

# Ein neuer Weg, Dichtungen effizienter und nachhaltiger herzustellen

Additiv gefertigte Rohlinge für maschinell zu bearbeitende Dichtungen nutzen

**BRANCHENÜBERGREIFEND MASCHINEN UND ANLAGEN – Im Bereich der industriellen Fertigung ist die Suche nach Effizienz, Kosteneffektivität und Flexibilität eine permanente Herausforderung. Unter der Vielzahl von hergestellten Komponenten sind elastomere Dichtungen besonders „reif für eine Revolution“.**

Als ein komplexes Produkt gibt es bei Dichtungen ein einzigartiges Fertigungsproblem. Sie werden in verschiedenen Industrien eingesetzt und weisen daher eine umfangreiche Variabilität der Produktspezifikationen auf. Folglich müssen Hersteller ein großes Lager an Teilen führen. Dies belastet sie mit erheblichen Overhead-Kosten für Lagerverwaltung, Materialien und Werkzeuge. Die Herstellung von Halbzeugen mildert einige dieser Herausforderungen ab, aber die Branche kämpft weiterhin mit den Ineffizienzen, die in konventionellen Fertigungsprozessen inhärent sind.

## Grenzen der konventionellen Dichtungsherstellung

Traditionelle Methoden zur Herstellung von elastomeren Dichtungen umfassen zwei Hauptansätze:

- das direkte Gießen oder Spritzgießen – für größere Serien, die 10.000 Teile/a überschreiten, ist das Spritzgießen oft die wirt-

schaftlichste Wahl. Für die Produktion kleinerer Serien und den Aftermarket ist das direkte Spritzgießen der Dichtung selten die kostengünstigste Lösung – aufgrund der Kosten für die Wartung oder Produktion der erforderlichen Werkzeuge.

- die Herstellung von Dichtungen aus Halbzeugen – ein alternativer Ansatz für die Produktion von Kleinstseriendichtungen, bei denen die jährliche Nachfrage weniger als 10.000 Dichtungen pro Teilenummer beträgt, besteht darin, zunächst Halbzeuge herzustellen, wie z.B. extrudierte Rohre und gegossene oder spritzgegossene zylindrische Rohlinge. Diese Zwischenprodukte werden dann mechanisch geschnitten und bearbeitet, um das endgültige gewünschte Produkt zu erhalten. Um Versorgungsproblemen entgegenzuwirken, können Dichtungen, die in großem Maßstab verbraucht werden, jedoch auch aus Halbzeugen hergestellt werden.

Die Wahl der Produktionstechnologie wird also weitgehend von Stückzahlen aufgrund der Nachfrage bestimmt. Neben diesen Methoden gibt es jetzt neuartige Ansätze zur Herstellung von Halbzeugen (Bild 1), einschließlich des 3D-Drucks.

## Halbfabrikate: Tradition vs. 3D-Druck

Traditionell werden Rohlinge zentral von einigen Herstellern per Spritz- oder Vakuumguss hergestellt. Sie werden dann bis zu ihrem Bedarf gelagert und anschließend an Unternehmen versandt. Diese, z.B. Dichtungshersteller, fertigen daraus die endgültigen Dichtungen. Obwohl dieser Prozess flexibler ist als das direkte Spritzgießen, gibt es ähnliche Einschränkungen in der Lieferkette sowie gebundenes Kapital und Unsicherheit in der Nachfrage. Es ist weiter zu bedenken, dass, während fertige Dichtungen in vielen unterschiedlichen Größen benötigt werden, die begrenzte Zahl der verfügbaren Rohlinggrößen deutliche Materialverluste mit sich bringt. Das schränkt die Nachhaltigkeit dieser Produktionsmethode deutlich ein.

