

**Satzung über den Erwerb der Zusatzqualifikation  
Micro- and Nanotechnology:  
Simulation, Circuit Design, and Fabrication Processes  
an der Hochschule für angewandte Wissenschaften München**

**vom 30.06.2015**

Aufgrund von Art. 13 Abs. 1 Satz 2, Art. 43 Abs. 6, Art. 58 Abs. 1 sowie Art. 61 Abs. 2 und 3 des Bayerischen Hochschulgesetzes (BayHSchG) erlässt die Hochschule für angewandte Wissenschaften München (nachfolgend: Hochschule München) folgende Satzung:

**§ 1 Zweck der Satzung**

Zweck dieser Satzung ist die Regelung der Zulassung und der Prüfungsbedingungen zum Erwerb der Zusatzqualifikation Micro- and Nanotechnology: Simulation, Circuit Design, and Fabrication Processes an der Hochschule München.

**§ 2 Ausbildungsziel**

- (1) <sup>1</sup>Die Mikro- und Nanotechnologie findet sich in vielen Bereichen der Ingenieurwissenschaften wieder, so im Bereich der Sensorik für die Fahrzeugtechnik, in der Chiptechnologie für den Mobilfunk, in der Lasertechnik oder der Datenspeichertechnologie, in denen Absolventinnen und Absolventen technischer Masterstudiengänge der Hochschule München tätig werden können. <sup>2</sup>Um ihnen den Zugang zu dieser Materie zu erleichtern, sollen im zweisemestrigen studienbegleitenden Zertifikatsprogramm Micro- and Nanotechnology: Simulation, Circuit Design, and Fabrication Processes beispielhaft drei wesentliche Disziplinen der Mikro- und Nanotechnologie näher vorgestellt und die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Weiterbildungsmaßnahme dazu befähigt werden, die Zusammenhänge der unterschiedlichen Disziplinen zu erkennen und dabei auftretende praktische Probleme zu lösen.
  
- (2) <sup>1</sup>Den Teilnehmenden sollen Kompetenzen auf den Gebieten der Simulationstechnik, der Schaltungstechnik sowie der Mikro- und Nanostrukturierung und -herstellung vermittelt bzw. diese vertieft werden. <sup>2</sup>Während die Simulation dazu dient, Vorhersagen für ein System zu treffen und physikalische oder chemische Vorgänge im Mikrosystem oder bei dessen Herstellungsprozessen zu beschreiben, findet über den Schaltungsentwurf und letztendlich die Herstellungsprozesse die tatsächliche Realisierung des Mikrosystems statt. <sup>3</sup>Die Studierenden lernen insbesondere Multiphysics-Simulationsprogramme auf Prozesse in Mikrosystemen anzuwenden, Schaltungen rechnerunterstützt zu entwerfen und für ein simuliertes Bauelement oder eine simulierte Schaltung die geeigneten Strukturierungs- und Herstellungsverfahren zu wählen. <sup>4</sup>Sie sind in der Lage, die Grenzen der jeweiligen Simulationstechniken zu definieren, Zuverlässigkeit und Stabilität integrierter Schaltungen zu bewerten und neben Standardherstellungsverfahren auch neue Fertigungstechnologien zu beschreiben. <sup>5</sup>Sämtliche Lehrveranstaltungen finden in Englisch statt, so dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Weiterbildungsmaßnahme auch ihr technisches Englisch verbessern können. <sup>6</sup>Neben der fachlichen und methodischen Wissensvermittlung sollen auch die persönlichen und sozialen Kompetenzen der Teilnehmenden gefördert werden.

### **§ 3 Zulassungsvoraussetzungen**

Die Zusatzqualifikation kann von Studierenden der Hochschule München erworben werden, die in einem nicht gebührenpflichtigen ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Masterstudiengang immatrikuliert sind.

