



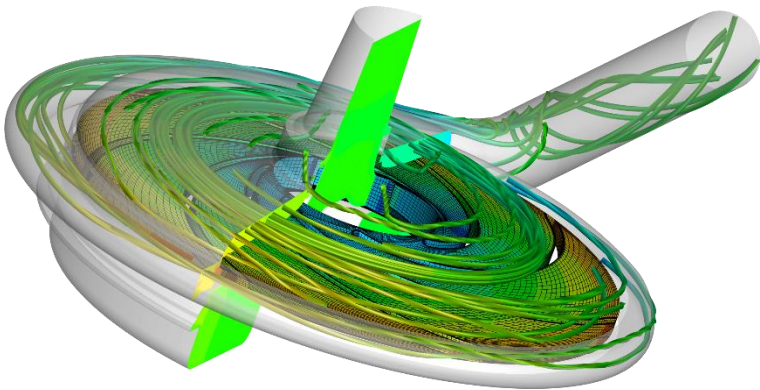
Fakultät Maschinenbau
fortschritt studieren

RUB

Masterstudiengang Maschinenbau

Studienschwerpunkt

Strömungsmaschinen



1 Einführung

Die Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum bietet seit dem Wintersemester 2007/2008 den Bachelor- und den Masterstudiengang Maschinenbau mit verschiedenen Studienschwerpunkten an.

Die Studiengänge sind eng miteinander verzahnt. Der Masterabschluss ist mit dem ehemaligen Diplom vergleichbar. Der Bachelorabschluss wird als Drehscheibe für eine industrielle Tätigkeit oder als Weiterqualifizierung zum Masterstudiengang betrachtet.

Sowohl im Bachelor- als auch im Masterstudiengang sind Vertiefungen in folgenden Studienschwerpunkten möglich:

- Angewandte Mechanik
- Energie- und Verfahrenstechnik
- Konstruktions- und Automatisierungstechnik
- Werkstoff- und Microengineering

Folgende Vertiefungsrichtungen werden ausschließlich im Masterstudiengang angeboten:

- **Strömungsmaschinen**
- **Kraftfahrzeugantriebstechnik**

Sinnvollerweise ist sowohl im Bachelor- als auch im Masterstudiengang der gleiche Studienschwerpunkt zu wählen. Ein Wechsel der Studienschwerpunkte ist grundsätzlich möglich, kann aber die Zahl der notwendigen Vorlesungen erhöhen. Eine Ausnahme bilden die Studienschwerpunkte „Strömungsmaschinen“ und „Kraftfahrzeugantriebstechnik“, die ausschließlich als Masterstudiengang angeboten werden. Für Bachelor-Absolventen der Energie-

und Verfahrenstechnik ist der Studienschwerpunkt Strömungsmaschinen eine gleichwertige Alternative zur Energie- und Verfahrenstechnik (EVT) mit stärkerer Gewichtung der Disziplinen Turbomaschinen und Strömungsmechanik. In Vorbereitung auf eine industrielle Tätigkeit hat der neue Studienschwerpunkt Strömungsmaschinen im Vergleich zu EVT stärker die Hersteller als die Betreiber von Strömungsmaschinen im Fokus. Dazu gehören z.B. neben Unternehmen der Energietechnik auch Pumpenhersteller, Hersteller von Flugtriebwerken, Unternehmen der Fluidtechnik sowie der Automotive Branche.

Nähere Informationen zum Bachelorstudiengang Maschinenbau erhalten Sie durch die Studienfachberatung:

www.mb.rub.de/studium-mb/sites/infos/studienfachberatung.php

2 Warum Strömungsmaschinen?

Unser Alltag ist bestimmt durch Strömungsmaschinen. Man sieht es nur nicht! Das Wissen der Turbomaschinen und der Strömungsmechanik, welches in diesem Schwerpunkt vermittelt wird, wird in diversen Anwendungs- und Berufsfeldern sowie Forschungsfeldern aktuell und zukünftig benötigt. Nachfolgend sind nur einige Beispiele aus den Anwendungs-, Berufs- und Forschungsfeldern dargestellt.

