



# INTEGRATION DER ADDITIVEN FERTIGUNGSTECHNOLOGIE (3D) IN DIE GUSSFILTRATION ERMÖGLICHT OPTIMIERTE FILTRATIONSWIRKUNG UND INDIVIDUELLE ANPASSUNG



Autoren: Nick Child, Foseco International Limited, Tamworth, UK und Stephan Giebing, Foseco Europe, Borken, Deutschland

---

Schaumkeramikfilter sind seit den 1980er Jahren die erste Wahl bei der Filtration von Metallschmelzen. Sie werden in großem Umfang bei verschiedenen Legierungen und Gusstechnologien eingesetzt und sorgen für saubere Gussteile mit verbesserten Eigenschaften. Im Laufe der Jahre hat sich unser Verständnis der Filteranwendung erheblich weiterentwickelt. Trotz ihrer Einschränkungen bezüglich Porengröße und Designflexibilität übertreffen Schaumkeramikfilter andere Filtermedien in Bezug auf Filtrationswirkung und Strömungskontrolle. Das Aufkommen der additiven Fertigung, insbesondere des 3D-Drucks, bietet neue Möglichkeiten für maßgeschneiderte Filterdesigns mit präzisen Porengrößen und -strukturen, die eine weitere Optimierung der Gussfiltration ermöglichen.

## EINFÜHRUNG

Schaumkeramikfilter (Abbildung 1) werden seit den 1980er Jahren in großem Umfang für die Filtration von Gussstücken eingesetzt und sind heute das vorherrschende Filtrationsmedium bei der Herstellung von Gussstücken in einer Vielzahl von Legierungen und Gießverfahren.

In den letzten 40 Jahren haben sich unsere Kenntnisse und unser Verständnis aller Aspekte der Filteranwendung beträchtlich weiterentwickelt. Die Anwendung von Filtern ist heute bei der Herstellung von Gussteilen von weniger als 100 g bis zu mehr als 25 t etabliert. Als keramisches Trägermaterial wird eine Vielzahl von Werkstoffen verwendet, wobei die Auswahl von der zu gießenden Legierung und der erforderlichen Anwendungstemperatur abhängt. Filter werden auch häufig in Eingussspeisern eingesetzt, durch die ein separates Gießsystem eliminiert und eine verbessertes Ausbringen sowie eine gerichtete Erstarrung ermöglicht werden. Die Anforderung spezifischer Anwendung werden immer besser verstanden und entsprechende Anwendungsempfehlungen entwickelt, um sicherzustellen, dass Filter auch unter sehr anspruchsvollen Anwendungsbedingungen nicht brechen. Des Weiteren sind die Grenzen von Filtern bezüglich Filterblockaden bekannt, so dass Durchflussraten und -mengen in spezifischen Anwendungen besser vorhergesagt werden können.

Die Simulation der Formfüllung und die Strömungsmodellierung mit Hilfe der Computersimulation bieten einen besseren Einblick wie Filter die Strömung der Metallschmelze verbessern können. Durch die Verringerung von Turbulenzen wird das Potenzial für Formerosion verringert, während gleichzeitig die Aufnahme von Luft durch die Schmelze und die damit einhergehende Bildung von Oxiden und Einschlüssen reduziert wird.

Keramische Filter in Schaumstruktur haben auch ihre Einschränkungen, wie z. B. die Porengröße sowie Form und Gestalt. Andere Filtertypen sind im Handel erhältlich, werden aber nicht häufig verwendet, da sie im Allgemeinen eine geringere Filtrationswirkung und Strömungskontrolle bieten.

## ADDITIVE FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN FÜR NEUE STRUKTUREN

Der Einsatz von additiven Fertigungstechnologien (3D-Druck) in der Technologie der Gussfiltration ermöglicht die Herstellung von Objekten, die Schicht für Schicht aufgebaut werden. Der Begriff Additive Fertigung umfasst eine Reihe verschiedener Techniken, darunter Stereolithografie, Blechlaminierung und Binder-Jetting. Foseco nutzte die Binder-Jetting-Technologie als Grundlage für die Einführung seines ersten 3D-gedruckten Filters - STELEX Optiflow3D (Abbildung 3).