### **§ 4 Aufnahmeverfahren**

- (1) <sup>1</sup>Mit dem Erwerb der Zusatzqualifikation kann sowohl im Wintersemester als auch im Sommersemester eines Studienjahres begonnen werden. <sup>2</sup>Die Bewerbungsfristen werden durch die Hochschule München in geeigneter Form öffentlich bekannt gegeben. <sup>3</sup>Die Bewerbung ist schriftlich mit den erforderlichen Unterlagen (Anschreiben mit den Kontaktdaten der Bewerberin/des Bewerbers und eine Kopie der aktuellen Immatrikulationsbescheinigung) bei der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften und Mechatronik der Hochschule München einzureichen. <sup>4</sup>Anhand der Bewerbungsunterlagen erfolgt die Überprüfung der Teilnahmevoraussetzungen durch die Prüfungskommission (§ 7).
- (2) Übersteigt die Zahl der Bewerberinnen/Bewerber die Anzahl der zur Verfügung stehenden Weiterbildungsplätze, erfolgt die Vergabe der vorhandenen Plätze in der Reihenfolge des Einganges der Bewerbungsunterlagen der für geeignet befundenen Bewerberinnen/Bewerber.
- (3) Der Bewerberin/dem Bewerber wird i. d. R. spätestens einen Monat vor Beginn der Weiterbildungsmaßnahme mitgeteilt, ob sie/er daran teilnehmen kann oder nicht.
- (4) Im Falle der Ablehnung ist die Bewerbung zu einem späteren Zeitpunkt erneut möglich.

### **§ 5 Ausbildungsangebot**

- (1) Die Zusatzqualifikation Micro- and Nanotechnology: Simulation, Circuit Design and Fabrication Processes wird von der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften und Mechatronik der Hochschule München als nicht gebührenpflichtige, studienbegleitende Weiterbildungsmaßnahme angeboten.
- (2) <sup>1</sup>Die Inhalte der Weiterbildung ergeben sich aus der Anlage 3 zu dieser Satzung.
- (3) Es besteht kein Anspruch darauf, dass die Weiterbildungsmaßnahme oder einzelne Module daraus bei einer nicht ausreichenden Zahl von Bewerberinnen/Bewerbern durchgeführt werden.

## § 6 Voraussetzungen für den Erwerb der Zusatzqualifikation

(1) <sup>1</sup>Jede Teilnehmerin/jeder Teilnehmer muss die Module

- Physical Modelling and Simulation
- Integrated Circuit Design
- Micro- and Nanostructures und
- Lab Class

erfolgreich absolvieren, und dabei in den geforderten Prüfungsleistungen mindestens die Modulendnote „ausreichend“ oder besser erzielen. <sup>2</sup>Bei den Modulen Physical Modelling and Simulation, Integrated Circuit Design sowie Micro- und Nanostructures handelt es sich um reguläre Module des an der Hochschule München geführten Masterstudienganges Mikro- und Nanotechnik, das Modul Lab Class wird ausschließlich im Rahmen dieser Zusatzqualifikation angeboten.

(2) Die Module, ihre Stundenzahl, die ECTS-Kreditpunkte (der durchschnittliche Arbeitsaufwand für einen ECTS-Kreditpunkt entspricht 30 Zeitstunden), die Art der Lehrveranstaltungen und das Verfahren der zu erbringenden Prüfungsleistungen sind in Anlage 1, die Modulbeschreibungen in Anlage 3 zu dieser Satzung festgelegt.

(3) <sup>1</sup>Alle Lehrveranstaltungen werden in englischer Sprache gehalten. <sup>2</sup>Die Prüfungen werden in deutscher oder in englischer Sprache durchgeführt.

## § 7 Prüfungskommission

(1) <sup>1</sup>Zur Vorbereitung und Durchführung der zum Erwerb der Zusatzqualifikation Micro- and Nanotechnology: Simulation, Circuit Design, and Fabrication Processes erforderlichen Prüfungsleistungen wird in der Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften und Mechatronik der Hochschule München eine Prüfungskommission gebildet, die aus drei vom Fakultätsrat bestellten Professorinnen/Professoren besteht. <sup>2</sup>Mindestens eine/einer der Professorinnen/Professoren muss als Lehrende/Lehrender an den Lehrveranstaltungen der Zusatzqualifikation beteiligt sein.

