

Stellungnahme
zur Einführung eines ingenieurwissenschaftlichen Studiengangs
Technologie der Funktionswerkstoffe
an der Universität Würzburg

<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
Vorbemerkung	3
A. Ausgangslage	4
A.I. Ausbaustand der Universität Würzburg	5
I.1. Organisationsstruktur	5
I.2. Studienanfänger-, Studierenden- und Absolventenzahlen	5
I.3. Personalausstattung	7
I.4. Forschung	8
I.5. Flächenbestand	9
I.6. Stand der angewandten Naturwissenschaften und das wissen- schaftliche Umfeld des geplanten Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe an der Universität Würzburg	9
A.II. Ausbauplanung: Konzeption des geplanten Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe	14
II.1. Übergeordnete Zielvorstellungen und Kriterien für die Auswahl des geplanten Studiengangs	14
II.2. Studium und Lehre	18
II.3. Personalausstattung	23
II.4. Forschung und Forschungskooperation	27
II.5. Räumliche Unterbringung und Finanzierung	31
B. Stellungnahme	33
B.I. Übergreifende Gesichtspunkte	33
B.II. Zu den Zielvorstellungen des geplanten Studiengangs	35

B.III. Zu Studium und Lehre.....	37
B.IV. Zur Personalausstattung	41
B.V. Zur Forschung und Forschungskooperation.....	43
B.VI. Zur räumlichen Unterbringung und Finanzierung	45
C. Zusammenfassende Empfehlung.....	47
D. Anhang.....	50

Vorbemerkung

Mit Schreiben vom 11. September 1998 hat das Land Bayern den Wissenschaftsrat darum gebeten, eine gutachterliche Stellungnahme zur geplanten Einrichtung eines ingenieurwissenschaftlichen Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe an der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg (Universität Würzburg) abzugeben. Hintergrund ist die Absicht der Universität Würzburg, aufgrund des in den letzten Jahren erfolgten Ausbaus der anwendungsorientierten Forschung in den Naturwissenschaften künftig auch ingenieurwissenschaftliche Studiengänge anzubieten. Als besonders günstig für die Zukunftschancen der auszubildenden Ingenieure betrachtet das Land die geplante Anbindung des neu einzurichtenden Studiengangs an vorhandene Forschungsschwerpunkte im Bereich der Chemie, der Biologie, der Physik und der Medizin. Für die Durchführung des Studiengangs ist mittelfristig die Errichtung eines Neubaus vorgesehen. Gemeinsam mit dem zum Wintersemester 2000/01 eingeführten Studiengang Nanostrukturtechnik soll das Profil der Universität Würzburg künftig auch wesentlich von ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen geprägt sein.

Der Wissenschaftsrat hat zur Vorbereitung dieser Stellungnahme eine Arbeitsgruppe eingesetzt, die am 22. Februar 2000 und am 28. September 2000 die Planungen der Universität Würzburg erörtert hat.

Der Wissenschaftsrat hat die Stellungnahme am 19. Januar 2001 verabschiedet.

A. Ausgangslage

Das Land Bayern verfügte im Wintersemester 1999/2000 über insgesamt 25.376 ingenieurwissenschaftliche Studienplätze, deren Anteil sich nach Abschluß begonnener Bauvorhaben auf 26.600 Studienplätze erhöhen könnte. Davon entfielen fast 70 % auf die Fachhochschulen und 30 % auf die Universitäten. Die insgesamt 8.292 ingenieurwissenschaftlichen Studienplätze an Universitäten des Landes verteilten sich im Wintersemester 1999/2000 auf die Technische Universität München (5.979 flächenbezogene Studienplätze), die Universität Erlangen-Nürnberg (1.768) und die Universität Bayreuth (545).¹ Da im nordbayerischen Raum bis Mitte der neunziger Jahre lediglich die Technische Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg als einzige universitäre Ausbildungsstätte auf dem Gebiet der Ingenieurwissenschaften bestand, hat das Land Anstrengungen zum einen zur Einrichtung einer Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften an der Universität Bayreuth, zum anderen zum Ausbau des Maschinenbaus an der Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg unternommen. Die geplante Einrichtung einer Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften an der Universität Bayreuth wurde vom Wissenschaftsrat 1994 empfohlen.² An der Universität Bayreuth wurde 1995 als sechste Fakultät die Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften eingerichtet, an der seit dem Wintersemester 1998/99 der Studiengang Materialwissenschaft und seit dem Wintersemester 1999/2000 der Studiengang Umwelt- und Bioingenieurwissenschaft bereitgestellt wird.

Die Universität Würzburg bemüht sich seit den achtziger Jahren, ihr Lehr- und Forschungsprofil im Rahmen der Naturwissenschaften und der Medizin in den anwendungsorientierten Bereich zu erweitern. Mit den Planungen zur Einrichtung des Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe an der Universität Würzburg wollen Land und Universität nun auch im unterfränkischen Raum einen universitären ingenieurwissenschaftlichen Schwerpunkt bilden. Zum Wintersemester 2000/01 hat bereits der ingenieurwissenschaftliche Studiengang Nanostrukturtechnik an der Universität Würzburg den Lehrbetrieb aufgenommen.

¹ Quellen für die bisherigen Angaben: Wissenschaftsrat: Empfehlungen zum 30. Rahmenplan für den Hochschulbau 2001-2004, Band 2, BY 67-75, Köln 2000.

² Vgl. Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur Einrichtung einer Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften an der Universität Bayreuth, Köln 1994.

