



Technische Universität Clausthal – Die kleine Uni, die zu den Großen zählt

An der Technischen Universität Clausthal haben Lehre und Forschung in der metallverarbeitenden Branche eine lange Tradition. Die Abteilung Gießereitechnik baut darauf auf und trägt heute mit ihrer Forschung zur Weiterentwicklung von Gusswerkstoffen und Gießprozessen bei. Die Studierenden profitieren von dieser Kompetenz: Sie finden ideale Bedingungen für ihre Ausbildung und haben nach ihrem Abschluss hervorragende Job-Chancen in der Industrie.

Auf den Wurzeln der uralten Erzbergbautradition im Harz zählt die TU Clausthal zu den ältesten Lehrstätten auf dem Gebiet der Materialwissenschaften weltweit. Hervorgegangen ist daraus das heutige renommierte Institut für Metallurgie, zu dem die Abteilung Gießereitechnik gehört. Die Forschungsschwerpunkte dort unterteilen sich in die Entwicklung von Gusslegierungen mit neuen Eigenschaften sowie die Entwicklung von robusten Gießprozessen.

Fortschrittliches Werkstoffdesign

„Erst die ganzheitliche Betrachtung von Gusswerkstoff, Konstruktion und Fertigungsverfahren ermöglicht uns die Entwicklung innovativer Gussbauteile, die den Anforderungen an Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit gerecht werden“, erklärt Professorin Babette Tonn (Bild 1), Leiterin der Abteilung Gießereitechnik, die Anforderungen an die Forschung.

Dazu werden gezielt moderne Analyseverfahren, die Modellierung und Simulation sowie Methoden des experimentellen Versuchsdesigns genutzt, um die Anzahl kostspieliger Versuche zu reduzieren und den Erkenntnisgewinn zu steigern.

Als Beispiel führt Expertin Tonn die Entwicklung von Kornfeinungsprozessen an. „Hier müssen viele Einflussfaktoren beachtet werden, um am Ende über erfolgreich korngefeinte Gusswerkstoffe Bauteile mit anforderungsgerechten Eigenschaften zu erzielen. Dazu zählen beispielsweise die Berücksichtigung von Spurenelementen, die Vorkonditionierung der Schmelze, aber auch prozessbedingte Zeitverzögerungen oder Temperaturverläufe.“

Dabei wird am Institut für Metallurgie das bewährte Schema verfolgt – genaues Analysieren, umfassendes Verstehen, sicheres Beherrschen. „Ein Prinzip, das simpel klingt, jedoch notwendig ist, um nachhaltig Gusswerkstoffe und Prozesse weiterzuentwickeln“, so erläutert Professorin Tonn, wie sie und ihre Mitarbeiter bei der Entwicklung von Aluminium-, Eisen- und Stahlgusslegierungen vorgehen. Bei der Analyse stehen neben den klassischen Methoden auch thermodynamische und kinetische Simulationen der Erstarrung im Vordergrund. Darauf aufbauend werden Versuche gestaltet und weitere Analyseverfahren



Bild 1: Professorin Babette Tonn, Leiterin der Abteilung Gießereitechnik am Institut für Metallurgie der Technischen Universität Clausthal.

ausgewählt, um gezielt einzelne Effekte herauszuarbeiten und zu verstehen. „Am Ende steht jedoch auch immer das Beherrschen. Erst die erfolgreiche Anwendung von Wissen in der Herstellung von innovativen Gussbauteilen bringt uns einen echten Mehrwert, der nachhaltig für eine Verbesserung, zum Beispiel die Reduzierung von Treibhausgasen, sorgt“, beschreibt Professorin Tonn, die einen guten Kontakt zur Gießerei-Industrie pflegt, das Ziel aktueller und zukünftiger Forschungsprojekte.