2.1 Anwendungs- und Berufsfelder

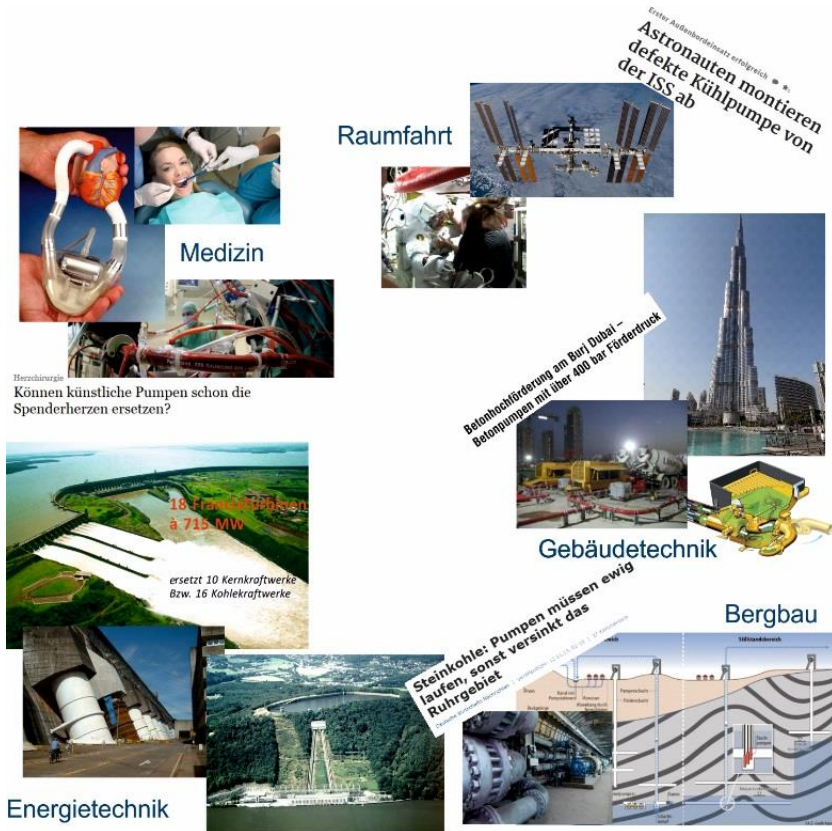


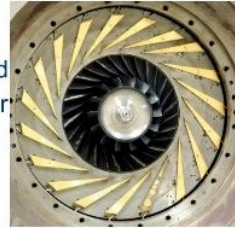
Bild 2: Anwendungs- und Berufsfelder

2.2 Forschungsfelder



Instationäre Sekundärströmungen in Axialturbinen

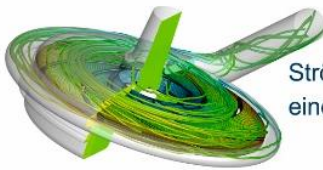
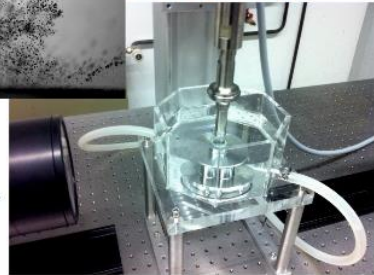
Radialverdichterlaufrad mit Keilschaufeldiffusor