A.I. Ausbaustand der Universität Würzburg

I.1. Organisationsstruktur

Die 1582 gegründete Universität Würzburg, deren Erstgründung auf das Jahr 1402 zurückgeht und die damit zu den ältesten Universitäten im deutschsprachigen Raum zählt, gliedert sich gegenwärtig in zwölf Fakultäten und fünf zentrale Einrichtungen:

- Katholisch-Theologische Fakultät
 - Juristische Fakultät
 - Medizinische Fakultät
 - Philosophische Fakultät I (Altertums- und Kulturwissenschaften)
 - Philosophische Fakultät II (Neuphilologien, Geschichte, Kunstgeschichte)
 - Philosophische Fakultät III (Philosophie, Erziehungs- und Gesellschaftswissenschaften)
 - Fakultät für Biologie
 - Fakultät für Chemie und Pharmazie
 - Fakultät für Geowissenschaften
 - Fakultät für Mathematik und Informatik
 - Fakultät für Physik und Astronomie
 - Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
-
- Universitätsbibliothek
 - Rechenzentrum
 - Zentrum für Sprachen und Mediendidaktik
 - Sportzentrum
 - Martin-von-Wagner-Museum

I.2. Studienanfänger-, Studierenden- und Absolventenzahlen

Die Universität Würzburg weist das breite Fächerspektrum einer klassischen Universität auf und bietet neben den Magister-, Diplom- und zum Staatsexamen führenden Studiengängen die neuen Studienabschlüsse Bachelor of Science in den Studienfächern Biologie und Wirtschaftsinformatik sowie den Abschluß Master of Business Administration im weiterbildenden Studiengang Business Integration an. Seit dem Wintersemester 2000/01 kann der Studiengang Nanostrukturtechnik an der Fakultät für Physik und Astronomie mit dem Abschluß Diplom-Ingenieur belegt werden.

Die Anzahl der *Studienanfänger* (1. Fachsemester) ist vom Wintersemester 1995/96 bis zum Wintersemester 1999/2000 von 2.850 auf 2.916 angestiegen (+ 2 %). Auskünften der Universität zufolge kann zum Wintersemester 2000/01 eine Zunahme an Studienanfänger um 8,7 % im Vergleich zum Vorjahr verzeichnet werden. Hierzu trugen überwiegend die neu eingerichteten Studiengänge Bachelor of Science in der Biologie, Master of Business Integration, Nanostrukturtechnik³ und Bachelor of Science in der Wirtschaftsinformatik bei.

Im Wintersemester 1999/2000 lag die Gesamtzahl der *Studierenden* der Universität Würzburg bei 16.455. Bezogen auf die einzelnen Fakultäten entfällt der größte Teil der Studierenden, und zwar 17 %, auf die Philosophische Fakultät III (Philosophie, Erziehungs- und Gesellschaftswissenschaften), gefolgt von der Medizinischen Fakultät und der Philosophischen Fakultät II (Neuphilologien, Geschichte, Kunstgeschichte), die jeweils rund 15 % der Studierenden ausbilden. Insgesamt wird ersichtlich, daß rund 60 % der Studierenden den geisteswissenschaftlichen Fächern und rund 40 % der Studierenden den Naturwissenschaften (inkl. Medizin) zuzuordnen sind. Vom Wintersemester 1995/96 bis zum Wintersemester 1999/2000 ist die Gesamtstudierendenzahl um rund 14 % gesunken (inkl. Beurlaubte, ohne Promotions- und Zweitstudierende).

Die Anzahl der *Absolventen* variierte vom Studienjahr 1995 bis zum Studienjahr 1998 zwischen mindestens 2.106 (Studienjahr 1998) und maximal 2.316 (Studienjahr 1995). Hinsichtlich der Studienabschlüsse ist im betrachteten Zeitraum die Anzahl der Absolventen mit einem Lehramtsabschluß von 559 auf 683 (+ 22 %) gestiegen. In den Diplomstudiengängen ist ein Rückgang von 809 auf 562 Absolventen (- 30 %) zu verzeichnen. Die Zahl der Absolventen mit Magisterabschluß variierte kaum im Berichtszeitraum (zwischen 114 und 130 Absolventen). Den Abschluß Staatsexamen im Fach Rechtswissenschaft haben im Studienjahr 1995 811 Studierende und im Studienjahr 1998 702 Studierende (- 13 %) erreicht.

³ Im Studiengang Nanostrukturtechnik haben sich zum Wintersemester 2000/01 bereits 55 Studienanfänger immatrikuliert. Zugleich konnte das Fach Physik (Diplom) einen Anstieg der Stu-

I.3. Personalausstattung

Zum Sommersemester 2000 verfügte die Universität Würzburg über insgesamt 1.719 Stellen (ohne Verwaltung). Davon entfielen 900 Stellen auf wissenschaftliches und 819 Stellen auf nicht-wissenschaftliches Personal. Die Stellen für wissenschaftliches Personal umfaßten 169 C4- und 137 C3-Stellen. Ferner sind 594 sonstige wissenschaftliche Stellen aufzuführen.

Zur personellen Ausstattung der Naturwissenschaften und der Medizin zählten 353 bzw. 169 Stellen für wissenschaftliches sowie 325 bzw. 215,5 Stellen für nicht-wissenschaftliches Personal. Darunter standen den naturwissenschaftlichen Grundlagenfächern (ohne Geowissenschaften) 45 C4- und 52 C3-Professuren zur Verfügung.

