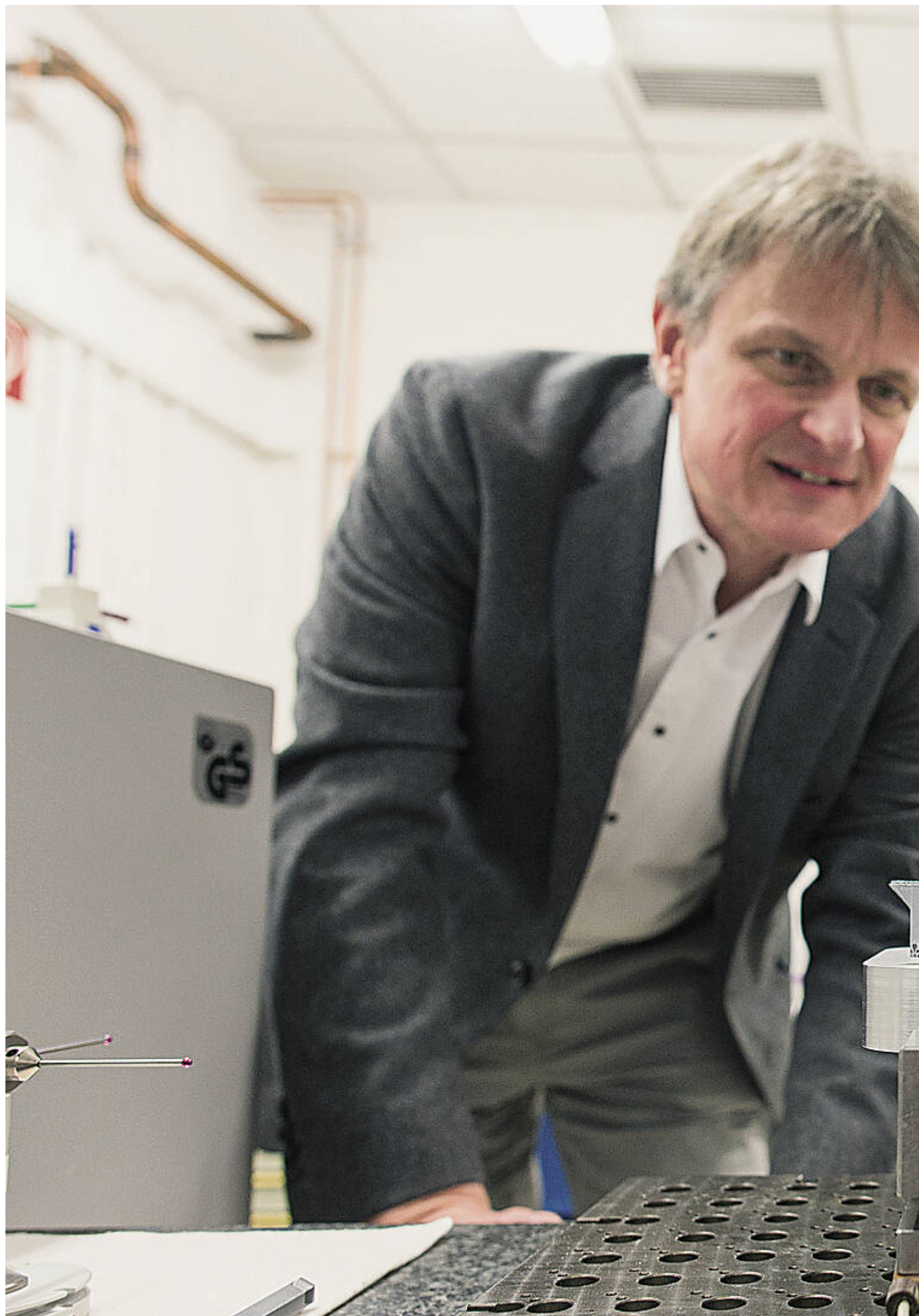


Universität des Saarlandes

Toleranzen im Mikrometerbereich

Elektrischer Strom bringt Metallbauteile aus dem 3D-Drucker hochpräzise in Form

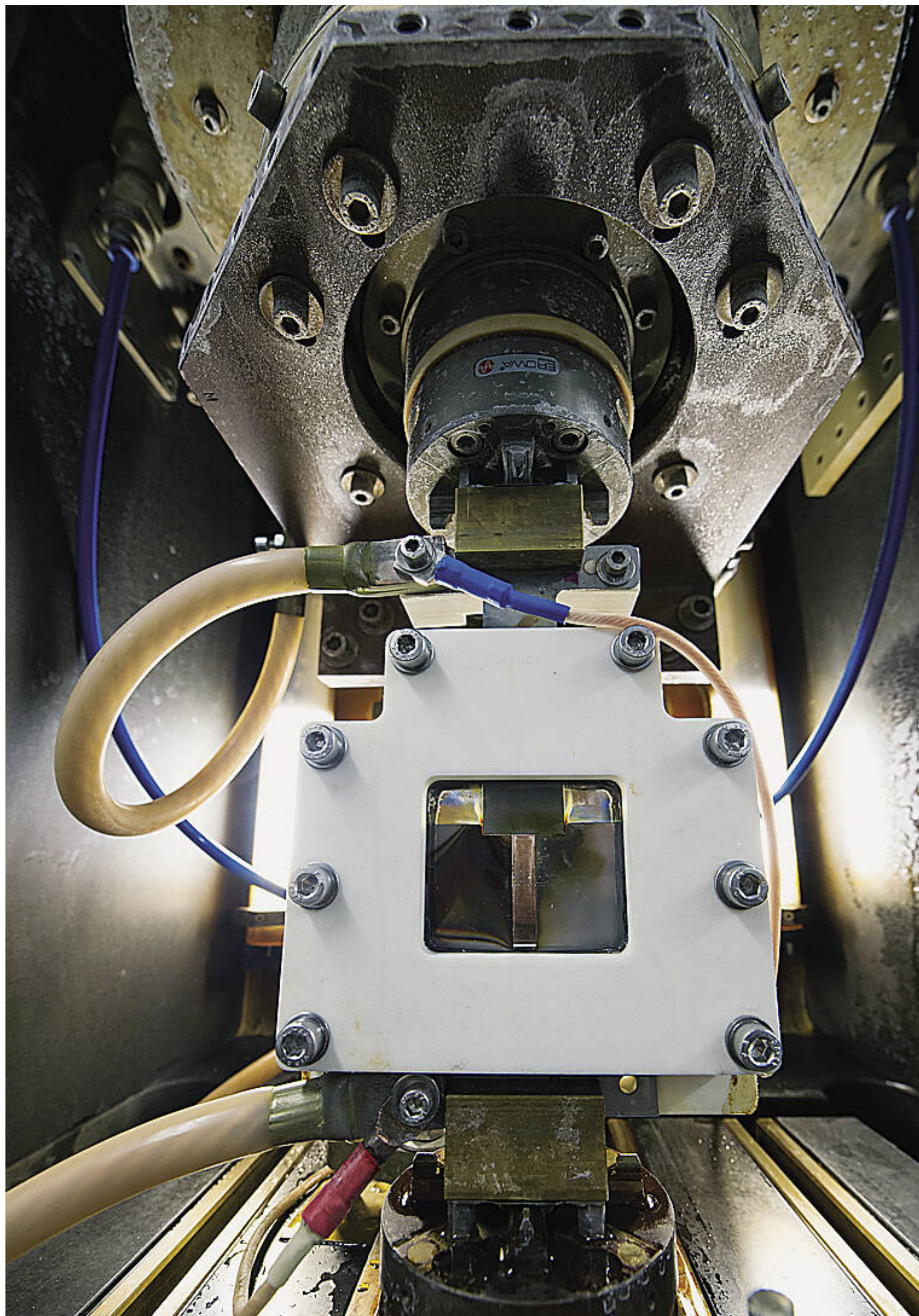


Die Feinbearbeitung ist Spezialität des Saarbrücker Fertigungstechnikers Professor Dirk Bähre (l.), hier mit dem technischen Mitarbeiter Stefan Wilhelm aus seiner Forschungsgruppe.

Das Forschungsteam von Professor Dirk Bähre an der Universität des Saarlandes verwandelt Metallbauteile aus dem 3D-Drucker berührungslos in hochpräzise technische Spezialanfertigungen. Mit ihren neuartigen Verfahren formen sie auf Tausendstel Millimeter genau komplizierte Bauteile aus hochbelastbaren, aber leichten Metallen: Die Fertigungstechniker kombinieren hierfür 3D-Druck und elektrochemisches Abtragen.

