



GENERATIVES DESIGN:

Ungenutztes

POTENZIAL IN DER PRODUKTENTWICKLUNG

erschließen



DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL



Generatives Design hat das Potenzial, Produkte und Fertigung zu revolutionieren. Generatives Design setzt auf die Stärken von Cloud-Computing und künstlicher Intelligenz und erzeugt auf dieser Basis Konstruktionen, die ganz anders sind als alles, was ein Ingenieur sich ausdenken könnte.

Wie genau funktioniert das? Hier die grundlegenden Fakten:

Was ist generatives Design?

Generatives Design ist eine Technologie, bei der 3D-Modelle von Computer-Software erstellt und optimiert werden. Der Prozess stützt sich auf einen Technologie-Stack, der unter anderem Topologieoptimierung und Simulation umfasst. Alle diese Technologien wirken zusammen, wobei der Ingenieur jedoch immer die Kontrolle behält. In einem interaktiven Prozess legt der Benutzer die Anforderungen an das Modell, beispielsweise Fertigungsprozesse, Lasten und Randbedingungen, fest. Daraufhin generiert die Software autonom eine Reihe von Konstruktionsalternativen, die dieser Anforderungen erfüllen.

Beispiel: In einem Unternehmen kann ein bestimmtes Bauteil durch Fräsen, Gießen oder additive Fertigung hergestellt werden. Welcher Prozess und welche Materialien sind für das betreffende Bauteil optimal? Um die bestmögliche Lösung zu finden, kann man sich durch generatives Design mehrere mögliche Kombinationen unterschiedlicher Materialien und Fertigungsverfahren aufzeigen lassen. Am Ende wählt man die Alternative, die den Anforderungen am besten entspricht, und verfeinert diese weiter.

Damit sind Konstrukteure allerdings noch lange nicht arbeitslos. Denn generatives Design ist kein Ersatz für ingenieurtechnisches

Fachwissen. Vielmehr ergänzt es den Konstruktionsprozess. Faktoren wie Gewichtsbeschränkungen, physikalische Randbedingungen, Materialverfügbarkeit usw. verlangen nach wie vor ein hohes Maß an Überlegung. Je besser die Ingenieure die einzelnen Kriterien definieren, desto besser findet das System mögliche Lösungen und kann damit zur Entwicklung besserer, innovativerer Produkte beitragen.

Glücklicherweise – insbesondere für Neulinge – kann die Software den Konstrukteur sogar bei der Untersuchung von Randbedingungen unterstützen. Beispielsweise könnte er für eine Konstruktion den 3D-Druck vorgeben und es alternativ auch mit 3-Achsen-Fräsen versuchen. Auf dieser Grundlage entscheidet dann der Konstrukteur, welches Ergebnis dem Budget, dem Zeitrahmen usw. am besten entspricht, und kann mit dieser optimalen Lösung weiterarbeiten.

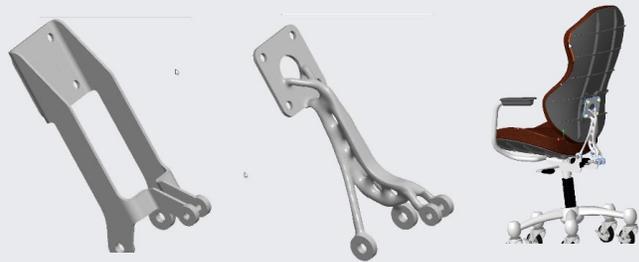
In Creo steht weitere Unterstützung in Form von Generative Topology Optimization (GTO) und Generative Design Extension (GDX) zur Verfügung. In Verbindung miteinander können diese KI-gestützten Tools für das generative Design zur Entwicklung innovativerer, besser differenzierter Produkte beitragen, die Time-to-Market verkürzen und die Produktgesamtkosten senken. Mehr dazu später.

HINWEIS: ZWAR WIRD GENERATIVES DESIGN OFT MIT ADDITIVER FERTIGUNG IN ZUSAMMENHANG GEBRACHT, IST JEDOCH NICHT DARAUF BESCHRÄNKT. CREO BIETET UNTERSTÜTZUNG FÜR SUBTRAKTIVE UND ADDITIVE VERFAHREN.

