

Siemens PLM Software Fortschrittliche Technologie für Generatives Design in NX

Produkte neu denken



CIMdata[®] |

Global Leaders in PLM Consulting
www.CIMdata.com

Wichtigste Erkenntnisse

Was Sie wissen sollten

Erkenntnis Nr. 1

Generative Design-Techniken nutzen algorithmische Methoden, um die Anforderungen in Produktgeometrie und -gestaltung umzuwandeln..

Erkenntnis Nr. 2

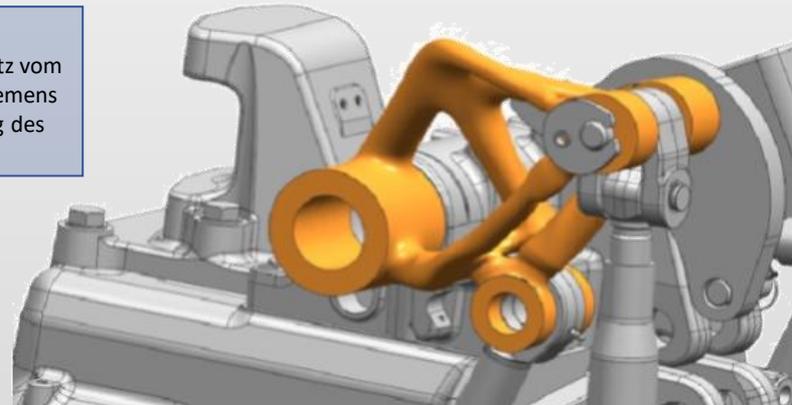
Generatives Design ist ein Satz von Werkzeugen und Techniken, mit denen Produktentwickler und Ingenieure ausgehend von Anforderungen und Randbedingungen ein optimiertes Design erzeugen, anstatt erst die Geometrie zu modellieren und sie dann zu validieren. Es stellt ihnen die Mittel bereit, um in kürzerer Zeit mehr Optionen auszuprobieren und das beste Design zu finden. NX bietet ihnen einen integrierten Set von Werkzeugen für die Topologie-Optimierung, die Mischung von facettierten Modellen, die regelbasierte Konstruktion und die Modellierung von Freiformflächen. Sie ermöglichen den Konstrukteuren und Ingenieuren, ihre Modelle in einem einen Generative-Design-Prozess unter Berücksichtigung der Anforderungen effizienter zu erzeugen.

Erkenntnis Nr. 3

Das Generative Design erfordert einen durchgängigen Workflow-Ansatz vom Konzeptentwurf bis zur Fertigung. Die Convergent-Technologie von Siemens PLM Software unterstützt den gesamten Prozess von der Modellierung des ersten Entwurfs bis zum 3D-Druck..

Erkenntnis Nr. 4

Die Implementierung der heute verfügbaren Methoden des Generativen Designs ist der erste Schritt in Richtung einer automatischen Erzeugung der Modellgeometrie, die alle Konstruktionsanforderungen erfüllt.



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software

Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen



Innovationen ermöglichen, um Produkte neu zu denken

Neue Konstruktionsmethoden

Die jüngsten Fortschritte auf dem Gebiet der Konstruktionstechnik sind treibende Kraft für ein neues Niveau der Innovation in der Produktentwicklung. Wie nie zuvor fördern sie den Ruf danach, Form und Gestalt der Produkte zu überdenken. Diese neuen Methoden bezeichnet man als Generative Design.

Generative Design

Das Generative Design stellt das klassische Paradigma der Konstruktion auf den Kopf. Während konventionelle Methoden auf einem iterativen Prozess des Modellierens und Analysierens beruhen, identifiziert der Produktentwickler beim Generativen Design erst den erforderlichen Bauraum (oder das umgebenden Volumen) und bestimmte Konstruktionsziele (z.B. die Gewichtsminimierung). Geometrische Randbedingungen werden zusammen mit zusätzlichen Werten für nicht-geometrische Parameter wie Material- oder Kostenbeschränkungen identifiziert. Software-Algorithmen erledigen dann die Aufgabe, automatisch zahlreiche Variationen des Geometriemodells zu durchlaufen, auf der Suche der besten Lösung unter Berücksichtigung aller definierten Randbedingungen.

