



**Das University Technology Centre
Darmstadt**

Rolls-Royce: 10 Jahre UTC

Die Forschungsk Kooperation von Rolls-Royce mit den vier deutschen Universitäten, der TU Darmstadt, Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg, TU Dresden, und dem Karlsruher Institut für Technologie, ist zehn Jahre alt. Sie ist Teil eines den Erdball umspannenden Netzwerks von 31 Universitäten.

Bereits 1990 hatte sich Rolls-Royce dazu entschlossen, ein globales und innerhalb der Luftfahrtindustrie wegweisendes Forschungsnetzwerk mit sogenannten „University Technology Centres“ (UTCs) aufzubauen. Dieses Netzwerk, das über Ländergrenzen hinweg arbeitet, hat sich zu einer herausragenden Forschungsk Kooperation entwickelt. Die 2006 gegründeten Partnerschaften zwischen Rolls-Royce und den deutschen Universitäten stellen ein hervorragendes Beispiel für eine konstruktive Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft dar und locken begabte Nachwuchswissenschaftler aus der ganzen Welt nach Deutschland.

Jedes UTC widmet sich vor allem einem technischen Schlüsselbereich. Die enge Kooperation mit Rolls-Royce bietet den deutschen Universitäten so ein sehr praxisnahes Forschungsumfeld und wird von der Politik gefördert, um Deutschland als Hochtechnologiestandort zu stärken und im globalen Wettbewerb zu sichern. Die Arbeit mit den UTCs zeichnet sich durch ein ständiges Wechselspiel von Praxis, Simulation und Experiment aus: Ingenieure definieren Fragestellungen, Wissenschaftler erstellen Modelle am Computer, überprüfen die getroffenen Annahmen im Experiment und verfeinern sie anschließend. Die Ergebnisse der experimentellen Arbeit fließen wiederum in die praktische Entwicklung ein. So leisten die UTCs einen zielführenden Beitrag zur Entwicklung neuer Triebwerke.

Neben dem Wissenstransfer zwischen Hochschule und Industrie liegt ein Vorteil der Kooperation in der dadurch erzielten Kosteneffizienz. Nicht alle Forschungsanlagen werden komplett selbst finanziert; die Auftragsarbeit wird jedoch honoriert. Durch den ständigen Austausch von Experten zwischen Universitäten und Rolls-Royce werden begabte Nachwuchskräfte frühzeitig entdeckt und gefördert. Studenten und Doktoranden bietet die Forschungsk Kooperation die Möglichkeit mit Spitzenwissenschaftlern und erfahrenen Ingenieuren zusammenzuarbeiten und auf aktuellen Feldern der Technologie-Entwicklung zu forschen.

Als Beispiel der Zusammenarbeit kann die weltweit einzigartige Modellturbinenanlage „Large Scale Turbine Rig“ des UTC Darmstadt dienen, die im Triebwerk Strömungsvorgänge zwischen Brennkammer und Turbine nachbildet und dazu beiträgt, Flugzeugtriebwerke ressourcenschonender und umweltfreundlicher zu gestalten. Das UTC Karlsruhe hat ein Simulationsverfahren entwickelt, das dabei hilft, die Effizienz von Triebwerken deutlich zu erhöhen. In Dresden arbeitet man ebenfalls an der Effizienz, wobei man sich hier auf Leichtbaukonstruktionen konzentriert. In Cottbus arbeiten die Forscher daran, die Belastbarkeit von Triebwerkskomponenten wie etwa den Verdichterscheiben zu erhöhen und deren Wirkungsweise zu verbessern.

Gemeinsam mit den UTCs ist Rolls-Royce stolz auf die in zehn Jahren erzielten Erfolge. Deshalb will das Unternehmen das Forschungskonzept mit den UTCs in den kommenden Jahren weiter ausbauen.

Das Forschungsnetzwerk von Rolls-Royce Deutschland

Das Forschungsnetzwerk von Rolls-Royce umfasst weltweit 31 „University Technology Centres“ (UTCs), darunter vier in Deutschland. Die ersten UTCs entstanden 1990 in Großbritannien am Imperial College London und an der Oxford University. Die globale Ausrichtung von Rolls-Royce spiegelt sich in der Internationalität des UTC-Netzwerks wider. Im Rahmen der weltweitsten Forschungskoooperation arbeiten 600 Wissenschaftler zusammen, entstehen jährlich ca. 400 Veröffentlichungen und fast 10 Prozent der von Rolls-Royce eingereichten Patente. Zudem forscht die Mehrheit der über 350 Doktoranden, die Rolls-Royce unterstützt, im UTC-Netzwerk.



