

# Herstellung/Nachbearbeitung von Turbinenblisks durch Präzises Elektrochemisches Bearbeiten

M. Burger, A. Platz, E. Werner

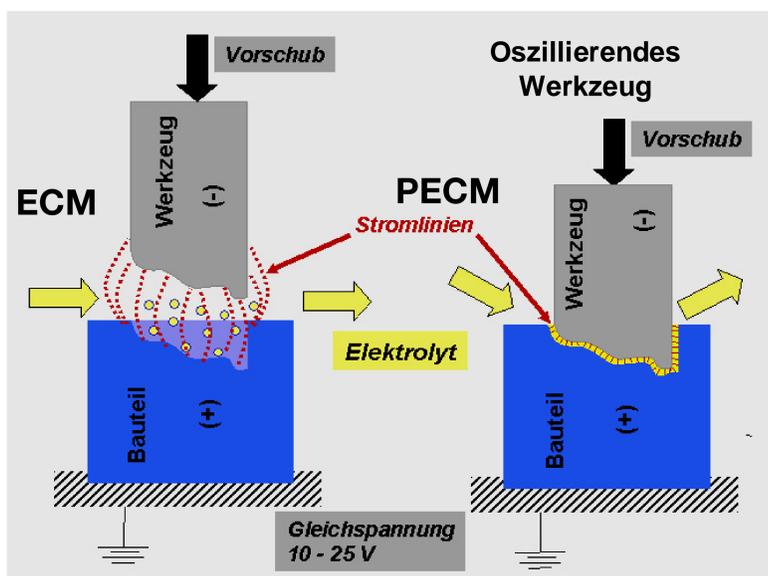
## Einleitung

Die Anforderungen an Triebwerke in der Luftfahrtindustrie werden immer höher. Es wird mehr Leistung, bei gleichzeitiger Gewichtsreduzierung gefordert. Bei steigender Leistung ergeben sich höhere Belastungen und Anforderungen an die einzelnen Triebwerkskomponenten. Dies erfordert feste und hochtemperaturbeständige Materialien. Dabei kommen vorwiegend **Nickelbasis-Legierungen** zum Einsatz, die sehr gute Festigkeitseigenschaften bis zu einer Temperatur von 950°C aufweisen und in der Regel schlecht zerspanbar sind. Deshalb bietet das **ElectroChemical Machining (ECM)** und das **Pulsed ElectroChemical Machining (PECM)** eine interessante und wirtschaftliche Alternative, derartige Werkstoffe und Bauteile ohne Werkzeugverschleiß zu bearbeiten, und hierbei eine sehr hohe Maßhaltigkeit zu erreichen.

## Übersicht

Zunächst werden im Rahmen des Projektes Grundlagenversuche zu relevanten Parametern des PECM-Prozesses durchgeführt. Des Weiteren wird das elektrochemische Abtragsverhalten von verschiedenen Hochleistungslegierungen der Luftfahrt (IN718, IN100, IN713, etc.) untersucht. Es werden außerdem Versuche zu Oberflächenstrukturierungen der Legierungen durchgeführt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Betrachtung des Abtragsverhaltens von gefügten Verbindungen unterschiedlicher Werkstoffe und deren Fügezone. Abschließend wird der PECM-Prozess simuliert und die Ergebnisse der Simulation mit den Experimenten verglichen.

## ECM/PECM



ECM	PECM
- Ungepulster Gleichstrom	- Gepulster Strom
- Arbeitsspalt bis 1 mm	bestimmter Frequenz
- Ungenaue Abbildung	- Mech. Osz. der Elektroden
- Vorschub bis 3 mm/min	- Arbeitsspalt 0,01-0,1 mm
- Keine mech. Oszillation der Elektroden	- Vorschub ca. 0,1 mm/min
	- Exakte Abbildung

## Blisk



## Prozesskette

### ECM-Vorschlichten



Aufmass 1,5-3 mm  
ca. 17 min/Schaufel

### PECM-Finish



Nenngeometrie nach Zeichnungsforderung  
ca. 11 min/Schaufel

➔ **Einsparung ggü. zerspanenden Verfahren mind. 30 %**

## Physikalischer Hintergrund

Faradaysches-Gesetz für den Metall-Abtrag:  $V = V_{sp} \cdot I \cdot t$  [mm<sup>3</sup>]

Stromdichte:  $s_E = I/A$  [A/mm<sup>2</sup>]

Abtragsgeschwindigkeit:  $v_A = V_{sp} \cdot s_E$  [mm/min]

$V$  = Vol. an abgetragenem Werkstoff

$V_{sp}$  = spez. Abtragsrate (Ni-Leg. ca. 2 mm<sup>3</sup>/A·min)

$t$  = Prozesszeit;  $I$  = Strom

$A$  = Aktive Oberfläche der Elektrode

## Prozessrelevante Parameter

- Geometrie (Werkzeug/Werkstück)
- Werkstoff (Kathode/Anode)
- Strom (dir. proportional zum Materialabtrag)

- Spannung, Frequenz, Arbeitsspalt, etc.
- Elektrolyt (Temperatur, Leitfähigkeit, Viskosität, etc.)
- Elektrolytspülung (Strömungsverhältnisse, etc.)