

Forschungsschwerpunkte – Dr. Baptiste Jean Germain Gault

Materialien sind überall in unserem täglichen Leben, so sehr, dass wir aufhören, sie als komplexe Gebilde aus Atomen zu betrachten. Dies gilt insbesondere für Metalle und Legierungen, die die Menschheit seit Jahrtausenden verwendet. So wie der Stahl in den Schienen, auf dem der Zug fährt, der Pendler morgens zur Arbeit bringt; die Aluminiumlegierung, aus der das Gehäuse unserer Mobiltelefone besteht; oder die Nickellegierung in den Turbinen, die Flugzeuge über die Ozeane antreiben. All diese Materialien beziehen ihre physikalischen Eigenschaften aus der Art und Weise, wie Atome verschiedener Elemente im Inneren des Materials angeordnet sind. Hier kommt der Arbeit von Dr. Baptiste Gault eine besondere Bedeutung zu: Er untersucht Materialien mit einer Auflösung, die bis zu einzelnen Atomen reicht, um besser zu verstehen, wie diese die Eigenschaften von Materialien beeinflussen.

Jahrzehntlang gab es keine geeigneten Techniken, um Elemente im richtigen Maßstab, weniger als einem Nanometer, zu visualisieren und zu quantifizieren. Ein Nanometer ist 100 000 Mal kleiner als ein menschliches Haar. Seit seiner Doktorarbeit hat Dr. Gault dazu beigetragen, die Art und Position jedes einzelnen Atoms in einem kleinen Stück der Materialien zu messen, indem er eine neue Mikroskopietechnik namens Atomsonden-Tomographie weiterentwickelt hat. Dr. Gault schaffte seine wichtigsten Durchbrüche durch die Verbindung verschiedener Disziplinen: ultraschnelle Laser- und Hochelektrofeldphysik, Big Data und Machine Learning, Materialwissenschaften und Ingenieurwesen – und seit Neuestem schlägt er auch eine Brücke zur Biologie.

Wie verformt sich eine Turbinenschaufel in einem Flugzeug bei hohem Druck und einer Temperatur von über 1000 Grad? Dies zu verstehen ist entscheidend, um katastrophales Versagen zu vermeiden. Verstehen muss man die Wechselwirkungen zwischen Defekten, die innerhalb der Struktur des Materials entstehen, und Atomen verschiedener Elemente, die das Material bilden. Dr. Gaults Arbeit konzentriert sich auf die Messung dieser Veränderungen im atomaren Maßstab. Diese Informationen sind entscheidend für das Verständnis des Verhaltens von Werkstoffen, insbesondere während des Betriebs. Mit diesem Verständnis wiederum können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Werkstoffe optimieren und ihnen bessere Eigenschaften verleihen, zum Beispiel einen viel stärkeren Stahl herstellen oder eine längere Lebensdauer im Betrieb anstreben, beispielsweise in einem Dampfkraftwerk. Seine Expertise in der atomaren Charakterisierung hat Dr. Gault auf Materialien ange-

wendet, die Schlüsselanwendungen in so unterschiedlichen Bereichen wie der Energieumwandlung finden, zum Beispiel Solarzellen oder Thermoelektrik, Katalyse zur Wasserspaltung; aber auch für strukturelle, tragende Teile wie Stahl- oder Aluminiumlegierungen in Flugzeugen oder Autos und in jüngster Zeit Magnete für Elektrofahrzeuge oder Windkraftanlagen. Sein Hauptaugenmerk lag stets darauf, die grundlegenden Aspekte der Materialwissenschaft zu erklären.

Mit Unterstützung des Europäischen Forschungsrates geht er an die Grenzen der Mikroskopie und Mikroanalyse, um die Verteilung von Wasserstoffatomen in komplexen Legierungen zu untersuchen. Wasserstoff ist das leichteste Element, es ist extrem mobil, sammelt sich aber in den meisten metallischen Materialien an und macht sie sehr spröde. Es ist bekannt, dass dies zum Bruch von Pipelines und damit zum Auslaufen von Öl führte oder auch zum Versagen von Schrauben der San Francisco Bay Bridge. Dieses seit weit über 100 Jahren bekannte Problem blieb bislang ungelöst, da niemand genau messen konnte, wo sich der Wasserstoff im Inneren der Materialien befand. Die Gruppe von Dr. Gault arbeitet derzeit daran, den Wasserstoff bei Materialien wie Stahl und Aluminium, aber auch bei Materialien, die einen Beitrag zur nachhaltigen Wasserstofferzeugung und -speicherung leisten können, zu detektieren.

Aktuell arbeitet Gaults Team noch an zwei weiteren Herausforderungen: Erstens belebt es momentan eine Vorläufertechnik zur Atomsonde, die Feldionenmikroskopie, wieder, die in Verbindung mit großen Datentechniken noch höhere atomare Präzision bietet, um noch detailliertere Einblicke in die Beschaffenheit einzelner Atome und des umgebenden Kristalls zu erhalten. Diese Bemühungen führen vielleicht zu einer Art Supermikroskop. Zweitens hat es Gaults Team ermöglicht, die Atomsonde auch für medizinische Anwendungen zu etablieren. So ist es nun möglich, Proteinfibrillen, die bei Alzheimer relevant sind, dreidimensional abzubilden. Aber es muss noch mehr getan werden, um das Potenzial der Technik voll auszuschöpfen.

Im Laufe seiner Karriere arbeitete Dr. Gault in Frankreich, Australien, Großbritannien und Kanada. Seit 2016 leitet er die Forschungsgruppe „Atomsonden-Tomographie“ am Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH in Düsseldorf. Dr. Gault verfügt über ein starkes Netzwerk von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, insbesondere an der Oxford University, der University of Sydney, dem Grenoble Institute of Technology, dem Indian Institute of Science und zuletzt am Imperial College London, wo er zusätzlich eine Teilzeitposition als assoziierter Professor einnimmt.