



Stahl im 3-D-Kino: Neue Analysetechnik gibt die Strukturen von Stahl exakt räumlich wieder

Stahl im 3-D-Kino: Neue Analysetechnik gibt die Strukturen von Stahl exakt räumlich wieder
Johannes Webel, der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik an der Universität des Saarlandes studiert, hat jetzt für die neue 3-D-Analysetechnik auf Basis der Lichtmikroskopie den zweiten Preis des Dörrenberg Studien Award erhalten. Das ist die bundesweit wichtigste Auszeichnung für Bachelorarbeiten zum Thema Stahl. Für die 3-D-Analyse von Werkstoffen setzen die Saarbrücker Materialwissenschaftler um Professor Frank Mücklich verschiedene Technologien ein, die für Stahl jedoch nur bedingt geeignet sind. Im sogenannten Focused-Ion-Beam-Mikroskop werden durch Serienschritte winzige Bestandteile von Materialien untersucht. Für Stahlproben, die in der Regel als Würfel mit einer Kantenlänge von einem Zentimeter vorliegen, ist diese Analysetechnik jedoch zu feinmaschig. Man würde Wochen benötigen, um inhomogene Strukturen, die etwas grober sind als ein menschliches Haar, auszuwerten und sichtbar zu machen", erklärt Johannes Webel. Die Röntgentomographie hingegen, die jeder aus der Medizin kennt, wird in der Materialforschung für Motorblöcke und andere größere Bauteile verwendet. Damit werden vor allem lokale Störungen wie Poren und Risse untersucht. Bei den nur zentimeter-großen Stahlproben erhält man damit jedoch keine Aufnahmen der komplexen inneren Struktur des Werkstoffs. "Die Herausforderung war nun, ein bildgebendes Verfahren zu finden, das im Bereich von mindestens einem Tausendstel Millimeter funktioniert und zugleich den Einsatz der Lichtmikroskopie für ein Volumen erlaubt, das auch eine repräsentative Größe hat. Die Analysetechnik sollte außerdem zuverlässig zu handhaben sein und schnell Ergebnisse liefern, zum Beispiel für die Qualitätssicherung während der Stahlproduktion", sagt Webel. Der junge Materialforscher konzentrierte sich auf die Lichtmikroskopie, weil diese bisher schon in den Entwicklungsabteilungen der Stahlindustrie eingesetzt wird, aber dort bei klassischer Anwendung nur zweidimensionale Bilder liefert. Die Abbildungstechnik hat außerdem den Nachteil, dass man sie nur bedingt vergleichen und exakt reproduzieren kann. Die Stahloberfläche muss nämlich zuerst mit einer ätzenden Flüssigkeit behandelt werden, damit die Oberfläche, die nach dem Polieren spiegelt, überhaupt Strukturen zeigt. "Bei diesem Ätzvorgang können kleine Temperaturunterschiede und leichte Abweichungen in der Zusammensetzung der ätzenden Substanz die Mikroskop-Bilder schon völlig verändern. Es kommt auch sehr auf das Geschick des Laboranten an, welche Strukturen im Stahl nachher sichtbar werden", erläutert der Saarbrücker Student. Er konstruierte deshalb eine eigene Apparatur, bei der nun in einem Durchgang die Stahlprobe exakt geschnitten, poliert, geätzt und mikroskopiert wird. Von dem Stahlwürfel werden dort identische Scheiben von einigen Zehntausendstel Millimetern abgetragen. Nach jedem Abtrag wird die Scheibe automatisiert zur Seite geklappt, mit der Ätzung behandelt und abgelenkt. Dann folgt der nächste hauchdünne Abtrag", beschreibt Johannes Webel das von ihm entwickelte Verfahren. Anschließend werden die Aufnahmen aus dem Lichtmikroskop im Computer zu einem dreidimensionalen Modell zusammengefügt. "Dieses Modell kann man sich wie einen Schweizer Käse vorstellen. Die Käsemasse selbst ist die eine Kristallstruktur, die Löcher bilden eine weitere. Durch verschiedene Farben können wir nun sichtbar machen, wie die beiden Strukturen