The Iterative Cycle

Bei jedem Schritt im Zyklus lernt der Optimierungs-Algorithmus aus den vorhergehenden Ergebnissen, ob sich das Konstruktionsmodell in Richtung der Zielvorgaben entwickelt, und macht die erforderlichen Anpassungen für die nächste Iteration. Das geht so lange, bis die definierten Ziele erreicht sind.

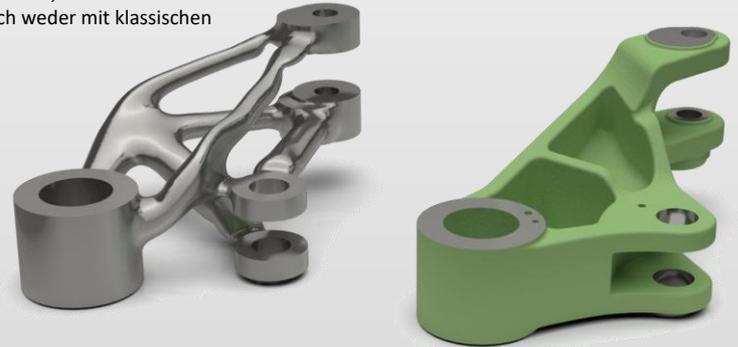
Beispiele für Generatives Design

Einige Methoden des Generativen Designs umfassen Topologie-, Gestalt- und Fertigungs-Optimierung und sogar regelgeleitete, parametrische CAD-Techniken.

Die optimierten Konstruktionen, die manchmal als "organisch" bezeichnet werden, weil sie die Natur nachempfinden, lassen sich weder mit klassischen

Konstruktionsmethoden erzeugen, noch mit traditionellen, subtraktivem Fertigungsverfahren herstellen. Unternehmen, die solche Konstruktionen erzeugen, werden vermutlich die, die es nicht tun, vom Markt verdrängen.

Ansätze des Generativen Designs bieten Produktentwicklern die Gelegenheit, viel mehr Entwurfs-Alternativen zu untersuchen als mit herkömmlichen Methoden. Es kann jedoch für die heute verfügbaren CAD-Systeme schwierig sein, die Output-Geometrie aus generativen Entwurfswerkzeugen bzw. der Topologie-Optimierung zu akzeptieren, weil sie als facettierte Modelle vorliegen. Die meisten CAD-Systeme sind nicht in der Lage, diese Modelle zu modifizieren.



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software

Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen



Simulationsgetriebene Konstruktion

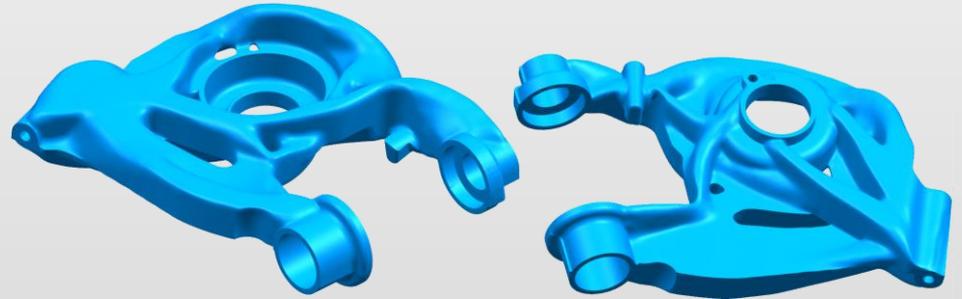
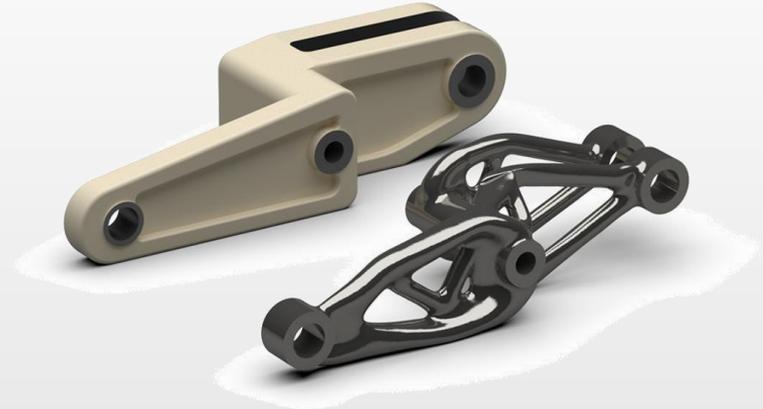
Definition des Generativen Designs

