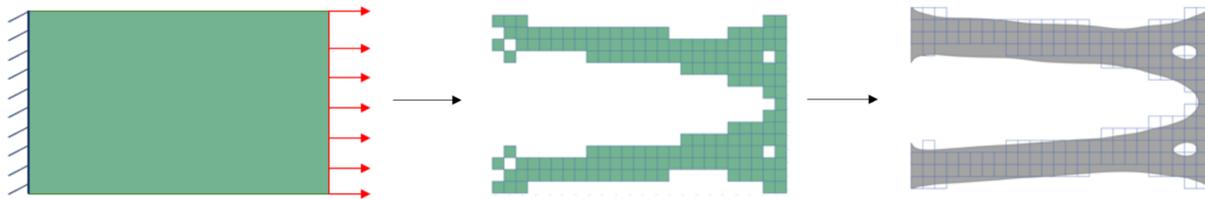


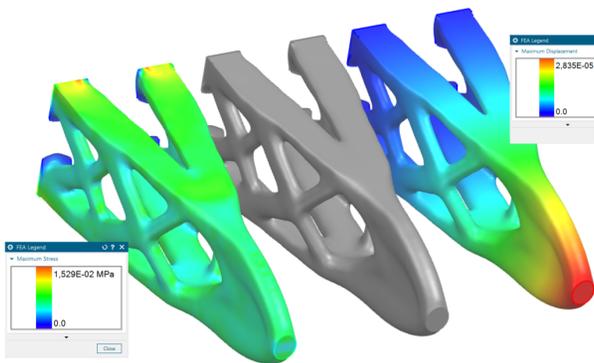
WAS IST GENERATIVES DESIGN?

Generatives Design. Der Begriff des Generativen Designs ist doppeldeutig zu verstehen. Aus Sicht der Informatik, wird ein optimiertes Design durch Algorithmen generiert. Aus bionischer Sicht, wächst eine Geometrie nur entlang seiner Belastung. Zusammen betrachten sie eine der modernen Entwicklung im Bereich des CAD: die automatische Generierung einer fertigen Geometrie.



GENERATIVES DESIGN IN SIEMENS NX

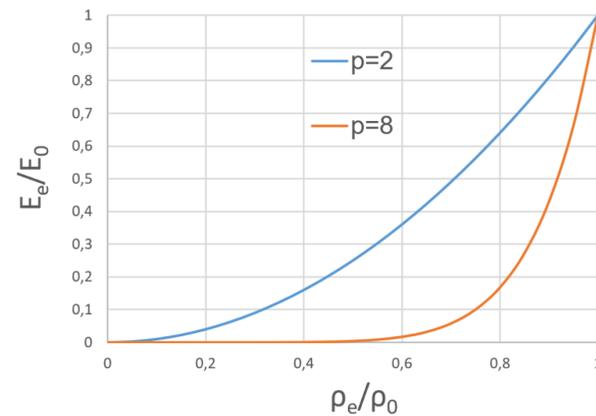
Erweiterung in Siemens NX. Im Jahr 2018 implementierte SIEMENS NX die Erweiterung für das Generative Design in den CAD-Bereich, *Topology Optimization for Designer*. Mit dieser Erweiterung lassen sich kürzester Zeit optimierte Bauteile erzeugen. Neben der optimierten Form werden dabei auch gefärbte Modelle mit den Ergebnissen der FEA ausgegeben.



OPTIMIERUNGSLGORITHMUS

Algorithmus. Als Optimierungstyp lassen sich drei Möglichkeiten einstellen: Steifigkeitsoptimierung, Spannungsoptimierung und Frequenzoptimierung. Als Entscheidungskriterium für ein Element haben sich zwei Ansätze durchgesetzt: Das „Solid Isotropic Material with Penalization“ (SIMP)- und „Rational Approximation of Material Properties“ (RAMP)-Ansatz.

Die Erweiterung in SIEMENS NX arbeitet mit einer 2-Phasen-Optimierung und dem SIMP-Ansatz. Dabei arbeitet der Optimierer mit zwei verschiedenen p -Faktoren (2 und 8). Ein Faktor von 8 bewirkt eine scharfe Filterung der Elemente. Dadurch konvergiert die zweite Phase seltener. Das beste Ergebnis bis dennoch ausgegeben.

