

Pressemitteilung

Powder Blends machen es möglich: Additiv gefertigte Stähle mit maßgeschneiderten Eigenschaften Dank gezielt zusammengesetzter LPBF-Legierungen

Maßgeschneiderte Legierungen für das Laser Powder Bed Fusion (LPBF) – noch ist die Auswahl auf dem Markt sehr limitiert. Dabei ermöglichen speziell für das LPBF zusammengesetzte Legierungen eine optimale Fertigung sowie anwendungsangepasste mechanische und mikrostrukturelle Komponenten-Eigenschaften. Die Herstellung solcher LPBF-Legierungen mittels Powder Blends ist ein vielversprechender Ansatz: Vorlegierte, bereits etablierte Pulverwerkstoffe werden in ihrer chemischen Zusammensetzung durch Zugabe elementarer Pulver gezielt beeinflusst. Wissenschaftler*innen des Lehrstuhls Digital Additive Production DAP und des Instituts für Eisenhüttenkunde IEHK der RWTH Aachen stellten diesen Ansatz auf die Probe und konnten in ihren Versuchen die Eigenschaften additiv hergestellter Stähle gezielt modifizieren.

„Geometry for free“ und „Complexity for free“, das sind *die* Kernbotschaften des Additive Manufacturing (AM). Eigentlich aber geht noch mehr: Auch die mikrostrukturellen und mechanischen Eigenschaften der aufgebauten Komponenten können durch gezielte Zusammensetzungen des Pulverwerkstoffs an spätere Anwendungsanforderungen angepasst werden. Das AM-Verfahren Laser Powder Bed Fusion (LPBF) greift zu diesem Zweck derzeit auf vorlegierte Pulverwerkstoffe zurück. Sie sind zwar bereits in einigen pulverbasierten AM-Verfahren etabliert, jedoch nicht speziell für das LPBF entwickelt und weisen ein entsprechendes Optimierungspotenzial auf. Hier setzt das sogenannte Rapid Alloy Development (RAD) an: Vorlegierte Pulverwerkstoffe werden unter anderem als Ausgangsbasis genutzt und durch Zugabe elementarer Pulver zweckvoll verändert, um für die LPBF-Verarbeitung effizient optimiert zu werden – es entstehen Powder Blends.

Über Kohlenstoff zu maßgeschneiderten Eigenschaften

Im Anwendungsbeispiel des Lehrstuhls DAP und des Instituts IEHK modifizierten die Forschenden die Eigenschaften eines vorlegierten Stahlpulvers (X30Mn22) durch präzise Anpassung des Kohlenstoffgehalts (C). Kohlenstoff hat einen großen Einfluss auf die Verarbeitbarkeit des Werkstoffs im LPBF-Prozess sowie die Zugfestigkeit und Bruchdehnung der gefertigten Komponenten.

Zur Untersuchung der Eigenschaften bei unterschiedlichen Pulverzusammensetzungen wurden Powder Blends bestehend aus X30Mn22-Pulver und verschiedenen hohen Anteilen Kohlenstoffpulver für den LPBF-Prozess qualifiziert (bis zu 1.2 wt% C); dabei konnte für alle Zusammensetzungen eine rel. Dichte von >99,8% erreicht werden.

Redaktion

Yvonne Dobrzanski-Esser, B.A. (Kombi) | Head of Marketing & Communications | RWTH Aachen Lehrstuhl Digital Additive Production | yvonne.dobrzanski-esser@dap.rwth-aachen.de | Telefon +49 241 8040 533 | Campus-Boulevard 73, 52074 Aachen, GERMANY

Nach erfolgreicher LPBF-Prozessqualifizierung zur Verarbeitung der Powder Blends wurden weitere Proben zur Analyse der Mikrostruktur und der mechanischen Eigenschaften hergestellt. Eine Elektronenstrahlmikroanalyse zeigte, dass sich der Kohlenstoff gleichmäßig in der Matrix verteilt und somit in die Legierung übergegangen ist. Bild 1 zeigt diesen homogenen Übergang durch die gleichmäßige Veränderung der Farbe. Außerdem verglichen die Wissenschaftler*innen das Verhalten der Proben, die aus Powder Blends hergestellt wurden, mit den bekannten Eigenschaften der Proben, die aus vorlegiertem Stahlpulver der Ausgangszusammensetzung gefertigt wurden. Zugversuche zur Analyse der mechanischen Eigenschaften belegten die erfolgreiche Anpassung der Pulverwerkstoffeigenschaften: Die Zugfestigkeit als auch die Bruchdehnung variieren gemäß der Zugabe der Kohlenstoffmenge (Bild 2).