Es ist schwierig, das Generative Design exakt zu beschreiben, da die Anbieter von Softwarelösungen alle etwas unterschiedliche Definitionen verwenden. CIMdata definiert Generative Design als einen Prozess oder Satz von Werkzeugen, der die Form und den Aufbau eines Produkts durch die Verwendung physikalischer Simulationen und anderer Analysemethoden bestimmt, welche die Leistungsanforderungen berücksichtigen und die Produktgeometrie unter Berücksichtigung von Zielen wie minimale Kosten und Gewicht optimieren.

Versus Traditional Design

Das Generative Design unterscheidet sich von traditionellen Methoden dadurch, dass der algorithmische Prozess das Produktmodell für die nächste Analyse-Iteration bewertet und verändert. Nach dem Start der Optimierung ist der Mensch nicht mehr in den Prozess involviert.

Die Ursprünge des Generativen Designs liegen in der mechanischen Konstruktion, aber die Technik kann auch auf andere Disziplinen wie das Elektro- oder Elektronik-Design angewandt werden.



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software

Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen



Leichter und fester

Definition der Topologie-Optimierung

Der bekannteste Prozess des Generativen Designs ist die Topologie-Optimierung. Dabei wird die Materialanordnung innerhalb vorgegebener Bauräume für eine Reihe von funktionalen Anforderungen, einschließlich Lasten, Randbedingungen und Randbedingungen optimiert.

Typischerweise ist das Ziel der Optimierung, sowohl die strukturelle Festigkeit des Modells zu gewährleisten, als auch seine Masse zu minimieren, wodurch sein Gewicht reduziert und Material eingespart wird.

Nutzeneffekte erzielen

Generative Entwurfsmethoden beschleunigen die Entscheidungsfindung. Einmal initiiert, laufen generative Entwurfsprozesse ohne menschliches Zutun ab. Unter gleichen Bedingungen sind die Konstrukteure in der Lage, mehr Experimente in viel kürzerer Zeit durchzuführen, als dies mit herkömmlichen Konstruktionsmethoden möglich wäre. Die Eingabeparameter können variiert werden, um das Modell mit Hilfe des HEEDS-Moduls von Siemens PLM Software automatisch zu untersuchen und den Optimierungsprozess zu vereinfachen.

Die Topologie-Optimierung reduziert den Materialeinsatz. Sie erstellt Modelle, die nur die Menge an Material benötigen, die zur Erfüllung der Produkthanforderungen benötigt wird. Das vermeidet die Verschwendung von Material und reduziert die Kosten.

Veränderung der Produktion

In Kombination mit der additiven Fertigung eröffnet die Topologie-Optimierung den Herstellern die Möglichkeit, komplexe Formen herzustellen, die mit herkömmlichen Methoden nicht realisierbar sind. Diese Kombination beschleunigt die Produktion von Prototypen und Fertigteilen.