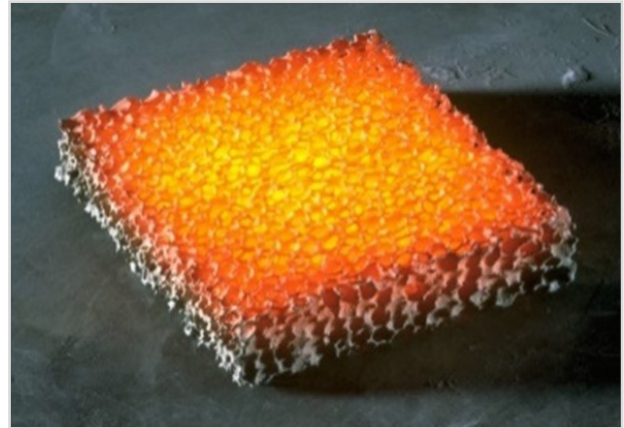


Abbildung 1: Keramischer Filter in Schaumstruktur

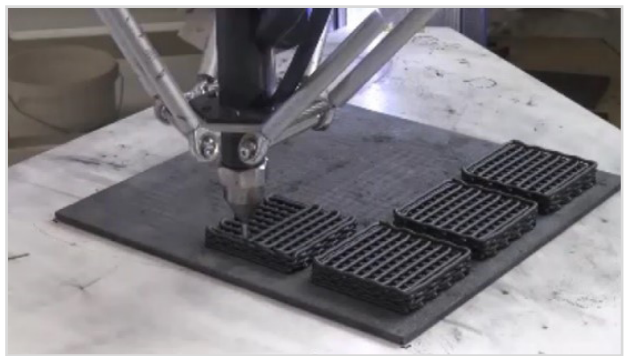


Abbildung 2: Forschung zur Herstellung von extrudierten 3D-gedruckten Filtern

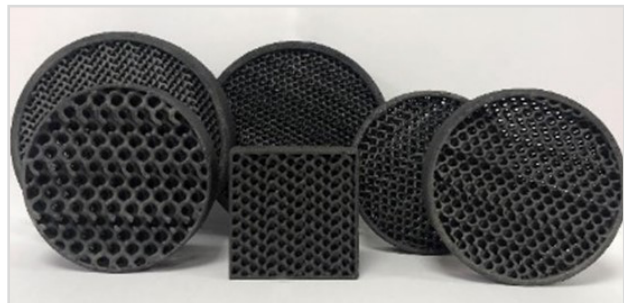


Abbildung 3: Additiv hergestellte Filter - STELEX Optiflow3D

Keramische Filter in Schaumstruktur haben sich in der industriellen Praxis bestens bewährt. Verschiedene Legierungen und Gussteile weisen aber unterschiedliche Anforderungen an die Filterleistung auf. Die ersten Strukturen, die in der STELEX Optiflow3D Produktpalette angeboten werden, basieren auf Gyroid- und Voronoi-Strukturen. Die Filter sind in einer zunehmenden Bandbreite in Bezug auf Produktgröße und Porosität erhältlich (Abbildung 4). STELEX Optiflow3D Filter basieren auf einer kohlenstoffgebundenen Aluminiumoxidkeramik. Diese Filter sind sowohl für Eisen- als auch für alle Stahlgusslegierungen geeignet. Fosecoc verfügt über eigene Gießereien in denen Versuchsanordnungen entwickelt wurden, die einige der anspruchsvollsten Anwendungsbedingungen nachbilden, denen die Filter in der industriellen Praxis ausgesetzt sind. Diese Versuche werden sowohl bei der Entwicklung neuer Produkte als auch bei der Qualitätskontrolle von Produktionschargen während der Herstellung eingesetzt, um sicherzustellen, dass die erforderlichen Merkmale für die Anwendung durch unsere Kunden erfüllt werden (Abbildung 5).

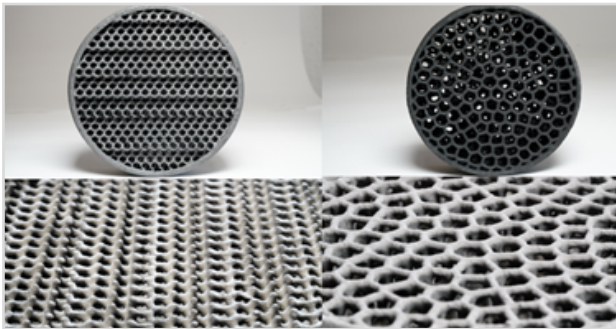


Abbildung 4: STELEX Optiflow3D ist in einer Reihe von Strukturen und Größen erhältlich