Welche Probleme lassen sich mit generativem Design lösen?

Mit generativem Design kann man in kurzer Zeit Hunderte innovativer Konstruktionsoptionen erzeugen – insbesondere, wenn die Software auf die Cloud als Computing-Ressource zurückgreifen kann.

Danach muss der Benutzer das Für und Wider der verschiedenen Lösungen evaluieren. Beispielsweise könnte die Software zwei spezifikationsgerechte Modelle erzeugen, von denen das erste leichter, das zweite dagegen etwas stabiler ist. Beide funktionieren, aber es ist gut, die Wahl zu haben.



ENTWURF EINER HALTERUNG FÜR EINEN BÜROSTUHL VOR (LINKS) UND NACH (MITTE) DEM GENERATIVEN DESIGN. POSITION DES BAUTEILS IM BÜROSTUHL (RECHTS).

Der Hauptvorteil generativen Designs liegt darin, dass man innovative Produkte in Rekordzeit auf den Markt bringen kann. Darüber hinaus verspricht generatives Design erhebliche, wenn auch vielleicht nicht auf den ersten Blick erkennbare Vorteile für Unternehmen, die Ziele wie die folgenden anstreben:

> Produktdifferenzierung

Seien wir ehrlich: Die meisten Konstruktionen basieren auf Modellen, die früher bereits funktioniert haben. Man nimmt inkrementelle Veränderungen vor und hofft, die Kunden damit zufriedenzustellen. Mit generativem Design kann es gelingen, diese ausgetretenen Pfade zu verlassen und leistungsstarke neue Bauteile und Produkte zu entwickeln, die die Anforderungen übertreffen. Außerdem lassen sich solche Produkte von der Konkurrenz nicht so leicht nachahmen.

> Spitzenprodukte trotz unerfahrener Ingenieure

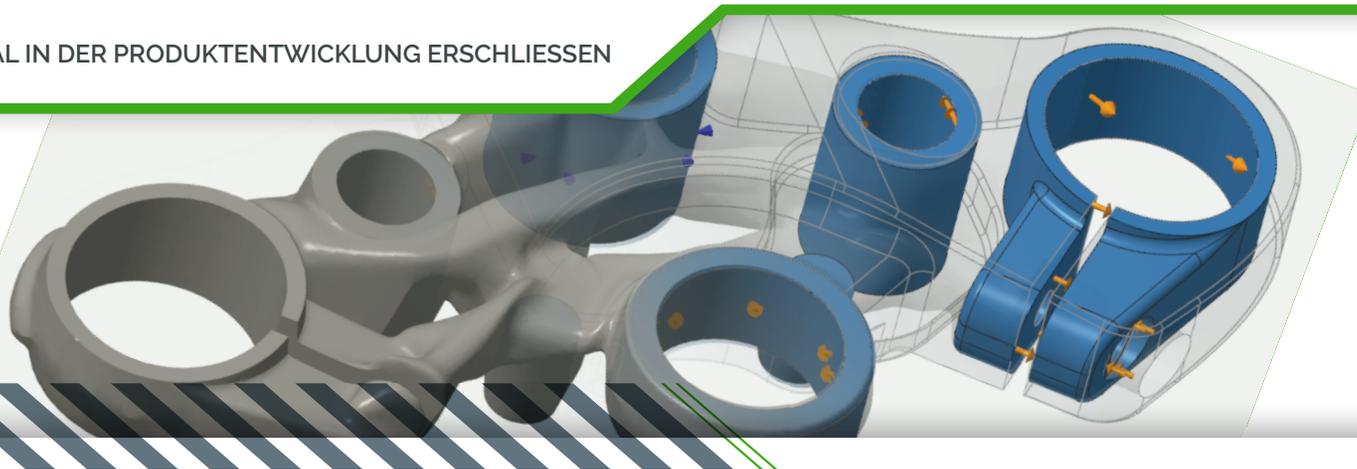
Probleme mit dem Fachkräftemangel? Mit generativem Design kann ein Maschinenbauingenieur bereits als Anfänger, noch ohne umfangreiche fachliche Erfahrung, gute Bauteile entwerfen. Und wenn das System Hunderte geeigneter Lösungen generiert? Mit generativem Design lassen sich Myriaden von Konstruktionsoptionen in kurzer Zeit filtern.