(2) <sup>1</sup>Der Fakultätsrat bestellt das vorsitzende Mitglied und deren/dessen Stellvertreterin bzw. Stellvertreter. <sup>2</sup>Die Prüfungskommission kann Prüfungs- und Entscheidungsbefugnisse nach dieser Satzung auf ihre Vorsitzende/ihren Vorsitzenden übertragen.

## § 8 Bewertung von Prüfungen, Gesamtergebnis

(1) Die differenzierte Bewertung der Prüfungsleistungen erfolgt mit den Notenziffern:

1,0; 1,3	= sehr gut
1,7; 2,0; 2,3	= gut
2,7; 3,0; 3,3	= befriedigend
3,7 und 4,0	= ausreichend und
5,0	= nicht ausreichend

(2) Zur Berechnung des Gesamtergebnisses werden die Endnoten der Module Physical Modelling and Simulation, Integrated Circuit Design und Micro- and Nanostructures mit jeweils 15 % und die Endnote des Modules Lab Class mit 55 % gewichtet.

- (3) Im Zertifikat werden den Modulendnoten in einem Klammerzusatz die zugrunde liegenden Notenwerte mit einer Nachkommastelle beigefügt.

### **§ 9 Zertifikate**

Über den erfolgreichen Abschluss der Zusatzqualifikation Micro- and Nanotechnology: Simulation, Circuit Design, and Fabrication Processes wird von der Hochschule München ein Zertifikat gemäß dem Muster in Anlage 2 zu dieser Satzung ausgestellt.

### **§ 10 Anwendung prüfungsrechtlicher Bestimmungen**

Soweit in der vorliegenden Satzung keine abweichenden Regelungen getroffen wurden, gelten die Rahmenprüfungsordnung für die Fachhochschulen (RaPO) vom 17. Oktober 2001 (BayRS 2210-4-1-4-1-WFK) sowie die Allgemeine Prüfungsordnung (APO) der Hochschule für angewandte Wissenschaften München vom 29. Januar 2008 in ihrer jeweiligen Fassung entsprechend.

### **§ 11 In-Kraft-Treten**

Diese Satzung tritt am 1. Oktober 2015 in Kraft.

**Anlage 1: Übersicht über die Module und Prüfungen zum Erwerb der Zusatzqualifikation  
Micro- and Nanotechnology: Simulation, Circuit Design, and Fabrication Processes  
an der Hochschule für angewandte Wissenschaften München**

Module <sup>1</sup>	SWS	ECTS-Kreditpunkte	Art der Lehrveranstaltung	Prüfungen: Prüfungsform und Dauer in Minuten <sup>2,3</sup>
Physical Modelling and Simulation	4	6	SU, Ü	schrP, 60 - 120
Integrated Circuit Design	4	6	SU, Ü	schrP, 60 - 120
Micro- and Nanostructures	4	6	SU, Ü	schrP, 60 - 120
Lab Class	6	6	Ü, Pr	PrLN und Präs <sup>4</sup>
<b>Summe der SWS und ECTS-Kreditpunkte:</b>	<b>18</b>	<b>24</b>		

**Anmerkungen:**

- <sup>1</sup> Die Modulinhalt sind in der Anlage 3 zu dieser Satzung festgelegt.
- <sup>2</sup> <sup>1</sup>Bei Note nicht ausreichend in einer Prüfungsleistung wird die Modulendnote nicht ausreichend erteilt. <sup>2</sup>Eine mindestens ausreichende Modulendnote ist Voraussetzung für den Erwerb der Zusatzqualifikation.
- <sup>3</sup> Die exakte Prüfungsdauer wird von der Prüfungskommission zu Semesterbeginn festgesetzt und den Teilnehmenden rechtzeitig bekannt gegeben.
- <sup>4</sup> <sup>1</sup>Im Modul Lab Class muss jede Teilnehmerin/jeder Teilnehmer eine mindestens zehn und höchstens 20 Seiten umfassende Praktikumsausarbeitung (= Technical Report) verfassen, die benotet wird. <sup>2</sup>Die Praktikumsausarbeitung ist im Rahmen einer gleichfalls benoteten, ca. 15-minütigen Präsentation in englischer Sprache unter Zuhilfenahme moderner audiovisueller Medien zu präsentieren. <sup>3</sup>Zur Bildung der Modulendnote werden die Note der Praktikumsausarbeitung und die Note der Präsentation im Verhältnis 60 : 40 gewichtet.