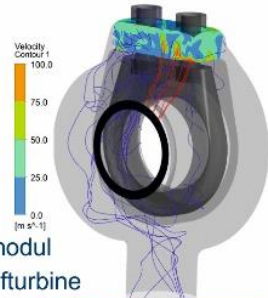
Kavitationsblasen unter einer Sonotrode



Kreiselpumpen-kavitations-prüfstand



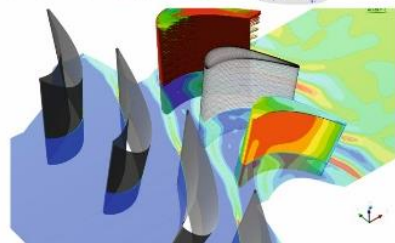
Strömungssimulation einer Kreiselpumpe



Entnahmemodul einer Dampfturbine



Industriedampfturbine bei Teilbeaufschlagung



Berechnung der Wechselwirkung von Strömungs- und Strukturmechanik in einer Industriegasturbine

Bild 3: Forschungsfelder

3 Studienplan des Studienschwerpunkts Strömungsmaschinen (Master)

Der Masterstudiengang Maschinenbau vertieft die im Bachelor-Studium erworbenen Fachkenntnisse. Der Studiengang zielt neben der Verbreiterung des Wissens auf eine Vertiefung und Spezialisierung ab. Das Profil des Masterstudiengangs Maschinenbau ist forschungsorientiert, und die Lehrinhalte sollen die Studierenden zu eigenständiger Forschungsarbeit befähigen. Die Masterarbeit wird in engem Zusammenhang zu Forschungsprojekten der Fakultät durchgeführt.

Die Studenten haben die Möglichkeit, ihr Wissen in bestimmten Bereichen des Masterstudiengangs Maschinenbaus durch die Wahl eines Studienschwerpunktes zu vertiefen. Seit dem Sommersemester 2014 wird der Master-Studienschwerpunkt **Strömungsmaschinen** angeboten.

Optimale Voraussetzungen für eine Belegung des Masterstudien-schwerpunkts Strömungsmaschinen haben Sie, wenn Sie im Bachelorstudiengang Maschinenbau den Studienschwerpunkt **Energie- und Verfahrenstechnik** gewählt haben. Es wird empfohlen, dabei an den Vorlesungen „**Fortgeschrittene Strömungsmechanik**“ und „**Flugtriebwerkskonzepte**“ (beides Profilmodule in EVT) teilzunehmen.

Nachfolgend ist in Tabelle 1 der Studienverlaufsplan für den Masterstudien-schwerpunkt Strömungsmaschinen dargestellt, aus denen Sie sich die entsprechenden Vorlesungen auswählen können. Der Studienverlaufsplan gibt die Struktur wieder, die für alle Studienschwerpunkte des Studiengangs Maschinenbau gleich ist.

Tabelle1: Studienverlaufsplan (Strömungsmaschinen)

Modulbezeichnung	LP	SoSe	WiSe	SoSo
<i>Erweiterte Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen</i>				
Grundlagen der Hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen	6	o		
Turbomaschinen	6	o		
Fachlabor Strömungsmaschinen	3	o	o	
	15			
<i>Ingenieurwissenschaftliche Vertiefung</i>				
<i>Vertiefungsmodule im Umfang von mindestens 24 Leistungspunkten. Die Veröffentlichung erfolgt in Abhängigkeit der wählbaren Studienschwerpunkte vor jedem Studienjahr im Modulhandbuch.</i>				
Computersimulation von Fluidströmungen	6	o		
Numerische Gasdynamik für Antriebs- und Energiesysteme	6	o		
Dampfturbinen - Strömungstechnische Auslegung und Konstruktion (inkl. Exkursion)	6	o		
Gasdynamik	6		o	
Simulation der Strömung in Turbomaschinen	6		o	
Werkstoffe der Energietechnik	6		o	
	24			
Modulbezeichnung	LP	SoSe	WiSe	SoSe

