

# **„Nichteisenmetallurgie“ zukünftig eingebettet in das Studium „Werkstoffingenieurwesen“ - die neuen Bachelor und Master Abschlüsse an der RWTH Aachen**

„Non-Ferrous Metallurgy" in the future embedded into the study "Material Engineering" - the new Bachelor and Master Conclusions at the RWTH Aachen

**Bernd Friedrich<sup>1)</sup>, Florian Thönnessen<sup>2)</sup>, Claudia Kommer<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> IME Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling, RWTH Aachen

Intzestr. 3, D-52056 Aachen, [www.ime-aachen.de](http://www.ime-aachen.de)

<sup>2)</sup> IEHK Institut für Eisenhüttenkunde, RWTH Aachen

Intzestr. 5, D-52056 Aachen, [www.iehk.rwth-aachen.de](http://www.iehk.rwth-aachen.de)

## **Zusammenfassung**

Ab dem WS 2007/08 wird an der RWTH Aachen das konsekutive Bachelor/Masterprogramm „Werkstoffingenieurwesen“ eingeführt. Der Bachelor dauert 6 Semester und vermittelt sowohl Grundlagen- als auch fachspezifisches Wissen. Alle 12 Lehrstühle der Fachgruppe Metallurgie und Werkstofftechnik sind beteiligt. Aber bereits mit Antritt des Studiums werden die Studenten darauf hingewiesen, dass erst der Master der Zielabschluss - da äquivalent zum traditionellen Diplomabschluss - ist. Der Master umfasst vier Semester. Im Vordergrund dabei steht eine fundierte wissenschaftliche Ausbildung auf hohem Niveau mit starkem Praxisbezug. Kernstück dieses Programms ist der Vertiefungsbereich, der weitgehend dem des bisherigen Diplomstudienganges entspricht. Am IME der RWTH Aachen werden hier sieben Module angeboten. Verpflichtend für den zukünftigen „Nichteisenmetallurgen“ sind die Module „Thermische Gewinnungs- resp. Raffinationsverfahren“, wohingegen als drittes Modul entweder „Hydrometallurgie“, „Umweltschutz beim Metallrecycling“ oder „Technologie flüssiger Aluminium-Schmelzen“ gewählt wird. Das spezielle Aachener Profil des Werkstoffingenieurs wird nicht nur seine sehr gute fachliche Ausbildung sein, sondern auch die Befähigung, betriebswirtschaftliche Zusammenhänge bei der täglichen Arbeit und in Entscheidungsprozessen berücksichtigen zu können. Absolventen des vorgestellten Studiums werden in der Lage sein, metallische und nichtmetallische Werkstoffe mit optimalen Eigenschaften zu entwickeln, Sie kennen die Anwendungen für diese Werkstoffe und verfügen über Kenntnisse der dafür erforderlichen wirtschaftlichen Herstellungsprozesse unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung.

## **Abstract**

Science WS 07/08 the consecutive Bachelor/Master program Materials Engineering is introduced at Technical University Aachen, Germany. The bachelor program takes 6 semesters and teaches basics as well as technical knowledge. All 12 departments of the section of metallurgy and materials science are participating. From the beginning of their studies the students are told that the Master degree is the intended degree to achieve an equivalent qualification to the traditional Diploma. The master program takes 4 semesters. Special attention is on the fundamental scientific education in combination with intense practical training. Main item of the program is the major subject, which is largely similar to the previous diploma program. At the IME, institute and chair of the Technical University Aachen seven modules are offered. Obligatory for the future “Non ferrous metallurgist” are the modules “Thermal winning” and “Thermal refining”, whereas the third module can be chosen from “Hydrometallurgy”; “Environmental Protection at Metal Recycling” or “Technology of Liquid Aluminum Melts”. The special Aachen profile of the materials engineer will not only have an excellent professional education, but also the knowledge of considering economical coherences during his daily work and during decision-making processes. Alumni of the presented program will have the ability to invent metallic and non metallic materials with optimal properties. They will know the applications for these materials and they are skilled in their economical processing in consideration of the sustainable development.