Darüber hinaus kann die Kombination aus Topologie-Optimierung und additiver Fertigung die Kosten senken, indem sie weniger Material verbraucht und teure Geräte und Werkzeuge überflüssig macht



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software

Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen



Workflow und Bauraum

Begrenzung des Problems

Workflow

Der Workflow beginnt mit der Identifizierung eines zu optimierenden Zielteils. Der Konstrukteur initialisiert den generativen Entwurfsprozess, indem er die Lasten, Randbedingungen und Zielvorgaben festlegt. Er stößt die Topologie-Optimierung an und finalisiert das optimierte Teilemodell mit präzisen Geometrie-Eingaben, indem er z.B. leichte Gitterstrukturen hinzufügt,

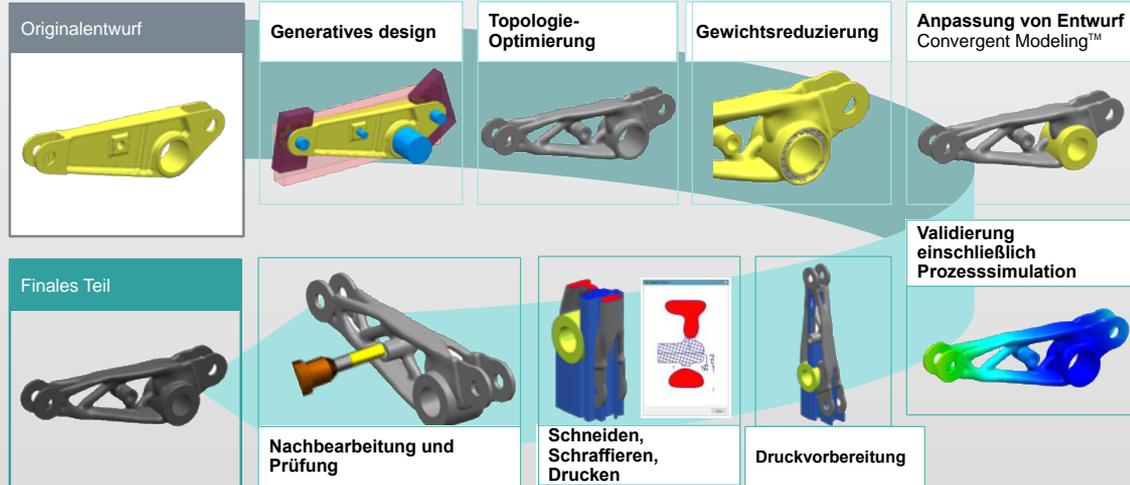
eine abschließende Validierung durchführt, Stützstrukturen für den 3D-Druck erzeugt und den endgültigen 3D-Druck ausführt.

Bauraum

Ein wichtiger Schritt geschieht in einem frühen Stadium des Workflows, nämlich das Ausbringen des Algorithmus zur Topologie-Optimierung durch die Begrenzung des Bauraums für das Bauteil oder die Baugruppe. Der Konstrukteur legt das

Raumvolumen fest, über das die resultierende, optimierte Geometrie nicht hinausgehen soll. Darüber hinaus fügt der Konstrukteur spezifische Sperrflächen, Lasten und andere relevante Informationen wie die Materialauswahl hinzu.

Design- und Fertigungs-Workflow für die Topologie-Optimierung



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software



Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen

Verschmelzung von Facetten und NURBS

CAD Geometrie

Herkömmliche CAD-Lösungen basieren auf präziser Geometrie. Die Produktentwicklung in allen Branchen der Industrie verlässt sich seit langem auf eine präzise Formdefinition unter Berücksichtigung enger Toleranzen für die Qualitätskontrolle. Die überwiegende Mehrheit der CAD-Lösungen auf dem Markt kann nicht mit den facettierten Geometriedaten umgehen, die das Ergebnis der Topologie-Optimierung sind, was die Konstrukteure in eine schwierige Lage versetzt.

