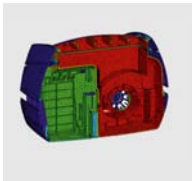


OPTIMIERUNG EINES STAUBSAUGERGEHÄUSES

Parametrische Design Optimierung des Staubraumes eines Staubsaugergehäuses



Optimierungsaufgabe

Die Rückwand eines Staubraumes soll im Betrieb so versteift werden, dass sich unter Temperatureinfluss und Belastung durch Unterdruck minimale Verformungen einstellen.

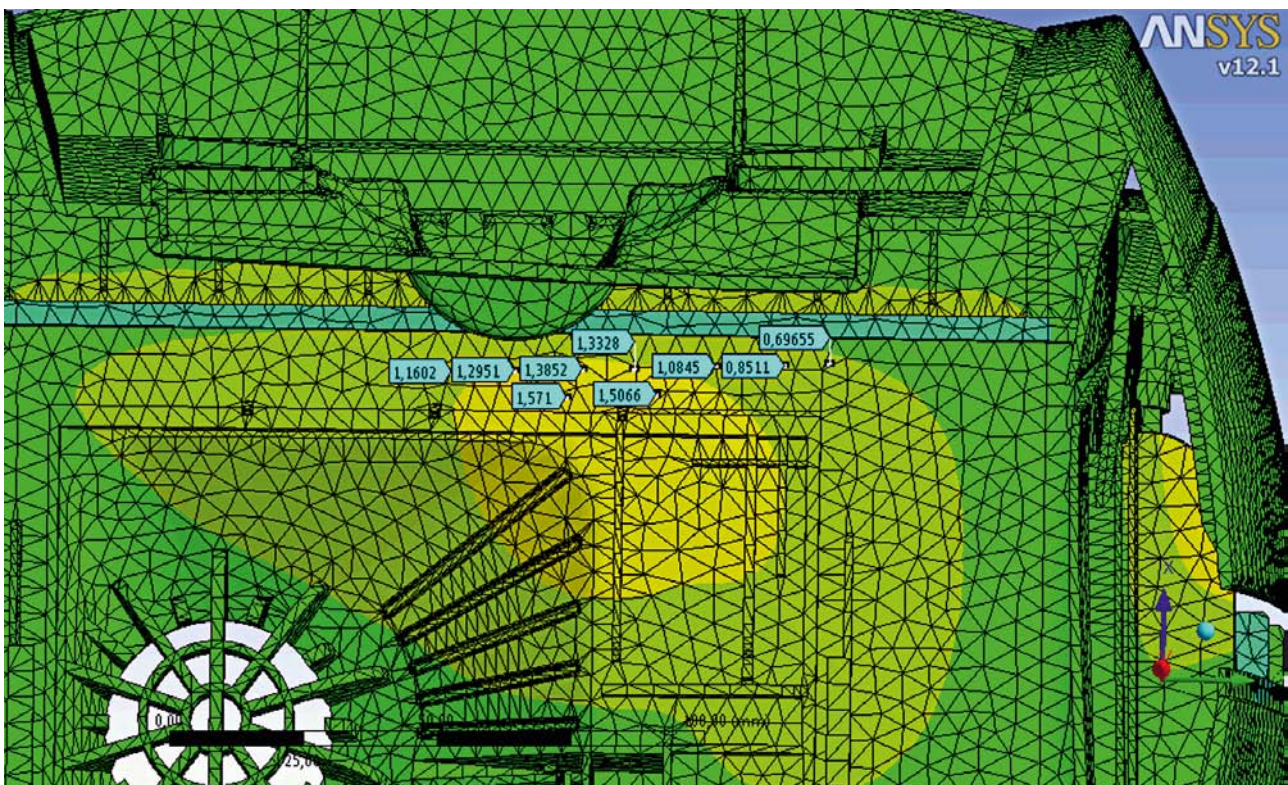
Die FE-Simulation der thermisch mechanisch gekoppelten Simulation wurde in ANSYS Workbench durchgeführt. Die Sensitivitätsstudie und die Optimierung wurden mit Hilfe von optiSLang durchgeführt.