- University Technology Centre
- Standorte von Rolls-Royce
- Weitere Forschungskoooperationen

BTU Cottbus-Senftenberg

- 2005 unter dem Titel „Multidisciplinary Process Integration“ feierlich eröffnet
- 4 Professoren, über 20 Wissenschaftliche Mitarbeiter und über 300 Studenten forschen am UTC
- Thema ist die Optimierung von Konstruktionsprozessen – dabei kommt ein einzigartiges Virtual Reality-System zur Visualisierung technischer Daten („Virtuelles Triebwerk“) zum Einsatz

TU Dresden

- 2006 unter dem Titel „Leichtbaustrukturen und Werkstoffe und robustes Design“ gegründet
- 8 Professoren, rund 100 Wissenschaftler und um die 350 Diplomstudenten sind an der Forschung beteiligt
- Das UTC Dresden arbeitet daran, Triebwerke durch hochmoderne Leichtbaukonstruktionen treibstoffsparender und effizienter zu machen

TU Darmstadt

- 2006 unter dem Titel „Combustor and Turbine Aerothermal Interaction“ (CTI) gegründet
- 5 Professoren, über 30 Wissenschaftler und rund 40 Bachelor- und Masterstudenten forschen am UTC
- Das UTC Darmstadt arbeitet intensiv daran, Flugzeugtriebwerke ressourcenschonender und umweltfreundlicher zu gestalten – dazu werden die Verbrennungskonzepte grundlegend überarbeitet

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

- 2007 unter dem Titel „Two Phase Flows, Cooling and Air Systems“ gegründet
- Zwei Professoren, 26 Wissenschaftler und rund 100 Studenten arbeiten am UTC zusammen
- Das UTC Karlsruhe forscht daran, die Effizienz von Triebwerken durch bessere Kraftstoff- und Ölverteilung, Dichtung und Kühlung zu steigern

Weitere Forschungspartner

RWTH Aachen, TU Berlin, TU Braunschweig, Universität Hannover, UniBW München, Universität Stuttgart

Fraunhofer Institute

Aachen, Berlin, Braunschweig, Dresden und Teltow

DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.

Berlin, Braunschweig, Köln, Göttingen, Stuttgart

- Verbrennung
- Lärm
- Methoden zu Aerodynamik und Wärmeübergang
- Verdichter und Fan
- Messtechnologie und Tests (Verdichter / Brennkammer)

Die Erfolgsbilanz der letzten zehn Jahre – Zahlen und Fakten seit 2006 auf einen Blick

Titel	„Combustor and Turbine Aerothermal Interaction“ (CTI)
Schwerpunkt	Umweltfreundlichere Triebwerke: Verringerung von Treibstoffverbrauch und Schadstoffausstoß und Steigerung der Effizienz
Beteiligte Personen	Rund 430 Wissenschaftler und Studenten <ul style="list-style-type: none"> – Fünf Professoren/Lehrstühle – Rund 30 Wissenschaftliche Mitarbeiter (Zwei Doktorandengenerationen ausgebildet) – Ca. 400 Bachelor- und Masterstudenten Heute 6 UTC-Ingenieure bei Rolls-Royce beschäftigt
Testeinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> – Large Scale Turbine Rig: Weltweit einzigartige Modellturbinenanlage (Niedergeschwindigkeitsanlage), durch die veränderte Strömungsvorgänge in Brennkammer und Turbine realitätsgetreu abgebildet und präzise gemessen werden können – Transsonischer Verdichterprüfstand: Realitätsnahe Vermessung von Hochdruckverdichtern unter realistischen Bedingungen – Druckbrennkammer: Prüfstand zur detaillierten Analyse von Verbrennungssystemen und Wandkühlungskonzepten – Rotationsprüfstand: Vermessung von Kühlmechanismen innerhalb von Turbinenschaufeln unter Rotation
Projekte	Derzeit 31 laufende Projekte, insgesamt 28 abgeschlossene Projekte
Publikationen	Rund 60 Veröffentlichungen auf Konferenzen und Fachzeitschriften Dazu 28 Dissertationen und um die 400 Abschlussarbeiten (Bachelor-, Master-, Diplom- und Studienarbeiten)
Industrielle Kooperationspartner	Rund 15 regionale Zulieferer, darunter das universitäre Spin-Off „Turbo Science“ (Darmstadt)
Wissenschaftliche Kooperationspartner	<ul style="list-style-type: none"> – UTC Imperial College London – UTC Cambridge