<i>Technischer Wahlbereich</i>				
<p><i>Technische Wahlmodule im Umfang von mindestens 16 Leistungspunkten. Technische Wahlmodule können aus dem gesamten Master-Lehrangebot technischer Arbeit der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum oder der Technischen Universität Dortmund gewählt werden. Über die Zulässigkeit entscheidet auf Antrag der Prüfungsausschuss.</i></p> <p>Vorgeschlagene Module:</p> <p>Turbulenzmodellierung</p> <p>Mechanische Grundlagen der Strömungsmaschinen</p> <p>Auslegung von Triebwerks- und Gasturbinenverdichtern</p>	<p>6</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>16</p>	<p>o</p> <p>o</p> <p>o</p>		
<i>Nichttechnischer Wahlbereich</i>				
<p><i>Nichttechnisches Wahlmodul im Umfang von mindestens 5 Leistungspunkten. Das nichttechnische Wahlmodul kann aus dem gesamten Lehrangebot nichttechnischer Art der Fakultät für Maschinenbau oder aus dem Lehrangebot einer anderen Fakultät der RUB gewählt werden. Es soll inhaltlich nichttechnischer Art, aber für die Ingenieursausbildung grundsätzlich sinnvoll sein. Über die Zulässigkeit entscheidet auf Antrag der Prüfungsausschuss.</i></p>	<p>5</p>			
<i>Fachwissenschaftliche Arbeiten</i>				
Master-Arbeit	<p>30</p> <p>30</p>			o
Gesamtsumme	90	30	30	30
<p>LP = Leistungspunkte SoSe = Sommersemester WiSe = Wintersemester</p>				

Die **erweiterten ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen** setzen sich aus zwei Pflichtmodulen und einem Fachlabor zusammen, in dessen Rahmen Versuche in den Laboren der Strömungsmaschinen durchgeführt werden.

In der **ingenieurwissenschaftlichen Vertiefung** gibt es verschiedene Profilmodule, die aus den Listen der Tabelle 1 zu wählen sind. Im Einzelfall können nach Abstimmung mit dem Studienschwerpunktbetreuer weitere Module gewählt bzw. als Profilmodul anerkannt werden.

Im **technischen Wahlbereich** können Fächer aus dem gesamten Master-Lehrangebot technischer Art der Fakultät für Maschinenbau der RUB oder der Fakultät für Maschinenbau an der TU Dortmund gewählt werden.

Im **nichttechnischen Wahlbereich** kommen Fächer aus dem gesamten Fächerangebot nichttechnischer Art der Fakultät für Maschinenbau der RUB oder aus dem Lehrangebot anderer Fakultäten der RUB in Frage. Die Vorlesungsinhalte sollen nichttechnischer Art sein, aber für die Ingenieurausbildung grundsätzlich sinnvoll sein.

Die **Master-Arbeit** soll bevorzugt an einem der Lehrstühle absolviert werden, die an dem Studienschwerpunkt beteiligt sind.

Genauere Informationen zu den einzelnen Vorlesungen können Sie dem Modulhandbuch auf der Homepage der Fakultät entnehmen:

<https://www.mb.rub.de/studium-mb/sites/studiengang/modulbeschreibungen.php>

4 Beteiligte Institute bzw. Lehrstühle

Nachfolgend stellen sich die Institute bzw. Lehrstühle vor mit ihren Lehrangeboten und Forschungsaktivitäten, die diese Vertiefungsrichtung tragen.

Institut für Energietechnik

- Thermische Turbomaschinen und Flugtriebwerke
- Institut für Antriebstechnik (DLR)

Institut für Thermo- und Fluidodynamik

- Lehrstuhl für Hydraulische Strömungsmaschinen

Institut für Computational Engineering (Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften)

- Lehrstuhl für Mechanik - Materialtheorie

Institut für Werkstoffe

- Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaft



Prof. Dr. F. di Mare
Sekretariat: IC E2-63
Tel: 0234 / 32 – 24505
Internet: www.ttf.rub.de
Mail: lsttf@rub.de

Lehrstuhl für Thermische Turbomaschinen und Flugtriebwerke

Lehrangebote in diesem Schwerpunkt

- Turbomaschinen
- Versuche im Fachlabor Energietechnik & Strömungsmaschinen
- Computersimulation von Fluidströmungen
- Dampfturbinen
- Simulation der Strömung in Turbomaschinen
- Numerische Gasdynamik für Antriebs- und Energiesysteme
- Grundlagen der Fluidenergiemaschinen (Bachelor EVT)

Forschung

Die Forschungstätigkeiten am Lehrstuhl konzentrieren sich auf die Komponenten (Verdichter, Brennkammer und Turbine) von Gasturbinen und Triebwerken sowie auf Dampfturbinen.