Bei Tests von Staubsaugern wird ein Störbetrieb simuliert. Der Staubsauger arbeitet mit voller Last, das Saugrohr ist jedoch verschlossen. Durch die unterbrochene Zuführung von Frischluft entsteht ein starker Unterdruck im Staubraum. Zusätzlich erhitzt sich dieser kontinuierlich, da die Zuluft auch als Kühlung von Motor und Gehäuse dient. Durch dauernden Störbetrieb steigt die Temperatur soweit an, dass elastische Materialgrenzen überschrit-

ten werden können und der Kunststoff sich unzulässig verformt. Durch das Verformen kann ein Kurzschluss im Luftfluss auftreten. Die heiße Luft im Motorgehäuse bläst durch die Dichtung zurück in den Staubraum. Dadurch entsteht ein Kreislauf aus sich kontinuierlich erwärmender Luft. Ziel der Optimierung ist es diesen Durchblaseeffekt zu verhindern.

Lösungsmethoden

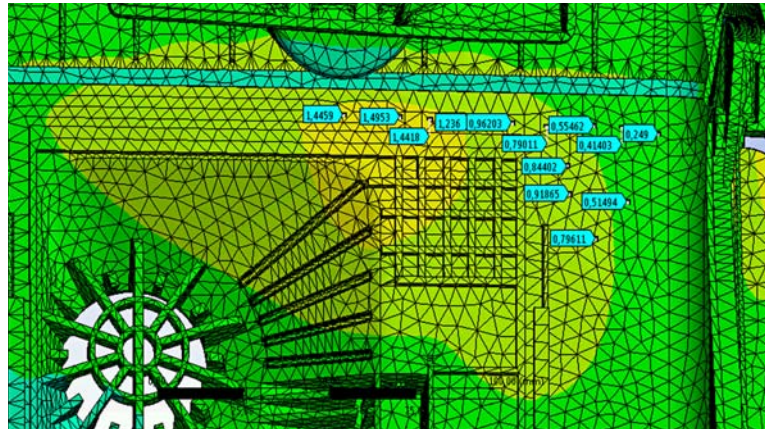
Das Grundmodell wurde in ANSYS Workbench v12.1 aufgebaut. Dabei wurde ein Teilmodell herangezogen, in dem sich auf die hintere Staubraumwand konzentriert wurde. Anbauteile wie Kabeltrommel, Elektronikplatine gaben den Bauraum vor. Die Versteifung der Rückwand wurde durch Rippen realisiert, die auf den Kunststoff aufgebracht wurden. Diese Versteifungsrippen sind parametrisch im ANSYS DesignModeler an die Rückwand



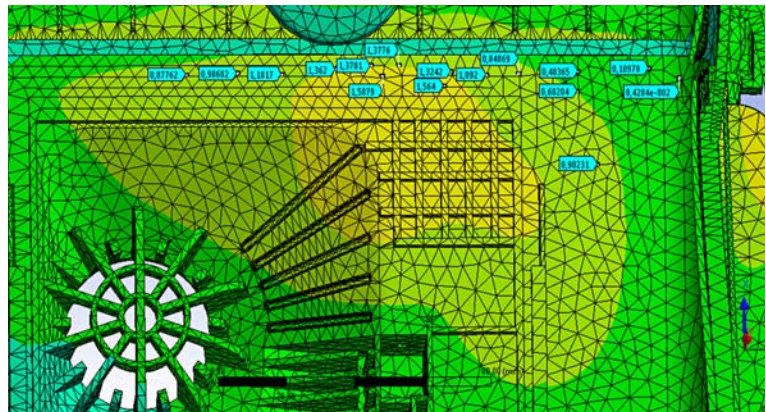
Bestes Design aus dem Designpool der Sensitivitätsstudie für den relevanten Bereich