## **Keywords**

RWTH, Aachen, Bachelor, Master, Studium, Nichteisenmetallurgie, Werkstoffingenieurwesen

Nach dem Willen von Europas Bildungsministern werden in allen europäischen Hochschulen ab 2010 ausschließlich Bachelor- und Masterstudiengänge angeboten. Die vertrauten Diplomabschlüsse gehören damit in der Regel bald der Vergangenheit an. Die Reform, allgemein als Bologna-Prozess bezeichnet, umfasst jedoch weit mehr als die Änderung von Bezeichnungen und Abschlüssen, sie betrifft ebenso Studienorganisation und -inhalte (Abb. 1).

## Bologna-Prozess

**In der Bologna-Erklärung (1999) haben sich 33 europäische Bildungsminister auf die Einführung eines Systems vergleichbarer Abschlüsse bis 2010 verständigt. Als Ziele wurden vereinbart:**

- *Die Schaffung eines System leicht verständlicher und vergleichbarer Abschlüsse*
- *Die Schaffung eines zweistufiges System von Studienabschlüssen (undergraduate/graduate)*
- *Die Einführung eines Leistungspunktesystem nach dem ECTS-Modell*
- *Die Förderung der Mobilität durch Beseitigung von Mobilitätshemmnissen*
- *Die Förderung der europäische Zusammenarbeit im Bereich der Qualitätssicherung*
- *Die Förderung der europäischen Dimension in der Hochschulausbildung.*

Abbildung 1: Bologna-Erklärung

Damit die Inhalte und der geleistete Aufwand beurteilt und verglichen werden können, werden die erbrachten Studienleistungen statt mit Semesterwochenstunden nun mit sogenannten Creditpoints bewertet. Dabei wird nicht – wie bisher der Fall – nur die Stundenzahl der Lehrveranstaltungen berücksichtigt, sondern auch der durch die Studierenden erbrachte Zeitaufwand zur Vor- und Nachbereitung des Lernstoffes und der Prüfungen ein. Ferner sind alle Veranstaltungen mit dem Ziel der Studienzeitverkürzung zu modularisieren und jeweils semestermäßig abzuprüfen. Dies wird natürlich den Prüfungsaufwand der Lehrenden deutlich erhöhen. Auf der anderen Seite ermöglicht diese Modularisierung den Studenten, ihr Studium spezieller und vor allen Dingen internationaler auf die eigenen Interessen zuzuschneiden. Genau dieser Universitätswechsel soll dem Wunsche der Politiker folgend, zukunftsweisend sein.



Die Studieninhalte werden nach dem Abschluss detailliert in einem so genannten „Diploma Supplement“ beschrieben, das künftig jedem Abschlusszeugnis beigelegt wird. Anhand dieser Beschreibung und der damit verbundenen Creditpoints können Personalentscheider sehen, mit welchem zeitlichen Aufwand und vor allem an welcher Universität die einzelnen inhaltlichen Schwerpunkte vermittelt bzw. studiert wurden.

Der Masterabschluss, der auf den Bachelor folgt, ist dem Diplomabschluss gleichgestellt und berechtigt somit grundsätzlich zur Promotion. Vor dem Hintergrund einer methoden- und vor allem problemlösungsorientierten Ingenieurausbildung mit dem Anspruch, einen besonders engen Bezug zur Praxis zu entwickeln, wird an der RWTH Aachen ab dem WS 2007/08 das konsekutive Bachelor/Masterprogramm „Werkstoffingenieurwesen“ eingeführt. Es löst den bisherigen Diplomstudiengang „Metallurgie und Werkstofftechnik“ ab und wird zwischenzeitlich mit dem Titel Bachelor of Science RWTH Aachen University und endgültig mit dem Titel Master of Science RWTH Aachen University abgeschlossen. Verantwortliche Lehrereinheit für das Studium des Werkstoffingenieurwesens ist die Fachgruppe Metallurgie und Werkstofftechnik innerhalb der Fakultät Georessourcen und Materialtechnik an der RWTH Aachen. Die 12 Professuren dieser Fachgruppe decken neben den werkstofflichen Aufgabenstellungen inhaltlich die Prozesse der Herstellung, der Verarbeitung und des Recyclings von metallischen und nichtmetallischen anorganischen Werkstoffen ab. Im Mittelpunkt steht dabei nicht nur die Entwicklung neuer, anwendungsspezifischer Konstruktions- und Funktionswerkstoffe auf höchstem wissenschaftlichem Niveau, sondern auch deren wirtschaftliche Prozesstechnik sowie ökonomische und ökologische Aspekte der gesamten Prozesskette.

