

## Fakten

### Herausforderung

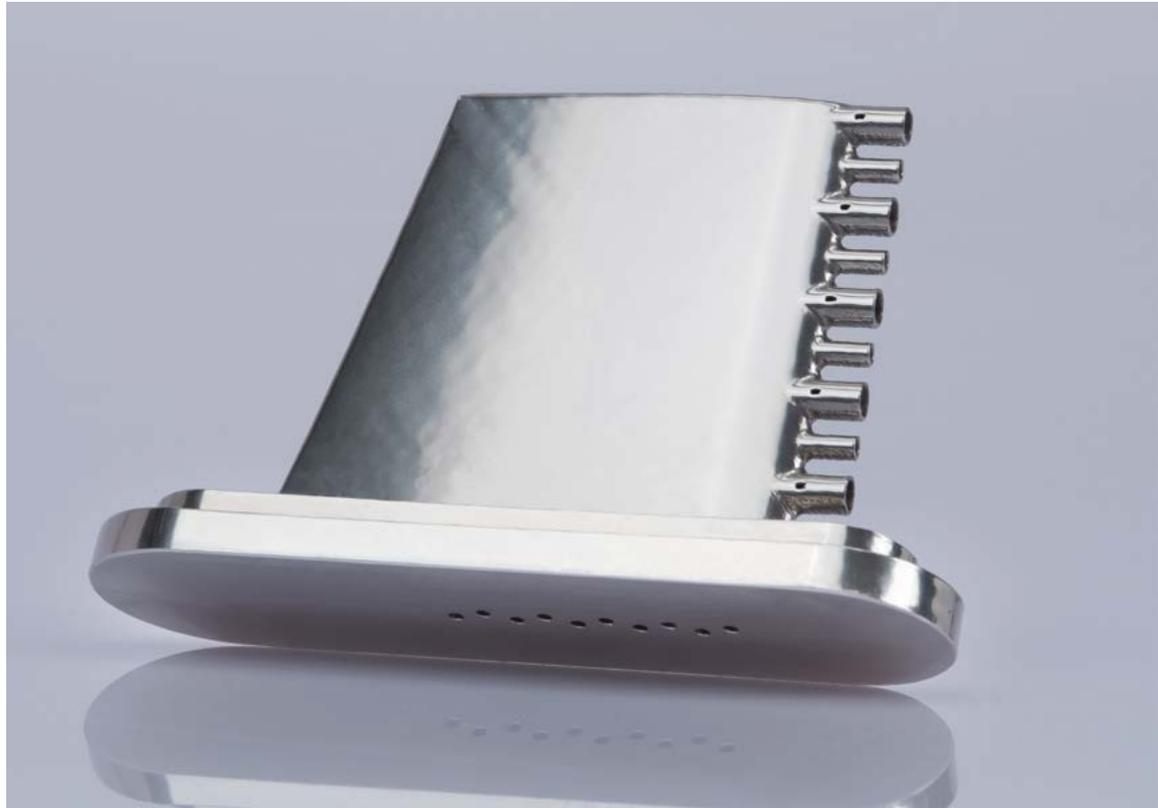
Herstellung stabiler Sonden für die Geschwindigkeitsmessung im Turbomaschinenbereich.

### Lösung

Additive Fertigung besonders stabiler und gleichzeitig dünner Sonden mit langer Lebensdauer für exakte Messergebnisse.

### Ergebnisse

- Flexibel: Konstruktionsfreiheit bei Form, Material und Größe
- Stabil: Bauteile sind bis zu 150 % steifer als bei konventioneller Fertigung
- Pflegeleicht: verlängertes Wartungsintervall bei geringerem Wartungsaufwand
- Schnell: Produktentwicklung erfolgte in einem Drittel der üblichen Projektlaufzeit



Äußerst stabil und langlebig: Die kompakte Strömungssonde wurde in einem Stück per industriellem 3D-Druck gefertigt. (Quelle: EOS GmbH, Vectoflow).

Belastbar bis über die Schallmauer

# Strömungssonden von Vectoflow – stabil dank additiver Fertigung und EOS

## Kurzprofil

Die Vectoflow GmbH ist im Bereich der fluiddynamischen Messtechnik aktiv. Durch die Kombination innovativer Verfahren erschafft das Unternehmen neue Messtechnik in bisher unerreichter Qualität.

