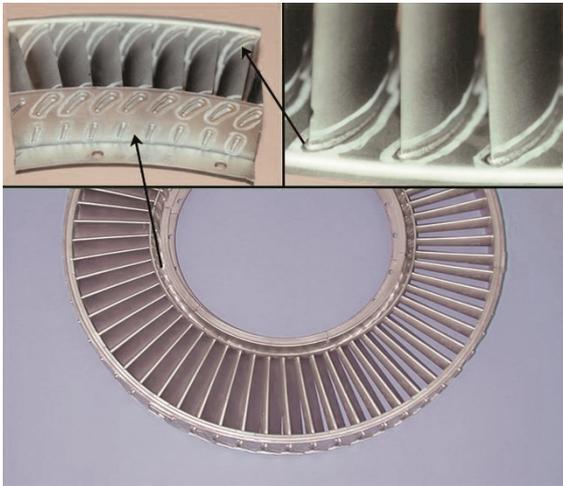


## Einblick in unseren Alltag:

### Wie reparieren wir Turbinenbauteile?



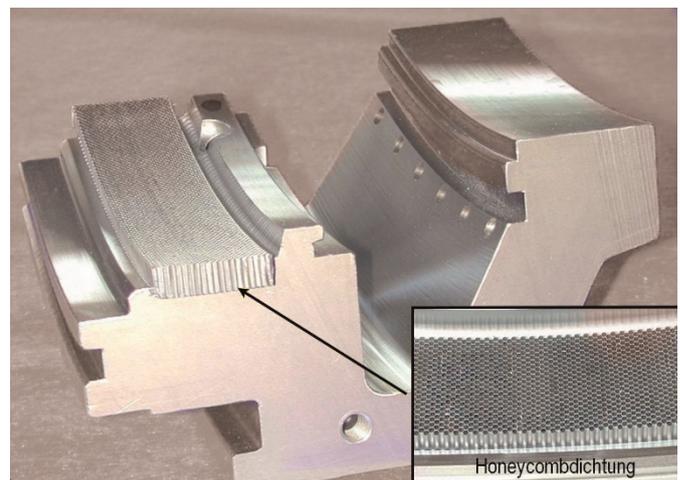
Gasturbinenbauteile, für fliegende und stationäre Anwendungen, sind sehr teuer und sind hohen Beanspruchungen ausgesetzt. Deshalb ist die Reparatur dieser Bauteile ein wichtiger Beitrag zur Ressourcenschonung und Kosteneinsparung. Die erste Abbildung zeigt einen Leitapparat einer Jet-Turbine aus Inconel nach dem Reparaturlöten. Bei den einzelnen Leitschaufelsegmenten werden sowohl ganze Schaufeln ersetzt als auch Oberflächenschäden auf noch einsatzfähigen Schaufeln beseitigt.

Bei einem Schaufeltausch wird die zu ersetzende Schaufel mittels Erodieren entfernt, die neue Schaufel eingesetzt, durch Schweißen fixiert und anschließend mit Ober- und Unterband verlötet. Bei der Reparatur von Oberflächenschäden, wie Kavitäten, wird auf die vorher gereinigte Oberfläche ein Gemisch aus

Lot- und Grundwerkstoffpulver in Pastenform aufgebracht. Beim anschließenden Lötprozess schmilzt das Lot auf, legiert sich mit dem Grundwerkstoffpulver und füllt die Kavität wieder auf. Neben den Anforderungen Rissfreiheit und Hochtemperaturbeständigkeit ist insbesondere auf einen minimierten Verzug zu achten, da die Leitschaufelsegmente ja bereits ihre Endgeometrie besitzen. Für diese Anwendung werden borfreie, hochschmelzende Nickelbasislote eingesetzt.

### Wie erhöhen wir den Wirkungsgrad von Gasturbinen?

Ein Beispiel für die Kombination von extrem dünnwandigen mit sehr massiven Komponenten repräsentiert das gezeigte Bauteil einer stationären Gasturbine. Diese sogenannten Shroudsegmente werden zu einem Ring zusammengesetzt gegen den die Schaufeln des Turbinenrotors streifen. Um den Spalt zwischen Schaufelspitze und Rotorgehäuse möglichst klein zu halten und somit den Wirkungsgrad der Turbine zu optimieren werden Honeycombdichtungen eingesetzt, in die sich die Schaufelspitzen einschleifen können. Der Grundkörper des Shrouds besteht aus einem martensitischen Cr-Stahl. Damit die Schaufelspitze beim Anstreifen nicht beschädigt wird ist die Honigwabenstruktur aus sehr dünnwandigen Nickelbasisfolien aufgebaut. Die



Anforderungen an den Lötprozess und die Lötnaht sind vielfältig. Einerseits soll die Honeycombstruktur ganzflächig verlötet sein, um ein Abreißen im Betrieb auszuschließen, andererseits soll die Erosion der Honigwabe vermieden werden. Dieser Effekt tritt auf, wenn der Fügepartner und das Lot chemisch ähnlich sind. Wegen der geforderten Hochtemperaturbeständigkeit muss mit einem Nickelbasislot gelötet werden, dass jedoch ein hohes Lösungsvermögen für den Honeycombwerkstoff hat. Deshalb sind Lotmenge, Löttemperatur und -zeit genauestens zu kontrollieren. Solche Anforderungen sind nur durch einen Ofenprozess, in einer Anlage mit hoher Temperaturgleichmäßigkeit, zu erfüllen. Bei diesem Bauteil findet das Löten und Härten in einem Prozess statt.