In den Naturwissenschaften werden altersbedingt bis 2005 zehn C4-Professuren (davon vier in der Fakultät für Chemie und Pharmazie) frei. Im Zeitraum von 2006 bis 2010 werden altersbedingt weitere 16 C4-Professuren (davon fünf in der Fakultät für Biologie, jeweils vier in der Fakultät für Chemie und Pharmazie sowie Fakultät für Physik und Astronomie) frei. In der Medizinischen Fakultät liegen die altersbedingten Freisetzungen bei neun C4-Stellen (bis 2005) bzw. 15 C4-Stellen (von 2006 bis 2010, davon eine Professur für Experimentelle Zahnheilkunde). Von den C3-Stellen werden infolge altersbedingten Ausscheidens in den Naturwissenschaften bis 2005 13 Stellen (davon vier in der Fakultät für Physik und Astronomie), von 2006 bis 2010 neun Stellen frei. In der Medizinischen Fakultät werden bis 2005 11 C3-Professuren altersbedingt frei und von 2006 bis 2010 12 Stellen frei.

Seit 1992 wurden an der Universität Würzburg 111 C4-Berufungsverfahren eingeleitet. Davon wurden 76 Rufe angenommen. 21 Rufe wurden abgelehnt und 14 Verfahren wurden noch nicht abgeschlossen. Die Anzahl der Hausberufungen beträgt sieben. Das Durchschnittsalter der berufenen C4-Professoren liegt bei 43 Jahren.

I.4. Forschung

In der Zeitspanne von 1995 bis 1999 ist die Anzahl der erfolgreich abgeschlossenen *Promotionen* von 439 auf 611 pro Studienjahr angestiegen (+ 39 %). Der jährliche Durchschnitt liegt im Berichtszeitraum bei 522 Promotionen. Der Frauenanteil bei erfolgreich abgeschlossenen Promotionen lag zwischen 1995 und 1998 bei durchschnittlich 35 %.

Von 1995 bis 1999 wurden an der Universität Würzburg insgesamt 215 *Habilitationsverfahren* abgeschlossen, davon 51 % in der Medizin und 30 % in den naturwissenschaftlichen Fächern (überwiegend in der Biologie und Chemie/Pharmazie). Der Frauenanteil bei den Habilitationen lag im erwähnten Zeitraum bei durchschnittlich 9,3 %.

An der Universität Würzburg werden gegenwärtig 10 *Graduiertenkollegs* angeboten, wovon allein neun den Naturwissenschaften und der Medizin zuzuordnen sind. An der Universität bestanden im Sommersemester 2000 neun *Sonderforschungsbereiche* (SFB), in denen ausschließlich naturwissenschaftliche und medizinische Themen bearbeitet werden. Darüber hinaus verfügt die Universität über sieben, vorwiegend medizinisch ausgerichtete Forschungszentren und neun überwiegend medizinisch bzw. biologisch ausgerichtete Forschergruppen.⁴

Die laufenden Mittel für Forschung und Lehre im Haushalt der Universität Würzburg⁵ sind im Zeitraum von 1995 bis 2000 von 21 Mio. DM auf 22 Mio. DM gestiegen. Im Jahr 1999 warb die Universität rund 69 Mio. DM an Drittmitteln ein. Davon lag der Umfang der von der DFG bewilligten Mittel bei rund 20,8 Mio. DM (30 %). Weitere Drittmittel wurden im Rahmen von Sonderforschungsbereichen (17,7 Mio. DM), von Sonstigen (17,3 Mio. DM), über die Förderung der Wissenschaft aus sonstigen Zu-

⁴ Eine Auflistung der Graduiertenkollegs, Sonderforschungsbereiche und Forschungseinrichtungen der Universität befindet sich im Anhang.

⁵ Bruttoansätze Kapitel 1517, Titelgruppe 73 „Forschung und Lehre“: Ausgaben für Personal (Hauptgruppe 4), Sachmittel (Hauptgruppe 5) und Investitionen (Hauptgruppe 8).

weisungen des Bundes (9,2 Mio. DM), von der EU (2,4 Mio. DM), über das Bayerische Langzeitprogramm „Neue Werkstoffe“ (1,0 Mio. DM, die von der Medizinischen Fakultät und der Fakultät für Physik und Astronomie eingeworben wurden), im Rahmen der Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsaufträgen staatlicher Dienststellen außerhalb des Hochschulbereichs (0,6 Mio. DM) und von Bayerischen Forschungsverbänden und Forschungszentren (0,4 Mio. DM) bereitgestellt. Der Großteil der eingeworbenen Drittmittel mit rund 29 Mio. DM (41 %) entfiel 1999 auf die Medizinische Fakultät. Der Fakultät für Biologie sind 12 Mio. DM (18 %), der Fakultät für Physik und Astronomie 9 Mio. DM (13 %), der Fakultät für Chemie und Pharmazie 7 Mio. DM (9 %), der Fakultät für Mathematik und Informatik 1,8 Mio. DM (3 %) und der Fakultät für Geowissenschaften 2,5 Mio. DM (4 %) der Drittmittel-einnahmen des Jahres 1999 zuzuordnen.

I.5. Flächenbestand

Die Einrichtungen der Universität Würzburg verteilen sich über mehrere Standorte im gesamten Stadtgebiet. Ein Großteil der Naturwissenschaften und auch der Geisteswissenschaften befindet sich auf dem südöstlich gelegenen Standort Am Hubland, der seit Mitte der sechziger Jahre für die Universität ausgebaut wird. Die Hauptnutzfläche der Universität Würzburg beträgt derzeit 129.567 m². Davon entfallen rund 47 % auf die naturwissenschaftlichen Fakultäten. Der Anteil der angemieteten Flächen (ohne Medizin) liegt gegenwärtig bei 9.673 m² HNF (7,5 %).

