

Der energieeffiziente Gießereibetrieb 2.0

Energieeinsparung durch Gewichtsreduzierungen im Automobilbau

Bezug zum BREF Gießerei, Ausgabe Mai 2005

entfällt

Beschreibung

Der Begriff Bionik setzt sich aus den Begriffen Biologie und Technik zusammen und beschreibt die Umsetzung von Vorgaben aus der Natur in die Technik. Zentrales Ziel ist die Fertigung von Bauteilen, wie Gussteilen, die die an sie gestellten Anforderungen mit möglichst wenig Masse an Werkstoff realisieren.

Mit Hilfe der Bionik, typischerweise realisiert in Rechnerprogrammen zur Topologieoptimierung, lassen sich Gussteile grundsätzlich für alle Anwendungsbereiche verbessern: Gussteile für Fahrzeugbau, Maschinenbau u. v. a. m. Zylinderkurbelgehäuse aus Gusseisen weisen gegenüber solchen aus Leichtmetall ein höheres spezifisches Gewicht auf. Um diesen Nachteil auszugleichen, wurde das Zylinderkurbelgehäuse (GJL 250) einer kontinuierlichen Gewichtsreduzierung unterzogen.

Durch den Einsatz modernster Optimierungsalgorithmen und Rechnerprogramme lassen sich immer leichtere Gussbauteile realisieren, die gegenüber ihren Vorgängermodellen auch noch bessere mechanische Eigenschaften aufweisen.

Dem vorgegebenen Entwicklungsziel, nämlich hohe Steifigkeit bei gleichzeitig niedrigen Fertigungskosten, kann unter Berücksichtigung natürlicher Wachstumsstrukturen (beispielsweise der Wachstumsstrukturen von Bäumen) in idealer Weise entsprochen werden.

Die Topologieoptimierung setzt den Einsatz eines speziellen Berechnungswerkzeuges, nämlich der Finite-Elemente-Methode (FEM), voraus. Die FEM-Software erlaubt das sichere Auffinden konstruktiver Schwachstellen in einem CAD-Entwurf sowie eine objektive Beurteilung von Konstruktionsvarianten.

Bislang diente es dem Konstrukteur allerdings nur als Werkzeug, um sich durch wiederholte Modifikationen im CAD-Modell iterativ und damit relativ zeitaufwändig an eine funktional überlegene Lösung heranzutasten.

Erst seit der Ankopplung von FEM-Software an modernste Optimierungsalgorithmen ist es möglich, funktional überzeugende Gestaltungsvorschläge automatisch generieren zu lassen, indem bei der Topologie-Optimierung nicht oder kaum belastete Bereiche innerhalb des vorgegebenen Bauraums ausgeblendet werden. Zurück bleibt eine Struktur, die bei vorgegebenem Zielgewicht eine minimale Verformungsenergie aufweist.

Dem Entwickler steht somit ein Werkzeug zur Verfügung, das sowohl hinsichtlich des zunehmenden Termindrucks bei der Bauteilentwicklung Entlastung schafft als auch zum Auffinden funktional überlegener Bauteilgeometrien beiträgt.

Nach der Detailkonstruktion, bei der das fertigungstechnische Know-how einfließt, kommt die Formoptimierung zum Einsatz. Analog zu Wachstumsvorgängen in der Natur beseitigt sie festigkeitsrelevante Schwachstellen, indem in hochbelasteten Bereichen automatisch etwas Material aufgetragen wird.

Technische Beschreibung

Gewichtsreduzierung eines Zylinderkurbelgehäuses:

Die Wanddicke stellt beim Zylinderkurbelgehäuse eine Möglichkeit dar, das Gewicht des Bauteils zu reduzieren. Reduzierungen der Wanddicken von 3,5 mm auf 3,0 mm führen zu einer berechneten Gewichtsreduzierung von 0,5 kg am Bauteil.

