn als Schlüssel zum Leichtbau vereinfacht sie die Auswahl an nachhaltigen Designalternativen.

Technische Kunststoffe sind oft die Werkstoffe der Wahl, wenn es darum geht, die Anforderungen eines komplexen Leichtbauteils zu erfüllen. Der Grund: Sie verfügen über Materialeigenschaften, die eine hohe Leistungsfähigkeit bei geringem Gewicht ermöglichen. Allerdings ist die Auslegung solcher Bauteile komplex, da hierbei nicht nur die speziellen Werkstoffeigenschaften, sondern auch eine fertigungsgerechte Gestaltung zu berücksichtigen sind. Im Zuge der automobilen Elektrifizierung machen neue Komponenten und deren veränderte Einbausituation sowie höhere Anforderungen an die Innenraumakustik innovative Ansätze für das strukturelle Design notwendig, um ein ausgewogenes Verhältnis zwischen strukturellen und akustischen Leistungsmerkmalen unter Berücksichtigung von Gewichts- und Kostenlimits zu ermöglichen. Eine ganzheitliche Simulation technischer Kunststoffe, insbesondere die Vorhersage des Geräusch- und Schwingungsverhaltens (Noise, Vibration, Harshness: NVH) der Bauteile, ist ein wichtiger Entwicklungsbaustein – sie sollte bereits in der frühen Konzeptphase die Grundlage für Material- und Designentscheidungen bilden.

Organisatorische Hindernisse und Transformation

Der Auslegungsprozess für strukturell relevante Kunststoffbauteile, die das NVH-Verhalten einer Rohkarosserie verbessern sollen, beginnt in der Regel mit der Durchführung von Sensitivitäts-



Altair bietet Lösungen für den gesamten automobilen Produktentwicklungszyklus: von Machbarkeitsstudien, Konzeptentwicklung und Variantenoptimierung bis hin zur detaillierten multidisziplinären Optimierung. © Altair

analysen. Damit sollen die Parameter bestimmt werden, die einen wesentlichen Einfluss auf die Bauteileigenschaften ausüben. Sind die wichtigen Bauteilparameter identifiziert, wird über einen iterativen Optimierungsprozess das beste Kompromisskonzept mit der höchsten Leistungsfähigkeit bei vergleichsweise geringem Gewicht ermittelt. Die Topologieoptimierung ist ein wichtiges Designwerkzeug, das am effektivsten ist, wenn man die Topologie eines Bauteils möglichst früh in der Entwicklungsphase festlegt, um so von

Anfang an belastungs- und fertigungsgerechte Designkonzepte zu erstellen.

Die Grundlage für die strategische Anwendung der Topologieoptimierung ist eine effiziente Bauraumerzeugung. Diese wird jedoch zum Hindernis, denn zum einen fehlt es oft an geeigneten Werkzeugen und zum anderen führt die Beteiligung mehrerer Abteilungen zu erheblichem Zeitverzug. Um das Potenzial der Topologieoptimierung auszuschöpfen und schnellere und bessere Entscheidungen zu ermöglichen, müssen notwendige Eingangsgrößen »