Ob Fahrzeugmotoren oder Triebwerke von Flugzeugen und Raketen: Solche technischen Konstruktionen bestehen aus einer Vielzahl höchst spezieller Bauteile aus Metall. Damit alles hundertprozentig zusammen- und ineinanderpasst und auch härtesten Belastungen standhalten kann, muss jedes Einzelteil perfekt geformt sein. „Die Toleranzen können dabei im Mikrometerbereich liegen“, erklärt Professor Dirk Bähre. Mit 3D-Druckverfahren für Metalle ist es heute zwar möglich, komplizierte Bauteile herzustellen. Aber: Was bei dieser additiven Fertigung, wie die Fachleute es nennen, Schicht für Schicht aus dem Drucker kommt, ist oft nicht ausreichend genau für höchste Ansprüche. Und bei manchen Geometrien stößt dieses Verfahren auch schlicht an Grenzen.

Komplexe Geometrie in hoher Präzision



Das sogenannte elektrochemische Verfahren bearbeitet die additiv hergestellten Teile nach.

Bähre und sein Team forschen daran, die Werkstücke aus dem 3D-Drucker so zu veredeln, dass sie auf den tausendstel Millimeter genau passen. „Mit unseren Technologien zur Nachbearbeitung additiv gefertigter Metallteile können wir Präzisionsfunktionsflächen für hochgenaue Anwendungen kostengünstig herstellen. Auch hohe Stückzahlen lassen sich dadurch wirtschaftlich produzieren“, erklärt er. Die Feinbearbeitung ist Spezialität des Saarbrücker Fertigungstechnikers und seiner Forschungsgruppe. Sie haben neuartige Verfahren entwickelt, indem sie metallischen 3D-Druck mit elektrochemischem Abtragen kombinieren.

Durch das elektrochemische Abtragen können selbst komplizierteste Geometrien in härtestem Metall umgesetzt werden. „Es handelt sich um eine schädigungsfreie, berührungslose Fertigungstechnologie, mit der wir komplexe Bauteile und hochfeste Werkstoffe effizient bearbeiten können“, erklärt Bähre. Die Werkstoffe nehmen, umspült von einer Elektrolytlösung, bis auf den tausendstel Millimeter exakt die gewünschte Geometrie an: völlig ohne Kraftaufwand oder mechanische Einwirkungen auf den Werkstoff. Die Ingenieure brauchen dafür nur elektrischen Strom. Dieser fließt zwischen einer Vorlage, der Kathode, und der Anode, in diesem Fall dem zu bearbeitenden Werkstoff aus dem 3D-Drucker. Umspült von der stromleitenden Flüssigkeit aus Wasser und Salz werden dabei winzige Metallteilchen abgetragen: Die Metallionen lösen sich aus dem Werkstück und das hochpräzise gewünschte Bauteil entsteht. Durch Stromimpulse und Schwingungen des Werkzeuges wird ein besonders gleichmäßiger Abtrag mit sehr glatten Oberflächen und hohen Genauigkeiten erreicht.

Die Forscher nehmen die Metalle, die zum Einsatz kommen wie Aluminium, Titan oder Stahllegierungen, und auch jeden einzelnen Prozessschritt genauestens unter die Lupe: „Um die Nachbearbeitung zu optimieren, ist ein tiefes Verständnis von Werkstoff und Verfahren notwendig.

Wir müssen zum Beispiel genau verstehen, was beim vorangehenden 3D-Druck mit dem Metall passiert. Daher ergründen wir, welche Gefügestruktur dabei entsteht. Indem wir Verfahren und Materialverhalten erforschen, können wir darauf aufbauend die elektrochemischen Methoden weiterentwickeln, um glatte Oberflächen oder komplexe Geometrien in hoher Präzision zu erhalten“, erläutert Bähre.

In einer Vielzahl von Experimenten stellen die Forscher hierfür Teile im 3D-Drucker her und ergründen, wie die jeweils passende elektrochemische Bearbeitung erfolgen muss. Da kann es etwa entscheidend sein, in welcher Reihenfolge die Prozessschritte erfolgen. Systematisch unterteilen sie alle Einflüsse, machen hochgenaue Messungen und Detailanalysen. Durch diese Forschungen haben die Fertigungstechniker viele Stellschrauben, mit denen sie ihre Verfahren maßschneidern und die Prozess-einstellungen gezielt anpassen können.