Schwerpunkt der Arbeiten bilden dabei numerische und experimentelle Untersuchungen der dreidimensionalen und instationären Strömung sowie die Wechselwirkung zwischen der Strömung und den Bauteilen (Fluid-Struktur-Interaktionen).

Mittels numerischer Strömungssimulationen (CFD) werden die komplexen Strömungsvorgänge im Detail untersucht. In aktuellen Forschungsprojekten konzentrieren sich diese Arbeiten auf verschiedene Baugruppen und Strömungsaspekte in Gasturbinen, Triebwerken und Dampfturbinen.

Fluid-Struktur-Interaktionen spielen eine wichtige Rolle im Hinblick auf Schwingungsanregungen und Lebensdauer von Turbomaschinenkomponenten. Diese Wechselwirkungen werden ebenfalls numerisch untersucht, bedürfen aber auch einer experimentellen Validierung. Für die experimentellen Strömungsuntersuchungen stehen im Turbomaschinenversuchsfeld des Lehrstuhls u.a. mehrere Radialverdichter, mehrstufige Axialverdichter sowie eine einstufige Axialturbine zur Verfügung. Für die experimentellen Untersuchungen innerhalb der Forschungsprojekte werden konventionelle und zeitauflösende Druck- und Geschwindigkeitsmesstechniken und künftig auch verstärkt laseroptische Messverfahren eingesetzt werden.

Lehrstuhl für Hydraulische Strömungsmaschinen

Lehrangebote in diesem Schwerpunkt

- Hydraulische Strömungsmaschinen und Anlagen
- Versuche im Fachlabor Energietechnik & Strömungsmaschinen
- Gasdynamik
- Turbulenzmodellierung
- Grundlagen der Strömungsmechanik (Bachelor EVT)
- Fortgeschrittene Strömungsmechanik (Bachelor EVT)

Forschung

Im Jahr 2012 wurde der Lehrstuhl gegründet. Es werden numerische Methoden (CFD) sowie Validierungsexperimente zum Entwurf und zur Optimierung von hydraulischen Maschinen und Komponenten entwickelt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf strömungsmechanischen Fragestellungen. Einzelne Forschungsaktivitäten sind:

- Untersuchung der instationären Wechselwirkungen der Maschinen mit dem Gesamtsystem
- Betrachtung der Mehrphasenströmungen (Kavitation, Luftausgasung, partikelbeladene Strömungen)
- Verbesserung des Teillastverhaltens
- Berücksichtigung unterschiedlicher Fluide
- Minimierung der Geräuschemissionen
- Lebensdauer- bzw. Standzeiterhöhung

Industrie

Aufgrund der nicht nur maschinen- sondern auch grundlagen- und methodenorientierten Ausrichtung des Lehrstuhls werden neben den Unternehmen der hydraulischen Strömungsmaschinenindustrie (Kreiselumpen, Wasserturbinen) auch Unternehmen der Fluidtechnik (Ölhydraulik, Fördertechnik etc.) angesprochen. Auf Wunsch können Industriepraktika vermittelt werden.

Bachelor- & Masterarbeiten

Das Angebot an Abschlussarbeiten richtet sich nach den Forschungsschwerpunkten des Lehrstuhls. Es werden sowohl experimentelle als auch numerische Arbeiten angeboten. Konkrete Themen können an die Interessen der Studierenden angepasst werden, sodass gilt: Nachfragen lohnt immer!



