

Saubere Gasturbinen aus dem 3D-Drucker

24.9.2026 - Jutta Witte | Universität Stuttgart

Die neue Technologie eignet sich für viele Kraftstoffe und soll die Energiewende vorantreiben. Forschende der Universität Stuttgart und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt wollen sie jetzt in die Anwendung bringen.

Wenn Sonne und Wind nicht ausreichen, um den Energiebedarf zu decken, springen Gasturbinen ein: Sie verbrennen Erdgas, um auf diese Weise Strom zu erzeugen. In Zukunft sollen sie möglichst klimaneutral mit Wasserstoff, Methanol oder anderen eFuels betrieben werden. Forschende der Universität Stuttgart entwickeln Einspritzsysteme, mit denen kompakte Gasturbinen unterschiedlichste Kraftstoffe sauber verbrennen können. Diese Injektoren wollen sie dabei einfach in den Brenner „drucken“.

„Dass beim Bau von Gasturbinen 3D-Drucker zum Einsatz kommen, ist heute nicht mehr außergewöhnlich“, betont Dr. Fabian Hampp, Nachwuchsgruppenleiter am Institut für Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt (IVLR) der Universität Stuttgart. „Für eine der wichtigsten Komponenten galt das jedoch bislang meist nicht - die Injektionssysteme, die den Kraftstoff in die Brennkammer spritzen.“

Gemeinsam mit Prof. Dr. Hans-Christian Möhring, Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Stuttgart, und Dr. Oliver Lammel, Wissenschaftler am Institut für Verbrennungstechnik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), will Hampp diese Forschungs- und Entwicklungslücke schließen und einen Injektor für kompakte Gasturbinen im 3D-Druckverfahren herstellen. Die neue Technologie soll nicht nur Kosten sparen, sondern auch noch ein zweites Problem lösen: Das Einspritzsystem soll die Verbrennung unterschiedlichster Energieträger ermöglichen - von Wasserstoff über eFuels bis hin zu herkömmlichen Brennstoffen. Und das so gut, dass dabei kaum Schadstoffe entstehen. Im Transferprojekt AMFlexInj (Additiv gefertigte Mikro-Injektionskonzepte als Enabler für brennstoffflexible und emissionsarme Verbrennungssysteme) will das Team das neue Verfahren für die breite Anwendung erproben.

Technologie aus Flugzeugturbinen ermöglicht ruß- und stickoxidarme Verbrennung

Bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Gase oder Flüssigkeiten - dazu zählen neben Benzin und Kerosin auch Erdgas, Methanol oder andere eFuels - können unter anderem Ruß und Stickoxide frei werden. Beide Substanzklassen gilt es zu minimieren, da sie umwelt- und gesundheitsschädlich sind. „Sie bilden sich vor allem dann, wenn der Brennstoff und die Luft nicht gut genug gemischt sind“, erklärt Hampp. „Daher sind Einspritzsysteme so konzipiert, dass sie einen möglichst feinen Brennstoffnebel und ein homogenes Gemisch erzeugen.“

Das ist auch der Grund dafür, dass die Injektoren zumindest bei kleineren Turbinen bislang nicht im 3D-Druckverfahren hergestellt werden konnten. Beim herkömmlichen Powder Bed Fusion of Metals-Verfahren wird eine dünne Schicht Metallpulver auf einer Bauplattform verteilt und anschließend lokal durch einen Laser aufgeschmolzen. Nach dem Erstarren wird die Bauplattform abgesenkt, eine neue Pulverschicht aufgetragen und der Vorgang schichtweise wiederholt, bis das Bauteil vollständig aufgebaut ist. Schicht für Schicht entstehen so komplexe Strukturen - Wände,

Hohlräume, Verbindungsgänge. „Das Problem dabei: Die Oberflächen dieser gedruckten Strukturen sind nie ganz glatt“, sagt Hans-Christian Möhring. „Das sorgt für Probleme, wenn man eine definierte Kraftstoffmenge über kleinste Öffnungen als feinen Nebel in eine Brennkammer spritzen möchte.“

