



# Topologieoptimierung

(Formoptimierung)

von

Patrick Kilb

## Systematik

Der 3D-Druck bietet gerade bei der Konstruktion von Bauteilen große Freiheiten. Durch diese Designfreiheit ist es möglich, Formen und Strukturen herzustellen, die früher undenkbar waren. Im Folgenden wird anhand eines Beispiels erklärt, welche Möglichkeiten die Topologieoptimierung bietet, also die geometrische Optimierung unter Berücksichtigung der mechanischen Belastungen, die auf das Bauteil einwirken.

## Ausgangssituation

Ausgangspunkt der Topologieoptimierung ist ein geometrischer Körper. Dieser Körper stellt den Raum dar, welcher maximal für das fertige Bauteil zur Verfügung steht. Am Ende des Verfahrens sind in diesem Raum nur jene Bereiche mit Werkstoff gefüllt, welche für die Bauteilfunktion nötig sind.

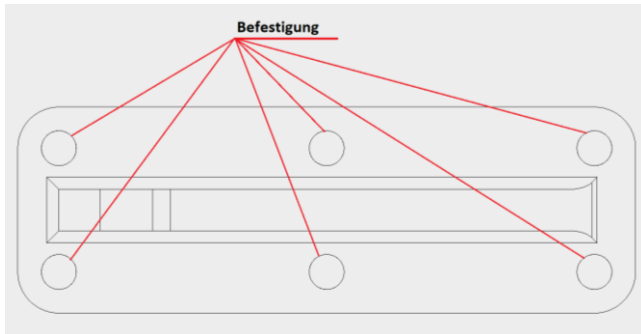
In unserem Beispiel wird dies an einem Lagerflansch aus Stahl veranschaulicht. Das Bauteil ist an den Bohrungen im Boden befestigt. Es wird mit einer Last von 25000 N (ca. 2500 Kilo) in Richtung der Schräge durch die große Bohrung belastet.



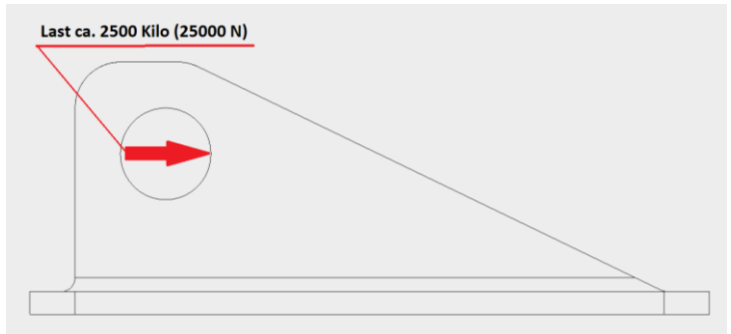
Rohteil des Flanschlagers

## 1. Rahmenbedingungen

Als erstes geben wir die Befestigungen und Lasten an, die später im Einsatz auf das Bauteil einwirken.



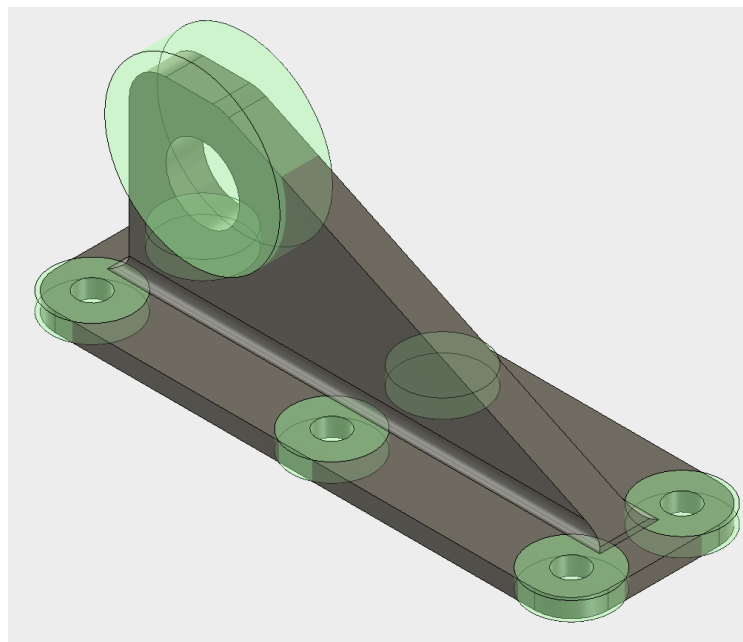
Befestigungslöcher



Last im Bolzenloch

## 2. Ausschlussbereiche

Im nächsten Schritt werden die Bereiche definiert, die von der Optimierung ausgeschlossen sind (Grüner Bereich). Das sind vor allem die Befestigungsstellen, also Löcher für Schrauben und Bolzen.