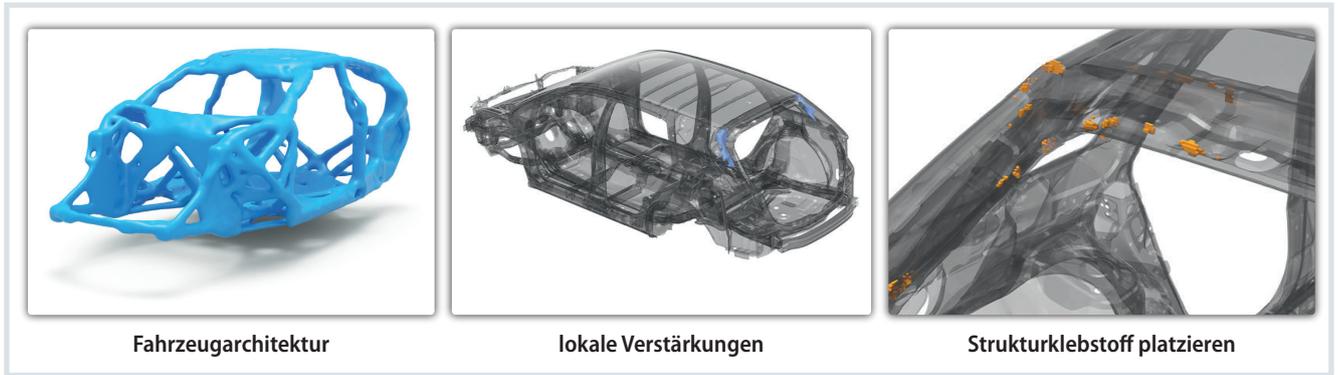


Bild 1. Die Altair-Prozesse vereinfachen die strategische Anwendung der Topologieoptimierung für globale Architekturkonzepte, lokale Verstärkungen und den effizienten Einsatz von Strukturklebstoffen. In der Praxis bedeutet das bis zu 80% Zeitersparnis für Modellaufbau und Berechnung. © Altair



Bild 2. Bei der Entwicklung von Struktureinlegern konnten die Sika-Ingenieure mithilfe des „Altair Design Space“-Workflows zeitaufwendige Arbeitsschritte eliminieren, sodass die Ergebnisse innerhalb von Minuten statt Stunden vorlagen. © Sika

jedoch möglichst früh zur Verfügung stehen. Dazu müssen die Barrieren zwischen den Abteilungen CAD und CAE fallen.

Basierend auf Erkenntnissen aus vielen Projekten, die dazu beigetragen haben, die Prozesse rund um die Topologieoptimierung zu straffen, hat Altair eine Reihe von neuen Prozessbausteinen entwickelt. Diese Bausteine vereinfachen die Anwendung der Topologieoptimierung als strategischen Schlüssel zur Massereduktion und die Entwicklung nachhaltiger Komponenten und Systeme. So ergeben sich Zeitersparnisse von bis zu 80% bei der Modellerstellung und es bleibt mehr Zeit für die Bewertung verschiedener Konstruktionsalternativen

und die Verbesserung der technischen Lösung (**Bild 1**).

Anwendungsbeispiel Sika: Struktureinleger für leichtere, leisere Fahrzeuge

Die Sika Automotive AG, Romanshorn/Schweiz, ist mit ihrem Angebot an Systemen zum Kleben, Dichten, Dämpfen, Verstärken und Schützen sowie Lösungen zur Geräuschreduzierung und Schwingungsdämpfung im Karosseriebau ein wichtiger Entwicklungspartner für Automobilhersteller und -zulieferer. Bei der Entwicklung von Struktureinlegern erstellt das Unternehmen in der Regel einen ersten Entwurf und optimiert dann das Design, bis der beste

Kompromiss zwischen Leistung und Gewicht erreicht ist.

Um ein tieferes Verständnis darüber zu erlangen, wo es das Material in der Rohkarosserie, dem sogenannten Body in White (BIW), am besten platzieren sollte, verwendet das Team in seinem Arbeitsablauf für Struktur- und NVH-Analysen die Software Altair OptiStruct. Zusammen mit Altair untersuchte Sika den bisherigen Ansatz für NVH-Studien und identifizierte verschiedene Bereiche mit Verbesserungspotenzial. Um den Entwicklungsprozess zu beschleunigen, empfahlen die Simulationsexperten den „Altair Design Space“-Workflow, den Sika zur Untersuchung einer D-Säule einsetzte.