> Optimale Zuverlässigkeit

Mit Belastungsanalysen an den Ergebnissen generativen Designs lassen sich Qualität und Langlebigkeit der Konstruktionen untersuchen. So ist sichergestellt, dass eine Konstruktion in der Praxis funktioniert. Außerdem spart man Kosten bei Fertigung, Service und Support.

> Verbesserungen an bestehenden Konstruktionen

Ältere Produkte mögen noch funktional sein, aber sind sie optimiert? Im Ingenieurwesen ist es üblich, frühere Konstruktionsgenerationen zu aktualisieren. Generatives Design zeigt eventuell Möglichkeiten auf, die Belastbarkeit von Bauteilen bestehender Konstruktionen wesentlich zu erhöhen oder das Gesamtgewicht und den Materialverbrauch deutlich zu senken.



Eine schnellere, zuverlässigere Herangehensweise an die Konstruktion

Stellen Sie sich ein führendes Fertigungsunternehmen vor, das für die Fertigung seiner Produktkonstruktionen eine monatelange Vorlaufzeit braucht. Dieses wird nicht lange mit neuen Kundenerwartungen und Wettbewerbern mithalten können. Wer Innovation nicht zum Eckpfeiler seiner Strategie macht, überlebt nicht lange.

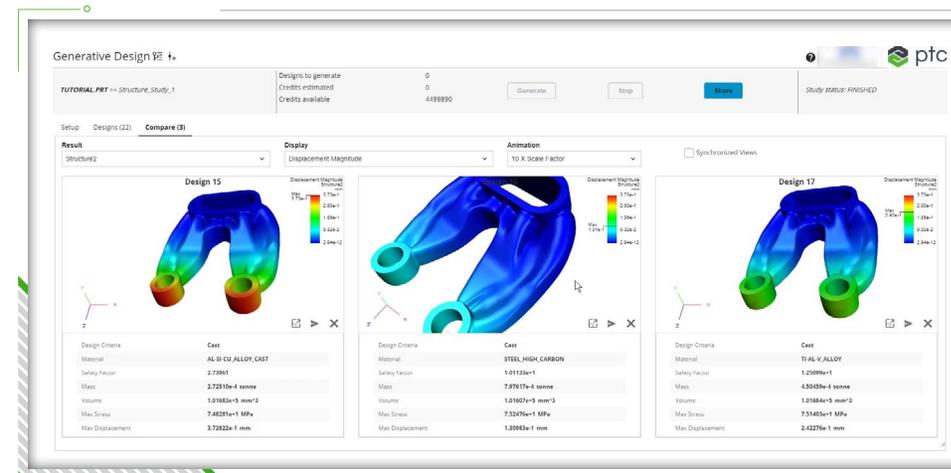
Was also ist zu tun?

Eine Idee besteht darin, in der Produktkonstruktion auf künstliche Intelligenz (KI) zu setzen. Generatives Design ist nicht einfach ein Werkzeug, sondern steht für eine leistungsfähige Herangehensweise an die Produktentwicklung.

Zunächst erstellen die Produktkonstrukteure eine so genannte Studie. Das heißt, sie definieren das zu lösende Problem, wählen Lasten, Randbedingungen, Materialien und Fertigungsverfahren für die Konstruktion aus und geben diese Anforderungen in die Software ein. Die Software analysiert das Problem, führt zahllose Iterationen durch und gibt eine Reihe optimaler Lösungen an das Produktentwicklerteam zurück.

Die Software generiert also weit mehr Ergebnisse, als das Team hätte generieren können. Und sie generiert kreative Konstruktionsalternativen, die dem Team nie in den Sinn gekommen wären. Das Eindrucksvollste dabei: Alle diese Konstruktionen erfüllen die Anforderungen.