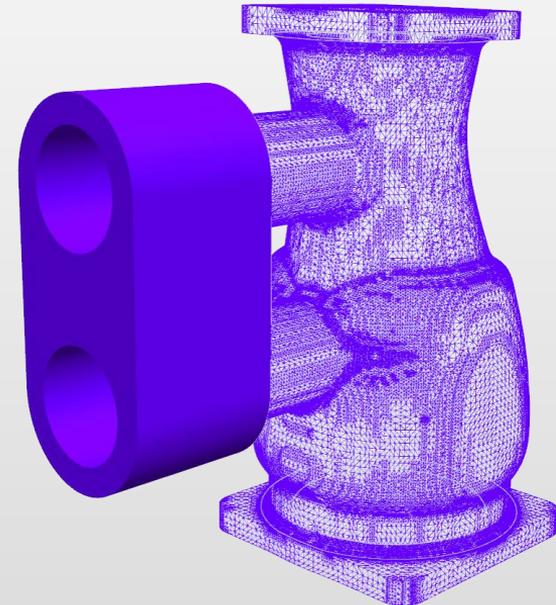
Convergent Modeling

Siemens PLM Software nutzt für das Generative Design eine Erweiterung innerhalb des Parasolid-Geometrie-Kerns, auf dem ihre führende CAD-Lösung NX basiert. Parasolid unterstützt nun einen Mix aus präziser Geometrie mit NURBS (non-uniform rational B-Splines), exakten analytischen Funktionen und Netz- bzw. facettierter Flächen-Geometrie. Siemens nennt die Paarung Convergent Modeling™. Die Generativen Design-Algorithmen erzeugen eine Netzgeometrie, die nun innerhalb von NX modifiziert werden kann und die es den Konstrukteuren ermöglicht, Topologie-Optimierungen durchzuführen, ohne dass ein Berechnungsexperte erforderlich ist.

Siemens PLM Software aktualisiert proaktiv all die zahlreichen nachgelagerten

Konstruktionsfunktionen für den Umgang mit facettierter Geometrie.

Kombination von präziser und facettierter Geometrie



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software

Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen

Konstruktive Anpassungen

Modellbearbeitung und Gewichtsreduzierung

Modellbearbeitung

Der praktische Vorteil der Convergent Modeling-Technologie besteht darin, dass die facettierte Geometrie mit der präzisen Geometrie in der NX-Lösung gleichrangig ist und die Verwendung von Bearbeitungsfunktionen ermöglicht, die dem Konstrukteur vertraut sind. Er kann einfach Verrundungen, Bohrungen und andere Bearbeitungen hinzufügen, um das Produktmodell fertigzustellen.

Für die additive Fertigung konstruiert (DfAM)

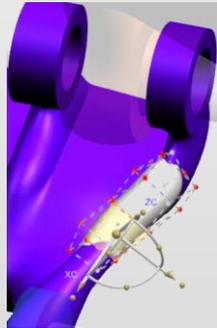
"Lightweighting" oder die Reduzierung der Produktmasse beschreibt jeden Prozess zur Gewichtsreduzierung. Die Verwendung von Gitterstrukturen, die durch die Facetten

-Geometrie definiert sind, ist eine dieser Methoden. Sie erfreut sich aufgrund der zunehmenden Verwendung von 3D-Druckern wachsender Beliebtheit. Produkte mit ausgeklügelten Gitterstrukturen herzustellen, ist mit traditionellen Fertigungstechniken praktisch unmöglich. Der 3D-Druck hingegen erlaubt das Hinzufügen von Gittern. Es handelt sich um komplizierte geometrische Strukturen, die dazu dienen, Gewicht und Materialverbrauch zu reduzieren und gleichzeitig die Bauteile zu verstärken.