Die additive Fertigung ist eine transformative Lösung, die einen vielversprechenden An-

satz bietet, um die Produktion zu optimieren und die Wettbewerbsfähigkeit der Dichtungsherstellung zu steigern. Anders als das vorherrschende zentrale Produktionsmodell ermöglicht der 3D-Druck eine dezentrale Produktion, bei der benutzerdefinierte Rohlingsgrößen in kleineren Chargen hergestellt werden können. Dieser Übergang minimiert nicht nur den Materialverschleiß und die Bearbeitungszeit, sondern fördert auch Agilität und Reaktionsfähigkeit entlang der Lieferkette.

## Grenzen der additiven Dichtungsfertigung

Ein entscheidender Aspekt, der die Akzeptanz dieser Technologie unterstützt, ist die Haltbarkeit und Leistung der resultierenden Dichtungen. Das Material, das für den 3D-Druck verwendet wird, muss mindestens den Standards der bisher verwendeten Materialien entsprechen. Insbesondere müssen mechanische Eigenschaften wie Härte, Zugfestigkeit, Zugmodul und Druckverformungsrest sowie Alterungseigenschaften und Beständigkeit gegen Abrasion und Medien übereinstimmen. Die Technologie muss Dichtungen mit der gleichen Genauigkeit wie herkömmlich hergestellte Dichtungen produzieren, und die Produktion der Dichtungen muss auch im Vergleich zu den aktuellen Produktionsmethoden wettbewerbsfähig sein.

Hinsichtlich dieser Anforderungen erreichen lichtaktivierte Harztechnologien wie DLP oder SLA die erforderliche Genauigkeit, bieten jedoch nicht die Materialeigenschaften, die für die endgültigen Dichtungen erforderlich sind.

Auf der anderen Seite kann man per selektivem Laserschmelzen von thermoplastischen Polyurethanpulvern Dichtungen zu Kosten produzieren, die mit der aktuellen Produktionstechnologie vergleichbar sind. Die Oberflächeneigenschaften sowie die Porosität des Endprodukts verbieten jedoch den Einsatz dieser Dichtungen in industriellen Anwendungen.



Bild 1: 3D-gedruckte Rohlinge für die Dichtungsfertigung minimieren u.a. Lagerhaltung und Logistik deutlich (Bild: Chromatic 3D Materials GmbH)

	Wert	Std. Abweichung	Einheit	Standard
Zugfestigkeit (XY)	41,4	2,5	MPa	ASTM 648
Zugfestigkeit (Z)	34,6	2,8	MPa	ASTM 648
Reißdehnung (XY)	288	8	%	ASTM 648
Reißdehnung (Z)	264	8	%	ASTM 648
Modulus bei 100% (XY)	10,7	0,2	MPa	ASTM 648
Modulus bei 100% (Z)	10,2	0,2	MPa	ASTM 648
Härte	91	±5	Shore A	ASTM D2240
Druckverformungsrest	30		%	ISO 817-1

**Tab. 1: Materialübersicht mit Kenndaten**  
(Quelle: Chromatic 3D Materials GmbH)



DICHT!digital: Für 3D-Druck geeignete Materialien

Die RX-AM-Flüssigkeitsdepositionsdrucktechnologie von Chromatic 3D Materials ist z.B. in der Lage, 2K-Polyurethane mit den geforderten Materialeigenschaften für Hochdruck-Dichtungsanwendungen zu verarbeiten. Diese Technologie hat jedoch noch nicht die erforderliche Genauigkeit erreicht, um die komplexesten Geometrien direkt zu drucken, die in der Dichtungstechnik gefordert werden (Tab. 1).

### Neu: Integrierte Produktionsmethode für 3D-gedruckte Rohlinge

Diese Einschränkungen führten zur Entwicklung einer neuen Methode zur Herstellung von Halbzeugen, die dann mit der vorhandenen Produktionsmethode bearbeitet werden können, um Dichtungen herzustellen. Dies reduziert die Notwendigkeit, den endgültigen Formgebungsschritt in der Produktion neu zu qualifizieren. Mit dieser Strategie werden alle Schwachstellen einer komplett 3D-gedruckten Dichtung überwunden.