Gusswerkstoffe mit Potenzial

Bei Gusseisen mit Kugelgraphit, wie es z. B. oft bei Windkraftanlagen, Pumpengehäusen oder Automobilteilen zum Einsatz kommt, hat man auf die zwei konträr verlaufenden Eigenschaf-

ten Zähigkeit und Festigkeit zu achten – kritische Größen, insbesondere bei niedrigen Temperaturen. Die Forscher des Instituts untersuchen dazu etwa den Einfluss und die Wechselwirkung mehrerer Legierungs- und Spurenelemente, um das Optimum aus höchster Festigkeit und maximaler Zähigkeit, insbesondere bei tiefen Temperaturen, zu finden. Darüber hinaus wird nach Substituten für kritische, teure Legierungselemente bei Erhalt gleicher Werkstoffeigenschaften gesucht.

Ein weiteres Forschungsfeld der Harzer Gießereiexperten ist die Weiterentwicklung von Aluminiumlegierungen, die im Pkw-Motorenbau Einsatz finden sollen. Oft gehen hier jedoch wünschenswerte mechanische Eigenschaften, insbesondere bei hohen Betriebstemperaturen wie in Zylinderköpfen oder Kolben, mit einer problematischen Gießbarkeit beim Kokillengießen einher. Dazu laufen derzeit verschiedene Forschungsprojekte zu Aluminiumkupfer- und Aluminiumzinkgusslegierungen an dem Clausthaler Institut.

Für den Leichtbau qualifizieren sich neben dem Aluminiumguss aber auch Bauteile aus Stahl. Gerade für hochbeanspruchte Bauteile ist Stahlguss eine Alternative und zweifellos für die Herstellung dünnwandiger Bauteile geeignet. Allerdings besteht auch beim Stahlguss die Herausforderung der guten Gießbarkeit. „Der Stahlguss bietet hier noch viel Forschungspotenzial“, meint Tonn. Ein möglicher Weg sei eine wirksame Kornfeinung, die auch industriell prozesssicher einsetzbar ist, um Stahlguss porositätsarm, qualitätsstabil und kostengünstiger in Serie einsetzen zu können. Das laufende Forschungsprojekt zur Kornfeinung zeigt hier gute Ergebnisse.

Die Werkstoffoptimierungen, die die Clausthaler betreiben, sind häufig industriennah ausgerichtet. So befasst sich eines der Forschungsprojekte mit der Optimierung der Legierungszusammensetzung von Walzenbasismaterial, um zusätzlich zu hoher Härte und Verschleißbeständigkeit eine lange Betriebszeit sicherzustellen. Denn durch das Zusammenspiel aus starken Temperaturwechseln von bis zu 400 °C und hoher mechanischer Belastung beim Rohr- und Profilmwarmwalzen neigen die Walzen zu thermischen Ermüdungsrissen. Durch gezielte Erhöhung des Anteils duktiler Gefügebestandteile soll die Lebensdauer der Walzen erhöht werden.

Darüber hinaus laufen Untersuchungen zum Werkstoff ADI, einem ausferritischen Gusseisen mit Kugelgraphit, der mit seiner hervorragenden Kombination aus hoher Festigkeit und guter Dehnung überzeugt, aber einer gut gesteuerten Wärmebehandlung bedarf und derzeit nicht in großen Wanddicken problemlos herstellbar ist. Über die Veränderung von Legierungselementgehalten und Wärmebehandlungsparametern soll hier ein geeignetes Prozessfenster für dickwandige Gussteile ermittelt werden. Ziel ist, den Anwendungsbereich dieses potenzialreichen Gusswerkstoffs auch auf den Großguss zu erweitern.

