

# Nanotechnologie

## Bachelor / Master of Science

Nanotechnologie ist eine vergleichsweise neue Wissenschaftsdisziplin, die zwischen Naturwissenschaft und Technik angesiedelt ist und unsere Welt in Zukunft immer stärker verändern wird. Neue nanokristalline Werkstoffe mit extrem großem Grenzflächenanteil lassen sich heute gezielt in großen Mengen herstellen und verfügen über interessante mechanische oder funktionelle Eigenschaften. Neuartige Strukturen auf der Nanometerskala, wie z.B. Kohlenstoff-Nanoröhrchen, weisen faszinierende Eigenschaften auf und werden jetzt in technische Produkte überführt.

Bereits alltägliche Anwendungen der Nanotechnologie sind selbstreinigende Oberflächen und Beschichtungen, Nanopartikel in Sonnencremes und Autolacken, neue hochfeste Kompositwerkstoffe oder auch extrem dünne magnetische Schichten, die bereits in allen Festplatten Anwendung gefunden haben.

Die stetig wachsenden Anwendungsgebiete der Nanotechnologie erstrecken sich über den gesamten Bereich der modernen Industrie, wie z.B. Umwelt- und Medizintechnik, Pharmaindustrie, Automobilindustrie, Optik und Mikroelektronik. Auch im Bereich der Energietechnik wird die Nanotechnologie immer bedeutender, z.B. bei der Entwicklung neuer Solarzellen, der Wasserstofftechnologie und in Brennstoffzellen.

Für den Standort Deutschland wird diese Wissenschaft in Zukunft eine große Rolle spielen, sodass die Ausbildung von Studierenden auf diesem Feld immer wichtiger wird.

### Berufsperspektiven

Absolventen bieten sich aufgrund der Interdisziplinarität des Faches und den breiten Anwendungsmöglichkeiten viele Tätigkeitsfelder, sowohl in Unternehmen, die Verfahren der Nanotechnologie entwickeln und anwenden, als auch in Forschungsinstituten. Mögliche Bereiche sind z.B.:

- **Energietechnik:** verbesserte Solarzellen, Wasserstofftechnologie, Brennstoffzellen, Windräder
- **Automobilindustrie:** Energiespeicher, Leichtbau, Hochtemperaturwerkstoffe, Beschichtungen
- **Umwelttechnik:** neue Katalysatoren, selbstreinigende Oberflächen, Korrosionsschutz
- **Mikroelektronik:** neue Datenspeicher, schnellerer Schaltkreise, flexible Elektronik, Sensoren, Leuchtstoffe
- **Medizintechnik:** Biomaterialien, Knochenersatz, künstliche Gelenke, Nanopartikel für die Tumorbekämpfung

### Nanotechnologie an der FAU

Durch die starke ingenieurwissenschaftliche Komponente unterscheidet sich der Studiengang Nanotechnologie [1] an der FAU deutlich von Angeboten an anderen Hochschulen, bei denen in thematisch ähnlichen Studiengängen eher eine physikähnliche Ausbildung vermittelt wird.

Eine wichtige Rolle für diesen Studiengang stellt der 2007 in der Exzellenzinitiative der Bundesregierung an der FAU eingerichtete Exzellenzcluster *Engineering of Advanced Materials* dar, in dem fast ausschließlich Themen mit nanotechnologischem Hintergrund bearbeitet werden. Im konsekutiven Bachelor- / Masterstudiengang Nanotechnologie an der FAU werden die Studierenden in einem stark international geprägten Wissenschaftsumfeld ausgebildet und befähigt, selbstständig nanotechnologische Produkte zu entwickeln und im industriellen oder institutionellen Umfeld der Nanotechnologie zu arbeiten.

### Studienabschlüsse und Studienablauf

Nanotechnologie wird an der FAU als Bachelorstudiengang mit einer Regelstudienzeit von sechs Semestern und als Masterstudiengang mit einer Regelstudienzeit von vier Semestern angeboten.

Begabte und interessierte Absolventen mit Masterabschluss können ihre wissenschaftliche Ausbildung mit einer Doktorarbeit fortsetzen und zum *Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)* promovieren. Die Doktorarbeit dauert im Allgemeinen drei bis vier Jahre.