- UTC Oxford
- UTC Cottbus

Immer wieder Kooperationen mit weiteren Universitäten des UTC-Netzwerks

Wichtigste Erfolge

- Brennkammer:
 - Entscheidende Unterstützung bei der Entwicklung Rolls-Royce-Auslegungscode „PRECISE-UNS“, zur Simulation des Gesamtsystems „Brennkammer-Turbine“
 - Modellierung des Zerfalls von Kerosin in Kraftstoffdüsen durch sehr hoch aufgelöste Simulationen („Volume of Fluid“)
- Turbine:
 - Erkenntnisse über die Ausprägung der Spaltströmung in Turbinen, die Interaktion zwischen Sperrluft und Hauptstrom sowie über die Ausprägung von Sekundärströmungen und Maßnahmen zu deren Minimierung
 - Neuartige Kühlkonzepte für die Schaufelinnenkühlung von Turbinen
 - Neue Messmethoden zur Strömungs- und Wärmeübergangsuntersuchung („Magnet-Resonance Velocimetry“, Naphthalin-Sublimations-Methode)
- Verdichter:
 - Test und Evaluation von neuen Hochdruckverdichtern
 - Entwicklung von wissensbasierten Konstruktionsmethoden für das CAD („computer-aided design“) & PDM (Produktdatenmanagement) von Rolls-Royce
 - Entwicklung von Methoden zur
 - standardisierten Geometriemodellierung in unterschiedlichen Entwicklungsphasen
 - Bereitstellung von Herstellungswissen in der Produktentwicklungsphase

Seit 2006 forschen Rolls-Royce und die TU Darmstadt zusammen an umweltfreundlicheren Triebwerken. Dazu werden die gegenwärtigen Verbrennungskonzepte grundlegend überarbeitet. Die Forscher arbeiten daran, die Temperatur in der Brennkammer so zu reduzieren, dass sich weniger umweltschädliche Stoffe bilden, gleichzeitig aber keine Einbußen beim Wirkungsgrad des Triebwerks entstehen. Die weltweit einzigartige Darmstädter Testanlage „Large Scale Turbine Rig“ erlaubt es, veränderte Strömungsvorgänge in Brennkammer und Turbine realitätsgetreu abzubilden und präzise zu messen.

Thematische Ausrichtung auf der Interaktion zwischen Brennkammer und Turbine

Forschungsziel: Mehr Wirkungsgrad, weniger Emissionen

Die Forschungspartnerschaft der TU Darmstadt und Rolls-Royce beschäftigt sich mit der aerodynamischen und thermischen Interaktion zwischen Brennkammer und Turbine. Ihr Ziel ist es, durch neue Technologien sowohl den Treibstoffeinsatz wie den Schadstoffausstoß von Triebwerken zu reduzieren. Das UTC dient damit einem der Kernziele der Luftfahrtindustrie, die im Rahmen des branchenweiten Forschungsverbundes ACARE (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe) angestrebt werden. So sollen bis 2050 Stickoxide um 90 % und CO₂ um 75 % reduziert werden – das ist nur durch weitgehende Innovationen beim Verbrennungsprozess und einem erheblich verbesserten Wirkungsgrad möglich. Technische Veränderungen der Brennkammer haben große Auswirkungen auf die Gestaltung der Turbine, da die Geschwindigkeit und Temperatur der Strömung beim Eintritt in die Turbine dadurch erheblich beeinflusst wird. Genau hier setzt die Arbeit des UTC Darmstadt ein.