Professorin Tonn sieht es als Aufgabe der Wissenschaft, neue Ideen und Ansätze zu entwickeln, um Innovationen der Gießereien begleiten zu können und dazu helfe es, der Industrie gut zuzuhören. Hier sieht die Werkstoffexpertin auch einen Vorteil der Wissenschaft gegenüber der Industrieforschung: einen großen Erkenntnisgewinn aus der an Universitäten betriebenen Grundlagenforschung für die Industrieforschung nutzen zu können. Im Kontext der bundesweiten Forschung bedeutet das auch, dass dies arbeitsteilig sinnvoll ist. Kooperationen mit anderen Forschungseinrichtungen sind hierzu ein wichtiger Schlüssel. Die Gründe dafür liegen im hohen Spezialisie-

rungsgrad der deutschen Gießereibranche für anspruchsvolle Anwendungen und schwierig zu verarbeitende Gusswerkstoffe.

Einen großen Vorteil der Abteilung Gießereitechnik an der TU Clausthal sieht die Professorin in den zahlreichen guten Kontakten zur Industrie.

Moderne Forschungsausrüstung

Um Studierenden nicht nur Wissen und Methodenkompetenz zu vermitteln, sondern sie auch an neuester Technik und mit modernen Forschungsansätzen exzellent ausbilden zu können, ist eine moderne Ausrüstung notwendig. Die Arbeitsgruppe Gießereitechnik in Clausthal verfügt über eine zeitgemäße technische Ausstattung etwa in den Bereichen Schmelztechnik (**Bild 2**), Metallografie und nasschemischer Analytik (**Bild 3**) sowie in



Bild 2: Abguss für eine umfassende Schmelzanalyse.



Bild 3: Präzise Elementanalyse mittels ICP-OES.

Bild 4:

Zum Erhalt reproduzierbarer Prüfergebnisse ist Präzisionsarbeit bereits in der Probenvorbereitung gefragt.

Bild 5:

Zyklische Werkstoffprüfung zur realitätsnahen Bauteilbewertung.



Bild 7:

Vorbereitungen zum Stahlschmelzen unter Schutzgas.



Bild 6:

Dreiwellenmischer zur Herstellung von Formen.

der mechanischen Prüfung (Bild 4). Eine besondere Erweiterung des Anlagenparks sind zwei moderne zyklische Prüfeinrichtungen, deren Nutzungen in verschiedene Forschungsprojekte mit einfließen (Bild 5). Gusswerkstoffe und Bauteile werden meistens zyklisch beansprucht und dahingehend natürlich auch bereits in der Entwicklungsphase bewertet. Erst 2017 wurde eine 100-kN-Magnetresonanzprüfmaschine eigens für die Integration einer belastungsorientierten Werkstoffprüfung in der Legierungsentwicklung durch industrielle finanzielle Unterstützung und durch Mithilfe des Vereins der Freunde und Förderer der Gießereitechnik an der TU Clausthal e.V. angeschafft. Anfang 2018 folgte ein 4-Punkt-Umlaufbiegeprüfstand mit 100 Nm Nennlast und einem Hochtemperaturofen zur Erweiterung des Prüfrepertoires. Aktuell werden die beiden Anlagen zur Weiterentwicklung verschiedener Sphärogusslegierungen verwendet, wobei ein stärkerer Einsatz auch für Aluminium- und Stahlgusslegierungen fokussiert wird.

Ebenfalls im Jahr 2017 modernisierte der Bereich Gießereitechnik seinen Formprozess. Ein Dreiwellen-Durchlaufmischer