## Weitere Informationen

[www.vectoflow.de](http://www.vectoflow.de)

Strömungssonden werden – insbesondere in Flugzeugen – für die Geschwindigkeits-Anströmwinkel-messung verbaut. Die Komponenten ermitteln das Tempo und den Anströmwinkel über die einströmende Luft. Die relativ kleinen und fragil anmutenden Systeme müssen hohen Belastungen standhalten und dabei ihre Aufgabe stets zuverlässig verrichten. Das Unternehmen Vectoflow ist auf die Entwicklung und den Bau komplexer Strömungssonden spezialisiert. Um das ideale Design bei maximaler Belastbarkeit zu erreichen, setzt Vectoflow die additive Fertigungstechnologie von EOS ein.

## Herausforderung

Die Geschwindigkeit ist eine der dominanten Größen für Flugzeuge – einerseits als entscheidender Vorteil dieses Transportmittels, andererseits, weil sie eine kritische Komponente darstellt: Zu wenig Geschwindigkeit bedeutet Gefahr, da die Strömung abreißen und das Flugzeug abstürzen kann. Zu viel Geschwindigkeit belastet die Komponenten zu stark. Um stets das richtige Tempo zu wählen, bedient sich der Pilot sogenannter Strömungssonden. Durch sie strömt die Luft, über den Druck wird die Geschwindigkeit ermittelt. Das kann sowohl die Fahrt/Air Speed sein, als zum Beispiel auch die Geschwindigkeit, mit der die Luft ein Triebwerk durchströmt und somit für den Vortrieb sorgt.

Angesichts der heutzutage häufig anzutreffenden hohen Machzahlen sowohl im Unter- als auch im Überschallbereich ist es leicht nachvollziehbar, dass die Sonden hohen Belastungen ausgesetzt sind. Das trifft umso mehr zu, wenn die Funktionalität auch bei hohen Anstellwinkeln sichergestellt sein soll, also wenn die Flugzeugnase steil nach oben oder unten zeigt. Auch bei besonderen Einbausituationen im Triebwerk wirken hohe Kräfte und ungleichmäßige Luftzuführung, etwa wenn die Sonden schräg zum Luftstrom stehen. Die Kielsonden als eine Weiterentwicklung der klassischen Strömungssonden schaffen hier Abhilfe: Mit ihnen ist selbst bei extremen Flugmanövern oder während Schräglagen eine korrekte Messung in Triebwerken möglich.

Dabei nimmt allerdings auch die Belastung des Bauteils nochmals zu. Dies ist speziell im Triebwerk auf Grund erhöhter thermischer Beanspruchungen der Fall.

Das Unternehmen Vectoflow hat sich auf die Entwicklung solcher Sonden spezialisiert. Das Spezialisten-Team setzt dabei seit der ersten Stunde auf die additive Fertigung, um die angesprochenen Herausforderungen zu lösen. Ein konkreter Fall zeigt, wie groß das Potenzial dieser Technologie ist: Die Ingenieure sollten einen äußerst aerodynamisch gestalteten Sondenverbund fertigen, ein sogenanntes Rake. Das bedeutete im Klartext, dass die Instrumente sehr klein und formoptimiert sein mussten, um die Strömung nicht zu stören. Gleichzeitig mussten sie Temperaturen von mehr als 1.000 Grad Celsius dauerhaft standhalten können.

## Lösung

„Unser Kunde, ein europäisches Forschungsunternehmen aus der Luft- und Raumfahrt, hatte immer wieder Probleme damit, dass die Sonden brachen, einfach weil sie



*Kielsonden, mit denen der Totaldruck im Triebwerksbereich gemessen wird. (Quelle: Vectoflow)*

aus vielen Teilen gefertigt und daher instabil waren. Wir fertigen unsere Sonden in einem Stück, um diese Problematik zu vermeiden“, erklärt Dipl.-Ing. Katharina Kreitz, Geschäftsführerin der Vectoflow GmbH. „Die additive Fertigung ermöglicht uns dabei nicht nur, die Kielsonden in einem Teil herzustellen – die spezielle Kiel-Architektur ist überhaupt nur mit der EOS-Technologie möglich. Wir können so besondere funktionsintegrierte Designs umsetzen und sehr kleine Kanal- und Gesamtgrößen realisieren.“

Bei der Formgebung legte Vectoflow zudem Wert darauf, dass Zahl und Auswirkungen möglicher Störfaktoren minimiert wurden, etwa bei der Entwicklung unerwünschter Nebengeräusche – denn auch die Akustikmessung zählte in diesem Fall zum Aufgabenbereich. Auch im Bereich der Hitzebelastbarkeit fanden die Ingenieure dank der schichtweisen Fertigung mit der EOS M 290 zielführende Lösungen. Die Thermolemente messen die Temperatur an der jeweiligen Messstelle. Die verwendete Nickellegierung kann zudem hohen Temperaturbereichen, wie den geforderten 1.000 Grad Celsius, sowie der zweifachen Schallgeschwindigkeit widerstehen, ohne an Funktionalität einzubüßen.