I.6. Stand der angewandten Naturwissenschaften und das wissenschaftliche Umfeld des geplanten Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe an der Universität Würzburg

An der Universität Würzburg werden angewandte und in gewissem Umfang auch ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen im Rahmen der bereits vorhandenen Studiengänge in den Naturwissenschaften und in der Medizin berücksichtigt. Bezüglich des geplanten Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe sind hier insbesondere Arbeiten in der Fakultät für Biologie, der Fakultät für Chemie und Phar-

mazie, der Fakultät für Physik und Astronomie und in der Medizinischen Fakultät zu nennen.

Die *Fakultät für Biologie* weist folgende Lehrstuhlstruktur auf:

- Botanik: 2 Lehrstühle
- Pharmazeutische Biologie: 1 Lehrstuhl
- Zoologie: 3 Lehrstühle
- Genetik: 1 Lehrstuhl
- Mikrobiologie: 1 Lehrstuhl
- Biotechnologie: 1 Lehrstuhl

Die Universität Würzburg hat 1984 durch Umwidmungen als erste bayerische Universität in der Fakultät für Biologie das Gebiet der Biotechnologie durch die Einrichtung eines Lehrstuhls etabliert. Vom Bayerischen Ministerrat wurde die Entwicklung mit der Einrichtung eines Forschungsschwerpunktes Biotechnologie 1985 fortgesetzt. Mit dem Aufbau des Theodor-Boveri-Instituts für Biowissenschaften (Biozentrum) 1993 wurde ein fächer- und fakultätenübergreifendes Konzept zum Zusammenschluß verschiedener Teildisziplinen der Biologie mit der Integration von angrenzenden Wissensgebieten realisiert.

Insbesondere die Arbeitsgebiete der Lehrstühle für Biotechnologie, Mikrobiologie und Zoologie I (Zell- und Entwicklungsbiologie) haben einen engen Bezug zum geplanten Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe, und zwar vor allem zum Themenkomplex der Biomaterialien. Die genannten Lehrstühle forschen bereits über die für die Funktion von Implantaten wichtige Kommunikation von Zellen. Hieraus läßt sich auch die Kommunikation zwischen Werkstoffoberflächen und Zellen ableiten. Die Werkstoffentwicklung für Medizin und Zahnheilkunde berücksichtigt neben beispielsweise den Blut- und den verschiedenen Gewebezellen auch Mikroorganismen. Wechselwirkungen der Werkstoffoberflächen mit dem biologischen Umfeld und die molekularbiologischen Grundlagen zum Informationstransport und -austausch in die Zellen und aus den Zellen heraus gelten daher als Forschungsfelder von besonderer Relevanz. Funktionswerkstoffe sind darüber hinaus wesentliche Komponenten in Nanomaschinen und mikrostrukturierten Impedanzsensoren für die Zellkultivierung sowie für implantierbare Bioreaktoren, die am Lehrstuhl für Biotechnologie entwickelt werden.

Die *Fakultät für Chemie und Pharmazie* weist folgende Lehrstuhlstruktur auf:

- Anorganische Chemie: 2 Lehrstühle
- Organische Chemie: 2 Lehrstühle
- Physikalische Chemie: 2 Lehrstühle
- Biochemie: 1 Lehrstuhl
- Pharmazie: 2 Lehrstühle
- Lebensmittelchemie: 1 Lehrstuhl
- Silicatchemie: 1 Lehrstuhl

In der Fakultät für Chemie und Pharmazie ist im Rahmen des Diplom-Studiengangs Chemie ein Überwechseln zur Studienrichtung Chemie-Ingenieur nach dem Grundstudium möglich. Die Schwerpunkte des Hauptstudiums – Anorganische, Organische, Physikalische Chemie und Biochemie – wurden 1992 um die Bereiche Silicatchemie/Materialwissenschaften erweitert. Der Lehrstuhl für Silicatchemie wurde als Stiftungslehrstuhl der Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Wissenschaft (FhG) gegründet und ist seit 1993 in Personalunion mit der Leitung des Fraunhofer-Instituts für Silicatforschung in Würzburg besetzt. Das angebotene Lehrgebiet umfaßt derzeit eine Einführung in die Materialwissenschaft, die Werkstoffgruppen Glas und Keramik sowie Spezialvorlesungen im Bereich der Festkörperchemie und der Kolloidchemie. Am Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie werden verfahrenstechnische Grundlagen der Arzneimittelherstellung angeboten, die insbesondere bei der industriellen Entwicklung von Arzneien benötigt werden. Es werden beispielsweise die Fließigenschaften von Pulvern mit dem Ziel einer rationalen Optimierung untersucht. Ferner werden relevante Parameter von Wirk- und Hilfsstoffen ermittelt. Am geplanten Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe, der an der Fakultät für Chemie und Pharmazie angesiedelt werden soll, ist die Mitwirkung der Lehrstühle Silicatchemie und Pharmazeutische Technologie vorgesehen.

An der Fakultät für Chemie und Pharmazie ist der Sonderforschungsbereich 347 „Selektive Reaktionen Metall-aktivierter Moleküle“ angesiedelt. Dieser Sonderforschungsbereich ist in erster Linie grundlagenorientiert im Bereich der metallorganischen Chemie. Die dort erforschten Reaktionen werden jedoch auch von wesentlicher Bedeutung für das am geplanten Studiengang Technologie der Funktionswerk-

stoffe einzurichtende Fachgebiet Chemische Technologie der Materialsynthese sein. Am Sonderforschungsbereich 410 „II-VI-Halbleiter: Wachstumsmechanismen, niedrigdimensionale Strukturen und Grenzflächen“ und am Sonderforschungsbereich 172 „Molekulare Mechanismen kanzerogener Primärveränderungen“ ist die Fakultät für Chemie und Pharmazie beteiligt. Der Sonderforschungsbereich 410 steht sowohl zum Studiengang Nanostrukturtechnik als auch zum geplanten Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe in enger Beziehung. Die im Sonderforschungsbereich untersuchten Halbleiter stellen eine Gruppe wichtiger Funktionsmaterialien mit besonderen elektronisch-photonischen Eigenschaften dar. Einige Projekte befassen sich zudem mit technologischen Fragen der Materialsynthese und Strukturierung.