**Abkürzungsverzeichnis:**

ECTS	=	European Credit Transfer and Accumulation System
Kol	=	Kolloquium
Pr	=	Praktikum
schrP	=	schriftliche Prüfung
SU	=	Seminaristischer Unterricht
Ü	=	in den seminaristischen Unterricht integrierte Übungen
SWS	=	Semesterwochenstunden

**Anlage 2/1:** (Zertifikat: Vorderseite)



# ZERTIFIKAT

Frau / Herr Markus MUSTERMANN

geboren am 15. Mai 1970 in Musterstadt

hat an der Hochschule für angewandte Wissenschaften München mit Erfolg an der Zusatzqualifikation

## Micro- and Nanotechnology:

### Simulation, Circuit Design, and Fabrication Processes

teilgenommen und dabei folgende Prüfungsleistungen erzielt:

<u>Module:</u>	<u>Endnoten:</u>
Physical Modelling and Simulation <sup>*)</sup>	Befriedigend (3,0)
Integrated Circuit Design <sup>*)</sup>	Sehr gut (1,3)
Micro- and Nanostructures <sup>*)</sup>	Gut (2,0)
Lab Class	Gut (1,7)
Gesamtergebnis:	..... (....)

<sup>\*)</sup> Die Prüfungsleistung wurde im Masterstudiengang Mikro- und Nanotechnik erbracht und angerechnet.

Im Rahmen der Zusatzqualifikation wurden 24 ECTS-Kreditpunkte erworben.

München, den .....

Der Präsident  
der Hochschule München

(Siegel geprägt)

Die/Der Vorsitzende  
der Prüfungskommission

Prof. Dr.

Prof. Dr.

---

Satzung zum Erwerb der Zusatzqualifikation Micro- and Nanotechnology: Simulation, Circuit Design, and Fabrication Processes an der Hochschule für angewandte Wissenschaften München vom ...

Notenstufen:

1,0 und 1,3 = sehr gut  
1,7; 2,0; 2,3 = gut  
2,7; 3,0; 3,3 = befriedigend  
3,7 und 4,0 = ausreichend  
5,0 = nicht ausreichend

Gesamtergebnis:

1,0 – 1,2 = mit Auszeichnung  
1,3 – 1,5 = sehr gut bestanden  
1,6 – 2,5 = gut bestanden  
2,6 – 3,5 = befriedigend bestanden  
3,6 – 4,0 = bestanden

**Anlage 2/2:** (Zertifikat: Rückseite)Lehrinhalte:**Module 1: Physical Modelling and Simulation**

Introduction to Finite Element Method (FEM) for the solution for partial differential equations  
 Main numerical methods, solvers for stationary, transient, and eigenvalue problems  
 Multi-physics simulations: for example heat and mass transfer or fluid dynamics  
 Hands on training: Introduction to the simulation program COMSOL Multiphysics

**Module 2: Integrated Circuit Design**

Project planning and organization  
 Basics of full custom digital and analog design  
 Device reliability and design for manufacturability  
 Design, frequency response and feedback of single stage and operational amplifiers

**Module 3: Micro- and Nanostructures**

MOS diodes, MOSFETs, and new transistor concepts, e. g. cell-transistor coupling  
 Lithography and etching technology  
 Thin film deposition and printed electronics  
 Example of use: Logic, scaling, integrated circuits, memory technology

