

## Profilbeschreibung des Master-Studiengangs „Mikro- und Nanotechnologien“

Der forschungs- und anwendungsorientierte Studiengang „Mikro- und Nanotechnologien“ wird mit dem Abschluss „Master of Science“ gemeinschaftlich von den Fakultäten *Elektrotechnik und Informationstechnik*, *Maschinenbau* und *Mathematik und Naturwissenschaften* getragen. Der Studiengang ist konsekutiv ausgelegt und ermöglicht den Einstieg im WS als auch im SS, nach einem 6-semesterigen oder 7-semesterigen Bachelorstudium.

### Vorbemerkung

Das Studium der Mikro und Nanotechnologien an der TU Ilmenau bietet in seiner Konzeption eine Kombination klassischer Mikrotechnologien mit den modernen Nanotechnologien. Es liefert Methoden, Werkzeuge und theoretische Betrachtungen für den Umgang mit der Welt des Mikro- und Nanoskaligen. Dabei wird die mikrotechnologische Komponente mit Strukturdimensionen von 0,1 bis 1000  $\mu\text{m}$  durch die Ergänzung des Nanokosmos mit seinen Strukturabmessungen unterhalb der 100 nm vervollständigt. Die Notwendigkeit des Studiengangs ergibt sich aus dem Umstand, dass die herkömmlichen Mikrotechnologien mit ihrer klassischen Herangehensweise an Herstellung, Untersuchung und Anwendung von Bauelementen und Strukturen, mit zunehmender Verkleinerung in den Nanobereich hinein an Grenzen stoßen. In der "Nanowelt" werden mit abnehmenden Strukturdimensionen die klassischen Disziplinen der Elektrotechnik, Naturwissenschaften, Werkstoffe und Mechanik mehr und mehr in einer integrierten Nutzung von physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften und Prinzipien zusammengeführt. Dies bedingt eine Erweiterung der klassischen mikrotechnologischen Herangehensweisen durch die Methoden der Nanotechnologie, um den zukünftigen Anforderungen in Forschung und Entwicklung gewachsen zu sein.

### Zielgruppe

Das Studienangebot wendet sich an leistungsorientierte junge Menschen, die gleichermaßen technisches und naturwissenschaftliches Interesse besitzen und sich der Herausforderung stellen wollen, das Verständnis, die Herstellung und die instrumentelle Beherrschung von Mikrobauelementen, Mikrosystemen und unterschiedlichsten Nanoobjekten in der Forschung zu vertiefen und Mikro- und Nanostrukturen sowie funktionelle Nanosysteme einer industriellen Anwendung zuzuführen.

### Studienaufnahme

Der Einstieg in das Masterstudium der „Mikro- und Nanotechnologien“ an der TU Ilmenau kann nach einem erfolgreich abgeschlossenen Bachelorstudium erfolgen. Hierbei wurde das erste Semester des Masterstudiengangs als Anpassungssemester konzipiert, in dem Bachelor-Absolventen naturwissenschaftlicher Fachrichtungen Gelegenheit zur Vervollständigung ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenwissens gegeben wird, was Voraussetzung für einen erfolgreichen Abschluss des Masters „Mikro- und Nanotechnologien“ ist. Bachelor-Absolventen, die ihren Grad in einer ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung mit einer Regelstudienzeit von 7 Semestern erworben haben, können das Master-Studium mit dem Einstieg in das 2. Semester aufnehmen.

Für Studenten der TU Ilmenau ist der Studiengang so angelegt, dass er sowohl von den Bachelor-Absolventen der Elektrotechnik, der Technischen Physik und der Mechatronik im unmittelbaren Anschluss an den Bachelor-Abschluss belegt werden kann. Unabhängig von dieser direkten Anschlussmöglichkeit ist der Studiengang so ausgelegt, dass auch Bachelorabsolventen anderer passfähiger Studiengänge und berufserfahrene Fachleute eine adäquate Ausbildung auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien erhalten.

### Allgemeine Ziele des Studiengangs

Ziel des Studiengangs ist es, die naturwissenschaftlichen und technologischen Grundlagen für die Erzeugung von Mikro- und Nanostrukturen zu vermitteln und die Studenten innerhalb der Studienrichtung zu befähigen, zukünftige Entwicklungen zu Mikro- und Nanotechnologien sowie nanotechnischen Systemen voranzutreiben. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei auf die gleichberechtigte Vermittlung des relevanten methodischen Spektrums für die lithografische Nanostrukturierung (top-down-Strategie), die molekulare Strukturierung durch Selbstassemblierung (bottom-up-Konzept), die Möglichkeiten der Verbindung beider Konzepte und die erforderlichen Charakterisierungstechniken gelegt. Dazu sollen neben den allgemeinen Grundlagen der Ingenieur- und Naturwissenschaften und dem dünnschicht-, mikrostrukturtechnischen und festkörperphysikalischen Wissen auch nanotechnologierelevante Teilgebiete der Chemie vermittelt werden.