Aus strategischer Sicht ermöglicht generatives Design nicht nur Konstruktionen von höherer Qualität, sondern zeigt auch Wege auf, das Gewicht von Bauteilen zu reduzieren, sodass Material eingespart werden kann, was sich wiederum positiv auf die Herstellungskosten auswirkt.



GENERATIVE DESIGNLÖSUNGEN FÜR UNTERSCHIEDLICHE MATERIALOPTIONEN

Warum funktioniert generatives Design in PTC Creo zuverlässiger?

Es ist kein Geheimnis, dass es generatives Design und die eng verwandten Tools zur Topologieoptimierung schon geraume Zeit gibt. Workflows mit generativem Design versprechen aber auch, zuverlässiger zu funktionieren als herkömmliche CAD-Workflows, und zwar aus folgenden Gründen.

Die Anforderungen werden in die Konstruktion mit „eingebaut“.

Alle Produkte beginnen mit Anforderungen. Diese Anforderungen können von systemtechnischen Modellen abhängen, die mit den Produkthanforderungen korreliert sind und im PLM verwaltet werden. Oder man legt Anforderungen zugrunde, die man im Lauf der vorhergehenden Arbeit an der Konstruktion selbst validiert hat. Der springende Punkt ist folgender: Beim generativen Design ist die Anwendung von Anforderungen auf das Modell Teil der Studiendefinition. Und noch einmal: Jede von der Studie generierte Lösung erfüllt diese Anforderungen.

Das Fertigungsverfahren beeinflusst die Konstruktion.

Im Normalfall wird ein Teil konstruiert, mittels Simulations- und Analyse-Tools validiert, weiter verfeinert, sodann für die erste von mehreren Feedback-Runden an den Verfahreningenieur übergeben und schließlich wird die Konstruktion finalisiert.

Generatives Design spart Zeit, weil man die Fertigungskriterien direkt in die Studie mit aufnimmt. So ist gewährleistet, dass man mit der Konstruktion bereits den bestmöglichen Ausgangspunkt erreicht hat, bevor man das Fachwissen spezialisierter Kollegen in Anspruch nimmt.

SOLCHE KRITERIEN SIND ZUM BEISPIEL:

- > Eine Konstruktionsrichtung für Teile, die per 3D-Druck erzeugt werden sollen.
- > Eine Trennlinie für Teile, die gegossen oder im Spritzgussverfahren erzeugt werden sollen.
- > Eine lineare Extrusion für Teile, die extrudiert oder maschinell bearbeitet werden sollen.

In kurzer Zeit können mehrere Konzepte generiert werden.

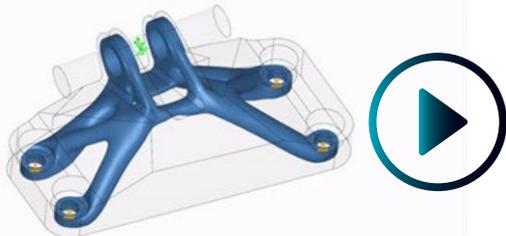
Wie geht man in der Anfangsphase des Konstruktionsprozesses vor? Vielleicht arbeitet man eine Handvoll Konzepte aus. Aber die meisten Fachleute greifen auch auf Konzepte zurück, die ihrer Erfahrung nach funktionieren, und entwickeln diese iterativ weiter. Beim generativen Design führt die Software diese Iterationen weit schneller durch, als Menschen es jemals könnten, und zwar ohne Voreingenommenheit in Bezug auf frühere Produktkonstruktionen.

Das resultierende Modell kann in der Creo-Konstruktionsumgebung modifiziert werden.

Das aus generativem Design hervorgegangene Teilemodell erzeugt eine B-Darst-Geometrie (Berandungsdarstellung). Das heißt, es kann wie jedes andere Modell in Creo bearbeitet werden.