Um die bestmögliche Produktqualität zu erreichen, setzte Vectoflow überdies auf eine umfangreiche Nachbehandlung der Bauteile nach dem eigentlichen Produktionsvorgang. Speziell entwickelte Verfahren sorgen dafür, dass die Sonden besonders glatte Oberflächen erhalten – das sprichwörtliche perfekte „Finish“. Damit ist die aerodynamische Qualität der Sonde derart optimiert, dass auch hier keine negativen Auswirkungen bei ihrer eigentlichen Aufgabe anfallen: der Messung von Drücken und auch Temperaturen in der Grenzschicht der aus dem Triebwerk ausströmenden Luft zu messen.

### Ergebnisse

Die Herangehensweise des Vectoflow-Teams wusste den Kunden zu überzeugen, wie Katharina Kreitz bestätigt: „Wir haben sehr positive Rückmeldungen bekommen: Anders als die mit dem traditionellen spanenden Verfahren gefertigten Sonden konnte unser Exemplar durch seine Robustheit überzeugen; das Bauteil ist zum Beispiel um 150 Prozent steifer als bei konventioneller Fertigung. Außerdem trug die extrem geringe Dicke gemeinsam mit dem im Hinblick auf die Aerodynamik verbesserten Design und der Nachbehandlung entscheidend dazu bei, dass der Anwender von sehr genauen

Messergebnissen profitiert.“ Gebrochene Bauteile, wie es sie früher immer wieder gegeben hatte, sind damit passé.

Doch die Vorteile reichen noch deutlich weiter: So konnte der Anwender zum Beispiel die Wartungsintervalle für das Bauteil signifikant verlängern und anfallende Arbeiten nun auch im eingebauten Zustand vornehmen, was je nach Einsatzort Tage sparen kann – ein Faktor, der sich direkt positiv auf der Kostenseite niederschlägt und zudem für das hohe Maß an Robustheit und damit folglich auch für die Sicherheit steht. Darüber hinaus ermöglicht die additive Fertigung einmal mehr sehr kurze Produktionszeiten und damit eine rasche Lieferung der benötigten Komponenten: Den gesamte Zeitaufwand konnte Vectoflow auf etwa ein Drittel der ursprünglichen Dauer reduzieren, von der ersten Skizze bis zum fertigen Bauteil betrachtet.

Damit zeigt die additive Fertigung einmal mehr, wozu sie im Stande ist: Größtmögliche Flexibilität bei Design, Größe und Material treffen auf schnelle Herstellung und damit Lieferung an die Anwender sowie auf präzise, zuverlässige Bauteile mit einer langen Lebensdauer. Damit ist das Verfahren ideal geeignet für den Einsatz in der Luft- und Raum-

fahrtbranche, wo höchste Anforderungen an Sicherheit mit extremen Belastungen Hand in Hand gehen – bis in den Überschallbereich.

*„Unser Team vereint jahrelange Erfahrung im Bereich der fluiddynamischen Entwicklung und Industrie. Unser Unternehmensegeist treibt uns an und führt zu einer kontinuierlichen Verbesserung und Erweiterung unseres Produktportfolios. Dabei spielen innovative Produktionsmethoden naturgemäß eine tragende Rolle. Wir sind absolut überzeugt von der EOS-Technologie. Sie ist revolutionär.“*

Dipl.-Ing. Katharina Kreitz,  
Vectoflow GmbH

EOS GmbH  
Electro Optical Systems  
Hauptniederlassung  
Robert-Stirling-Ring 1  
D-82152 Krailling bei München  
Deutschland  
Tel.: +49 89 893 36-0  
Fax: +49 89 893 36-285

EOS Niederlassungen

EOS France  
Tel.: +33 437 49 76 76

EOS Greater China  
Tel.: +86 21 602307 00

EOS India  
Tel.: +91 44 39 64 80 00

EOS Italy  
Tel.: +39 02 33 40 16 59

EOS Korea  
Tel.: +82 2 6330 5800

EOS Nordic & Baltic  
Tel.: +46 31 760 46 40

EOS of North America  
Tel.: +1 248 306 01 43

EOS Singapore  
Tel.: +65 6430 05 50

EOS UK  
Tel.: +44 1926 67 51 10

[www.eos.info](http://www.eos.info) • [info@eos.info](mailto:info@eos.info)

Think the impossible. You can get it.