### Qualifikationsziele des Studiengangs

1. Die Absolventinnen und Absolventen haben die Qualifikationsziele eines vorangegangenen Bachelorstudiums im Rahmen des Masterstudiums in einem fachlichen Reifeprozess weiterverarbeitet und eine größere Sicherheit in der Anwendung und Umsetzung der Kompetenzen bei der Herstellung von Mikro- und Nanostrukturen,

- ihrem Einsatz in Bauelementen und Geräten und den naturwissenschaftlichen Voraussetzungen ihrer Präparation und ihrer Funktionen erworben.
2. Die Absolventinnen und Absolventen haben sich tiefgreifende Fachkenntnisse auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien einschließlich des dafür erforderlichen physikalischen, chemischen, materialkundlichen und systemtechnischen Spezialwissens erworben.
  3. Die Absolventinnen und Absolventen sind fähig, die erworbenen mathematischen und naturwissenschaftlichen Kenntnisse und die Kenntnisse der technologischen Methoden zur Formulierung und Lösung komplexer Problemstellungen für die Forschung zur Herstellung, zum Einsatz und zur Funktionsweise miniaturisierter Bauelemente, bei Entwicklungsarbeiten in Industriebetrieben der Elektronik-, Mikrosystemtechnik-, Sensor- und Gerätetechnik oder in Forschungseinrichtungen einzusetzen, sie kritisch zu hinterfragen und sie bei Bedarf weiter zu entwickeln.
  4. Die Absolventinnen und Absolventen verfügen über fachliche Tiefe und Breite, um sich sowohl in zukünftigen Entwicklungen in den Mikro- und Nanotechnologien wie auch in Nachbargebieten wie der Technischen Physik, der Mikro- und Nanoelektronik, der chemischen Sensorik, der Bionanotechnologie und bei interdisziplinären Fragestellungen selbstständig rasch einarbeiten zu können.
  5. Die Absolventinnen und Absolventen verfügen über soziale Kompetenzen, welche insbesondere gut auf Führungsaufgaben vorbereiten (Team- und Kommunikationsfähigkeit, internationale und kulturelle Erfahrungen, gesellschaftliches, ökologisches und ethisches Bewusstsein usw.).
  6. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, innovative Konzepte und Lösungen zu grundlagenorientierten Fragestellungen der Mikro- und Nanotechnologien unter Einbeziehung anderer Disziplinen, insbesondere bei chemischen und physikalischen Problemen sowie bei speziellen Aufgaben der Mikro- und Nanocharakterisierung sowie speziellen mikro- und nanotechnischen Aspekten des Materialeinsatzes zu entwickeln.
  7. Die Absolventinnen und Absolventen sind befähigt, eine wissenschaftliche Tätigkeit auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien mit dem Ziel einer Promotion auszuüben.
  8. Die Absolventinnen und Absolventen können Projekte in Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Mikro- und Nanotechnologien und in verwandten Bereichen leiten und aufbauen.

### Wesentliche Kernkompetenzen des Studiengangs

- Vermittlung der wichtigsten methodischen Zugänge zur Herstellung und Charakterisierung von Mikro- und Nanostrukturen

- Aufzeigen der wichtigsten Anwendungsgebiete und Grundlagen der Anwendung von Mikro- und Nanostrukturen
- Heranführung der Studierenden an praktische Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Charakterisierung, zur Herstellung und zum Einsatz von Mikro- und Nanostrukturen

### Absolventenbild

Die Absolventen des Studienganges:

- kennen die wichtigsten theoretischen Grundlagen der Mikro- und Nanotechnologien und sind in der Lage diese Grundlagen anzuwenden und in praktische Entwicklungen einfließen zu lassen,
- können Anforderungen in einem industriell geprägten Umfeld erfüllen, in dem ausgezeichnete technische Kompetenz mit einer ausgeprägten Fähigkeit zur fächerintegrierenden Kommunikation und Kooperation gefragt sind,
- verfügen über sehr gute Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der Planartechnologien,
- sind in der Lage, die Grenzgebiete zwischen der physikalischen Technik und den molekularen Wissenschaften nicht nur zu verstehen, sondern durch eigene Forschungs- und Entwicklungstätigkeit kreativ mitzugestalten,
- sind vertraut mit den fachspezifischen Metasprachen der Physik, des Ingenieurwesens, der Chemie und der Molekularbiologie.