Die Organisation von Studium und Prüfungen beruht auf dem European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS). Das Studium gliedert sich einzelne Module, denen ECTS-Punkte zugeordnet sind. Das Studiensemester ist mit 30 ECTS-Punkten veranschlagt. Die Modulprüfungen werden studienbegleitend abgelegt und finden in der Regel in der auf das jeweilige Fachsemester folgenden vorlesungsfreien Zeit statt. Die genauen Regelungen sind in der Fachprüfungsordnung für den Bachelor- und Masterstudiengang Nanotechnologie an der Technischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg festgelegt [2].

### Bachelorstudium

Der Bachelorstudiengang Nanotechnologie ist zulassungsfrei und umfasst eine Regelstudienzeit von 6 Semestern. Ein Studienbeginn ist nur im Wintersemester möglich.

Im Bachelorstudiengang wird, eingebettet in eine ingenieurwissenschaftliche und materialwissenschaftliche Ausbildung, eine solide naturwissenschaftliche Grundausbildung vermittelt. Schwerpunkte sind die Herstellung von Nanomaterialien, Nanokompositen, -partikeln und -schichten, sowie die magnetischen, elektrischen und optischen Eigenschaften dieser Materialien und die Nanoanalytik. Weitere Studieninhalte sind die Übertragung von Prinzipien aus der Natur in die Technik (Biomimetik) und die Bionanotechnologie.

Das Bachelorstudium gliedert sich in eine Grundlagen- und Orientierungsphase von zwei Semestern und eine Bachelorphase von vier Semestern. Die Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP) umfasst folgende Module:

- Mathematik für NT 1
- Mathematik für NT 2
- Grundlagen der Nanotechnologie I
- Werkstoffe: Grundlagen

Die Module der ersten vier Semester lassen sich in mehrere Gruppen unterteilen: Die erste Gruppe bilden die Vorlesungen Nano I - IV mit den drei Praktika, die direkt auf diese Disziplin zugeschnitten sind und von Studienbeginn an einen fachlichen Überblick vermitteln sollen. Die zweite Modulgruppe beinhaltet mathematische, physikalische und chemische Grundlagen, die dritte Modulgruppe ingenieur- und materialwissenschaftliche Fächer. Als Ergänzung dient ein Modul aus dem Bereich Schlüsselqualifikationen zum methodischen Arbeiten und zur englischen Sprache.

Im fünften Semester werden verstärkt die technologischen Aspekte behandelt, ergänzt durch ein werkstoffwissenschaftliches Wahlmodul und ein Reinraum-Praktikum. Im sechsten Semester ist ein englischsprachiges Hauptseminar vorgesehen. Im Rahmen eines Industriepraktikums im Umfang von 10 Wochen und durch Exkursionen gewinnen die Studierenden Einblicke in

das berufliche Umfeld. Abgeschlossen wird das Bachelorstudium mit der Bachelorarbeit und einem Referat über die vorgelegte Arbeit.

Zu Beginn des Studiums werden die Vorlesungen in deutscher Sprache gehalten. In den höheren Semestern sollen die Studierenden jedoch verstärkt mit der englischen Sprache in Lehrveranstaltungen und Skripten vertraut werden. Hierzu werden extra Kurse angeboten.

Zum erfolgreichen Abschluss sind im Bachelorstudiengang 180 ECTS erforderlich. Als Abschluss wird der akademische Titel *Bachelor of Science (B.Sc.)* verliehen.

### Vor Studienbeginn: Mathematik-Vorkurs (Repetitorium)

Vor dem Wintersemester wird in zwei Wochen der für die ersten Semester benötigte Mathematik-Schulstoff wiederholt und eingeübt. Weitere Infos und Anmeldung unter:

<http://tf.fau.de/studium/mathematik-repetitorium.shtml>

## Masterstudium

Ziel des Masterstudiengangs Nanotechnologie ist es, den Studierenden vertiefte ingenieurwissenschaftliche Methoden und Kenntnisse sowie forschungsqualifizierende wissenschaftliche Arbeitsweisen zu vermitteln. Die Regelstudienzeit beträgt vier Semester, ein Studienbeginn ist im Sommer- und Wintersemester möglich.

