

## ANWENDUNGEN IM FOKUS

---

*TURBINEN- UND VERDICHTERSCHAUFELN - MEHR EFFIZIENZ UND SICHERHEIT DURCH OTEC-FINISH*

### TRIEBWERKSSCHAUFELN FÜR DIE LUFT- UND RAUMFAHRTINDUSTRIE

Triebwerksschaufeln wie Verdichter- oder Turbinenschaufeln sind einer der wichtigsten Bestandteile für ein funktionierendes Triebwerkssystem. Ein Mantelstromtriebwerk beispielsweise besteht aus mehreren Komponenten. Vorne befindet sich der Fan, der die Luft ansaugt und in den Verdichter leitet. Dieser besteht aus mehreren aneinandergereihten Verdichterschaufeln, die in einem enger werdenden Rohr immer kleiner werdend angeordnet sind. Durch eine Rotationsbewegung wird die angesaugte Luft bis auf ein dreißigstel



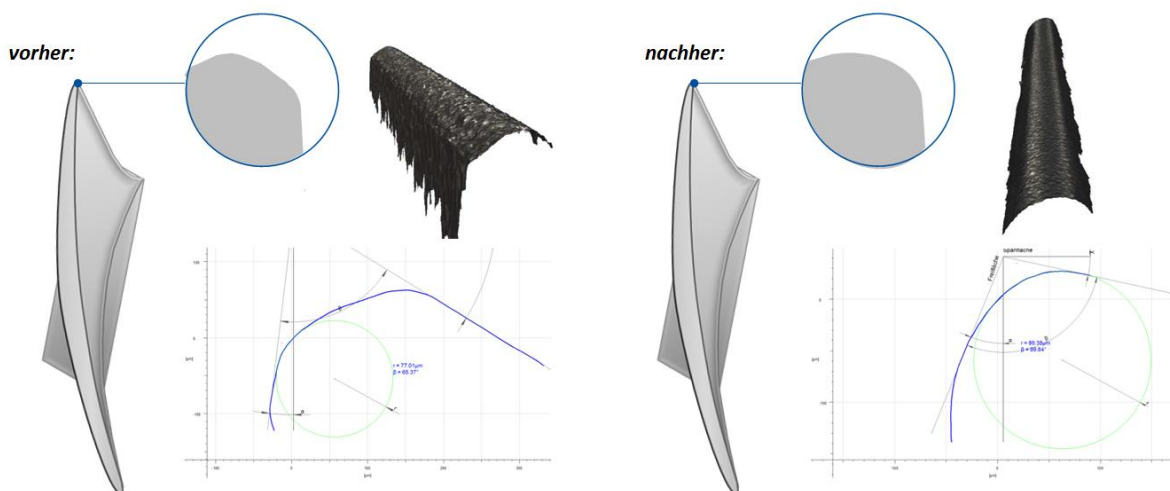
Turbinenschaufel vor und nach der Bearbeitung

ihres Volumens komprimiert. So steigen der Druck und die Temperatur des Gases. Die komprimierte und erhitzte Luft wird weiter in die Brennkammer geleitet, in der Kerosin eingespritzt wird, welches sich mit der verdichteten Luft vermischt und verbrennt. Mit der hieraus resultierenden Energie wird die Hochdruckturbine angetrieben. Dort sind die Turbinenschaufeln verbaut, die den Verdichter antreiben. Auch die dahinterliegende Niederdruckturbine wird mit dieser Energie in Bewegung versetzt. Die Niederdruckturbine besteht aus längeren Turbinenschaufeln und ist direkt mit dem Fan verbunden. Sie sorgt dafür, dass dieser rotiert. Der Fan saugt die Luft nicht nur in das Innere, sondern auch am Verdichter und der Turbine vorbei. Die kalte Luft, die hier am inneren Teil vorbeigeleitet wird, erzeugt die größte Kraft für den Vortrieb. Der Prozess im Inneren des Triebwerks sorgt lediglich dafür, dass das Triebwerk am Laufen bleibt. 20% des Vortriebes wird also über den Abgasstrom und 80% über den Fan erreicht. Turbinen- sowie Verdichterschaufeln sind hohen Temperaturen und Drücken ausgesetzt. An die eingesetzten Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren werden daher hohe Anforderungen gestellt.

## ANWENDUNGEN IM FOKUS

Die in der Luft- und Raumfahrt eingesetzten Triebwerksschaufeln bestehen meist aus schwer zerspanbaren Werkstoffen und unterliegen geringen Toleranzen, die für eine perfekte Luftströmung und höchste Verschleißfestigkeit eingehalten werden müssen. Sie sind extremen Temperaturen von bis zu 1000°C ausgesetzt. Auch die Oberflächen der Schaufeln müssen deshalb von höchster Qualität sein und optimal an die Bedingungen im Triebwerk angepasst werden. OTECE hat einen speziellen Prozess entwickelt, in dem die Effizienz und Sicherheit von Triebwerksschaufeln verbessert und weniger Ausschussteile produziert werden.