Damit besitzen die Absolventen des Studienganges "Mikro- und Nanotechnologien" ein sehr solides und breites naturwissenschaftliches und technisches Grundlagenwissen. Sie unterscheiden sich von klassisch ausgebildeten Ingenieuren (etwa der Elektrotechnik, der Mikrosystemtechnik, der Elektronik oder des Maschinenbaus) durch ihre interdisziplinäre Ausbildung. Damit vermittelt der Studiengang vertiefte fachliche Qualifikationen für die berufliche Tätigkeit in Wissenschaft und Wirtschaft.

### Inhaltliche Schwerpunkte/Studienablauf

Der Studienablauf sieht vor, dass durch ein abgestimmtes Angebot an obligatorischen Schlüsselfächern und einem dazu komplementär ausgerichteten Spektrum von einigen wahlobligatorischen Vorlesungen und Seminaren sowie kleineren Praktikumskomplexen eine interdisziplinär orientierte praxisnahe Ausbildung angeboten wird. Dieses Lehrangebot soll zum einen in moderne Theorien und Techniken der Nanowissenschaften, die die Grundlage für die Mikro- und Nanotechnologien darstellen, einführen und zum anderen durch die Nähe zur aktuellen Forschung an der TU Ilmenau die Fähigkeit schulen, wissenschaftliche Arbeiten unmittelbar in Erkenntnisse und Entwicklungsleistungen umzusetzen.

Das Studium wird mit einer Masterarbeit abgeschlossen.

### Berufsaussichten/Tätigkeitsfelder

Mikro- und Nanotechnologien sind Schlüsseltechnologien der Gegenwart und Zukunft. Die Entwicklung von Materialien, Bauelementen und Systemen mit Schlüsselkomponenten im Abmessungsbereich unterhalb von etwa  $0,1 \mu\text{m}$  hat einen erheblichen Bedarf an Fachleuten geweckt, die an der Schnittstelle zwischen der gut beherrschten lithographischen Mikrotechnik und den molekularen Techniken tätig werden können. Dazu wird eine solide universitäre Ausbildung mit Teilen der etablierten Ingenieurwissenschaften und modernen Kenntnissen im Bereich aller Naturwissenschaften benötigt. Dieser Bedarf wird sich in den kommenden Jahren erheblich verstärken. Der hier angebotene Studiengang hilft die vorhandene Lücke zwischen diesen Anforderungen des Arbeitsmarktes und dem Angebot an kompetenten Fachleuten zu schließen.

Insbesondere in Tätigkeitsfeldern mit Bezügen zur Mikrosystemtechnik und zur Nanotechnologie, aber auch in vielen traditionellen Forschungs- und Entwicklungsbereichen findet der Absolvent durch seine interdisziplinäre Ausrichtung sehr gute Entwicklungsmöglichkeiten. Das eröffnet den Absolventen eine große Bandbreite in den Einsatzgebieten und damit eine hohe Flexibilität am Arbeitsmarkt.

Für die Absolventen bestehen sehr attraktive Einsatzmöglichkeiten in Forschungseinrichtungen, vor allem aber auch in der Elektronik- und Mikrosystemtechnikindustrie, in der Geräteindustrie und in der Materialentwicklung. Vor allem für die Verbindung von Biomedizin, Biotechnologie, chemischer Verfahrenstechnik und Laborautomatisierungstechnik sowie moderner Instrumentation wird ein stark wachsender Bedarf gesehen, für den der Master für Mikro- und Nanotechnologien die besten Voraussetzungen mitbringt.

Der deutschlandweite Bedarf findet auch innerhalb Thüringens seine Entsprechung. So beklagen die Vertreter von Unternehmen den Mangel an Mikrotechnikern. Innerhalb Thüringens besteht ein entsprechender dringender Bedarf, z.B. im Bereich des Labor- und des wissenschaftlichen Gerätebaus, in der Mikroelektronik und der Sensortechnik. Darüber hinaus werden die Absolventen auch in anderen Technologiefeldern, wie etwa im Bereich der Pharma- und Chemietechnik, in der Materialforschung und in der Mikrosystemtechnik dringend benötigt.

### Vorhandensein der Kapazitäten

Die inhaltliche Gestaltung des Studiengangs wird durch das Institut für Mikro- und Nanotechnologien im Benehmen mit den beteiligten Fakultäten getragen. Die organisatorische

Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften

---

Betreuung des Studiengangs wird von der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften vorgenommen. Die beteiligten Fakultäten sichern den Lehrumfang für den Studiengang in der vorliegenden Fassung zu und garantieren den Lehrexport.