RAD: Powder Blends die Lösung zur Herstellung von AM-Pulverwerkstoffen?

Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse zeigen: Die am Lehrstuhl DAP und Institut IEHK entwickelte RAD-Vorgehensweise auf Basis von Powder Blends ist ein vielversprechender Ansatz zur schnellen und ressourceneffizienten Qualifikation und Entwicklung AM-optimierter Legierungen. Darüber hinaus kann die chemische Legierungszusammensetzung mithilfe dieses Ansatzes justiert werden, um die mikrostrukturellen und mechanischen Eigenschaften der zu fertigenden Komponenten gezielt zu beeinflussen und reproduzierbar herzustellen.

Ausblick

Zukünftig wird das mechanische Verhalten konkreter Komponenten, die aus AM-optimierten Powder-Blend-Legierungen hergestellt wurden, genauer erforscht. Zudem werden ihre Eigenschaften mit denen verglichen, die Komponenten aufweisen, die ausschließlich aus vorlegiertem Pulver hergestellt wurden, um weitere mögliche Vorteile zu identifizieren.

Stichwort „Multidimensionales Design“: In Kombination mit der AM-Designfreiheit, sind dem Optimierungspotenzial unterschiedlichster Komponenten durch Nutzung der AM- und anwendungsangepassten Legierungen perspektivisch kaum Grenzen gesetzt.

Dieses Forschungsvorhaben wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (EXC 2023 Internet of Production- 390621612) sowie das Bundesministerium für Bildung und Forschung (MatAM, project ID 03XP0264).

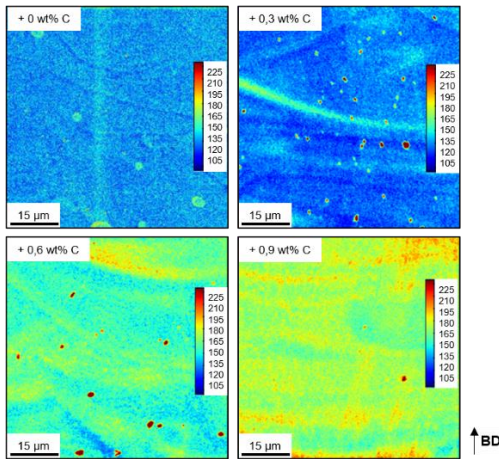


Bild 1:
Elektronenstrahlmikroanalyse des Kohlenstoff-Gehaltes im as-built Zustand der verschiedenen Legierungen.
© RWTH DAP/ IEHK.

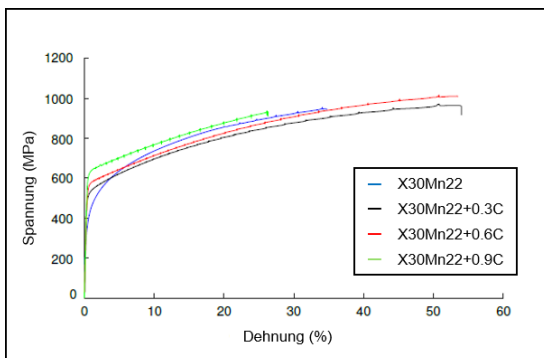


Bild 2:
Spannungs-Dehnungs-Diagramm der untersuchten Zusammensetzungen.
© RWTH DAP / IEHK.

Mit der Berufung von Prof. Johannes Henrich Schleifenbaum wurde der **Lehrstuhl Digital Additive Production DAP** im August 2016 an der **RWTH Aachen** gegründet. Für ein nachhaltiges Morgen erforschen und entwickeln mittlerweile mehr als 120 motivierte und talentierte Mitarbeiter*innen in einem starken Netzwerk die Zukunft der Digitalisierung sowie der Additiven Fertigung (engl. Additive Manufacturing [AM]): Von der Digitalisierung und Vernetzung der Produktion über die Materialien und Fertigung bis hin zur Nachbearbeitung und Qualitätssicherung. Die Erkenntnisse dieser Forschungsarbeiten bilden den Grundstein zur nachhaltigen Implementierung der Digitalisierung und Additiven Fertigung in das industrielle Umfeld.

Kontakt

Dr.-Ing. Patrick Köhnen, M. Sc. | Gruppe Advanced Materials and Processes | patrick.koehnen@dap.rwth-aachen.de | Telefon +49 241 8040 622 | RWTH Aachen Lehrstuhl Digital Additive Production

Simon Ewald, M. Sc., IWE | Gruppe Advanced Materials and Processes | simon.ewald@dap.rwth-aachen.de | Telefon +49 241 8040 540 | RWTH Aachen Lehrstuhl Digital Additive Production