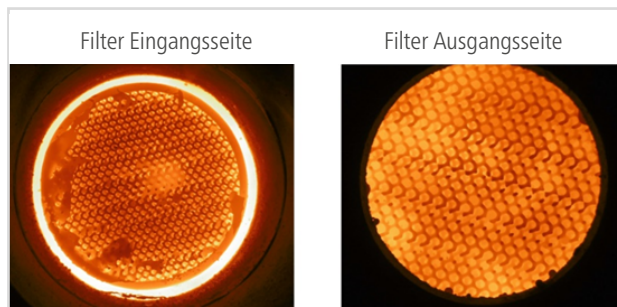


Abbildung 5: STELEX Optiflow3D nach Entwicklungstests mit flüssigem, hochlegiertem Stahl

Durch additiv hergestellte Filter werden die bisherigen Grenzen des Filtereinsatzes verschoben. Sehr große Gussteile werden in der Regel nicht gefiltert, da die Anwendung der großen Anzahl von Filtereinheiten sehr komplexe Gießsysteme zur Folge hat. Mit dem Aufkommen zu Schaumstoff alternativen Strukturen wird die Kapazitäten von Filtern erweitert, so dass insbesondere bei schwereren Gussteilen eine überschaubarere Anzahl von Filtern erforderlich sein wird (Abbildung 6). Bei einer 22 t schweren Rotornabe aus Sphäroguss können beispielsweise 18 keramische Filter in Schaumstruktur erforderlich sein, was zu einem sehr komplexen Filteranwendung und in einigen Fällen zu einer Umgehung der sicheren Filteranwendung führen unsicheren kann (Abbildung 7). Mit den neuen STELEX Optiflow3D Filtern werden weniger Filter benötigt, und es besteht die Möglichkeit, auch größere Gussteile zu filtern.



Abbildung 6: 22 Stück STELEX ZR bei der Fertigung eines großen Gussteils aus Gusseisen mit Kugelgraphit, das Filterhalter für jeden Filter erfordert



Abbildung 7: 18 Stück STELEX Pro 150x150x30/10 ppi in einer kritischen Anwendung von Gusseisen mit Kugelgraphit

## FALLSTUDIE 1: METALLWERK FRANZ KLEINKEN GMBH, WULFEN (DEUTSCHLAND)

Das Metallwerk Franz Kleinken GmbH, Wulfen (Deutschland) ist eine Gießerei mit mehr als 100 Jahren Erfahrung bei Gussstücke bis zu 30 t Gewicht. Kleinken ist Ansprechpartner, Spezialist und Problemlöser für alle Herausforderungen bei der Herstellung und Bearbeitung von Einzelgussteilen und Kleinserien aus Gusseisen und Buntmetallguss.

Kleinken stellt u.a Gussteile aus Gusseisen mit Kugelgraphit für den Einsatz in Druckgussmaschinen her. Wie die meisten Gießereien, die mit steigenden Energie- und Arbeitskosten konfrontiert sind, versuchen sie, ihre Arbeitsabläufe durch verbesserte Anwendungstechnik zu optimieren. In diesem Beispiel wurde ein STELEX Optiflow3D Ø125 mm Filter in einer Speisereingussanwendung eingesetzt, die eine verbesserte Speisung und Ausbringungs ermöglicht. Da durch Energie- und Arbeitskosten gesenkt. Darüber hinaus trug die Filteranwendung zur Herstellung eines Gussteils mit hervorragender Integrität und Oberflächengüte bei.

Durch den verbesserten Einsatz des STELEX Optiflow3D Filters im FEEDEX\* SCK Direkt-Eingussspeiser entfiel die Notwendigkeit eines Gießsystems und erleichterte die anschließende Nacharbeit, da der kleine Speiserhals eine minimale Kontaktfläche aufweist (Abbildungen 8, 9 und 10). Das Gussteil war einwandfrei, und es wurde eine sehr gute Oberflächenqualität erzielt. Der Kreislaufanteil wurde um 94 kg (10 %) und die Putzfläche um 75 % (116 cm<sup>2</sup>) reduziert. Daraus ergeben sich nicht nur Kostenvorteile für die Gießerei, sondern auch ein Nutzen für die Umwelt durch geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen. In dieser Anwendung betrug die spezifische Durchflussmenge des Filters 7,0 kg/cm<sup>2</sup>, was fast doppelt so hoch ist wie das, was normalerweise für einen keramischen Filter in Schaumstruktur in 10 ppi als sicher angesehen wird. Wäre ein keramischer Filter in Schaumstruktur verwendet worden, hätte dieser einen Durchmesser von 175 mm aufweisen müssen.