Die *Fakultät für Physik und Astronomie* weist folgende Lehrstuhlstruktur auf:

- Theoretische Physik: 3 Lehrstühle
- Astronomie: 1 Lehrstuhl
- Experimentelle Physik: 5 Lehrstühle
- Technische Physik: 1 Lehrstuhl
- Didaktik der Physik: 1 Lehrstuhl

Die Fakultät für Physik und Astronomie hat zum Wintersemester 2000/01 den Lehrbetrieb für den ingenieurwissenschaftlichen Studiengang Nanostrukturtechnik mit dem Abschluß Diplom-Ingenieur aufgenommen. Für den Studiengang wurden keine zusätzlichen Investitions- und Personalmittel vom Land Bayern bereitgestellt; er wurde insofern „kostenneutral“ eingerichtet. In diesem Studiengang werden vorrangig die Strukturtechnologie sowie Bauteile und Systeme auf der Basis von Nanostrukturen untersucht.

Am Lehrstuhl für Technische Physik wurde von 1993 bis 1999 ein Mikrostrukturlabor mit einer Reinraumfläche von 550 m² eingerichtet, in dem hauptsächlich die Mikro- und Nanostrukturierung von Halbleitern untersucht wird. Ziel der Forschungen ist die Bestimmung der elektronischen Eigenschaften von Quantendrähten und Quantenpunkten sowie der Nutzung für zukunftsweisende neue Bauelemente für die Mikro- und Optoelektronik. Die Arbeiten im Mikrostrukturlabor ergänzen und erweitern die im geplanten Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe vorgesehenen Forschungsarbeiten vor allem im Hinblick auf höchstauflösende laterale Strukturierung.

Als neuer Forschungsschwerpunkt im Mikrostrukturlabor wird für die nächsten Jahre die Entwicklung von Nanostrukturierungsverfahren für biologische-medizinische Bauelemente angestrebt. Hierdurch sollen sich eine Vielzahl weiterer Kooperationsmöglichkeiten zum geplanten Studiengang ergeben. Im Bereich der Forschung werden umfangreiche Wechselwirkungsmöglichkeiten hauptsächlich zur Analytik der Funktionswerkstoffe mit den Analyseeinrichtungen der Fakultät (z. B. Oberflächenanalytik, Rastersondentechniken, Röntgenverfahren, optische Spektroskopie) gesehen. Zwischen der Fakultät für Physik und Astronomie und dem bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE) besteht eine enge Zusammenarbeit. Mehrere Lehrstühle sind an bayerischen Forschungsverbänden beteiligt (FOROPTO, FORSUPRA, FORSOL)⁶.

An der Fakultät für Physik und Astronomie ist der Sonderforschungsbereich 410 „II-VI-Halbleiter: Wachstumsmechanismen, niedrigdimensionale Strukturen und Grenzflächen“ angesiedelt. Am Sonderforschungsbereich 355 „Pathophysiologie der Herzinsuffizienz“ ist die Fakultät beteiligt. Ferner sind der Fakultät zwei Graduiertenkollegs („Mikrostrukturierte Halbleiter“, „Magnetische Kernresonanz in vivo und in vitro für die biomedizinische Grundlagenforschung“) zugeordnet. Der SFB 410 und das Graduiertenkolleg „Magnetische Kernresonanz in vivo und in vitro für die biomedizinische Grundlagenforschung“ weisen inhaltliche Bezüge zu dem geplanten Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe auf.

Seit der Neubesetzung des Lehrstuhls für Experimentelle Zahnmedizin an der *Medizinischen Fakultät* bilden die Bereiche biokompatible Werkstoffe, Biosystemtechnik und künstliche Organe vor allem für die Zahnheilkunde und die Orthopädie einen Schwerpunkt in Forschung und Lehre. Die interfakultativ ausgerichtete Grundlagenforschung untersucht Mechanismen der Kommunikation zwischen der Werkstoffoberfläche und der biologischen Umgebung unter Berücksichtigung der jeweiligen Anwendungsbedingungen. Gegenwärtig beschäftigen sich drei Forschungsschwerpunkte mit werkstoffwissenschaftlichen Fragestellungen:

⁶ FOROPTO: Bayerischer Forschungsverbund Neue Bauelemente für die Informationstechnik
FORSUPRA: Bayerischer Forschungsverbund Hochtemperatursupraleitung
FORSOL: Bayerischer Forschungsverbund Solarenergie

- Forschungsschwerpunkt „Grenzfläche zwischen Werkstoff und Biosystem“ (Kooperation mit der Fakultät für Physik und Astronomie im Bereich der Oberflächenanalytik)
- Forschungsschwerpunkt „Calcium-Phosphat-Zemente“ (CPC) (Kooperation mit der Fakultät für Chemie und Pharmazie im Bereich der Pulverparameter)
- Forschungsschwerpunkt „Suszeptibilitätsangepaßte Keramiken“ (Kooperation mit der Fakultät für Physik und Astronomie im Bereich der experimentellen Validierung).

Die Abteilung für Experimentelle Zahnmedizin der Universität Würzburg ist am Bayerischen Forschungsverbund Biomaterialien (FORBIOMAT)⁷, an dem verschiedene bayerische Universitäten und Industriefirmen kooperieren, im Rahmen der Entwicklung und Herstellung oberflächenmodifizierter, kardialer Stents zur Verbesserung von Biokompatibilität und Funktion beteiligt.