jeweils räumlich miteinander vernetzt sind", erklärt Dominik Britz, wissenschaftlicher Mitarbeiter von Professor Mücklich und Betreuer der Forschungsarbeit. Materialwissenschaftler bezeichnen diese inneren Strukturen von Werkstoffen als Gefüge. Darin grenzen so genannte Körner oder Kristallite einzelne Bereiche ab, die eine bestimmte Kristallstruktur aufweisen, sich aber in ihrer Ausrichtung von den benachbarten Körnern unterscheiden. "Das überraschende Ergebnis war, dass der von uns untersuchte Dualphasenstahl kein homogenes Gemisch der Körner ergeben hat, wie die bisherigen Schlißproben vermuten ließen. Stattdessen hatte die zweite Phase eine eigene, plattenähnliche Struktur gebildet, die in Walzrichtung durch den Stahl miteinander vernetzt ist", erläutert Britz. Diese räumliche Vernetzung ließ sich mit den herkömmlichen Aufnahmen aus Lichtmikroskopen nicht darstellen, weil man aus den zweidimensionalen Aufnahmen nicht auf das 3-D-Modell schließen konnte. "Das lässt sich am Beispiel von Schweizer Käse anschaulich erklären. Wenn man in einer Käsescheibe ein rundes Loch sieht, weiß man nicht, ob dieses im Käsestück nur ein kugelförmiger Hohlraum war oder ob sich ein kompliziertes räumliches Netzwerk durch den ganzen Käse erstreckte", erläutert Webel. Ähnlich komplex und zerklüftet seien die beiden Strukturen in einem Dualphasenstahl miteinander verwoben. Dies habe erstmals die neue 3-D-Analysetechnik sichtbar gemacht. Der junge Forscher will diese nun weiter entwickeln, damit sie in den Forschungsabteilungen der Stahlindustrie und bei der Qualitätssicherung zum Einsatz kommen kann. Dafür nutzt er die umfangreiche Labortechnik an der Universität des Saarlandes und dem Steinbeis-Forschungszentrum für Werkstofftechnik, das von Professor Frank Mücklich geleitet wird. Pressefotos, Abbildungen und Video des 3-D-Modells unter: www.uni-saarland.de/pressefotos Fragen beantwortet: Prof. Dr. Frank Mücklich, Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe der Universität des Saarlandes, Steinbeis-Forschungszentrum Material Engineering Center Saarland (MECS), Tel. 0681/302-70500, Mail: muecke@matsci.uni-sb.de Hinweis für Hörfunk-Journalisten: Sie können Telefoninterviews in Studioqualität mit Wissenschaftlern der Universität des Saarlandes führen, über Rundfunk-Codec (IP-Verbindung mit Direktwahl oder über ARD-Sternpunkt 106813020001). Interviewwünsche bitte an die Pressestelle (0681/302-3610). Universität des Saarlandes, 66041 Saarbrücken, Deutschland, Telefon: +49 (0)681/302-2601, Telefax: +49 (0)681/302-2609, Mail: [presse\(at\)uni-saarland.de](mailto:presse(at)uni-saarland.de), URL: <http://www.uni-saarland.de>

Pressekontakt

Universität des Saarlandes

66041 Saarbrücken

uni-saarland.de
[presse\(at\)uni-saarland.de](mailto:presse(at)uni-saarland.de)

Firmenkontakt

Universität des Saarlandes

66041 Saarbrücken

uni-saarland.de
[presse\(at\)uni-saarland.de](mailto:presse(at)uni-saarland.de)

Die Universität des Saarlandes ist eine moderne Universität im dynamischen Dreiländereck von Deutschland, Frankreich und Luxemburg. Unsere Internationalität hat Tradition: Die Gründung der Universität des Saarlandes 1948 war ein deutsch-französisches Gemeinschaftsprojekt. Heute studieren in Saarbrücken und Homburg rund 18.100 junge Menschen, mehr als 16 Prozent von ihnen kommen aus dem Ausland. Der Campus liegt mitten im

Grünen, Sport- und Kulturangebote sowie Cafés und Restaurants sorgen neben dem Studieren und Forschen für Entspannung und Erholung. Und mit dem ICE kommt man in knapp zwei Stunden von Saarbrücken nach Paris.