Für diesen Ansatz wurde die Entwicklung einer umfassenden Lösung vorangetrieben, die Hardware, Software und Materialien umfasst (Bild 2). Mit RX-AM gedruckte Dichtungen weisen Eigenschaften auf, die konventionellen Urethanen ähneln und Industriestandards für Härte, Bearbeitbarkeit und Druckverformungsrest erfüllen. Diese Duroplast-Polyurethane sind nicht nur eine Alternative zu traditionellen Materialien in Bezug auf die Haltbarkeit, sondern bieten auch eine verbesserte Robustheit, was für ihre weitverbreitete Annahme spricht.

Der 3D-Drucker und die Software können von einer Person bedient werden, die über die gleichen Fähigkeiten verfügt, die erforderlich sind, um Fräs- und Drehmaschinen zu

bedienen, mit denen die Rohlinge aus Halbfabrikaten hergestellt werden. Ein Rohling wird entweder aus vordefinierten Größen ausgewählt oder unter Verwendung des Innen- und Außendurchmessers sowie der Höhe als Eingabeparameter entworfen. Die für neu entworfene Rohlinge generierten Codes können in der Maschine für zukünftige Verwendung gespeichert werden. Die verfügbare Druckerplattform hat eine Größe von 700 mm x 1.000 mm, was Drucke von 20 mm Außendurchmesser bis 700 mm Außendurchmesser und einer variablen und einstellbaren Höhe von 2 mm bis 200 mm ermöglicht. Der Platzbedarf der Maschine (< 2 m<sup>2</sup>) wird durch die Einsparungen beim Lagerplatz leicht ausgeglichen. Die Maschinenanforderungen sind einfach: eine 230-V-Steckdose und 7,5 bar Druckluft mit einem Verbrauch von 200 W und 0,5 l/min Luft.

### Fazit

In der dynamischen Entwicklung der industriellen Fertigung kündigt die 3D-Drucktechnologie einen Paradigmenwechsel an, der die Produktion von elastomeren maschinell bearbeiteten Dichtungen neu definieren soll. Während die Attraktivität des direkten Drucks von Dichtungen unbestreitbar ist, hängt die Entscheidung zwischen direktem Drucken und Drucken von Rohlingen von verschiedenen Faktoren ab. Anwendungsbezogene Überlegungen, Kosteneffizienz und Materialanforderungen erfordern eine differenzierte Bewertung, um den optimalen Ansatz zu bestimmen. Durch die Annahme von 3D-gedruckten Rohlingen können Hersteller die Einschränkungen konventioneller Methoden überwinden und eine höhere Flexibilität, Effizienz bei sinkenden Kosten und höherer Nachhaltigkeit (weniger Materialverbrauch) nutzen.



**Bild 2: Die neue Systemlösung**  
(Bild: Chromatic 3D Materials GmbH)

Da die gesamte Industrie derzeit auf „Transformationsreise“ ist, bieten neue Technologiekonzepte wie diese die Möglichkeit, gesteckte Ziele zu erreichen. Ein zukunftsorientiertes Mindset ist dabei die Grundlage, um das volle Potenzial der additiven Fertigung in der Dichtungsherstellung zu erschließen.

### Fakten für die Produktion

- Einfache Integration in bisherige Produktionsabläufe
- Geringer Platzbedarf und Schulungsaufwand

### Fakten für den Einkauf

- Kosteneinsparungen durch weniger Lagerhaltung und Logistik

### Fakten für das Qualitätsmanagement

- Hohe Nachhaltigkeit durch weniger Materialverschwendung

### Weitere Informationen

Chromatic 3D Materials GmbH  
[www.c3dmaterials.com](http://www.c3dmaterials.com)



Von Dr. Bart Engendahl,  
Geschäftsführung



Impulse. News. Lösungspartner.  
**frisch geliefert**

**[i] ISGATEC**  
IMPULSE

[www.isgatec.com](http://www.isgatec.com) > Newsletter  
kostenlos abonnieren!