Beschleunigte Modellierung und Entscheidungsfindung

Mit dem bisher etablierten Arbeitsablauf benötigte Sika bis zu drei Stunden für die Bauraumerstellung, um eine erste Konzeptidee für den D-Säuleeinleger zu generieren. Mit dem neuen Workflow hingegen definierten die Ingenieure den Bauraum, erstellten ein Voxelmesh, modifizierten die Schnittpunkte und benötigten weniger als 40 Minuten, um die Simulation vorzubereiten. Neben der beschleunigten Entscheidungsfindung profitierte Sika von der Benutzerfreundlichkeit der Lösung, mit der das Team schneller und einfacher als zuvor Ergebnisse erzielen kann.

Mithilfe des „Altair Design Space“-Workflows eliminierten die Sika-Ingenieure zeitaufwendige Arbeitsschritte, sodass sie die erforderlichen Ergebnisse innerhalb von Minuten statt Stunden erzielen und so schnellere Go/No-Go-

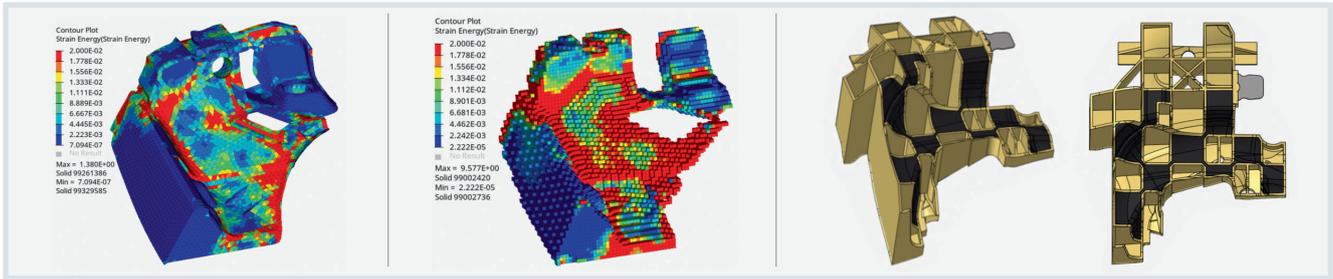


Bild 3. Dank einer um 70 % verkürzten Modellierungszeit konnte das Sika-Team das Bauteil durch Iterationen weiter verbessern. Links: Bauraummodell in traditionellem Arbeitsablauf; Mitte: mithilfe des „Altair Design Space“-Workflows erstelltes Modell; rechts: Beispiel einer D-Säulen-NVH-Verstärkung. © Sika

