

Slurry-Aluminierung zur Risschließung in gedruckten Bauteilen aus Nickelbasis-Superlegierungen

Die additive Fertigung mit metallischen Werkstoffen ermöglicht die schichtweise Herstellung von präzisen und komplexen Bauteilen durch den Einsatz von Metallpulvern und einem Schmelzprozess mittels Laser- oder Elektronenstrahl. Diese Technologie eröffnet neue Möglichkeiten für die Herstellung von Bauteilen mit komplexen Geometrien und inneren Hohlräumen, die mit herkömmlichen Verfahren nur schwer zu realisieren sind. Außerdem können hochfeste und leichte Metalle wie Titan oder Aluminium effizient eingesetzt werden. Die additive Fertigung wird in verschiedenen Branchen wie der Luft- und Raumfahrt, der Medizintechnik und der Automobilindustrie eingesetzt. Durch die stetigen Fortschritte in den Materialwissenschaften und Drucktechnologien gewinnt sie als flexible und kostengünstige Fertigungsmethode zunehmend an Bedeutung.

Beim Druck von Bauteilen aus Nickelbasis-Superlegierungen mit einem hohen Anteil an intermetallischer γ' -Phase kann es während des Erstarrungsprozesses und/oder der nachfolgenden Wärmebehandlung zur Rissbildung kommen. Das Diffusionsaluminieren mittels Slurry wird zur Herstellung von Aluminidschichten wie NiAl-Schichten (Nickel, Aluminium) zum Schutz von Turbinenbauteilen vor Hochtemperaturoxidation eingesetzt. Die Slurry-Aluminierung dringt je nach Wärmebehandlung bis zu 100 μm tief in die Oberfläche ein und reichert den Grundwerkstoff mit Aluminium an. Mit dieser Technologie sollen auch kleine Erstarrungsrisse in der Oberfläche von gedruckten Bauelementen nach dem LPBF-Prozess (Laser Powder Bed Fusion) geschlossen werden, so dass in einem abschließenden HIP (Heißisostatisches Pressen) oberflächennahe Risse sowie Risse im gedruckten Bauelement geschlossen werden.

Nachfolgend werden zwei Verfahren vorgeschlagen, bei denen die Slurry-Aluminierung zum Schließen von Rissen in gedruckten Bauteilen aus Nickelbasis-Superlegierungen mit anschließendem HIP-Prozess eingesetzt wird. Die erste Variante ist in Abbildung 1 dargestellt und läuft wie folgt ab:

1. Die Bauteile werden mittels LPBF aus heißrissanfälligen Nickelbasis-Superlegierungen mit hohem Anteil an γ' -Phase hergestellt.
2. Die Bauplattform wird in Slurry Coating getaucht und ca. 24 Stunden an der Luft getrocknet.
3. Es folgt eine Wärmebehandlung im Ofen bei ca. 1100°C, 4 Stunden Diffusionsglühen, der HIP-Prozess zur Risschließung und abschließend Reinigungsstrahlen.

Die zweite Variante ist in Abbildung 2 dargestellt und umfasst einen zusätzlichen Arbeitsschritt.

1. Die Bauteile werden mittels LPBF aus heißrissanfälligen Nickelbasis-Superlegierungen mit hohem Anteil an γ' -Phase hergestellt.
2. Eine Rissöffnungsglühung erzwingt ein strain age cracking als Folge der γ' -Ausscheidung.
3. Die Bauplattform wird in Slurry Coating getaucht und ca. 24 Stunden an der Luft getrocknet.
4. Es folgt eine Wärmebehandlung im Ofen bei ca. 1100°C, 4 Stunden Diffusionsglühen, der HIP-Prozess zur Risschließung und abschließend Reinigungsstrahlen.

Diese Verfahren ermöglichen eine Risschließung nach dem LPBF-Verfahren bzw. im HIP-Endverfahren und eine Aluminiumanreicherung an der Bauteiloberfläche.