A.II. Ausbauplanung: Konzeption des geplanten Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe

II.1. Übergeordnete Zielvorstellungen und Kriterien für die Auswahl des geplanten Studiengangs

Der geplante Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe wurde in enger Kooperation zwischen der Universität Würzburg und Vertretern der Wirtschaft in Unterfranken entwickelt. Bereits 1996 wurde von einem Beirat des Präsidenten der Universität Würzburg, der sich aus Hochschullehrern aus den Bereichen Chemie, Pharmazie, Biologie, Mathematik, Informatik, Medizin, Physik und der Sozial-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften sowie Vertretern der unterfränkischen Industrie zusammensetzte, ein Gesamtkonzept entwickelt, das die Einführung von drei ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen vorsah (Technologie der Funktionswerkstoffe, Mikroverfahrenstechnik, Technische Informatik). Da die Realisierung von drei Studiengängen schon aus finanziellen Gründen in absehbarer Zeit ausgeschlossen werden mußte, entschloß sich die Universität, ein Konzept zur Einführung des inge-

⁷ FORBIOMAT: Forschungsverbund zur Entwicklung von Werkstoffen für die Medizin mit dem Schwerpunkt Skelett-, Dental- und Gefäßimplantaten bzw. –prothesen sowie mechanische, physikalische, chemische und biologische Werkstoffcharakterisierung zur Sicherstellung der Körperverträglichkeit und Funktion.

nieurwissenschaftlichen Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe zu erarbeiten. Das Land Bayern hat 1998 der Konzeption zu diesem Studiengang der Universität Würzburg zugestimmt.

Der Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe wurde mit dem übergeordneten Ziel konzipiert, neue Entwicklungsperspektiven im wissenschaftlichen Bereich und in der Zusammenarbeit mit der Wirtschaft zu erschließen. Mit der geplanten Einführung des ingenieurwissenschaftlichen Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe will die Universität Würzburg ihre vorhandenen Ressourcen besser nutzen und ergänzen, die bereits vorhandenen Strukturen in Forschung und Lehre optimieren und die fachübergreifende Kooperation stärken. Neben der angestrebten Weiterentwicklung der Naturwissenschaften und Medizin in technische Bereiche durch die Integration von Ingenieurwissenschaften sollen wirtschafts-, rechts- und sozialwissenschaftliche Fächer einen grundlegenden Beitrag für die universitäre Ausbildung von Ingenieuren leisten.

Als wesentliche Kriterien für die Auswahl und Ausrichtung des vorgesehenen Studiengangs werden von der Universität Würzburg angeführt:

(1) *Materialtechnologie als Schlüsseltechnologie*

Neben der Entwicklung von Mikrosystemen und der Informationstechnologie sowie in jüngster Zeit der Bio- und Gentechnologie zählt die gezielte Synthese und Technologie neuer Materialien zu den prägenden Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Der von der Universität Würzburg vorgesehene Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe⁸ wurde aus dem Spektrum der zu verstärkenden Schlüsseltechnologien aufgrund seiner hohen Zukunftsrelevanz und der Anbindungsmöglichkeiten an bestehende Schwerpunkte der Universität und außeruniversitärer Einrichtungen ausgewählt. In der Konzeption der Universität wird für die Entwicklung neuer Materialien, die die Grundlage für Weiterentwicklungen in wichtigen Technologiebereichen

⁸ Zur Gruppe der Funktionswerkstoffe zählen Materialien, die sich durch ihre elektrischen, magnetischen, akustischen, optischen und biologischen Eigenschaften auszeichnen. Vor allem die An-

und zunehmend Voraussetzung für die Realisierung neuer technischer Produkte sind, die künftige Bedeutung des gezielten Maßschneiderns der Werkstoffeigenschaften für Anwendungen hervorgehoben. Werkstoffe mit unterschiedlichen Herstellungstechnologien sind in ihren Eigenschaftsprofilen an die Anforderungen und Funktionen spezifischer Systeme anzupassen. In der technologischen Entwicklung wird daher das Endprodukt und dessen Funktion in den Vordergrund rücken. Parallel hierzu wird eine wachsende Spezialisierung von Werkstoffen mit systemermöglicher Funktion beobachtet. Häufig müssen verschiedene Einzelfunktionen neuer Werkstoffe kombiniert betrachtet werden.

(2) *Bedarf für entsprechend qualifizierte Absolventen in der regionalen und überregionalen Industrie*

Der Bedarf an Absolventen des angestrebten Studiengangs und an den Forschungsleistungen wurde in der Konzeptionsphase sowohl von dem vom Präsidenten der Universität eingerichteten regionalen Beraterkreis, dem zehn Vertreter der unterfränkischen Wirtschaft angehörten, als auch von einem aus fünf überregionalen Sachverständigen aus Industrie und Forschung gebildeten Expertenkreis bestätigt. Ermittlungen der Industrie- und Handelskammer (IHK) Würzburg-Schweinfurt ergaben, daß die große Mehrheit der großen und mittelständischen Industrieunternehmen der Region die Einführung des erwähnten Studiengangs für wichtig erachten und ihre Bereitschaft erklärten, Absolventen zu übernehmen, mit den Lehrstühlen bei Forschungs- und Entwicklungsthemen zu kooperieren und die Ausbildung für Praktika, Studien-, Bachelor- und Masterarbeiten zu unterstützen. Die Universität Würzburg möchte mit dem angestrebten Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe auf die Nachfrage nach Ingenieuren mit hoher fachlicher Qualifikation und zugleich mit wirtschaftlich-sozialer Kompetenz reagieren. Künftigen Absolventen des geplanten Studiengangs könnten sich insbesondere Beschäftigungschancen in Industrieunternehmen im lokalen Umfeld von Würzburg (Main-Franken) eröffnen.