angesetzt. Um die Rechenzeit einer Durchrechnung moderat zu halten wurde für die Sensitivitätsstudie geometrisch und materiell linear gerechnet. Dies ermöglichte es, die Berechnung einer Designvariante der gekoppelten Temperatur-Mechanik Simulation auf 2 Stunden zu begrenzen. Durch den parametrischen Aufbau der Rippen war es möglich, optiSLang eine recht freie Gestaltung der Rippen zu überlassen. Dies ermöglichte eine optimale Ausnutzung des Bauraumes bei gleichzeitiger Berücksichtigung fertigungstechnischer Grenzen des Rippendesigns. Beginnend mit einer Sensitivitätsstudie war es möglich, den Parameterraum der Rippen von ursprünglich nn Optimierungsparametern auf eine Anzahl von 15 zu reduzieren. Durch die Reduktion auf die 15 effektivsten Optimierungsparameter konnte als Optimierungsalgorithmus das Verfahren der adaptiven Antwortflächen gewählt werden. Dieses Optimierungsverfahren zeichnet sich dadurch aus, dass es sehr effektiv die wichtigsten Trends der Designverbesserung aufnimmt und dabei nicht sensitiv gegenüber kleinen Ergebnisstreunungen aufgrund der Neuvernetzung jeder Geometrievariante ist. Damit lies sich ein Rippenmuster ermitteln, welches eine Verbesserung der Steifigkeit um gut 20% ermöglichte. Dadurch, dass die Steifigkeit so stark zunahm, reduzierte sich die Relativverformung des Staubraumunterteiles gegenüber dem Oberteil. Dies hatte den positiven Effekt, dass die Staubraumdichtung durch den Unterdruck optimal in ihren Sitz gedrückt wurde und damit ihre Wirkung bewahren konnte. Dadurch wurde ein weiteres Durchblasen verhindert.

Zur Validierung des Ergebnisses wurde eine Schlussrechnung durchgeführt, in der die Nichtlinearität der Kunststoffmaterialien sowie ihre Zeit-Temperatur Abhängigkeit der Festigkeit berücksichtigt wurde. Das Ergebnis dieser Rechnung bestätigte die lineare Rechnung aus der Optimierung.



Parametrische Designoptimierung: Die Zusatzrippen versteifen das Bauteil im relevanten Bereich sehr stark. Bereich über dem Motorschutzfilter mit nur noch geringen Verformungen unter 1,5 mm das entspricht einer Reduktion um 15-25% auf der Staubraumseite.



Verformung nach nichtlineare Berechnung auf der Staubraumseite nach 120s. Verformung ist stark reduziert. Gerade im kritischen Bereich liegen nur noch Werte zwischen 1,3 und 1,5 mm vor! Das entspricht 17-27% Reduktion gegenüber dem unverrippten Design! (mit freundlicher Genehmigung der Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH)

Kundennutzen

Durch eine parametrische Designoptimierung mittels einer CAD gestützten Geometrie war es möglich, eine Staubraumrückwand soweit zu versteifen, dass im Zusammenhang mit den korrespondierenden Gehäuseteilen, Gehäuseoberseite und Dichtung ein Durchblasen der Motorraumluft verhindert werden konnte. Dabei wurde unter Einhaltung von Bauraum- und Fertigungsgrenzen eine signifikante Versteifung der Rückwand um örtlich bis zu 25% ermöglicht. Diese Versteifung wurde durch eine Rechnung, in der Temperatur-Zeit Abhängigkeiten der Kunststoffe mitberücksichtigt wurden bestätigt. torraumluft verhindert werden konnte. Dabei wurde unter Einhaltung von Bauraum- und Fertigungsgrenzen eine signifikante Versteifung der Rückwand um örtlich bis zu 25% ermöglicht.