### INFORMATIONEN ZUM GUSSTEIL:

Legierung: Gusseisen mit Kugelgraphit (EN GJS 400-18)  
 Gewicht des Gussteils: 800 kg  
 Gießtemperatur: 1350 °C  
 Gießgewicht: Konventionelles Gießsystem - 959 kg  
                   STELEX Optiflow3D SCK Eingussspreiser - 865 kg  
 Gießzeit: Konventionelles Gießsystem - 50 s  
                   STELEX Optiflow3D SCK Eingussspreiser - 40 s  
 Formgebungsverfahren: Handformung / Furan

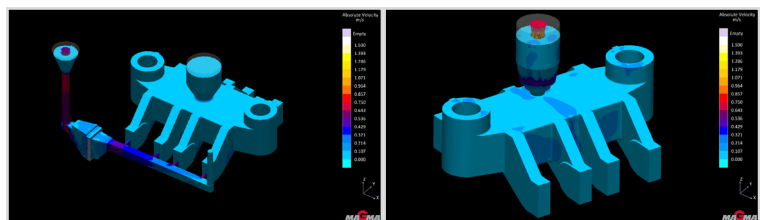


Abbildung 8. Vergleich der Simulationsergebnisse des herkömmlichen Gießsystems (links) und der Eingussspreiser-Lösung (rechts)

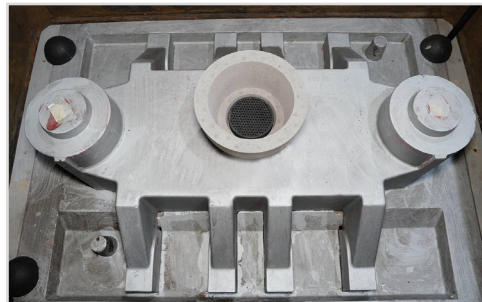


Abbildung 9. Der STELEX Optiflow3D Filter und SCK Eingussspreiser auf der Modellplatte

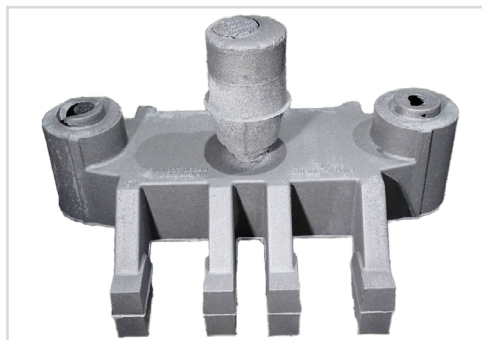


Abbildung 10. Bauteil nach dem Abguss

## FALLSTUDIE 2: EICKHOFF GIESSEREI GMBH, BOCHUM (DEUTSCHLAND)

Die Eickhoff Gießerei GmbH ist Teil der Eickhoff Gruppe, einem weltweit tätigen Familienunternehmen, das seit seiner Gründung im Jahr 1864 in Bochum ansässig ist. Neben der Gießerei zählen Gewinnungsmaschinen für den Bergbau sowie Industrie- und Windkraftgetriebe zum Portfolio der Eickhoff Gruppe.

Bei diesem Anwendungsbeispiel des STELEX Optiflow3D handelt es sich um einen Planetenträger aus niedriglegiertem Stahl. Dieses Gussteil wird normalerweise ohne Filter und mit keramischen Rohren hergestellt. Für das überarbeitete Gießsystem wurden neben dem STELEX Optiflow3D Ø100x25 auch neue, für den Stahlguss geeignete HOLLOTEX\* EG Runner ST Rohre und ein 3D-gedruckter Filterhalter verwendet (Abbildung 11).

Durch den Einsatz des STELEX Optiflow3D Filters, des 3D-gedruckten Filterhalters und der HOLLOTEX EG Runner ST Rohre konnte das Gießgewicht um 8 kg reduziert und die Oberflächenqualität leicht verbessert werden. Prozessbedingte nichtmetallische Einschlüsse aus dem Schmelzprozess wurden durch den Filter zurückgehalten (Abbildung 12). Der Filter bietet aufgrund seines Herstellungsverfahrens eine sehr gleichmäßige, reproduzierbare Struktur, was eine zuverlässig hohe Durchflussrate im Stahlguss ermöglicht. Die spezifische Filterleistung des STELEX Optiflow3D Filters betrug in dieser Anwendung 3,9 kg/cm<sup>2</sup>.