(3) *Anknüpfung an vorhandene anwendungsorientierte Schwerpunkte der Universität* (siehe auch Kap. I.6)

Die Universität Würzburg hat in den zurückliegenden zehn Jahren deutliche Anstrengungen zu einer Verstärkung der anwendungsorientierten Lehre und Forschung unternommen. In verschiedenen Bereichen der Naturwissenschaften bestehen Lehr- und Forschungseinheiten, die ingenieurwissenschaftliche Themen bearbeiten. Diese haben die für eine Errichtung eines Studiengangs erforderliche kritische Größe noch nicht erreicht. Aufbauend auf den in den letzten Jahrzehnten gebildeten Schwerpunkten im Bereich der anwendungsorientierten Naturwissenschaften und der Medizin soll die Universität Würzburg durch neuartige Ingenieurstudiengänge konsequent weiterentwickelt werden. Ein erster Schritt in diese Richtung ist zum Wintersemester 2000/01 mit der Einrichtung des Ingenieurstudiengangs Nanostrukturtechnik an der Fakultät für Physik und Astronomie erfolgt. Während in diesem Studiengang die Strukturtechnologie sowie Bauteile und Systeme auf der Basis von Nanostrukturen im Mittelpunkt der Ausbildung stehen, sollen im Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe vorrangig die Herstellverfahren und die daraus resultierenden makroskopischen Eigenschaften dieser Stoffgruppe behandelt werden.

Im geplanten Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe soll die Ausbildung über das reine Fachwissen hinausreichen und umfangreiche naturwissenschaftliche Grundlagen sowie Kenntnisse in grundlegenden industriellen Arbeits- und Führungstechniken umfassen. Der geplante ingenieurwissenschaftliche Studiengang soll eine Vielzahl an Berührungspunkten zum Fächerspektrum einer klassischen Universität aufweisen. So enthält das angestrebte Studienprogramm neben den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen auch Veranstaltungen zu den Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften.

(4) Komplementarität mit dem Studienangebot an anderen Hochschulen in Bayern und in angrenzenden Bundesländern

Es gibt zahlreiche Fachbereiche, Institute und Professuren, die sich in den Materialwissenschaften mit der Entwicklung und Charakterisierung von Funktionswerkstoffen befassen. In den Ingenieurwissenschaften sind das Einsatzverhalten und die Integration von Funktionswerkstoffen und -bauteilen ein intensiv bearbeitetes Thema. Auch an den bayerischen Hochschulen und an einigen Hochschulen angrenzender Bundesländer sind diese Disziplinen vertreten. Die in Würzburg geplante Ausrichtung der Technologie der Funktionswerkstoffe - d. h. die Entwicklung von Technologien zur Synthese und Verarbeitung von Werkstoffen, vor allem für Anwendungen in miniaturisierten Systemen sowie in der Biologie und Medizin - bildet an den bayerischen Universitäten und Fachhochschulen sowie an den Hochschulen angrenzender Bundesländer jedoch keinen Schwerpunkt. Eine Integration nicht-technischer Wahlfächer – wie im beantragten Studiengang an der Universität Würzburg vorgesehen – weisen die materialwissenschaftlichen Studiengänge anderer Hochschulen meist nicht auf.

II.2. Studium und Lehre

Im Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe sollen als Ausbauziel 150 Studienplätze bereitgestellt werden. Bei einer Regelstudienzeit von zehn Semestern ergibt sich eine jährliche Aufnahmekapazität von 30 Studienanfängern (Studienbeginn jeweils zum Wintersemester). Langfristig ist eine Aufstockung um weitere 150 Studienplätze vorgesehen.

Der Studiengang soll an der Fakultät für Chemie und Pharmazie angesiedelt werden. Bei diesen Überlegungen hat sich die Universität Würzburg an der Universität Stuttgart orientiert, an deren Fakultät Chemie der ingenieurwissenschaftliche Studiengang Werkstoffwissenschaft angeboten wird.

Die Universität plante zunächst die Einführung eines Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe mit dem Abschluß Diplom-Ingenieur. Inzwischen hat sich die Universität - wie auch an anderen Technischen Hochschulen und Universitäten bereits vielfach praktiziert - entschlossen, den vorgesehenen Studiengang auf das Bachelor-/Mastersystem mit modularem Aufbau auszurichten. Maßgebend hierfür war auch die Erwartung, daß mithilfe dieser Studiengänge der erwünschte innovative Charakter des Studienfachs Technologie der Funktionswerkstoffe mit Betonung der wirtschaftlichen und sozialen Kompetenz deutlicher zum Ausdruck gebracht werden kann als mit dem Diplom-Studiengang. Die Studiengänge sollen nach dem European Credit Transfer System (ECTS-System)⁹ in Leistungspunkten bewertet werden, um die nationale und internationale Kompatibilität zu gewährleisten. Alle Pflichtveranstaltungen sollen nach Abschluß geprüft und benotet werden. Bei Wahlpflichtveranstaltungen soll die erfolgreiche Teilnahme geprüft werden. Die Noten aller Einzelprüfungen und der Abschlußarbeiten gehen gemäß ihrem ECTS-Gewicht in die Gesamtbenotung des Studienergebnisses ein. Die Gestaltung der Studiengänge soll es ermöglichen, zu einem späteren Zeitpunkt die Veranstaltungen auch ganz oder teilweise in englischer Sprache anzubieten. Elemente der Internationalität sollen vorab durch die Einbeziehung von Kursangeboten auswärtiger Wissenschaftler in die Studieninhalte über das Internet erreicht werden. Diesbezüglich wurden erste Gespräche mit Vertretern der Pennsylvania State University geführt. Für die Bewertung und Anerkennung eigener und auswärtiger Studienleistungen und die Verleihung der akademischen Grade soll die Fakultät für Chemie und Pharmazie und das Prüfungsamt der Universität zuständig sein. Die akademische Betreuung von Promotionen soll durch die Fakultät für Chemie und Pharmazie erfolgen. An Absolventen des Masterstudiengangs oder äquivalenter ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge anderer Hochschulen soll der Titel Dr. Ing. verliehen werden.