Produkte und Unternehmen, die bereits generatives Design einsetzen

Ingenieure beginnen bereits, Software für generatives Design zu nutzen, um neue Konstruktionsoptionen auszuloten. Und was sind ihre Erfahrungen?



MIT GENERATIVEM DESIGN KONNTE DAS GEWICHT DER UMGESTALTETEN HALTERUNG IN DER ANIMATION IM VERGLEICH ZUM URSPRÜNGLICHEN MODELL UM 75 % REDUZIERT WERDEN. AUSSERDEM WURDE SIE AUF EINHALTUNG DER MATERIALSTRECKGRENZE HIN OPTIMIERT.

Cummins, der Weltmarktführer bei Diesel- und Erdgasmotoren, Stromgeneratoren und verwandten Produkten, konnte den Materialbedarf für seine Bauteile durch generatives Design um 10 bis 15 % senken und auf diese Weise seine Kosten- und Nachhaltigkeitsziele erreichen.

[Fallstudie lesen >>](#)



Jacobs

„Ich als Ingenieur liebe rechte Winkel, flache Oberflächen und runde Formen – und generatives Design besagt, dass das nicht unbedingt die beste Lösung ist. Und da ich als Ingenieur die bestmögliche Leistung erbringen möchte, erhoffe ich mir von generativem Design genau solche Lösungen.“

Jesse Craft, Sr. Design Engineer & Innovation Project Manager, Jacobs

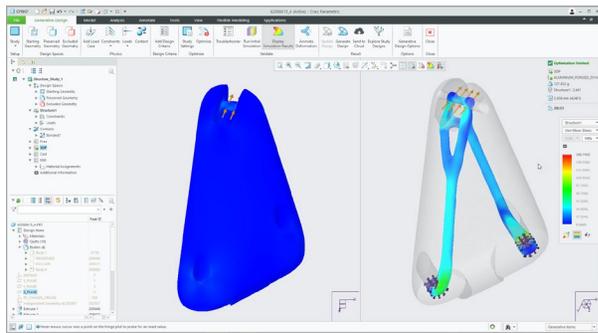
PTC Creo Extensions: GTO und GDX

Es ist sinnvoll, sich den Unterschied zwischen generativem Design und Topologieoptimierung klar zu machen, denn beide Begriffe werden häufig synonym benutzt. [Aus der Sicht von PTC](#) läuft Topologieoptimierung auf eine einzige Lösung hinaus, die ausschließlich funktionale Ziele, Randbedingungen und Lasten berücksichtigt. Generatives Design dagegen erzeugt mehrere Lösungen gleichzeitig, sodass die bestmöglichen Lösungen für die vorgegebenen Anforderungen ermittelt werden können.

Topologieoptimierung gibt es bereits seit Jahrzehnten, aber erst die Fortschritte im generativen Design machen sie zu einem unverzichtbaren Tool für Ingenieure. Die Kombination aus generativem Design und Cloud-Computing zeichnet sich als der Weg in die Zukunft ab. Aus diesem Grund eignen sich Creo Extensions, um die Konstruktionsarbeit künftig noch wirksamer zu unterstützen.

Creo Generative Topology Optimization (GTO) und Generative Design Extension (GDx) sind zwei ähnliche, aber keineswegs deckungsgleiche Tools von branchenführender Qualität. Hier ein kurzer Überblick, worum es dabei geht und wo die Stärken den beiden Tools jeweils nutzbringend eingesetzt werden können.

Generative Topologie-Optimierung



EINE GENERATIVE DESIGNSTUDIE IN DER PRAXIS

Generative Topology Optimization (GTO) ist eine hervorragende Technik, um eine Konstruktion ohne überflüssiges Material, aber auch ohne Einbußen an der Belastbarkeit zu erzeugen. So entstehen letztendlich leichtere, kostengünstigere Teile, die in einem effizienteren Fertigungsprozess produziert werden. Aber bei GTO in Creo geht es um mehr als nur die Optimierung einer bestehenden Konstruktion.

