

# Additiv gefertigte Kolben ermöglichen neue Anwendungsgebiete für bestehende Kolbenkompressoren

Michael Schmitz, Martin Schwald, Felix Hortmann

**Additiv gefertigte Bauteile gewinnen an Bedeutung, nicht nur in der Entwicklung und im Prototypenbau, sondern eignen sich zunehmend auch für den Einsatz im Endprodukt. Additive gefertigte Bauteile unterliegen dabei nicht den Beschränkungen an herkömmliche Fertigungstechnologien, wie Fräsen oder Drehen, sondern können deutlich funktions- und belastungsgerechter gestaltet werden. Damit eröffnen sich neue Möglichkeiten der Gestaltung und der Anwendung, die sich mit gängigen Verfahren bislang nicht oder nur mit viel Aufwand verwirklichen ließen.**

Die Mehrer Compression GmbH stellt am Standort Balingen in Baden-Württemberg trocken verdichtende Kolbenkompressoren für verschiedenste Gase und Anwendungen her. Die Besonderheit dieser Kompressoren besteht darin, dass Kolben und Kolbenstange fest miteinander verbunden sind und die Drehbewegung der Pleuelwelle über ein Pleuel mit Kreuzkopfgelenk in eine lineare Hubbewegung übertragen wird, die Kolbenstange und Kolben antreibt. Diese aufwendige Konstruktion ermöglicht es, Gasraum und Pleuelgehäuse so voneinander zu trennen, dass die Gaskompression absolut ölfrei erfolgt. Der Kolben kann mit Kunststoffringen in einem einfachen Zylinder seine Arbeit verrichten.

Es stellte sich die Frage, wie ein vorhandener zweiflutiger Kolbenkompressor, dessen Kolben heute aus Aluminium bestehen, mit Edelstahlkolben ausgerüstet werden kann. Dadurch ist es möglich, aggressive Gase trocken zu verdichten, die ansonsten Aluminium angreifen würden. Mit dieser Option kann der Anwendungsbereich bestehender Kompressorarchitekturen wesentlich erweitert werden. Ein einfacher Austausch kam nicht in Frage. Der Stahlkolben hätte bei gleichem

Design etwa dreimal so viel Masse wie der Aluminiumkolben, was eine inakzeptable Belastung der Gesamtstruktur im Betrieb bewirkt hätte.

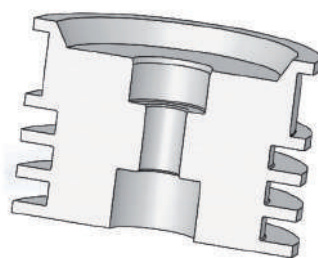


Abb. 1: 3D-Modell des Originalkolbens aus Aluminium

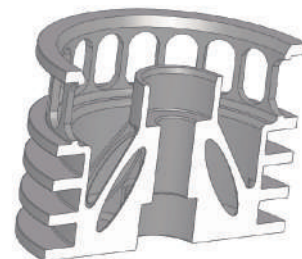


Abb. 2: 3D-Modell des masseoptimierten Kolbens aus Edelstahl

Die Aufgabe bestand also darin, einen Stahlkolben zu konstruieren, der die gleiche Masse wie der originale Aluminiumkolben hat und an die gleiche Pleuelstange montiert werden kann. In diesem Projekt wurde diese konstruktive Aufgabe zunächst in drei manuellen Optimierungsschritten angegangen (siehe Abb. 1 und Abb. 2). Sukzessive wurde dort Material entfernt, wo es nicht zur Stabilität oder Formgebung des Pleuels diente. Im Vergleich zum Ausgangsmodell entstand so eine filigrane Struktur, die bei gleicher Funktion nur 3% mehr Masse besitzt als der Aluminiumkolben. Dieser Wert ist für die Anwendung und die Gesamtfunktion des Kompressors vernachlässigbar.

Die so entstandene Form eignete sich hervorragend für additive Fertigungsverfahren und bot uns so eine neu gewonnene Gestaltungsfreiheit. Die Pleuel selbst wurden in einem pulverbettbasierten Laserschmelzverfahren hergestellt und anschließend die Pleuel für Pleuel- und Pleuelringe spanend bearbeitet, um



Abb. 3: Additiv gefertigter Pleuelring aus Edelstahl



Abb. 4: Additiv gefertigter Kolbenrohling in Bearbeitung der Kolbenringnuten und der Führungsringnut

einzubauen, wodurch das entstandene Problem um ein Vielfaches wirtschaftlicher/rentabler gelöst wird. Somit ist es technisch sinnvoll, einzelne Teile durch das additive Fertigungsverfahren zu produzieren. Auf eine Neukonstruktion konnte verzichtet werden, eine Materialeinsparung von 2/3 der Masse gewonnen werden und das einzelne Teil viel günstiger als durch den Guss von Edelstahl hergestellt werden.

Für die Zukunft erwartet der Kompressorenhersteller, durch diese relativ einfach zu realisierende Erweiterung des Produktportfolios, neue Anwendungsmöglichkeiten für bestehende Kompressoren. Zukünftig soll die bisher manuell durchgeführte Designoptimierung mit Hilfe von Finite-Elemente-Optimierungsverfahren automatisiert werden und auf weitere Materialien und Baugrößen ausgedehnt werden.

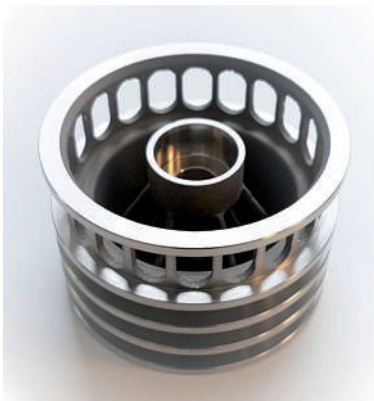


Abb. 5: Einbaufertiger Edelstahlkolben mit drei Kolbenringnuten und einer Führungsringnut

die notwendige Präzision und Oberflächengüte für die korrekte Aufnahme der Kunststoffringe zu gewährleisten (Abb. 3 und Abb. 4).

Die so hergestellten Kolben wurden dann an einem Testkompressor ersten Belastungstests mit Luft unterzogen (Abb. 6).

Das Projekt war ein voller Erfolg. Die bisherigen Ergebnisse zeigen keinerlei Spuren von Überbelastung im Vergleich zur Standardausführung mit Aluminiumkolben. Im nächsten Schritt sollen die bisher manuell durchgeführten Schritte mit Hilfe von Finite-Elemente-Optimierungsverfahren automatisiert werden und auf weitere Materialien ausgedehnt werden.



Abb. 6: Testkompressor mit Kolbenprüflingen im Testfeld

### Zusammenfassung und Ausblick

Anstelle einer sehr zeitaufwendigen Neukonstruktion bietet das additive Herstellungsverfahren des Unternehmens durch seine Gestaltungsfreiheit die Möglichkeit, einzelne Teile in eine bestehende Kompressorarchitektur

Autor:  
Michael Schmitz, Bereichsleiter  
Entwicklung & Konstruktion,  
Mehrer Compression GmbH,  
Balingen, Deutschland