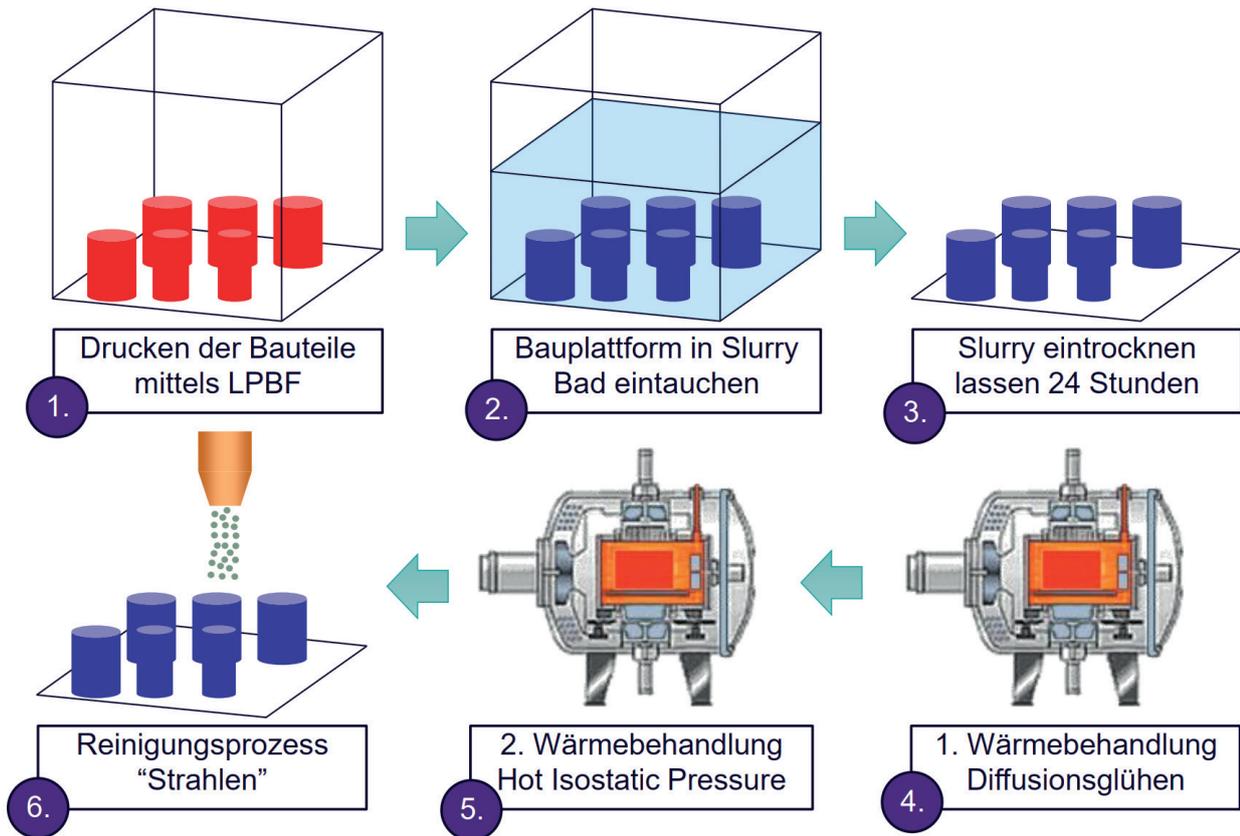


Abbildung 1: Erste Variante im Überblick

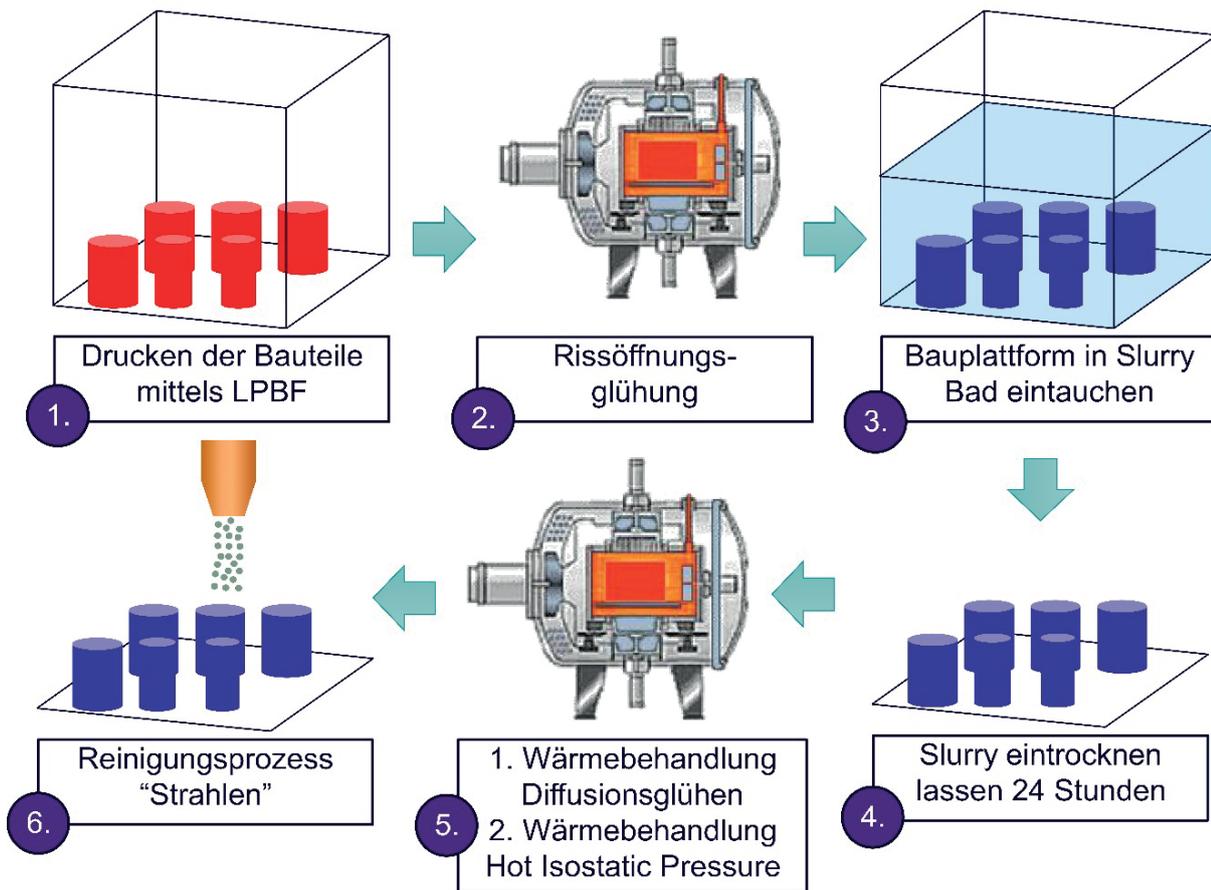


Abbildung 2: Zweite Variante im Überblick