Der Benutzer verwendet Werkzeuge zur Auswahl des Bereichs, in dem er das Gitter erzeugen möchte, und legt dann Aussehen und Dichte des Gitters fest. Er kann aus vielen verschiedenen

Gitterzellentypen auswählen und auch die Länge der Zellkanten und den Stabdurchmesser sowie die Platzierung und Ausrichtung des Gitters definieren. Gitter werden durch additive Herstellungsverfahren erzeugt und gewährleisten die strukturelle Stabilität der Produktkonstruktionen bei gleichzeitiger Reduzierung des Materialeinsatzes und damit des Gewichts.

Die Validierung von Konstruktionen für den 3D-Druck ist ein wichtiger Schritt in diesem Prozess, der kostspielige Neukonstruktionen von Teilen für die additive Fertigung überflüssig macht. Diese in NX integrierten Funktionen helfen Konstrukteuren, lange vor der Fertigungsfreigabe zu wissen, ob ein Teil gedruckt werden kann. Das spart Zeit und verbessert die Effizienz. Überprüft wird z.B. ob das Teil zu groß für den Drucker ist, welche Flächen möglicherweise zusätzlich abgestützt werden müssen, ob die Wanddicken stimmen und wo in einem Teil Hohlräume entstehen.



- Body Centered Cubic (BCC)
- Face Centered Cubic (FCC)
- Edge of Face Centered Cubic (EDGE)



- Octahedral (OCTA)
- FCC + OCTA (OCTET)
- BCC + EDGE (BCCUB)



- FCC + EDGE (FCCUB)
- BCC + FCC (BC-FC)
- BCC + FCC + EDGE (BFECB)



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software

Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen



Simulation der Ergebnisse

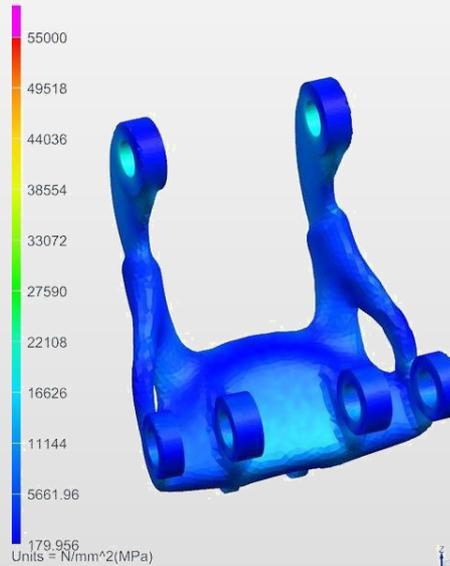
Dem traditionellen Konstruktionsprozess verpflichtet

Sobald der Konstrukteur sein topologisch optimiertes Modell erhalten und alle notwendigen Bearbeitungen vorgenommen hat, wird eine abschließende Analyse des Bauteils durchgeführt, um im Voraus beurteilen zu können, ob das Bauteil alle Konstruktionsanforderungen einhält .

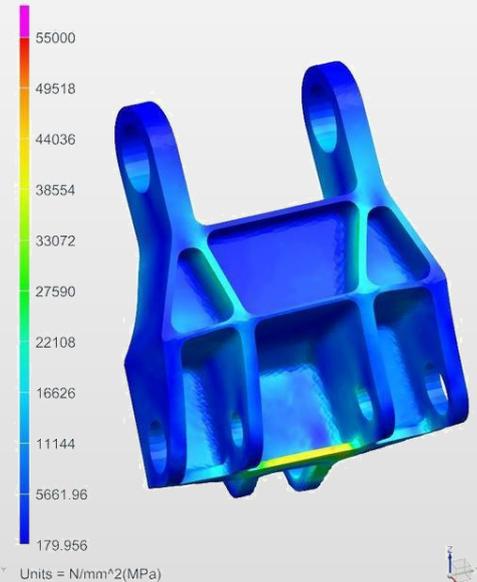
Sofern das Ziel der Topologie-Optimierung darin besteht, z.B. eine bestimmte Strukturfestigkeit des Modells bei minimaler Masse zu erreichen, sollten die Endergebnisse ausgewertet und protokolliert werden .