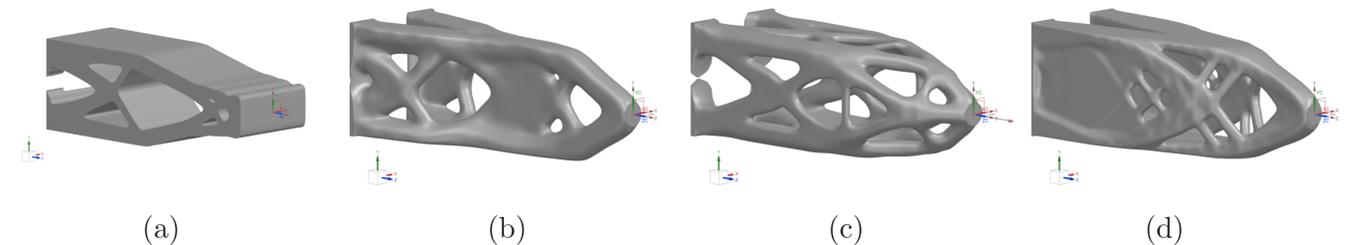


EINBINDUNG VON FERTIGUNGSRANDBEDINGUNGEN

Fertigungsrandbedingungen. Bestandteile einer Topologieoptimierung sind auch die Einbindung von Fertigungsrestriktionen. Diese Restriktionen berücksichtigen Fertigungsverfahren und vereinfachen so die Modellierung eines Bauteils auf Basis des optimierten Würfelnetz. Beim Generative Design lassen sich ebenfalls diese Randbedingung aufbringen. Allerdings mit dem Vorteil, dass direkt optimierte und produzierbare Geometrien erzeugt und ausgegeben werden.

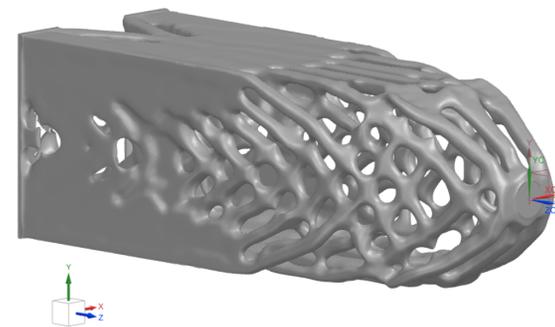
Folgende Randbedingungen sind dargestellt:

- (a) Extrude along a Vector
- (b) Self-Supporting
- (c) Rotational Symmetry
- (d) Double Planar Symmetry



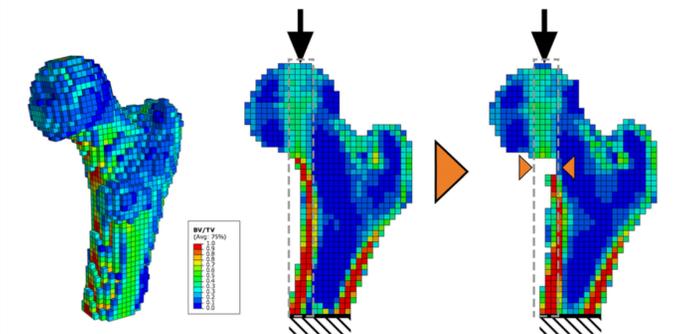
DESIGN FÜR ADDITIVE FERTIGUNG

Freiformgeometrien. Werden keine weiteren Fertigungsrandbedingungen eingebunden, werden extreme Freiformflächen erstellt. Die Geometrien sind dabei nur schwer zu manipulieren und eignen sich daher besonders gut für ein Fertigungsverfahren, welche Freiformfläche nahezu ohne Anpassungen umsetzen können. Dazu gehören die heutzutage etablierten additiven Fertigungsverfahren, als 3D-Druck bekannt. Bei diesem Verfahren wird durch den schichtweisen Materialauftrag nahezu jede Geometrie produzierbar. Bauteile, wie das untenstehende, lassen sich nur durch additive Verfahren herstellen.



EINFLUSS DER VOXEL

Voxel-Grafik. Die finalen Freiformgeometrien resultieren aus der Topologieoptimierung und werden mit feineren Voxeln aus der Computergrafik erzeugt. Ein Voxel ist in analogie zum 2D-Pixel ein dreidimensionaler Pixel und kann in der Topologie als Würfel-Element interpretiert werden. In SIEMENS NX wird dazu mit mindestens der halben Netzaufösung der Topologieoptimierung gerechnet. Die resultierende Größe der Voxel hat einen großen Einfluss auf das Verformungsbild.



Quelle: QCT-based finite element prediction of pathologic fractures in proximal femora with metastatic lesions, Juli 2019