Zugangsvoraussetzung ist ein fachspezifischer Bachelorabschluss. Infos zum Qualifikationsfeststellungsverfahren finden Sie in § 41 der Fachprüfungsordnung [2].

### Bewerbung

Die Bewerbung erfolgt über das Bewerbungsportal ‚campo‘ [3]. Alle Infos zur Bewerbung, den aktuellen Bewerbungsfristen und den einzureichenden Unterlagen finden Sie unter:

[www.master.fau.de](http://www.master.fau.de)

Das Masterstudium beinhaltet folgende Module, *siehe Anlage 2 der FPO* [2]:

M1	Nanocharakterisierung (Pflicht)
M2	Praktikum Synthese / Charakterisierung (Pflicht)
M3	Computational Nanoscience (Pflicht)
M4	Top-Down Nanostrukturierung (Pflicht)
M5	Bottom-up Nano-Synthese / Self-assembly (Pflicht)
M6	Kernfachmodul aus MWT, EEI, CBI, Ph, Ch
M7	Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul
M8	Literaturrecherche / Hausarbeit
M9	Softskills (Seminar, Präsentationstechnik, Exkursionen)
M10	Masterarbeit

Den Studienplan und den Modulkatalog des Masterstudiengangs finden Sie unter:

<http://www.nano.studium.fau.de/studierende/studienplan/master.shtml>

Zum erfolgreichen Abschluss sind im Masterstudiengang 120 ECTS erforderlich, als Abschluss wird der akademische Titel *Master of Science (M.Sc.)* verliehen.

### Weitere Informationen

[1] <http://www.nano.studium.uni-erlangen.de/> Homepage Studiengang Nanotechnologie

[2] <http://www.fau.de/universitaet/organisation/recht/studiensatzungen/tech.shtml#Werkstoffwissenschaften> Fachprüfungsordnung Nanotechnologie

[3] <https://www.fau.de/studium/vor-dem-studium/bewerbung/anmeldung-zum-masterstudium/> Bewerbung Master

[4] <http://www.mat.studium.uni-erlangen.de/> Homepage Studiengang Materialwissenschaft und Werkstofftechnik

[5] <http://www.elite-map.techfak.uni-erlangen.de/> Homepage Elite-Masterstudiengang Advanced Materials and Processes

[6] <http://www.wm.uni-erlangen.de> Department Werkstoffwissenschaften

[7] <http://berufenet.arbeitsagentur.de/berufe/> Datenbank *BERUFEnet* der Bundesagentur für Arbeit

Absolventen des Bachelorstudiengangs Nanotechnologie stehen auch weitere Masterstudiengänge, wie z.B. der Masterstudiengang „Materialwissenschaft und Werkstofftechnik [4]“ offen. Bei einem überdurchschnittlichen Bachelorabschluss ist auch eine Bewerbung für das FAU-Elite-Masterprogramm „Advanced Materials and Processes (MAP) [5]“ möglich.

### Lehrstühle Department Werkstoffwissenschaften [6]

- Allgemeine Werkstoffeigenschaften  
<http://www.gmp.wm.uni-erlangen.de/>
- Werkstoffkunde und Technologie der Metalle  
<http://www.wtm.uni-erlangen.de/>
- Glas und Keramik  
<http://www.glass-ceramics.uni-erlangen.de/>
- Lehrstuhl Korrosion und Oberflächentechnik  
<http://www.lko.uni-erlangen.de/>
- Polymerwerkstoffe  
<http://www.lsp.uni-erlangen.de/>
- Materialien der Elektronik und Energietechnologie  
<http://www.i-meet.wm.uni-erlangen.de/>
- Biomaterialien  
<http://www.biomat.techfak.uni-erlangen.de/>
- Werkstoffsimulation  
<http://www.matsim.techfak.uni-erlangen.de/>
- Mikro- und Nanostrukturforschung  
<http://em.tf.fau.de/>

### Adressen

#### Prüfungsamt der Technischen Fakultät

Halbmondstr. 6, Zimmer 1.042, 91054 Erlangen  
Tel. 09131/85-24846

[www.fau.info/pruefungsamt-tech](http://www.fau.info/pruefungsamt-tech)