Wenn man in Creo eine einfache Optimierung eingerichtet hat, kann man eine Kombination aus Material und Fertigungsprozess auswählen, woraufhin GTO die Teilekonstruktion dafür optimiert.

Dies alles läuft in Creo ab. Es gibt also keinen Import-/Exportaufwand und auch keine „Reibungsverluste“. Die GTO-Ausgabe ist jedoch noch nicht die fertige Konstruktion. Vielmehr kann diese in [Creo Simulation Live](#) weiter modifiziert und analysiert werden.

Der GTO-Workflow

1. Definieren Sie als Erstes die gewünschte Studie.
 - a. Weisen Sie der Studie einen Körper als Startgeometrie zu. Dies ist der zu optimierende Körper.
 - b. Wählen Sie weitere Körper, die entweder in der Studie enthalten oder davon ausgeschlossen werden sollen.
 - c. Verbinden Sie die Körper im Modell durch geeignete Kontaktstellen.
 - d. Legen Sie die Lasten und Randbedingungen fest. Sie können mehrere Lastenfälle für die Studie festlegen. Die Optimierung wird für alle diese Fälle separat berechnet.
 - e. Definieren Sie die Konstruktionskriterien, beispielsweise Konstruktionsziele, Materialien und Fertigungsverfahren. Sie können mehrere Kriterien definieren, wobei jedoch immer nur eines gleichzeitig aktiv sein kann.
2. Führen Sie die generative Topologieoptimierung durch.
3. Zeigen Sie die Simulationsergebnisse an. Diese können wahlweise auch animiert werden.
4. Speichern Sie die Konstruktion in der generativen Designfunktion oder senden Sie sie an die Generative Design Extension (GDX), um mehrere Konstruktionsoptionen zu generieren. Mehr dazu weiter unten.

Generative Design Extension

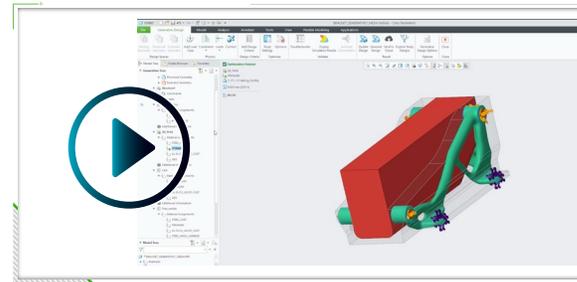
Die Generative Design Extension (GDX) nutzt sämtliche Vorteile von GTO und ergänzt diese durch die Leistungsstärke des Cloud-Computing.

Bevor GDX zum Einsatz kommt, muss zunächst eine einfache Optimierung in GTO eingerichtet werden. Allerdings kann man im Gegensatz zu GTO mehrere Konstruktionskriterien und Materialien pro Konstruktion angeben. Diese Studie wird an GDX gesendet. Und dort beginnt die Magie.

Statt einer einzigen Konstruktion, wie Generative Topology Optimization sie erzeugt, generiert GDX – gestützt auf die Rechenkapazität der Cloud – mehrere Konstruktionen gleichzeitig und identifiziert sogar automatisch die besten Optionen für die weitere Prüfung. Das heißt, Sie können in kürzester Zeit zahlreiche Konstruktionszenarien untersuchen und innovative Geometrielösungen ermitteln, die Sie und Ihr Team mit herkömmlichen Verfahren vielleicht nie gefunden hätten.

In GDX erzeugte Konstruktionen können zur weiteren Verfeinerung und Analyse aus der Cloud-Umgebung in die lokale Creo-Umgebung heruntergeladen werden.

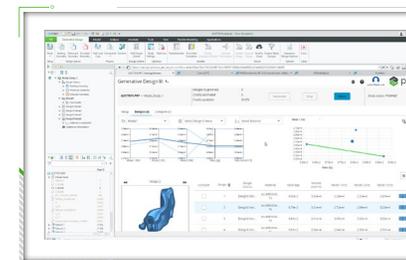
Die Generative Design Extension erweitert das Funktionsspektrum von GTO und ermöglicht damit weitere Zeit- und Materialkosteneinsparungen, wirkt Verschwendung entgegen und führt letztlich zu leistungsstärkeren Konstruktionen. Doch auch wenn man nur mit GTO und nicht mit GDX arbeitet, kann man die Effizienz bei der technischen Entwicklung steigern und durch leichtere, langlebigere Konstruktionen Materialkosten einsparen.