Diese abschließende Simulation ist besonders wichtig, wenn der Konstrukteur Veränderungen an der topologisch optimierten Geometrie vorgenommen hat und wenn ein genauerer Blick auf die physikalische Steifigkeit und Haltbarkeit erforderlich ist. Laut Siemens PLM Software ist für die Analyse ein einziger Eingangsdatensatz erforderlich .

topoptonly_fem1_sim1 : Solution 1 Result
Subcase - Static Loads 1, Static Step 1
Stress - Elemental, Averaged, Von-Mises
Min : 179.956, Max : 94362.2, Units = N/mm²(MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Imported Result : original_scaled_fem1_sim1_solution_1
SUBCASE - STATIC LOADS 1
Stress - Elemental, Averaged, Von-Mises
Min : 36.6803, Max : 50029, Units = N/mm²(MPa)
Deformation : Displacement - Nodal Magnitude



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software

Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen



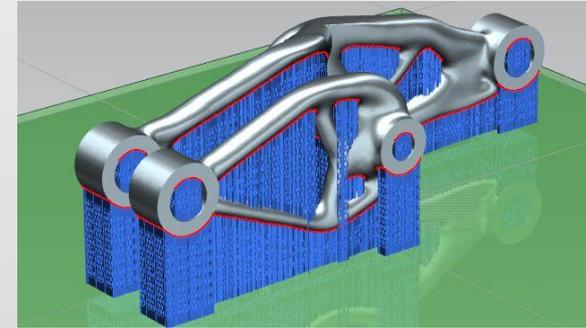
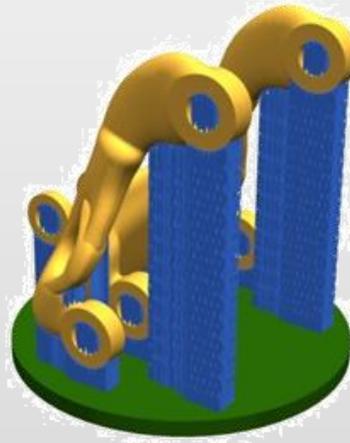
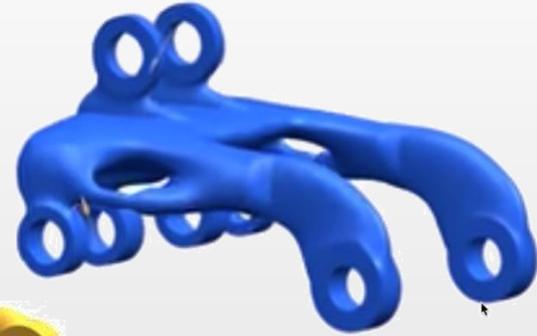
Schnellere Fertigungseinrichtung

Drucken mit einer großen Bandbreite an Hardware

Da 3D-Druckteile schichtweise aufgetragen werden, benötigt jede neue Schicht eine Schicht, auf der sie aufbaut. In Abhängigkeit von der jeweils verwendeten 3D-Drucktechnologie und der Komplexität des Teilemodells können Stützstrukturen erforderlich sein. Die Platzierung dieser Strukturen und das gewählte Material können entscheidend für ein gutes 3D-Druckergebnis sein .

Der Anwender kann alle nötigen Voreinstellungen in der Software für die Druckvorbereitung vornehmen, die in die NX-Software von Siemens integriert ist. Sobald er den 3D-Drucker auswählt, bietet ihm die Software Vorlagen für die unterstützten Druckertypen mit Aufbauvolumen und Einstellungen zur Steuerung des Druckprozesses .

Die Software bietet Funktionen zur Positionierung, Ausrichtung und Verschachtelung von Teilen. Darüber hinaus kann der Konstrukteur (basierend auf der Software von Siemens PLM Software-Partner Materialise) Stützstrukturen erzeugen, um die Modellintegrität während des Druckprozesses sicherzustellen .