Der neue Bachelorstudiengang Werkstoffingenieurwesen dauert 6 Semester und vermittelt in vier großen Themenblöcken sowohl Grundlagen- als auch fachspezifisches Wissen.. Alle 12 Lehrstühle der Fachgruppe Metallurgie und Werkstofftechnik sind beteiligt. Die mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen sind in den Modulen Mathematik, Physik, Chemie und Physikalische Chemie enthalten. Der Lernstoff wird hier insbesondere durch intensive Praktika, schon immer die große Stärke der Aachener Ingenieurausbildung, anschaulich vermittelt. Bereits ab dem ersten Semester werden fachspezifische Grundlagen gelehrt. Eine zugehörige Auswahl an Fächern zeigt Abbildung 2 (links).

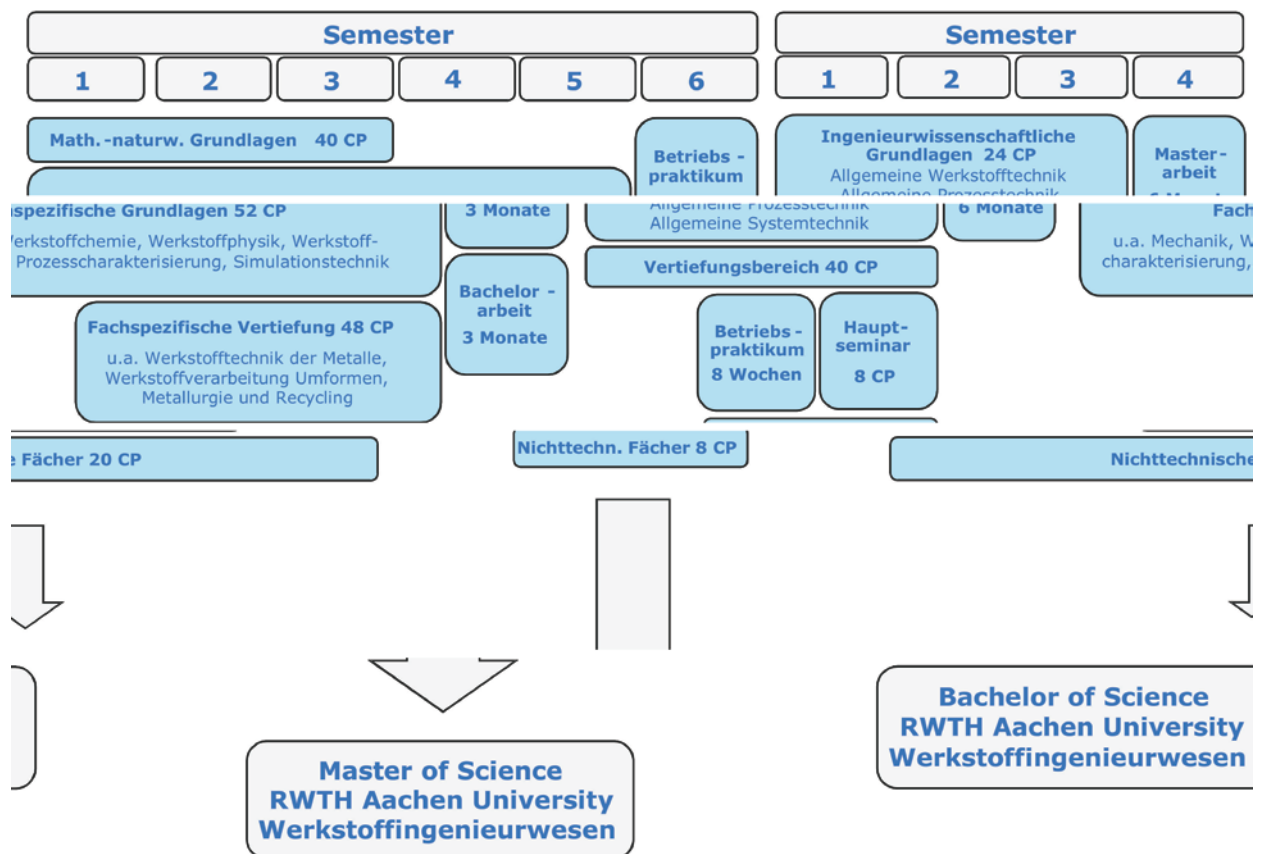


Abbildung 2: Das Aachener Bachelor- und Masterstudium „Werkstoffingenieurwesen“ im Überblick