**Module 4: Lab Class**

Transfer of the theoretical knowledge gained in the modules 1 – 3 to applications  
 Simulations with, inter alia, SPICE and COMSOL  
 Working in a clean room environment  
 Technical report and presentation

### **Anlage 3: Modulbeschreibungen für die Zusatzqualifikation Micro- and Nanotechnology: Simulation, Circuit Design, and Fabrication Processes**

#### **Module 1: Physical Modelling and Simulation**

4 weekly course hours, 6 ECTS-Creditpoints, examination 60 to 120 minutes

##### Objective:

- Knowledge of the methods, numerical techniques and software to model physical systems
- Ability to study with simulation
- Focus on methods to solve partial differential equations with the finite element method
- Use of the software COMSOL with various modules

##### Contents:

- Introduction to Finite Element Method (FEM) for the solution for partial differential equations
- Main numerical methods, solvers for stationary, transient, and eigenvalue problems as well as for systems of linear equations
- Multi-physics simulations: for example heat and mass transfer, fluid dynamics, chemical reactions, theory of elasticity, multiphase systems static electric and magnetic fields

##### Hands on training:

- Introduction to the simulation program COMSOL Multiphysics together with the modules to Multiphysics, AC / DC, RF MEMS, and for static and dynamic fields and wave optics, as well as the connection to Matlab
- Exercises adapted to circuit design and micro- and nanostructures

#### **Module 2: Integrated Circuit Design**

4 weekly course hours, 6 ECTS-Creditpoints, examination 60 to 120 minutes

##### Objective:

- Technology of highly integrated circuits
- Analog and digital circuit design
- Building up a chip hierarchy
- Organization and execution of a product development project
- Insights in modern deep submicron semiconductor technologies

Contents:

- Project planning and organization
- Full custom versus semicustom design
- The MOSFET (a refresher), the FINFET
- Leakage mechanisms and low power design
- Basics of full custom digital design
- Design for manufacturability: 6 Sigma design and verification strategies
- Mask generation: Lithography and OPC (Optical Proximity Correction)
- Device reliability and integrated circuits stability

Basic analog and digital functional blocks:

- Single stage amplifiers (common source stage, source follower stage, common base stage)
- Differential amplifier (passive and active loaded)
- Frequency behavior of amplifiers (single stage amplifiers and differential amplifiers)
- Single and dual stage operational amplifiers.

Hands on training:

- Design and layout of a dual stage operational amplifier (Miller-OTA)
- Matching constraints in design and layout of operational amplifiers
- Layout rules
- Extraction of layout parasitics
- Simulation including layout parasitics

**Module 3: Micro- and Nanostructures**

4 weekly course hours, 6 ECTS-Creditpoints, examination 60 to 120 minutes

Objective:

- Knowledge of micro- and nanostructure fabrication processes
- Understanding of factory integration
- Understanding of exemplary devices and circuits
- Extended knowledge of solid state structures and devices on the nanoscale
- Interdisciplinary understanding of nano-device application

Contents:

- Energy bands in semiconductors
- MOS diodes, MOSFETs, new transistor concepts, e. g. cell-transistor coupling
- Example of use: Logic, scaling, integrated circuits
- Lithography and Etching technology (focus on KOH and dry etching)
- Oxidation, diffusion, implantation

- Thin film deposition (e. g. physical and chemical vapor deposition)
- Printed electronics
- Example of use: Memory technology
- Working on technical publications on the different topics

#### **Module 4: Lab Class**

6 weekly course hours, 6 ECTS-Creditpoints, Technical report and presentation

##### Objective:

- Transfer of the theoretical knowledge gained in the modules 1 - 3 to applications in the field of simulation, circuit design and micro- and nanostructures
- Gaining experience in research and development
- Training in team work
- Training in writing technical reports and holding presentations in English

##### Contents:

- The lab class takes place in labs of the Department of Applied Sciences and Mechatronics
- The project's topic is defined by the lecturers and relates to current problems
- Simulations with, inter alia, SPICE and COMSOL
- Designs of experiment
- Working in a clean room environment
- Writing a technical report and presentation