Forschungsprojekte bereiten Anwendungen an Prototypen vor

Aktuell werden dabei zwei Entwicklungsansätze verfolgt: Durch eine möglichst schnelle Zuführung der Luft von außen kann, erstens, die Zone mit extremen Temperaturen schnell durchschritten werden. Dadurch reduziert sich die Zeit, in der sich schädliches Stickoxid bilden kann. Ein radikalerer Technologieansatz sieht, zweitens, sogar eine reine Magerverbrennung vor. In diesem Fall werden ca. 70 % der Luft aus dem Verdichter direkt mit dem Brennstoff in Verbindung gebracht und gezündet. Dadurch muss die sogenannte „stöchiometrische Zone“, die durch extreme Temperaturen gekennzeichnet ist, gar nicht erst durchschritten werden. Zur Umsetzung dieser neuen Technologien ist eine gute Modellierung der Verbrennungsvorgänge notwendig. Nur so kann im Entwicklungsprozess sichergestellt werden, dass neu gestaltete Brennkammern sicher funktionieren und die anvisierten Schadstoffeinsparungen erreicht werden können. Diese Modelle werden maßgeblich am UTC Darmstadt entwickelt und in die Entwicklungssoftware von Rolls-Royce implementiert.

„Large Scale Turbine Rig“ ermöglicht weltweit einmalige Tests

Die Interaktion von Brennkammer und Turbine wird an der TU Darmstadt zum einen mit computergestützten Simulationen abgebildet und zum anderen mit entsprechenden Prüfständen experimentell untersucht. Über die letzten Jahre hat das UTC Darmstadt hierfür unter anderem das sogenannte „Large Scale Turbine Rig“ (LSTR) aufgebaut. Die weltweit einzigartige Modellturbinenanlage bildet die Strömungsvorgänge in der Brennkammer bei niedrigen Temperaturen nach und ermöglicht eine äußerst genaue Messung der Strömungsvorgänge in einer Turbine.

Karrierechancen und Innovation durch regionale und internationale Kooperation

Innovation in der Region durch Spin-offs und spezialisierte Zulieferer

Das UTC Darmstadt arbeitet bei der Fertigung von Bauteilen des „Large Scale Turbine Rig“ (LSTR) eng mit rund 15 kleineren und mittleren Zulieferbetrieben der Region zusammen – das ermöglicht eine schnelle Veränderung des Versuchsaufbaus und vereinfacht die Absprache für diese Spezialbauteile. Dabei kommen u. a. moderne Fertigungsverfahren wie das sogenannte „Rapid Prototyping“ zum Einsatz, bei dem Bauteile aus Pulver gedruckt werden. Aus dem Forschungsumfeld des UTC Darmstadt konnte das Unternehmen „TurboScience GmbH“ im Dezember 2013 als Spin-Off gegründet werden. Neben den Forschungsaktivitäten am UTC Darmstadt kann dadurch zusätzliche Entwicklungsarbeit für Rolls-Royce in Darmstadt geleistet werden.

Fünf Lehrstühle arbeiten im Verbund

Die Arbeiten am UTC werden von Prof. Heinz-Peter Schiffer, zuständig für das Fachgebiet Gasturbinen, Luft- und Raumfahrtantriebe (GLR), und Prof. Johannes Janicka, verantwortlich für den Bereich Energie- und Kraftwerkstechnik (EKT), geleitet. Neben diesen Instituten sind an der Forschungsk Kooperation auch das Institut für Reaktive Strömungen und Messtechnik (RSM) unter der Leitung von Prof. Andreas Dreizler, Prof. Francesca di Mare, ebenfalls vom Institut RSM, und das Institut für Mechatronische Systeme im Maschinenbau (IMS) beteiligt, geführt von Prof. Stephan Rinderknecht.