Neben klassischen ingenieurwissenschaftlichen Fächern wie Mechanik oder Maschinenkomponenten werden werkstoff- und prozessmäßige Grundlagen vermittelt. Beispielsweise sei hier auf die neu geschaffenen Fächer Werkstoff- und Prozesscharakterisierung hingewiesen. Mit der fachspezifischen Vertiefung runden die Studierenden ihr werkstoffwissenschaftliches Qualifikationsprofil ab. So lernen alle Studierenden unter anderem wie man Kupfer und Aluminium herstellt, ihnen gewünschte Eigenschaften verleiht und sie anschließend in eine definierte Form bringt. Verpflichtend sind für alle Studierenden zudem die Module BWL und Methoden der Projektbearbeitung; vervollständigt wird der nichttechnische Bereich durch eine Auswahl an Fächern zu den Themen Patent- und Arbeitnehmererfinderrechts, Umweltschutz und Führungskompetenz. Erste Berufserfahrung soll in einem 12wöchigen Betriebspraktikum gesammelt werden. Abgeschlossen wird der Studiengang mit der dreimonatigen Bachelorarbeit. Aber bereits mit Antritt des Studiums werden die Studenten darauf hingewiesen, dass erst der Master der Zielabschluss in Aachen ist, da nur dieser äquivalent zum derzeitigen international anerkannten Diplomabschluss ist.

Der Masterstudiengang umfasst vier Semester (Abb. 2 rechts). Im Vordergrund dabei steht eine fundierte wissenschaftliche Ausbildung auf hohem Niveau mit starkem Praxisbezug. Kernstück dieses Programms ist der Vertiefungsbereich, der weitgehend der Studienrichtung des bisherigen Diplomstudienganges entspricht. Hier werden den Studierenden zehn Möglichkeiten geboten, sich durch Wahl eines „Leitfaches“ zu spezialisieren, so z.B. in Nichteisenmetallurgie. Eine Übersicht der Aachener Vertiefungsmöglichkeiten zeigt Abbildung 3.



Abbildung 3: 10 unterschiedliche Vertiefungsmöglichkeiten im Master Werkstoffingenieurwesen

Am IME Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling, Lehrstuhl und Institut der RWTH Aachen werden für den Masterstudiengang sieben Module angeboten. Abbildung 4 zeigt den zeitlichen Ablauf der Modulbelegung, die zukünftig zum „**Nichteisenmetallurgen**“ führen werden. In diesem Fall verpflichtend sind die Module 1 und 2 „Thermische Gewinnungs- resp. Raffinationsverfahren“, wohingegen Modul 3 aus dem Angebot Hydrometallurgie, Umweltschutz beim Metallrecycling und Technologie flüssiger Aluminium-Schmelzen alternativ gewählt wird. Alle Studenten im Masterstudiengang Werkstoffingenieurwesen belegen neben dem Vertiefungsfach verschiedene fachbezogene Wahlfächer und jedes der Module, die zum Nichteisenmetallurgen führen, kann auch von Studenten anderer Vertiefungsrichtungen als Wahlvertiefung belegt werden. Darüber hinaus werden am IME noch die Wahlvertiefungsmodule „Oberflächentechnik-Galvanotechnik“ und „Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen“ angeboten.