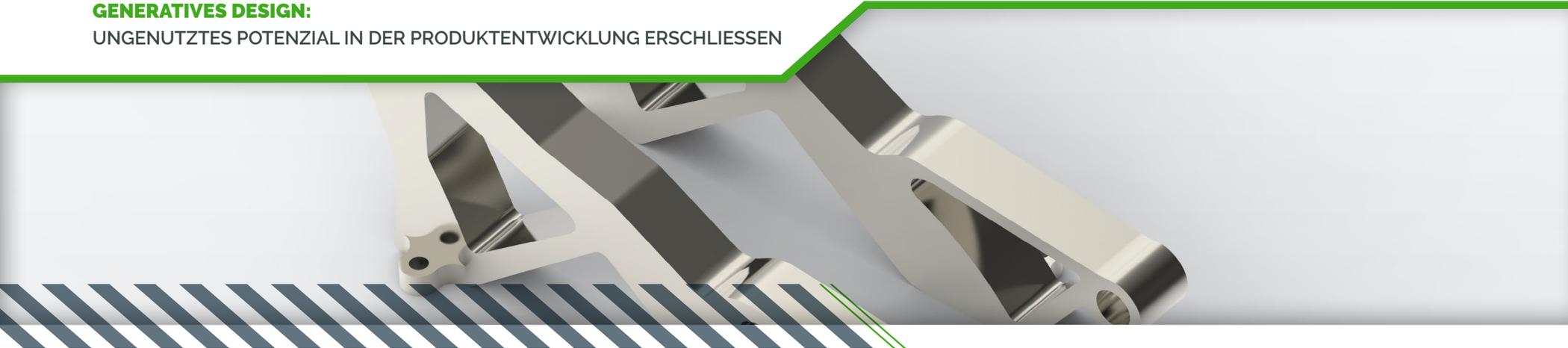
ZUM ANZEIGEN EINES ÜBERSICHTSVIDEOS ÜBER DIE GENERATIVEN DESIGNFUNKTIONEN VON CREO AUF DEN PFEIL KLIKEN

Der GDX-Workflow Eine Studie lässt sich unkompliziert und in wenigen Minuten einrichten.

1. Definieren Sie die Lastfälle. Diese stehen für die Betriebsumgebungen, denen das Modell standhalten muss.
2. Geben Sie die Randbedingungen für die Konstruktion an. Diesen Schritt sollten Sie bereits zur Optimierung nutzen. Sie können beispielsweise schon einen anzustrebenden Sicherheitsfaktor vorgeben. Sie können die Konstruktion unter anderem auf minimale Masse, maximale Steifigkeit oder eine bestimmte Grundfrequenz hin optimieren.
3. Wählen Sie Materialien und Konstruktionskriterien aus. Eine Studie kann zahlreiche Konstruktionskriterien enthalten.
4. Führen Sie die Optimierung zunächst am Desktop aus, bevor Sie ein Array von Studien in die Cloud übertragen. Wenden Sie die Studien-Einstellungen an, um Zeit- und Ressourcenaufwand zu kontrollieren.
5. Führen Sie die Optimierung aus.
6. Sehen Sie sich die Ergebnisse an.



DIE ERGEBNISSE DER GDX-STUDIE MIT DEN UNTERSCHIEDLICHEN OPTIMierten LÖSUNGEN



Einzel oder kombiniert verwendbar

Zwischen GTO und GDY gibt es je nach den Zielen des betreffenden Projekts klare Unterschiede. GTO ist die richtige Lösung, wenn ein Modell im Hinblick auf ein bestimmtes Material und einen bestimmten Fertigungsprozess hin optimiert werden soll. GDY bietet sich an, wenn möglichst schnell viele Szenarien gleichzeitig entwickelt und verglichen werden sollen, um innovativere Lösungen für wichtige Konstruktionsherausforderungen zu finden.