### INFORMATIONEN ZUM GUSSTEIL:

Legierung:	GS 17 CrNiMo 6 V
Gewicht des Gussteils:	230 kg
Gießtemperatur:	1610 °C
Gießgewicht: Konventionelles Gießsystem	317 kg
STELEX Optiflow3D	309 kg
Gießzeit: Konventionelles Gießsystem	21 s
STELEX Optiflow3D	24 s
Formgebungsverfahren:	Handformung / Furan

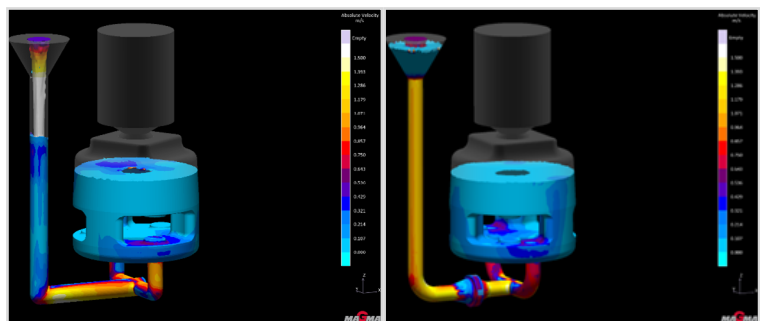


Abbildung 11. Magma-Darstellung, des ursprünglichen Gießsystems (links) und der überarbeiteten Lösung (rechts) mit dem STELEX Optiflow3D Filter



Abbildung 12. Der mit STELEX Optiflow3D hergestellte Planetenträger nach dem Ausleeren

## ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Keramische Filter in Schaumstruktur sind das derzeit vorherrschende Filtrationsmedium, das bei der Herstellung von Gussstücken in den meisten Legierungen und Gießverfahren eingesetzt wird. Aufgrund ihrer einzigartigen Wirkung in Bezug auf Filtrationswirkung und Strömungskontrolle sind sie allen anderen bisher verfügbaren Filtrationsmedien überlegen. Allerdings weisen sie auch strukturelle Einschränkungen in Bezug auf Porosität sowie äußerer Form und Gestalt auf.

Additive Fertigungstechnologien (3D-Druck) ermöglichen den nächsten großen Fortschritt in der Gussfiltrationstechnologie und bieten nahezu unbegrenzte Freiheit in Bezug auf Struktur, Porosität und Form der Filtrationsmedien. Die neuen STELEX Optiflow3D Filter ermöglichen es mit wenigen Filtern auch größere Gussteile aus Eisen und Stahl unter Einsatz von Filtern zu fertigen.

### ÜBER DEN AUTOR

Nick arbeitet seit 1982 für Foseco. Er ist unter anderem für das Marketing von Filtern zuständig, die bei der Herstellung von Gussteilen verwendet werden. Dazu gehört auch die Sicherstellung, dass unsere Produkte, Dienstleistungen und F&E-Aktivitäten auf die Anforderungen und Prozesse unserer Kunden abgestimmt sind. Nick ist bestrebt, sicherzustellen, dass unsere technischen Experten und Kunden die optimale Anwendung von Filtern verstehen, um die Vorteile zu maximieren, die erzielt werden können. In seiner Freizeit ist Nick Treuhänder einer führenden britischen Wohltätigkeitsorganisation, aktiver Großvater und genießt es, zu schwimmen und sich fit zu halten.

#### MIT NICK IN KONTAKT TRETEN



Zum LinkedIn-Profil



[nick.child@vesuvius.com](mailto:nick.child@vesuvius.com)



**NICK CHILD**

International Marketing Manager  
Clean Iron & Steel

### ÜBER DEN AUTOR

Stephan studierte ursprünglich Mineralogie und begann seine berufliche Karriere bei Foseco als Werksstudent in der Entwicklung von Stahlfiltern vor 25 Jahren. Seitdem hat er verschiedenste technische Funktionen wie zum Produktmanagement Gusseisenmetallurgie durchlaufen und ist heute Europäischer Produktmanager Eisen- und Stahlfiltration. Stephan ist Vater von drei Töchtern und ein begeisterter Schwimmer und Radfahrer.

#### MIT STEPHAN IN KONTAKT TRETEN



Zum LinkedIn-Profil



[stephan.giebing@vesuvius.com](mailto:stephan.giebing@vesuvius.com)



**STEPHAN GIEBING**

European Product Manager  
Ferrous Filtration