Institut für Antriebstechnik (DLR)

Lehrangebote in diesem Schwerpunkt

- Auslegung von Triebwerks- und Gasturbinenverdichtern
- Flugtriebwerkskonzepte (Bachelor EVT)

Forschung

Die Forschungsarbeiten des Instituts für Antriebstechnik sind darauf ausgerichtet, die vorhandenen Potentiale zur Verbesserung der Gasturbine für Luftfahrt und Kraftwerk zu erschließen.

Wesentliche Forschungsgebiete sind neuartige Triebwerkskonzepte und Missionsanalysen sowie die Komponententechnologie im Bereich Triebwerksfan, Axial- und Radialkompressor, Brennkammer und Turbine. Darüber hinausgehende Querschnittsthemen beinhalten moderne dreidimensionale, instationäre Rechenverfahren (TRACE), die Analyse und Reduktion der Schallabstrahlung von Triebwerken und Flugzeugen sowie laseroptische Messverfahren zur Strömungs- und Reaktionsanalyse.

Der moderne Anlagenpark umfasst unter anderem einen 10MW-Zweiwellen-Fan- und Verdichterprüfstand, einen Radialverdichterprüfstand, Hochdruckbrennkammerprüfstände für Demonstrations- und industrielle Entwicklungsversuche und Prüfstände für die Brennkammerforschung (alle in Köln) sowie mehrere Turbinenprüfstände in Göttingen.

Industrie

Die wichtigsten Industriepartner bei Luftfahrtantrieben sind *MTU Aero Engines* im Bereich Gesamttriebwerk, Verdichter und Simulationsverfahren (TRACE) und *Rolls-Royce* im Bereich Brennkammer, Turbine und Akustik. Im Energiebereich sind *Siemens Energy*, *MAN Turbo* und *General Electric* die wichtigsten Kooperationspartner im industriellen Umfeld. Darüber hinaus zählen europäische aber auch amerikanische und asiatische Unternehmen zu den Industriepartnern des Instituts. Der Drittmittelumsatz des Instituts liegt derzeit bei etwa 16 M€ pro Jahr.

Institut

Die Abteilungen *Triebwerk*, *Verdichter*, *Brennkammer*, *Numerische Methoden* und *Triebwerksmesstechnik* sind in Köln angesiedelt, die Abteilung *Triebwerksakustik* in Berlin und die Abteilung *Turbine* in Göttingen. Das Institut für Antriebstechnik beschäftigt an den drei Standorten Köln, Berlin und Göttingen derzeit knapp 200 Mitarbeiter, davon den weitaus größten Teil in Köln-Porz.

Lehrangebote in diesem Schwerpunkt

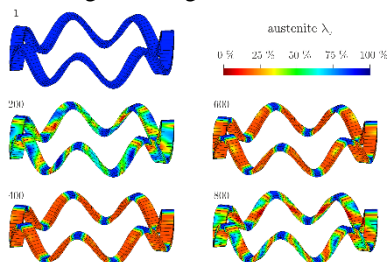
- Mechanische Grundlagen der Strömungsmechanik

Forschung

Der Lehrstuhl für Mechanik - Materialtheorie widmet sich spezifischer Fragestellungen der modernen Festkörpermechanik. Der Lehrstuhl betreibt sowohl Grundlagenforschung zur Theorie und Numerik, als auch Kooperationen mit Anwendern aus dem akademischen Bereich sowie der Industrie. Wesentliche Forschungsbereiche sind die Entwicklung effektiver Materialmodelle für unterschiedliche Werkstoffe, die Entwicklung und Anwendung effektiver numerischer Methoden zur Lösung komplexer Probleme, die Entwicklung von akkuraten Modellen für Bauteile und Strukturen und schließlich die experimentelle Überprüfung der Modelle und Berechnungen sowie Versuche zur Bestimmung von Modellparametern. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Modellbildung und Simulation bei unterschiedlichen mechanischen Problemen, unabhängig davon, ob die konkrete Fragestellung nun aus dem Bereich des Bauingenieurwesens, des Maschinenbaus, oder gar aus anderen Bereichen wie zum Beispiel der Biomechanik kommt.