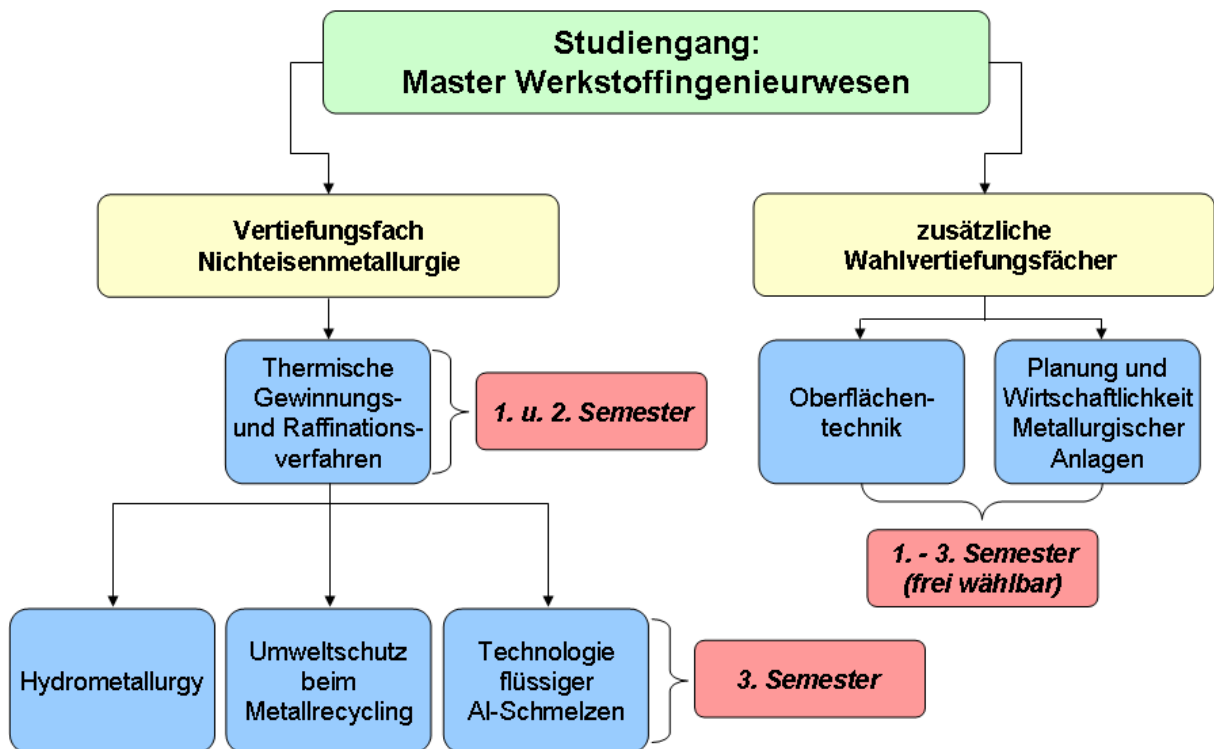


Abbildung 4: Lehrinhalte „Nichteisenmetallurgie“ und weitere Lehrangebote des IME, RWTH Aachen im Rahmen des Masterstudienganges „Werkstoffingenieurwesens“

Den Studierenden wird in den verschiedenen Modulen ein spezialisierter Einblick in die entscheidenden „unit operations“ der Hochtemperaturmetallurgie und nasschemischer (hydrometallurgischer) Prozesse für die Gewinnung und Raffination von Nichteisenmetallen aus Primär- wie auch Recyclingrohstoffen gegeben. Die Studierenden sollen befähigt werden, Kriterien zur Auswahl geeigneter Reaktoren für eine gegebene metallurgische Aufgabenstellung festzulegen und ein „benchmark“ durchzuführen. Hierzu werden die Fähigkeiten zur quantitativen Entwicklung, Auslegung bzw. Analyse der Prozesse vermittelt. Inhaltlich beschäftigen sich die Modul 1 „thermische Gewinnungsverfahren“ und Modul 2 „thermische Raffinationsverfahren“ mit der Reaktionstechnik der wichtigsten Hochtemperaturprozesse zur Gewinnung/Darstellung und Raffination von Nichteisenmetallen: Drehrohr- und Wirbelschichttechnik, Konverter mit Schlackenmetallurgie, aluminothermische Reduktion, Schmelzzyklon, moderne Badschmelzverfahren (ISA-smelt, TBRC, QSL) sowie Elektrolichtbogenofen. Im Wahlmodul 3a „Hydrometallurgie“ wird die Reaktionstechnik der wichtigsten nasschemischen Prozesse, in denen ein wässriges Medium mit Feststoffen (Laugungs-Technik) oder anderen Flüssigkeiten (Ionenaustausch) in Wechselwirkung tritt, sowie Suspensionstrennung (Sedimentation, Filtration) und Metallelektrolyse (Gewinnung, Raffination) dargestellt. In allen drei Modulen umfasst die Lehre:

- Die Prozess bestimmende Mechanismen und Prozessparameter,
- Die thermophysikalische/thermochemische Grundlagen,
- Die Anlagenprinzipien, Auslegung und scale up,
- Die Methoden zur Produktbewertung,
- Prozessbeispiele aus der NE-Metallurgie.