mit einer Förderkapazität von bis zu sechs Tonnen pro Stunde und einem angeschlossenen Vibrationstisch verbessert und erleichtert seitdem den Formgebungsprozess. Mit Hilfe dieses Mixers kann die Produktionszeit von Formen um ein Vielfaches reduziert und, noch viel wichtiger, die Sandformen mit gleichbleibender, hoher Qualität hergestellt werden (Bild 6). „Über Prüf- und Teststände hinaus können wir damit unsere Forschungsaktivitäten in Zukunft noch weiter auf die Fertigungstechnik ausdehnen“, sagt Professorin Tonn, die bereits seit 16 Jahren am Institut ist und zuvor Praxiserfahrungen bei einem Schweizer Gießereibetrieb sammeln konnte. Auch sonst hat die Abteilung Gießereitechnik einiges in petto: etwa ein gut ausgestattetes Formstofflabor. In der Gießereihalle stehen darüber hinaus zwei Induktionstiegelöfen (Bild 7) und im Schmelzlabor sind mehrere widerstandsbeheizte Schmelz- sowie Wärmebehandlungsöfen, ein Dichteindexprüfgerät sowie Messgeräte für die thermische Analyse (Bild 8) vorhanden. Und die Metallografie verfügt neben automatischen Schleif- und Poliergeräten über Auflichtmikroskope mit digitaler Bildauswertung sowie ein Rasterelektronenmikroskop (Bild 9) mit EDX. Mit Hilfe eines hochpräzisen Dilatometers (Bild 10) können die Prozessparameter für Wärmebehandlungen und gezielte Gefügeeinstellungen in Werkstoffen bestimmt werden (Bild 11).

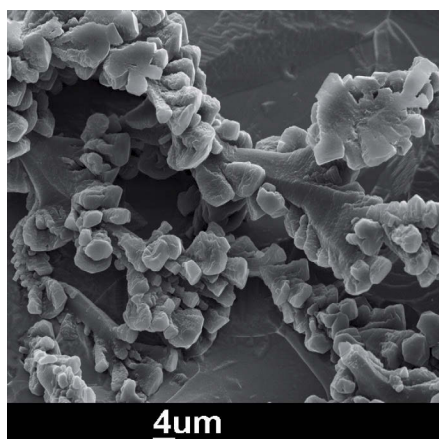


Bild 11: Untersuchung tiefengeätzter Grafitentartungen mittels Rasterelektronenmikroskopie.

Gießereitechnik-Studium lohnt sich

Die Studierenden der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik mit dem Studienschwerpunkt Gießereitechnik finden in Clausthal nahezu ideale Bedingungen für ihr Studium und ihre Forschungsarbeiten. Doch da die TU mit ihren 5000 Studierenden – zwischen 100 und 150 davon im Studiengang Werkstofftechnik und Materialwissenschaft – zu den kleineren Universitäten Deutschlands zählt, müsse bei Hochschülern in spe erst einmal Interesse geweckt werden, so Tonn. Da gilt es be-



Bild 8:
Thermische
Analyse von
Aluminium-
schmelzen.

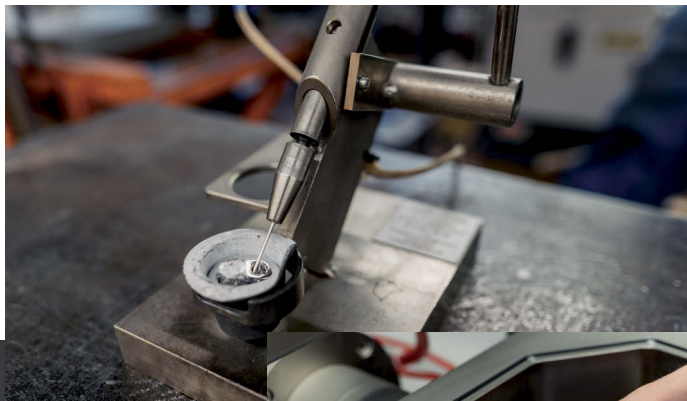


Bild 10:
Materialcharakterisierung am Umformdilatometer.