Industrie

Der Lehrstuhl unterhält enge Kontakte zu in- und ausländischen Forschungseinrichtungen, insbesondere auch auf interdisziplinärem Bereich. Mit der Industrie bestehen Kontakte im Rahmen von Projekten, Beratung und Begutachtung.



FEM-Simulationsergebnis eines Klemmrings aus Formgedächtnislegierung, die durch mechanische und thermische Einflüsse ihre kristallographische Struktur ändert. In den ersten 400 Zeitschritten wird der Ring mechanisch komprimiert, in den zweiten 400 Zeitschritten wird die Temperatur erhöht

Bachelor- & Masterarbeiten

Das Angebot an Abschlussarbeiten richtet sich nach den Forschungsschwerpunkten des Lehrstuhls. Daher werden meist programmierbasierte Themen vergeben, die sich mit kontinuumsmechanischen Problemen befassen. Allerdings wurden auch Themen zur Rotordynamik und deren Regelung von Nicht-Mechanik-Vertiefen erfolgreich bearbeitet. Der Lehrstuhl freut sich auf Ihre Nachfragen!

Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaft

Lehrangebote in diesem Schwerpunkt

- Werkstoffe der Energietechnik

Forschung

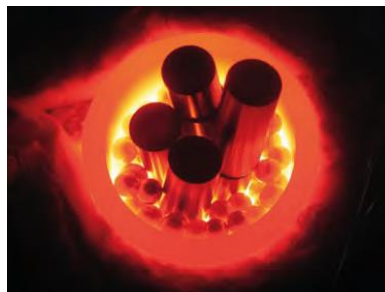
Der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft gehört zum Institut für Werkstoffe der Ruhr-Universität Bochum und beschäftigt sich in Lehre und Forschung mit der Herstellung, dem Aufbau und den Eigenschaften von Werkstoffen.

Dabei steht bei uns die Mikrostruktur von Werkstoffen im Zentrum aller Aktivitäten. Wir forschen an Strukturwerkstoffen (insbesondere metallische Hochtemperaturlegierungen) und Funktionswerkstoffen (insbesondere Formgedächtnislegierungen). Wir befassen uns mit Reaktionen in und an festen Stoffen, mit mechanischen und mikrostrukturellen Charakterisierungsverfahren und mit Werkstoffmodellierung. Wir setzen einen Forschungsschwerpunkt bei der Aufklärung elementarer Strukturbildungs- und Verformungsprozesse, dabei arbeiten wir mit Naturwissenschaftlern und Ingenieuren auf der ganzen Welt zusammen.

Studierende haben bei uns die Möglichkeit, die Werkstoffgruppen Metalle, Glas/-Keramik, Polymere und Verbundwerkstoffe forschend in einem internationalen Umfeld kennenzulernen.

Industrie

Mit unseren Partnern aus der Industrie arbeiten wir in verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsprojekten zusammen. Im Vordergrund steht hier der Zusammenhang zwischen Mikrostruktur und Werkstoffeigenschaften.



Vakuuminduktionsschmelzen in einem Graphittiegel, J. Frenzel.

Bachelor- & Masterarbeiten

Die Betreuung der Bachelor- und Masterarbeit unserer Studierenden ist ein wichtiger Teilaspekt des Studiums. Bei uns können Studierende das Zusammenwirken zwischen Versuchsplanung, Experiment, Datenerfassung, Auswertung, Interpretation und Modellierung am Beispiel erleben.

Eigene Notizen

Herausgeber:

Ruhr-Universität Bochum

Fakultät für Maschinenbau

Lehrstuhl für Thermische Turbomaschinen und Flugtriebwerke
sowie

Lehrstuhl für Hydraulische Strömungsmaschinen

Für Fragen zum Studienschwerpunkt steht zur Verfügung:

Prof. Dr.-Ing. R. Skoda, Studienschwerpunktbetreuer

Tel. (0234) 32 – 28801

Stand: Mai 2021