Im Modul 3b wird den Studierenden ein Einblick in die Rahmenbedingungen zum produktionsintegrierten Umweltschutz beim Recycling von (Nichteisen-) Metallen gegeben. Diese umfassen Gesetzgebung, mechanische Aufbereitung und metallurgische Prozesstechnik. Teilziel ist die Befähigung, Kriterien zur Auswahl/Vorbereitung geeigneter metallhaltiger Reststoffe festzulegen. Exemplarische metallurgische Behandlungsverfahren werden bezüglich Effizienz, Abgas- und Abwasserreinheit, wie auch Qualität/Behandlung von Zwischenprodukten analysiert. Hierzu werden die Fähigkeiten zur quantitativen Entwicklung, Auslegung bzw. Analyse der Prozesse vermittelt. Im Modul 3c wird den Studierenden ein spezialisierter, sehr industrienaher Einblick in die Gewinnung und Verarbeitung von Aluminium aus Primär- wie auch Recyclingrohstoffen gegeben. Die Studierenden sollen befähigt werden, Managementstrategien für metallverarbeitende Unternehmen zu entwickeln und Kriterien zur Auswahl geeigneter Prozessparameter und Anlagen für eine gegebene Aufgabenstellung festzulegen. Hierzu werden die Fähigkeiten zur quantitativen Entwicklung, Auslegung bzw. Analyse der Prozesse vermittelt. Die Veranstaltung wird zusammen mit der Hydro Aluminium Deutschland in Bonn durchgeführt.

Im Rahmen des institutsübergreifenden Wahlmoduls Oberflächentechnik werden die Studierenden befähigt, spezielle Beschichtungstypen und -techniken darzustellen. Themen sind insbesondere: Vakuumtechnik, Plasmachemie und Energetik, ionengestütztes Schichtwachstum, mechanische Schichteigenschaften, Produktionstechniken, Dispersionsschichten, Galvanoformung, Abscheidung aus der Salzschnmelze, Kunststoffgalvanisierung, Verschleiß und Verschleißprüfung, nichtmetallische Überzüge, Gasnitrieren, Gasaukokohlen, thermochemische Verfahren, plattierte Werkstoffe, organische Überzüge, Pulverbeschichtung, wobei das IME den elektrochemischen Bereich abdeckt.

Das Wahlmodul Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen beschäftigt sich mit der Planung und der Errichtung komplexer technischer Teilprojekte, in denen verschiedene Gewerke und technische Einrichtungen zusammenwirken, um ein mit dem Gesamtprojekt angestrebtes Ziel zu erreichen. Es werden Themen behandelt, bei denen technische Aspekte mit nicht-technischen eng verknüpft sind, beispielsweise mit kaufmännischen Gesichtspunkten (Wirtschaftlichkeit), mit Rechtsfragen (Genehmigungsverfahren), mit Risikoaspekten (risk assessment) oder Qualitätskriterien (Zertifizierungen, TQM,...). Anhand einer „Case Study“ wird



das theoretisch erlernte praktisch umgesetzt. Einfache praktische Experimente geben ein Gefühl, wie Prozessdaten ermittelt werden.

Jedes Modul beinhaltet neben den Vorlesungen und Übungen einen intensiven Praktikumsteil, in dem die in der Vorlesung vorgestellten Verfahren von den Studenten in Kleingruppen im Labor- oder Technikumsmaßstab ausprobiert werden (Abbildung 5).