#### Studienfachberatung

Dr. Alexandra Haase

Studien-Service-Center, Martensstr. 5, 91058 Erlangen  
Tel. 09131/85-20940

E-Mail: [alexandra.haase@fau.de](mailto:alexandra.haase@fau.de)

[www.nano.studium.fau.de/studienberatung-kontakt.shtml](http://www.nano.studium.fau.de/studienberatung-kontakt.shtml)

#### Informations- und Beratungszentrum (IBZ)

Halbmondstr. 6, Zimmer 0.021, 91054 Erlangen

[www.fau.de/studium/vor-dem-studium/studienberatung/](http://www.fau.de/studium/vor-dem-studium/studienberatung/)

#### Fachschaftsinitiative Werkstoffwissenschaften (FSI WW)

<http://www.tf.fau.de/studium/studentische-gruppen.shtml>

#### Weitere Informationen

Berufsbezogene Informationen sind online über die Datenbank *BERUFEnet* der Bundesagentur für Arbeit erhältlich [7]. Weiteres Infomaterial zu Themen rund um das Studium ist beim IBZ (s.o.) oder online unter <https://www.fau.de/studium/> erhältlich.

S:\Abt-L\L3\Infos\_Technische\_Fakultät\ Nano\_12\_2016.doc

Stand 12/2016 Gr



Nr.	Modul	SWS			ECTS	1. Sem	2. Sem	3. Sem	4. Sem	5. Sem	6. Sem	Art und Umfang der Studien- und Prüfungsleistung			
		V	Ü	P		ECTS	ECTS	ECTS	ECTS	ECTS	ECTS	Prüfungsart		Prüfungsform	
												PfP	PL/SL		
	Methodisches Arbeiten	2	1				3						SL	SeL	
	English for Engineers		2				2						SL	SeL	
B16	Angewandte Nanotechnologie I	K			10					3,5			PL	K120	
	Nano-Bauelemente-Sensoren, MEMS, Micromachining		2	1											
	Nano-Oberflächen und Strukturierung		2												
	Nano-Komposite		1	1							2,5				
	Nanotoxikologie		1								1				
B17	Angewandte Nanotechnologie II				7,5								PL	K90	
	Grenzflächen der Verfahrenstechnik	2	1					3,5							
	Mechanische Verfahrenstechnik	2	1							4					
B18	Werkstoffe				10					3		PfP	PL	K120	
	Werkstoffkunde-Wahlvorlesung I	2													
	Werkstoffkunde Wahlvorlesung II	2													
	Werkstoffkunde Wahlvorlesung III	2													
	Messtechnik-Kurs	1									1				
B19	Reinraum-Praktikum			5	5					5			SL	PrL	
B20	Literaturarbeit und Präsentationstechnik				5								PL	SeL	
	Hauptseminar in englischer Sprache	2									3				
	Präsentationstechnik		2								2				SL
B21	Berufliches Umfeld				12,5						12	PfP	SL	PrL	
	Industriepraktikum 10 Wochen													SL	PrL
	Exkursion 1 Tag	1									0,5			SL	ExL
B22	Bachelorarbeit 360 Stunden				12,5						12	siehe § 40			
	Referat (30 min.) mit Diskussion	1									0,5				
Summe SWS		77	26	27		30	30	30	31	29	30	Summe ECTS		180	
		130				Umfang der Grundlagen- und Orientierungsprüfung						Summe ECTS		35	

<sup>1)</sup> Die Äquivalenzen der Mathematik-Module in den Studiengängen der Technischen Fakultät werden ortsüblich bekanntgemacht.

GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung, K = Katalog von Modulen für die Zulassung für das Masterstudium

PfP = Portfolioprüfung, PL = Prüfungsleistung, SL = Studienleistung, K90 = Klausur mit 90 Minuten Dauer, Übl = Übungsleistung, PrL = Praktikumsleistung, SeL = Seminarleistung, ExL = Exkursionsleistung

(FPO vom 2. Juli 2015)

## Anlage 2: Studienverlaufsplan Masterstudium Nanotechnologie

MODULE	UMFANG in SWS (Workload)			SEMESTERAUFTEILUNG								Modulgröße	Art und Umfang der Studien- und Prüfungsleistung <sup>1)</sup>	
				1. WS		2. SS		3. WS		4. SS			Prüfungsart <sup>1)</sup>	
	Vorlesung	Übung	Praktikum	SWS	ECTS	SWS	ECTS	SWS	ECTS	SWS	ECTS	PfP	PL/SL	
<b>Pflichtmodule</b>														
<b>M1 Nanocharakterisierung (Pflicht)</b>													PL	mündliche Prüfung 30 min.
Elektronenmikroskopie	2			2	3									
NanoSpektroskopie	2			2	3									
Rastersondenmikroskopie/ Nanoindentierung	2	1				3	4					10		
<b>M2 Praktikum Synthese/Charakterisierung (Pflicht)</b>													SL	Praktikumsleistung (4 Versuche inklusive Vor- und Nachprotokollen)
4 Versuche			5	5	5							5		
<b>M3 Computational Nanoscience (Pflicht)</b>													PL	mündliche Prüfung 20 min.
Computational Nanoscience	2	2				2	3	2	2			5		
<b>M4 Top-Down Nanostrukturierung (Pflicht)</b>													PL	mündliche Prüfung 30 min.
Nanoelektronik	2					2	3							
Photolithographie	2	1		3	4									
Beschichtungstechnologie	2			2	3							10		
<b>M5 Bottom-up Nano-Synthese/Self-assembly (Pflicht)</b>													PL	mündliche Prüfung 30 min.
Molekulare Nanostrukturen	2							2	3					
Nanotechnology of Disperse Systems	2	1						3	4					
Selbstorganisation an Oberflächen	2					2	3					10		

MODULE	UMFANG in SWS (Workload)			SEMESTERAUFTEILUNG								Modulgröße	Art und Umfang der Studien- und Prüfungsleistung <sup>1)</sup>		
				1. WS		2. SS		3. WS		4. SS			Prüfungsart <sup>1)</sup>		Prüfungsform
	Vorlesung	Übung	Praktikum	SWS	ECTS	SWS	ECTS	SWS	ECTS	SWS	ECTS	PfP	PL/SL		
<b>Wahlmodule</b>															
<b>M6 Kernfachmodul aus MWT, EEI, CBI, Ph, Ch<sup>2)</sup></b>	Pflichtvorlesungen			4	6	4	6						PfP	PL	mündliche Prüfung 40 min. (oder üblicher Prüfungsmodus im Department, auch PfP)
	Praktikum					6	6							+SL	Praktikumsleistung (5 Versuche inklusive Vor- und Nachprotokoll)
	Wahlpflichtvorlesungen			4	6	4	6					30			
<b>M7 Naturwissenschaftlich-technisches Wahlmodul (CBI, EEI, MWT, Ph, Ch)</b>								8	10			10		PL	mündliche Prüfung 20 min (oder üblicher Prüfungsmodus im Department, auch PfP)
<b>M8 Literaturrecherche/Hausarbeit</b>														SL	Seminarleistung
Literaturrecherche/Hausarbeit		5						5	5			5			(Schriftliche Arbeit)
<b>M9 Softskills</b>													PfP		
Seminarvortrag		2						2	2					SL	Präsentation
Präsentationstechnik		2						2	2					+SL	Seminarleistung (2 Kurzpräsentationen)
Exkursionen			1						1			5			
<b>M10 Masterarbeit</b>													PfP		
Masterarbeit											25			PL	Masterarbeit
Vortrag mit Diskussion (30 min)											5	30	+PL	Präsentation	
	<b>SUMME SWS</b>			22		23		24							
	<b>SUMME ECTS</b>				30		31		29		30	120			

<sup>1)</sup> PfP: Portfolioprfung; PL: Prüfungsleistung; SL: Studienleistung

<sup>2)</sup> Die Angabe der Workload und deren Aufteilung auf die Semester entsprechen den Gegebenheiten im Falle der Wahl des Kernfachs aus dem Bereich der Materialwissenschaften. Im Falle der Wahl eines Kernfachs aus einem der anderen Bereiche sind Abweichungen möglich.