Den Arbeitsgruppen ist es jedoch gelungen, ein Einspritzsystem zu konzipieren, dass trotz der Rauheit der 3D-gedruckten Komponenten funktioniert. Die hierzu entwickelten Möglichkeiten der additiven Fertigung erlaubten es dabei erstmals, ein aus Flugzeugturbinen bekanntes Funktionsprinzip stark zu miniaturisieren und in ein innovatives Injektorkonzept zu überführen. „Wir konnten damit im Labor sehr saubere Verbrennungsvorgänge durchführen“, erklärt Möhring. Damit könnte es künftig möglich sein, die Herstellungskosten von Gasturbinen deutlich zu senken. Denn die Brennkammern werden oft ohnehin bereits im 3D-Druck produziert.

©

Additiv gefertigtes Einspritzsystem für die saubere Verbrennung alternativer und fossiler Kraftstoffe in Gasturbinen.

Einspritzdüsen arbeiten mit unterschiedlichen Kraftstoffen von Wasserstoff bis Kerosin

Die neuartigen Injektoren arbeiten zudem mit sehr unterschiedlichen Brennstoffen. Normalerweise sind Einspritz-Systeme auf einen bestimmten Kraftstoff spezialisiert. Es ist ein großer Unterschied, ob Wasserstoff, Erdgas oder das vergleichsweise zähflüssige Kerosin in die Brennkammer gespritzt wird. Eine ideale Gemischbildung wird daher meist nur für einen spezifischen Brennstoff erreicht. „Der spezielle Aufbau unserer Düsen ermöglicht es jedoch, eine große Bandbreite von Energieträgern sauber zu verbrennen“, sagt Hampp. Diese Flexibilität ist wichtig, da momentan noch nicht absehbar ist, mit welchen Kraftstoffen Gasturbinen künftig betrieben werden. Sie könnte zudem dazu beitragen, geopolitische Abhängigkeiten von bestimmten Energieträgern zu entschärfen. Zumal sich auch alte Turbinen auf die neue Einspritz-Technologie umrüsten lassen sollten.

Bislang hat sich der Injektor lediglich unter Laborbedingungen beweisen müssen. Die beteiligten Arbeitsgruppen wollen nun die Herstellungsparameter für den 3D-Druck sowie die Düsen-Geometrie weiter optimieren. Im nächsten Schritt wollen sie einen Prototypen konstruieren und in einer praxisnahen Umgebung mit verschiedenen Brennstoffen in Kooperation mit dem DLR Stuttgart erproben. Ziel ist es, verschiedene Brennstoffe bei hoher Leistungsdichte und gleichzeitig geringen Emissionen und Kosten nutzen zu können.

Zum Projekt

Für das Validierungsprojekt AMFlexInj (Additiv gefertigte Mikro-Injektionskonzepte als Enabler für brennstoffflexible und emissionsarme Verbrennungssysteme) stellt das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) den Partnern bis Ende 2029 1,5 Millionen Euro zur Verfügung. Ziel der sogenannten VIP+-Förderung ist es, Forschungsergebnisse zur Anwendungsreife zu bringen. Die Universität Stuttgart kooperiert dazu mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Stuttgart. Wichtige Grundlagen für AMFlexInj wurden im ICM bottom-up Projekt ICM-BUP-28 und im DFG Projekt SPP 2419 - HyCAM gelegt.

Informationen zum Projekt:

<https://www.validierungsfoerderung.de/validierungsprojekte/amflexinj>

Weitere Projekte der Universität Stuttgart für eine postfossile Zukunft

<https://www.uni-stuttgart.de/universitaet/aktuelles/meldungen/Saubere-Gasturbinen-aus-dem-3D-Drucker>