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software

Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen



Unterstützung der additiven Fertigung

Bandbreite an Hardware

Die NX-Lösung von Siemens PLM Software unterstützt eine Vielzahl von Hardware-Plattformen für die additive Fertigung. Siemens ist Partnerschaften mit den führenden Hardwareunternehmen der Branche eingegangen, um deren Produkte zu unterstützen, was von CIMdata anerkannt wird.

NX versteht die Standardformate 3MF (3D Manufacturing Format) und STL (STereoLithography), die für die Anbindung an verschiedene Arten von 3D-Druckern verwendet werden .

Neben der Unterstützung von Druckern mit Pulverbett-Fusion-Technologie, die häufig für den Metalldruck verwendet werden, ist Siemens eine Partnerschaft mit HP eingegangen, um deren Multi Jet Fusion-Geräte zu unterstützen .

NX unterstützt auch hybride Fertigungsmaschinen, die innerhalb eines Geräts das DMD-Verfahren (Direct Metal Deposition) für den 3D-Druck von Metallteilen und normale subtraktive Operationen kombinieren. Aufgrund der Mehrachsigkeit der Maschinen liegen die verwendeten Depositionspfade eher im Raum als auf einer Fläche .



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software

Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen



Schlußfolgerungen

Wichtigste Erkenntnisse

Einleitung

Generatives Design

Topologie-Optimierung

Workflow und Bauraum

Convergent Modeling

Konstruktive Anpassungen

Validierung

Druckvorbereitung

3D-Druck

Schlußfolgerungen

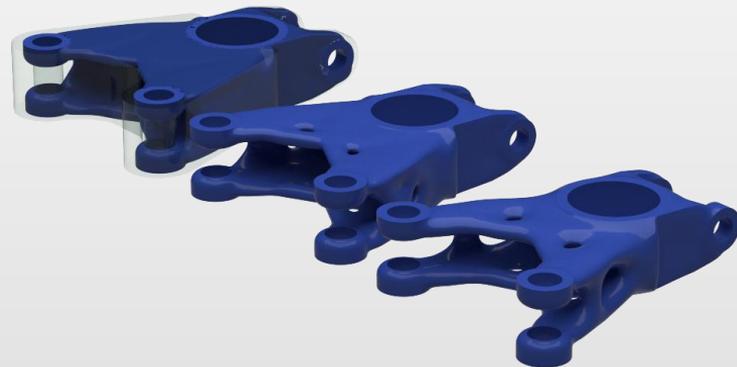
CIMdata's Schlußbemerkungen

Partner für die Zukunft der Konstruktion

Die aufstrebende Technologie des Generativen Designs, insbesondere die Topologie-Optimierung, stößt in der Gemeinde der Produktentwickler auf wachsendes Interesse. Während die meisten Implementierungen im Prototypenbau oder der Einzelteile-Fertigung zu finden sind, hält die Zukunft sicherlich mehr Beispiele aus der Produktionsumgebung bereit. Diese Zukunft ist ungewiss hinsichtlich der Richtung, die die Technologie in den nächsten Jahren einschlagen wird. CIMdata ist jedoch der Ansicht, dass Siemens PLM Software in seiner NX-Lösung die grundlegenden Weichen gestellt hat, um seine Kunden auf dem Weg zum Generativen Design zu unterstützen, egal wohin diese Reise geht .

Die Implementierung der Convergent Modeling-Technologie in NX wird für die Anwender sicherlich zahlreiche Vorteile mit sich bringen .

Die gegenwärtigen Arbeitsabläufe für das Generative Design beinhalten noch Aspekte der manuellen Intervention. Siemens PLM Solutions arbeitet jedoch schon an weiteren Verbesserungen .



Bilder mit freundlicher Genehmigung von Siemens PLM Software

SIEMENS

CIMdata® | Global Leaders in PLM Consulting
www.CIMdata.com