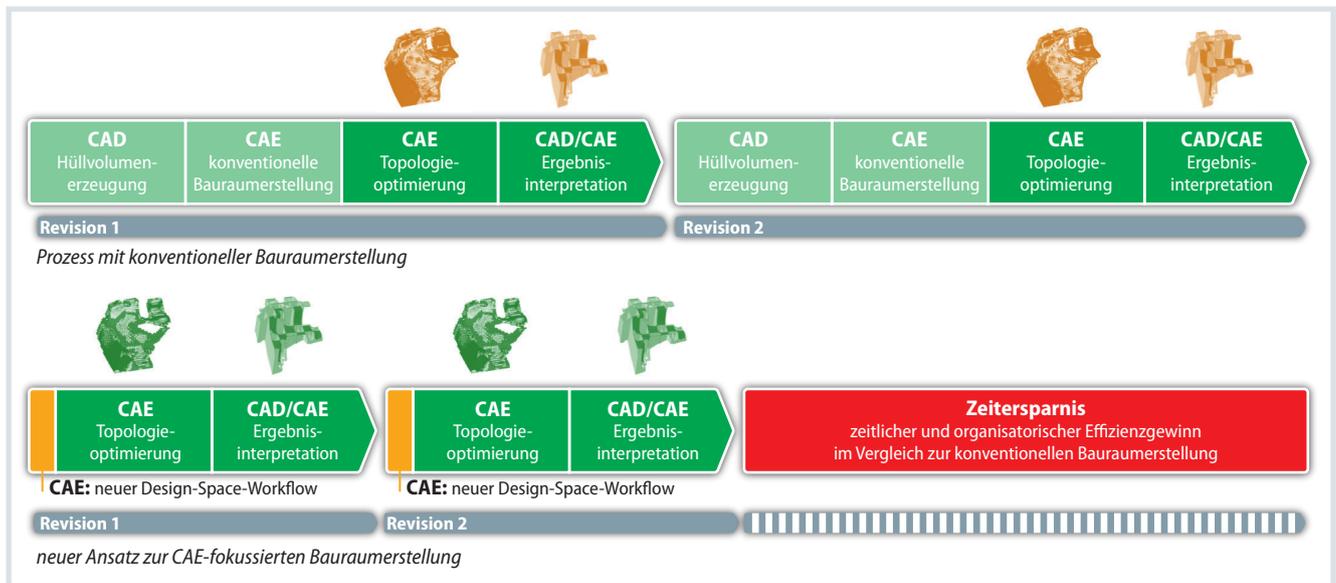


Bild 4. Zeitlicher und organisatorischer Effizienzgewinn im Vergleich. Oben: Prozess mit konventioneller Bauraumerstellung; unten: Neuer Ansatz zur CAE-fokussierten Bauraumerstellung. Quelle: Altair; Grafik: © Hanser

Entscheidungen in Bezug auf potenzielle Positionen für ihre Struktureinleger im BIW treffen konnten (**Bild 2**). Da sich die Modellierungszeit um 70% verkürzte, konnte das Team mehr Zeit investieren, um tiefere Kenntnisse über das Bauteil zu erlangen und es durch Iterationen weiter zu verbessern (**Bild 3**).

Fazit: Digitalisierung und verbesserte Prozesse für mehr Nachhaltigkeit

Im Gegensatz zum traditionellen Ansatz reduzieren die beschriebenen Prozesse manuelle Tätigkeiten, vereinheitlichen unterschiedliche Aufgaben aus verschiedenen Abteilungen in einem einzigen Arbeitsablauf und verkürzen die Modellierungszeit um bis zu 70 bis 80%. Das spart Entwicklungszeit (**Bild 4**), sodass sich Ingenieurteams auf kreativere Arbeiten konzentrieren können. In den genannten Beispielen wurde die Zeitersparnis bei der Modellierung für eine einzige Appli-

kation ermittelt. In der Regel sind jedoch fünf oder mehr Bereiche für den Einsatz von Strukturknoten erforderlich (d. h. 70% Einsparung x 5).

Die intensivere Anwendbarkeit der Topologieoptimierung erhöht die Sicherheit beim Entwurf und führt zu Kosten- sowie erheblichen Materialeinsparungen. Insbesondere, wenn eine Weiterentwicklung etablierter Konstruktionen ansteht, um zum Beispiel eine Materialsubstitution zu ermöglichen oder geänderte Belastungs- oder Randbedingungen zu berücksichtigen, ermöglicht der beschriebene Ansatz einen strategischen Einsatz der Topologieoptimierung auf verschiedenen Ebenen der Fahrzeugentwicklung für den nachhaltigen Einsatz von Kunststofflösungen. Getreu dem Motto: „Material, das gar nicht erst eingesetzt wird, muss man auch nicht recyceln“, ist diese Methode ein wichtiger Baustein für die Entwicklung nachhaltiger Kunststofflösungen. ■

Info

Autoren

Stuart Sampson ist Vice President, HyperWorks Enterprise Implementations, bei der Altair Engineering, Inc.

Dr. Lars Fredriksson ist Vice President, Global Automotive Business, bei Altair.

Dipl.-Wirt.-Ing. Mirko Bromberger ist Director Marketing Strategy bei Altair; information@altair.de

Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/onlinearchiv

English Version

Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com