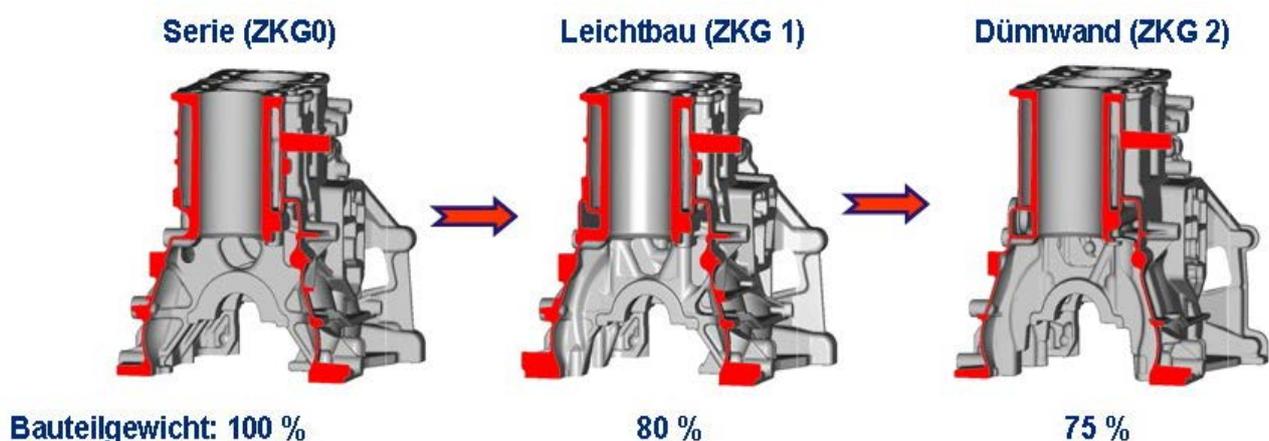


Abbildung 1: Schritte zur Gewichtsreduzierung eines Zylinderkurbelgehäuses

Nicht nur die Wanddicke stellt eine Möglichkeit dar, das Bauteilgewicht zu reduzieren. Weitere Möglichkeiten sind beispielsweise:

- Minimale Ausformschrägen und Kernquerschnitte
- Abspecken von Flansch- und Butzengeometrie
- Reduzierung von fertigungstechnisch bedingten Verstärkungen
- Optimierung der „Kern zu Kern“-Geometrie zur Vermeidung von Materialanhäufungen

Erreichter Umweltnutzen

- Weniger Energieeinsatz und CO₂-Emissionen, insbesondere beim Schmelzen, Gießen, Abkühlen und Ausleeren
- weniger Durchsatz an metallischem Einsatzmaterial im Rohstofflager, beim Schmelzen, beim Gießen/Abkühlen/Ausleeren und bei der Gussnachbehandlung führt - in etwa prozentual zur Gewichtsverminderung der Gussteile (im Beispiel 25 Prozent) - zu weniger staubförmigen oder gasförmigen Emissionen in diesen Fertigungsbereichen

Verlagerungseffekte

Keine Verlagerungseffekte

Anwendbarkeit

- Die massearme Konstruktion muss vom Kunden der Gießerei abgenommen werden
- Der Kunde muss bereit sein den höheren Wert der Leichtbau-Konstruktion zu honorieren

Wirtschaftliche Aspekte

- Reduzierung der Rohteilkosten durch Materialeinsparung
- Kostenreduziertes Schmelzen
- Kostenreduzierte Kern- und Formherstellung
- Höherer Wert der Gussteile bei Anwendungen im Fahrzeugbau oder bei anderen Verwendungen, in denen die Höhe von Kosten bzw. Ausgaben vom Gewicht der Bauteile abhängen
- Wettbewerbsvorteile gegenüber konkurrierenden Fertigungsverfahren bzw. Werkstoffen (Schweißen, Schmieden, Polymerbeton)
- Zusätzliche Entwicklungskosten fallen an

- Investitionen in die Fertigung sind zumeist notwendig
- Der Wert der Neukonstruktion ist höher als der der konventionellen

Gründe für die Anwendung dieser Technik

- Gewichtsreduzierung von Gussteilen, z. B. von 4,39 Kilogramm auf 3,42 Kilogramm bei einem PKW Schwenklager von Georg Fischer, wodurch eine Gewichtsreduktion pro Fahrzeug von 1,94 Kilogramm erreicht wird, was wiederum 54.000 Tonnen CO₂ in 10 Jahren bei geplanten 1.600.000 Fahrzeugen entspricht
- Gewichtsreduzierung von Bauteilen in Fahrzeugen führt zu geringerem Kraftstoffverbrauch (bei PKW etwa 0,5 l/100km*100kg), wodurch Leichtbau-Teile einen höheren Wert haben als konventionelle
- Maximale Bauteilsteifigkeit bei minimalem Bauteilgewicht; beim beispielhaft dargestellten Zylinderkurbelgehäuse 25 Prozent Massereduzierung
- Höhere Leistung des Motors
- Der Einsatz von Topologieoptimierungssoftware bei der Bauteilentwicklung liefert nicht nur optimierte Bauteile, sondern beschleunigt auch die Phase der Konzeptfindung, so dass für Kunden ein deutlicher Zeitvorteil geschaffen werden kann
- Bei partnerschaftlicher Entwicklung durch zuliefernde Gießereien mit Bearbeitungskompetenz und durch fertigungsgerechte konstruktive Umsetzung können deutliche Reduzierungen bei den Stückkosten erreicht werden
- Verminderung von Ausschuss

Referenzanlagen

- [GF Automotive](#) stellt mechanisch hoch beanspruchbare Bauteile für die Automobilindustrie her – nach bionischen Vorgaben, die auf dem Wachstumsprinzip von Bäumen beruhen
- [Eisenwerke Brühl GmbH](#)



Informationsquellen

- BDG-Schrift „Energieeffizienter Gießereibetrieb“: GIFA 2011-Sonderschau. Düsseldorf.
- VDG-Schrift „Inspiration Bionik – Von der Evolution in 21. Jahrhundert“: GIFA-Sonderschau 2007
- Information von Georg Fischer Automotive AG
- Information Eisenwerke Brühl GmbH