Für positive Effekte sorgt das Glätten der Airfoil, dem Schaufelkörper. Je nach gewünschtem Ergebnis kann die Oberfläche in wenigen Minuten auf Werte von bis zu  $R_a < 0,2 \mu\text{m}$  geglättet werden. Dadurch erhöht sich der Wirkungsgrad der Schaufel. Der Abtrag erfolgt gleichmäßig und es wird nur sehr wenig Material von der Oberfläche abgetragen. Durch die Instandsetzung der Leading- und Trailing Edge mittels gezieltem Verrunden können Ausschussteile reduziert werden. Durch den vorhergehenden Bearbeitungsprozess z.B. durch Strahlen kann die Leading- und Trailing Edge beschädigt werden. Mit dem von OTECE entwickelten Verfahren können diese Kanten der Schaufeln auf einen vorgegebenen Radius verrundet und dadurch wieder instandgesetzt werden. Die Verrundung erfolgt gezielt und mit minimalem Abtrag.



Ergebnisse nach Verrundung der Schaufelkanten im Streamfinish-Verfahren

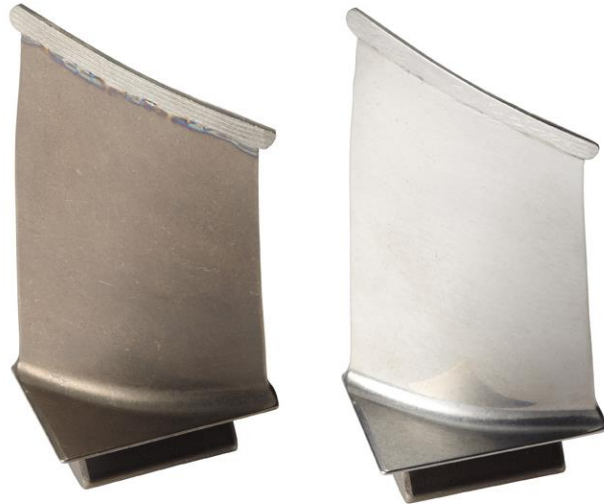
Das Entgraten der Root verhilft zu einer höheren Sicherheit, da verhindert wird, dass sich die Schaufel in der Disk verkantet. Die Oberflächenbearbeitung verlängert nicht nur die Lebensdauer der Schaufeln, sondern auch deren Effizienz. Außerdem sind die Bauteile somit ideal auf eine

## ANWENDUNGEN IM FOKUS

---

nachfolgende Beschichtung vorbereitet. Das Glätten und Verrunden der Triebwerksschaufeln ist dank des innovativen OTEC Streamfinishprozesses in einem Arbeitsgang möglich.

Beim Streamfinish-Verfahren werden die Schaufeln in die Maschine eingespannt und in einen mit Verfahrensmitteln gefüllten Behälter abgesenkt. Die Bearbeitung erfolgt einerseits durch die Rotation des Behälters und andererseits durch die Bewegung des Werkstückes im Mediastrom. Die Schaufeln werden in der Maschine getaktet angeströmt, das heißt der Ausrichtungswinkel des Werkstückes wechselt in kurzen



OTEC-Finish für glatte Oberflächen und verrundete Kanten

Zeitabständen. Die Bearbeitung ist dadurch gezielt auf bestimmte Stellen am Werkstück ausrichtbar. So lässt sich eine glatte Oberfläche und eine Verrundung auf ein definiertes Maß erzielen ohne, dass die Form der Schaufel beeinträchtigt wird. Ein wichtiger Vorteil des OTEC-Prozesses sind die extrem kurzen Bearbeitungszeiten im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren. Je nach Größe und Ausgangszustand des Werkstückes dauert die Oberflächenbearbeitung von Triebwerksschaufeln zwischen 2 und 20 Minuten. Da die Schaufeln einzeln eingespannt werden, entsteht keinerlei Beschädigung an der Werkstückoberfläche. Alle Bearbeitungsschritte können in einer Maschine durchgeführt werden. In der Streamfinishanlage SF-5 ist eine Bearbeitung von bis zu 5 Triebwerksschaufeln gleichzeitig möglich, womit eine hohe Ausbringung und Wirtschaftlichkeit gewährleistet wird. Tests nach der OTEC-Bearbeitung zeigen positive Ergebnisse bei Prüfung auf Eigenspannung, Dauerfestigkeit und Fluoreszenzkontrolle.

Triebwerksschaufeln werden nicht nur in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt, sondern beispielsweise auch zur Energiegewinnung. Die Oberflächenbearbeitung von Schaufeln aus Energieturbinen ist in OTEC-Maschinen ebenso realisierbar.



## ANWENDUNGEN IM FOKUS

---

### **Das Unternehmen**

Die OTEC GmbH bietet Präzisionstechnologie für die Erzeugung perfekter Oberflächen. Maschinen von OTEC zum Entgraten, Schleifen, Glätten und Polieren dienen zur rationellen Oberflächenveredlung von Werkzeugen und Produkten. Mit einem Netz aus über 60 Vertretungen ist OTEC weltweit vor Ort für internationale Kunden aus vielen Branchen. Kunden profitieren von dem umfassenden Know-how des Technologieführers OTEC in der Entwicklung des perfekten Zusammenspiels von Maschine und Verfahrensmittel.

### **Pressekontakt**

OTEC Präzisionsfinish GmbH  
Heinrich-Hertz-Straße 24  
75334 Straubenhardt-Conweiler  
Tel. + 49 (0) 70 82 - 49 11 20  
Fax + 49 (0) 70 82 - 49 11 29  
info@otec.de  
www.otec.de