Bild 9:
In der gut ausgestatteten Metallografie werden neue Materialentwicklungen auch am Rasterelektronenmikroskop untersucht.



sonders um Abiturienten zu werben, z. B. mit einem Tag der offenen Tür oder auch im Rahmen des Projektes GET-IN-FORM auf Messen – eine Initiative namhafter Unternehmen der Gießereitechnik in Zusammenarbeit mit Verbänden und Schulen. Das Ziel ist es, jungen Menschen dort zu vermitteln: „Gießereitechnik zu studieren lohnt sich.“

Es gelte, den angehenden Studierenden erst einmal die Frage zu beantworten, was sind Gießereien? Viele hätten keine Vorstellung davon, was in dieser Branche passiert. Dabei ist Guss überall: „Sei es im Transportwesen, in der Energiegewinnung oder in Sportgeräten – in der Entwicklung und Fertigung moderner Gussprodukte wollen deutsche Gießereien weltweit ganz vorn mit dabei sein“, sagt Tonn. Dazu gilt es, junge Leute neugierig zu machen und zu gewinnen.

Als vorteilhaft dabei stellt sich auch heraus, dass der Lehr- und Forschungsbetrieb in Clausthal direkt und individuell ist. So kennt Professorin Tonn alle ihre Studierenden persönlich: „Wir nehmen uns für unsere Studierenden Zeit, sie nicht nur mit viel Wissen und Methodenkompetenz auszustatten, sondern ihnen auch die Vielfalt der Branche zu zeigen“. Zahlreiche Veranstaltungen, wie Seminare, Praktika oder Studienreisen, festigen die Verbundenheit. Insbesondere die Exkursionen im In- und Ausland sind ein wichtiger Bestandteil, eine klare Zukunftsidee für das Berufsleben der Studierenden zu entwickeln. „Es ist schon ein wenig so wie eine große Familie“, meint Tonn und eben viel persönlicher als der Lehrbetrieb an einer großen Universität.

Von der Universität in die Welt

Das erfolgreich absolvierte Studium in Clausthal schafft begehrte Fachkräfte. „Unsere Absolventen haben aktuell alle die Chance auf einen tollen Job in der Industrie“, weiß Professorin Babette Tonn. Diese fühlen sich auch danach meist noch mit der TU verbunden und engagieren sich etwa im Verein der Freunde & Förderer der Gießereitechnik an der Technischen

Universität Clausthal. Über dieses Netzwerk, aber natürlich auch über die Teilnahme an Fachtagungen wie dem Deutschen Gießereitag können neue Kontakte zu Studierenden aus anderen Universitäten geknüpft werden oder ein passendes Unternehmen für die anstehende Bachelor- bzw. Masterarbeit, Praktika oder gar ein Jobangebot vermittelt werden.

Zugute kommt den Studierenden und Doktoranden dabei auch, dass die Professorin enge Kontakte zu Wirtschaft und Industrie pflegt. „Lehre und Forschung dienen immer der Wirtschaft“, sagt Professorin Tonn. „Dazu steht die Forschung auf drei Säulen: Die erste Säule beinhaltet die Analyse und den Erkenntnisgewinn noch unbekannter Mechanismen in Materialien und Prozessen, die eine Weiterentwicklung ermöglichen. Mit dieser Säule sichern wir den internationalen Austausch mit anderen Wissenschaftlern auf Tagungen, über wissenschaftliche Journals sowie in gemeinsamen Projekten.“ Auf der zweiten Säule werden gemeinsam mit Industriepartnern anwendungsorientierte Entwicklungen durchgeführt, die ein hohes technisches oder wirtschaftliches Risiko bergen und daher noch zu großen Teilen vom Bund gefördert werden. Auf der dritten Säule erfolgt schließlich der Transfer von im Labormaßstab gesichert erprobten Erkenntnissen in die industrielle Praxis. Kreativität und Engagement sind eine wichtige Voraussetzung, Herausforderungen und Spannung sind in allen drei Bereichen garantiert.

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Babette Tonn

Technische Universität Clausthal

Institut für Metallurgie - Abteilung Gießereitechnik

Robert-Koch-Straße 42

38678 Clausthal-Zellerfeld

Tel.: +49 (0) 5323 72 2070

E-Mail: giessereitechnik@tu-clausthal.de

<http://www.imet.tu-clausthal.de/abteilungen/gt/home/>