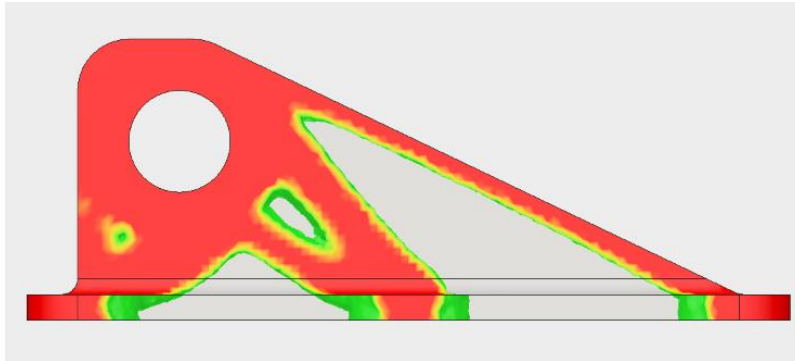


Von der Optimierung ausgeschlossene Geometrien (Grün)

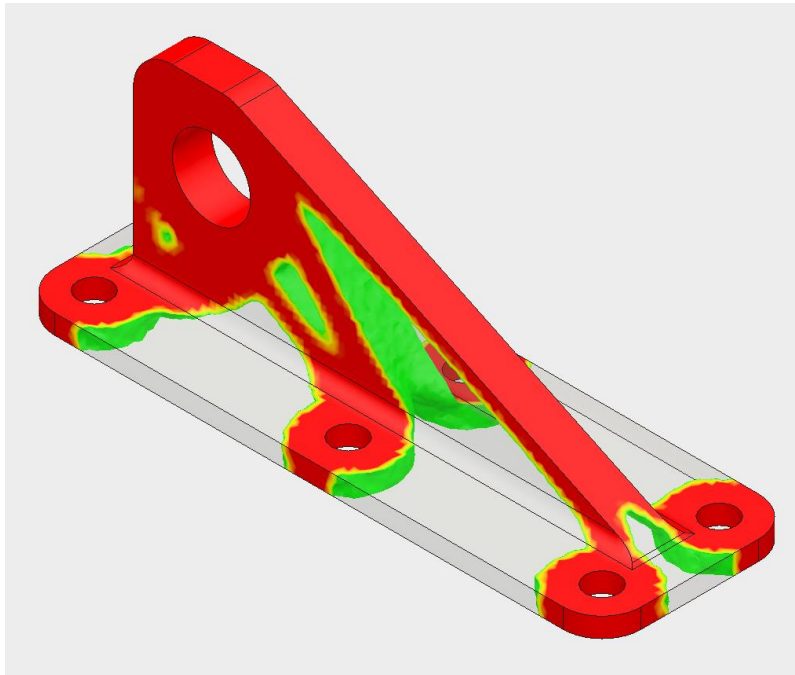
### 3. Optimierung

Nun definieren wir noch das Optimierungsziel. In diesem Fall eine Materialeinsparung von 50 %. Jetzt folgt die eigentliche Optimierung.

Wie man auf den folgenden Bildern sehen kann, wurden alle Stellen vom Rohteil entfernt die nicht für die Bauteilfunktion nötig sind.



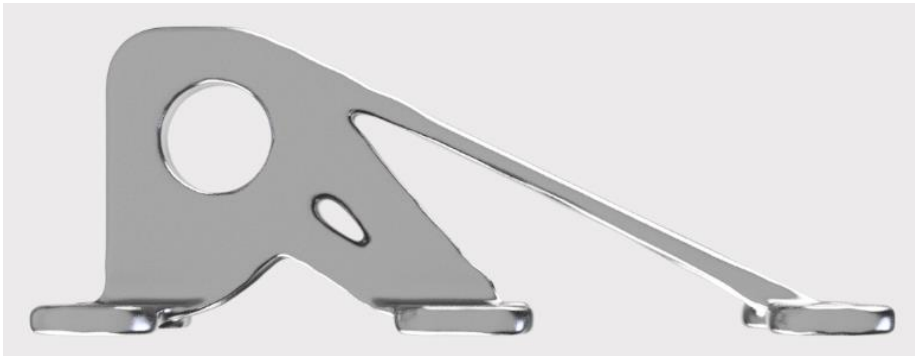
Ergebnis der Optimierung (Seitenansicht)



Ergebnis der Optimierung

#### 4. Nachbearbeitung

Zum Schluss wird das Bauteil noch geglättet, um eine saubere Geometrie zu erhalten. Das Bauteil ist nun bereit für die Fertigung. Besonders gut bietet sich hier der 3D Druck als Fertigungsverfahren an, auch das 5-Achs CNC-Fräsen kommt in Frage.



Fertig optimiertes und geglättetes Bauteil (Seitenansicht)



Fertig optimiertes und geglättetes Bauteil

#### Ergebnis

Das ursprüngliche Rohteil hatte 0,56 kg. Nach der Optimierung wiegt das Bauteil noch 0,28 kg, was einer Reduktion der gewünschten 50 % entspricht. Es wurde lediglich das Material entfernt, welches für die Funktion des Bauteils nicht benötigt wird.



## Fazit

Die Topologieoptimierung eignet sich sehr gut um Bauteile mit einem idealen Gewichtsverhältnis herzustellen und wird damit den Anforderungen des Leichtbaus gerecht. Auch trägt das Verfahren zur wirtschaftlichen Produktion von Bauteilen bei, da der Materialbedarf deutlich reduziert wird.

Die Topologieoptimierung in Kombination mit modernsten Additiven Fertigungsverfahren bietet viele neue Möglichkeiten für Konstrukteure und Produktdesigner.

Gerne helfen wir Ihnen auch bei der Optimierung Ihrer Bauteile, oder übernehmen dies gleich ganz.