Ausbildung von Spitzeningenieuren für Industrie und Wissenschaft

Derzeit betreut Rolls-Royce am UTC Darmstadt 31 Projekte, die von 31 Wissenschaftlichen Mitarbeitern sowie rund 40 studentischen Mitarbeitern geleitet und durchgeführt werden. Am UTC wurden so in den vergangenen Jahren zwei Doktorandengenerationen ausgebildet und 400 Bachelor- und Masterarbeiten geschrieben. Zusätzlich zu den 28 abgeschlossenen Dissertationen wurden 60 weitere wissenschaftliche Publikationen auf Konferenzen und in Fachzeitschriften veröffentlicht. Viele der Bachelor-, Master- und Promotionsstudenten wechseln nach ihrer praxisnahen Ausbildung am UTC in die Industrie, zu Rolls-Royce aber auch zu Unternehmen in der Energie- und Automobilbranche. Der Industriestandort Deutschland gewinnt damit hochqualifizierte Ingenieure und wertvolles technisches Führungspersonal. Für Prof. Heinz-Peter Schiffer, Direktor des UTC Darmstadt, steht die enge Verzahnung von zukunftsweisender Forschung und akademischer Ausbildung im Fokus des UTC: „Mit dem Rolls-Royce Forschungszentrum leben wir das humboldtsche Bildungsideal, indem wir aktuelle, industrienahere Forschung mit der wissenschaftlichen Ausbildung von Studenten und Doktoranden verbinden.“

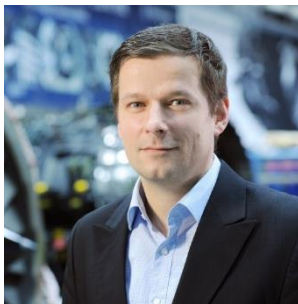
Das UTC-Netzwerk als „Sprungbrett“ für eine Ingenieurkarriere

Sebastian Leichtfuß – UTC Darmstadt



- Sebastian Leichtfuß studierte Maschinenbau an der TU Darmstadt und arbeitete von 2009 an als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am UTC Darmstadt. In seiner Doktorarbeit ging Leichtfuß der Frage nach, wie die Wechselwirkung zwischen Aerodynamik und Mechanik bei Verdichtern numerisch simuliert werden kann.
- Zu seinen Forschungsschwerpunkten als Post-Doc am UTC Darmstadt zählen die Aerodynamik von Hochdruckverdichtern, die Optimierung von Turboladern und die Interaktion von Brennkammer und Turbine.
- Neben seiner Tätigkeit als Mitarbeiter des UTCs war er 2013 Mitbegründer des universitären Spin-Off-Unternehmens „Turbo Science GmbH“, das er heute als Geschäftsführer leitet. Ziel des Unternehmens ist es, sich als namhafter Ingenieurdienstleister im Bereich Turbomaschinen zu etablieren.
- Sebastian Leichtfuß konnte durch die enge Zusammenarbeit mit Rolls-Royce vor allem das industrienah und zielorientierte Arbeiten und eine interdisziplinäre Denkweise kennenlernen – von diesen Erfahrungen profitiert er auch in seiner täglichen Arbeit bei Turbo Science.

Sven Schrape – UTC Cottbus



- Nach seinem Maschinenbaustudium an der BTU Cottbus arbeitete Sven Schrape von 2004 bis 2008 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am UTC Cottbus. Schrape promovierte mit einer Arbeit über das Schwingungsverhalten von Verdichterschaukeln, das er mit sogenannten „aeroelastischen“ Simulationen untersuchte.
- Seinen Forschungsschwerpunkt im Bereich der Aeroelastik setzte Sven Schrape seit 2008 in seiner Arbeit als Entwicklungsingenieur bei Rolls-Royce in Dahlewitz fort. Die Aeroelastik beschäftigt sich mit dem Verhalten flexibler Strukturen beim Einwirken aerodynamischer Kräfte. Eine genaue Vorhersage der Schwingungen ist entscheidend, um leichtere Triebwerksbauteile entwickeln zu können.
- In seiner Arbeit bei Rolls-Royce arbeitet er eng mit den UTCs in Dresden, Cottbus und London sowie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Köln (DLR) zusammen und betreut Forschungsprojekte direkt an der Schnittstelle zwischen dem Unternehmen und der Wissenschaft.

- Neben seiner beruflichen Tätigkeit bei Rolls-Royce setzt sich Sven Schrape im Rahmen des Rolls-Royce-Patenprogramms ehrenamtlich für die Förderung der Technikbegeisterung bei Kindern ein – seit 2013 ist Schrape Pate der Grundschule Rangsdorf.