Mit generativem Design wettbewerbsfähig bleiben

Mit wachsender Globalisierung in der Fertigung wächst auch der Wettbewerbsdruck. Fusionen und Übernahmen sind auf dem Vormarsch und Flexibilität hat für die Personalabteilung bei der Auswahl der Arbeitskräfte höchste Priorität. Um in der Weltwirtschaft wettbewerbsfähig zu bleiben, muss man sich durch seine Produkte differenzieren – und das womöglich mit weniger Ingenieuren.

In den nächsten beiden Jahren rechnet die Fertigungsindustrie mit einer Lücke von bis zu zwei Millionen Fachkräften. Leitende Ingenieure und Analysten mit jahrzehntelanger Berufserfahrung nähern sich dem Rentenalter und es mangelt an jungen, qualifizierten Arbeitskräften, die ihren Platz einnehmen könnten. Das führt natürlich zu einem Rückgang der Produktivität. Neue Technologien müssen entwickelt werden, um die Lücke zu schließen.

Hier kommen die neuesten Tools für generatives Design ins Spiel. Dank der künstlichen Intelligenz (KI) dieser Tools sind auch jüngere, weniger erfahrene Ingenieure größeren Projekten gewachsen und können ihren Beitrag leisten, indem sie mithilfe von generativem Design und der Spezifikation von Anforderungen eine Vielzahl von Konstruktionsmöglichkeiten erzeugen. In wenigen Minuten kann eine generative Design-Engine iterierend Dutzende von Konstruktionsoptionen erstellen, bis eine optimale Geometrie für die Randbedingungen der Konstruktion erreicht ist. Mit herkömmlichen Konstruktionsverfahren würde dieser Prozess Tage oder Wochen dauern. Dieser Produktivitätsschub setzt Zeitreserven frei, die die Ingenieure für andere wichtige Aufgaben verwenden können.

Mit generativem Design in die Zukunft

Wir hoffen, einige Ihrer Fragen zum generativen Design und den scheinbar seltsamen Modellen, die dabei manchmal entstehen, beantwortet zu haben. Einfach ausgedrückt, ist generatives Design eine neue und leistungsstarke Technologie, die Unternehmen hilft, bestmögliche Konstruktionen in kürzerer Zeit zu realisieren.

Weitere Informationen zu den neuen Möglichkeiten finden Sie unter ptc.com/de/technologies/cad/generative-design.



Creo ist eine 3D-CAD-Lösung, die schnelle Produktinnovationen ermöglicht. So lassen sich bessere Produkte schneller realisieren. Creo ist leicht zu erlernen und führt Sie nahtlos von den ersten Konstruktionsphasen bis zur Fertigung des Produkts und darüber hinaus. Sie können leistungsstarke, bewährte Funktionalität in Verbindung mit neuen Technologien wie generativem Design, Augmented Reality, Echtzeitsimulation, additiver Fertigung und dem IoT nutzen und auf diese Weise schnellere Iterationen durchführen, Kosten senken und die Produktqualität verbessern. Die Welt der Produktentwicklung wandelt sich rasant und Creo stellt wie kein anderes Produkt transformative Tools bereit, um Wettbewerbsvorteile zu erzielen und Marktanteile zu gewinnen.

Würden Sie gerne mehr erfahren?

KONTAKT →

© 2022, PTC Inc. Alle Rechte vorbehalten. Die Inhalte dieser Seiten werden ausschließlich zu Informationszwecken bereitgestellt und beinhalten keinerlei Gewährleistung, Verpflichtung, Bedingung oder Angebot seitens PTC. Änderungen der Informationen vorbehalten. PTC, das PTC Logo und alle anderen PTC Produktnamen und Logos sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen von PTC und/oder Tochterunternehmen in den USA und anderen Ländern. Alle anderen Produkt- oder Firmennamen oder Logos sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer.

196150_FY22 Generative Design_ebook_8_22-de



DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL