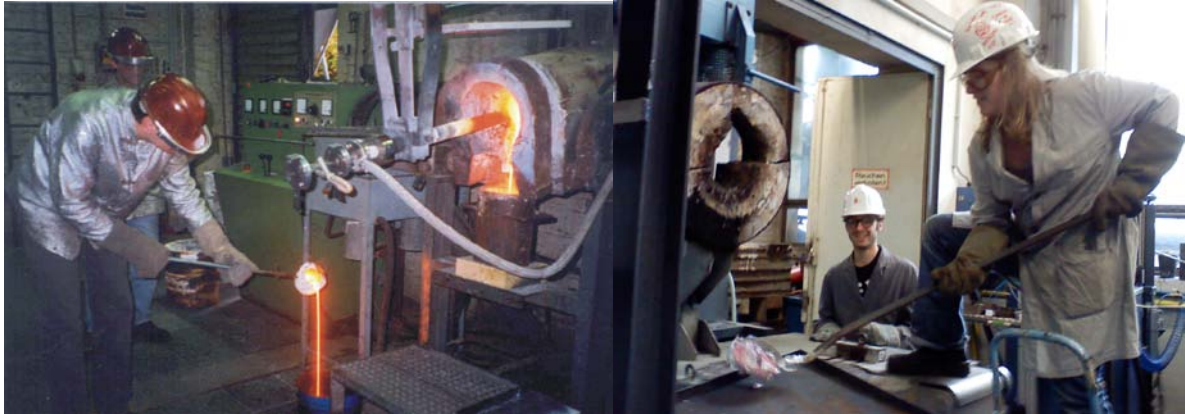


Abbildung 5: Studenten der IME-Praktika: „thermische Gewinnungs- und thermische Raffinationsverfahren“

Der benachbarte Lehrstuhl für Metallurgie von Eisen und Stahl (IEHK) bietet analog für Nichteisenmetallurgen ergänzende Wahl-Module in den Bereichen „Eisen- und Stahlmetallurgie“, „kontinuierliches Gießen“ sowie „spezielle Reduktionsverfahren“ an. Am Lehrstuhl für Bildsame Formgebung (IBF) stehen die Module „Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik“, „Prozessketten der Umformtechnik“, „Modellierung von Umformprozessen“, „Neuere Entwicklungen der Umformtechnik/Walzwerkstechnik“ und „Elektroband“ zur Auswahl. Den Studierenden stehen am Lehrstuhl für Metallkunde und Metallphysik (IMM) die Module zu den „Werkstoffwissenschaften der Metalle“, „metallphysikalische Grundlagen der Aluminiumwerkstoffe“, „metallische Verbundwerkstoffe“, sowie „Prozess- und Werkstoffmodellierung“ zur Auswahl. Am Lehrstuhl für Hochtemperaturtechnik (IOB) können beispielsweise Module zu den Themen „Industrieofentechnik“, „Berechnung und Auslegung von Industrieöfen“ und „Anlagentechnik“ belegt werden. Das gesamte Modulangebot kann zukünftig dem Internet entnommen werden.

Der Pflichtbereich des Masters setzt sich aus drei Grundlagenfächern zu den Themen Werkstoff-, Prozess- und Systemtechnik und dem nichttechnischen Fach Englisch zusammen. Alle zukünftigen Absolventen des Masters Werkstoffingenieurwesen an der RWTH Aachen verfügen somit über ein definiert hohes Niveau an Englischkenntnissen. Im nichttechnischen Bereich kann z.B. zwischen Controlling oder Strategischem Management gewählt werden. Eine Besonderheit

wird das stets mit aktuellen Forschungsthemen besetzte Hauptseminar sein. Industrieerfahrung sammeln die Studierenden in einem achtwöchigen Praktikum. Abgeschlossen wird das Studium mit der sechsmonatigen Masterarbeit.

Das spezielle Aachener Profil des Werkstoffingenieurs wird nicht nur seine sehr gute fachliche Ausbildung sein, sondern auch die Befähigung, betriebswirtschaftliche Zusammenhänge bei der täglichen Arbeit und in Entscheidungsprozessen berücksichtigen zu können. Absolventen des vorgestellten Studiums werden in der Lage sein, metallische und nichtmetallische Werkstoffe mit optimalen Eigenschaften zu entwickeln. Sie kennen die Anwendungen für diese Werkstoffe und verfügen über Kenntnisse der dafür erforderlichen wirtschaftlichen Herstellungsprozesse unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung.

Weitere Informationen zum Bachelor- und Masterprogramm Werkstoffingenieurwesen erteilt die Studienberaterin der Fachgruppe Metallurgie und Werkstofftechnik Frau Dipl.-Ing. Jana Rave-Wortmann:

[www.muw.rwth-aachen.de](http://www.muw.rwth-aachen.de)

[InfoMuW@rwth-aachen.de](mailto:InfoMuW@rwth-aachen.de)

0241-8095859