Maria Lißner – UTC Dresden



- Maria Lißner studierte Maschinenbau an der Technischen Universität Dresden und spezialisierte sich auf Leichtbau.
- Nach ihrem Studienabschluss 2015 begann sie ihre Promotion an der renommierten Universität Oxford. Ihre Zeit am UTC Dresden sieht sie dabei als ideale Vorbereitung für ihre gegenwärtige Forschung als Doktorandin.
- Lißner forscht schwerpunktmäßig zu Klebeverbindungen zwischen verschiedenen Werkstoffen, um zukünftig Leichtbaulösungen bei Flugzeugtriebwerken zu ermöglichen.
- Nach Abschluss ihrer Promotion sieht Maria Lißner ihre berufliche Zukunft weiter in der Forschung und Entwicklung von neuen Triebwerkstechnologien.

Joanna Jakubik – UTC Dresden



- Joanna Jakubik studierte Maschinenbau und Werkstofftechnik an der Technischen Universität Breslau. Ihre Abschlussarbeit wurde als beste Arbeit an einer Technischen Universität in Polen ausgezeichnet.
- Nach ihrem Studienabschluss begann sie eine Promotion am Institut für Metallumformung und Metrologie der TU Breslau. Seit Juli 2015 ist sie Teil des Dresdener Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK).
- Der Schwerpunkt ihrer Forschung liegt im Bereich der Numerik, im Speziellen der Prozesssimulation und statischen Simulation.
- Für Jakubik hat das UTC den großen Vorteil, dass sie nicht nur die theoretischen Probleme der Wissenschaft bearbeitet sondern auch mit aktuellen Fragestellungen der Industrie verknüpfen kann.

Jens Wiegand – UTC Dresden/UTC Oxford



- Jens Wiegand studierte Maschinenbau an der TU Dresden und spezialisierte sich auf den Bereich Leichtbau. Seine Diplomarbeit verfasste er in einem Gemeinschaftsprojekt mit dem UTC Oxford und Rolls-Royce.
- Im Jahr 2008 schloss Jens Wiegand seine Promotion zu Faserverbundstoffen an der Universität von Oxford ab. Als Doktorand betreute er das Studentenaustauschprogramm zwischen den UTCs Dresden und Oxford. Seine wissenschaftliche Laufbahn

setzte er als Mitarbeiter in Oxford fort und übernahm in dieser Zeit eine Führungsrolle beim Aufbau des „Impact Laboratoriums“.

- 2012 begann Jens Wiegand eine neue Tätigkeit als Projektkoordinator am Cyprus Institute in Nikosia. Dabei konnte er tiefe Einblicke in das „High Performance Computing“ (HPC) gewinnen und europäische Forschungsprojekte begleiten.
- Mittlerweile leitet Jens Wiegand seine eigene Ingenieursberatungsfirma „COMPACT Composite Impact Engineering LTD“, die mit Rolls-Royce, der TU Dresden und dem UTC Oxford zusammenarbeitet.

Davide Peduto – UTC Karlsruhe



- Davide Peduto studierte Maschinenbau an der Universität Karlsruhe. Als Doktorand arbeitete er an den beiden Rolls-Royce-UTCs in Karlsruhe und Nottingham.
- Seine Forschungsschwerpunkte lagen dabei in den Bereichen Thermische Strömungsmaschinen, Sekundärluft- und Ölsysteme und numerische Simulation/experimentelle Forschung zu Zweiphasenströmungen.
- Davide Peduto schätzte an UTCs vor allem, dass sie ihm den späteren Einstieg in die Industrie erleichterten, da seine praxisnahe Forschung bereits als relevante Arbeitserfahrung anerkannt wurde.
- Seit 2013 arbeitet Peduto als Leiter diverser Projekte in der Entwicklungsabteilung von BorgWarner, einem renommierten Automobilzulieferer und Hersteller von Turboaufladesystemen in Deutschland.

Ansprechpartner

Kontakt Rolls-Royce:

Frank Martin Hein

Head of Communications – Europe & Africa

Tel: +49 (0) 33708 6 2338

Mobil: +49 (0) 15112164144

E-Mail: Frank-Martin.Hein@Rolls-Royce.com

Kontakt TU Darmstadt:

Jörg Feuck

Sprecher der Universität, Leiter Corporate Communications

Tel: +49 6151 16 20018

E-Mail: feuck@pvw.tu-darmstadt.de