Aufbauend auf breiten mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen sollen im geplanten Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe charakteristische Fach-

⁹ Das ECTS wurde von der Kommission der Europäischen Gemeinschaften entwickelt und ermöglicht die Erfassung der Studienergebnisse und ihre Übertragung von einer Institution zur anderen. ECTS-Anrechnungspunkte werden jeder einzelnen Veranstaltung des jeweiligen Studiengangs vergeben. Wieviel Anrechnungspunkte vergeben werden, liegt im Ermessen der jeweiligen Einrichtung.

und Methodenkenntnisse vermittelt werden. Weitere an der Universität Würzburg vorhandene Fächer wie Wirtschaftswissenschaften, Rechtswissenschaften und Psychologie werden durch ingenieurspezifische Lehrbeiträge eine wesentliche Rolle im nicht-technischen Wahlpflichtfächerkatalog spielen. Dies soll die Studierenden befähigen, bei der Entwicklung und Fertigung neuer Produkte Kriterien wie Effizienz, Fertigungssicherheit oder Kosten-Nutzen-Verhältnis zu berücksichtigen und neue Marktchancen zu erkennen.

(1) *Bachelorstudiengang Technologie der Funktionswerkstoffe*

Voraussetzung für das Bachelorstudium Technologie der Funktionswerkstoffe ist der Nachweis der allgemeinen Hochschulreife. Vor Aufnahme des Studiums oder spätestens bis Beginn des 5. Semesters ist ein mindestens sechswöchiges Berufspraktikum zu absolvieren. Das Bachelorstudium soll sechs Semester dauern und Lehrveranstaltungen (Vorlesungen, Übungen, Praktika) im Umfang von 138 SWS (entspricht 181 ECTS-Punkten) umfassen. Es sind Veranstaltungen zu den Themenblöcken mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen und Grundlagen der Ingenieurwissenschaften sowie Spezialvorlesungen zur Technologie der Funktionswerkstoffe und nicht-technische Veranstaltungen zu belegen. Die grundlegenden Veranstaltungen in Mathematik, Physik, Chemie, die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften und der Materialwissenschaften sowie die nicht-technischen Veranstaltungen sollen weitgehend gemeinsam mit dem Studiengang Nanostrukturtechnik angeboten werden.

Der mathematisch-naturwissenschaftlichen Themenblock, der eine spezielle Ausrichtung für Ingenieure erhält, soll ausschließlich aus den bestehenden Fachdisziplinen Mathematik, Physik, Informatik und Chemie getragen werden. Insgesamt sind für diesen Ausbildungsbereich 73 SWS vorgesehen (53 %), wovon allein 63 SWS auf die ersten drei Semester entfallen.

Dem Themenblock der ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen (Grundlagen der Elektronik I und II, Grundlagen Technischer Mechanik, Materialwissenschaft, CAD/CAM-Techniken, Grundpraktikum für Ingenieure) werden insgesamt 33 SWS des Bachelorprogramms (24 %) zugeordnet. Diese sind in den ersten vier Semestern

zu belegen. Für Studierende, die sich für technologieorientierte Materialwissenschaften interessieren, sollen die chemische Thermodynamik und speziell die Gleichgewichte der kondensierten Phasen angeboten werden. Diese Lehrinhalte sollen besondere Schwerpunkte in den Veranstaltungen der Physikalischen Chemie bilden.¹⁰ Grundzüge der Konstruktionslehre sollen im Rahmen der Vorlesungen und Übungen zu CAD/CAM-Techniken behandelt werden. Fertigung und Materialprüfung werden einführend und beispielhaft im Grundpraktikum für Ingenieure thematisiert. Diese Studieninhalte sollen aber insbesondere im jeweiligen Schwerpunktfach Hauptgegenstand in den höheren Semestern und im Masterstudiengang sein. Informationen der Universität zufolge hat die Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt sich bereit erklärt, an der Ausbildung in den ingenieurwissenschaftlichen grundlegenden Veranstaltungen der ersten Semester des vorgesehenen Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe (Grundgebiete der Elektronik I und II, CAD/CAM-Techniken, Grundlagen der Technischen Mechanik und Grundpraktikum für Ingenieure) mitzuwirken. Die Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt verfügt über drei sachnahe Studiengänge (Kunststofftechnik am Standort Würzburg, Elektrotechnik und Maschinenbau am Standort Schweinfurt). Es wird angestrebt, Wissenschaftler der Fachhochschule im Umfang von zehn bis 26 SWS in den Bachelorstudiengang Technologie der Funktionswerkstoffe einzubinden. Die Mitwirkung der Fachhochschule soll durch einen Kooperationsvertrag geregelt werden.

An ingenieurwissenschaftlichen Spezialvorlesungen werden im 5. und 6. Semester die Chemische Technologie der Materialsynthese, die Physikalische Technologie der Materialsynthese, die Technologie der Compositwerkstoffe und die Materialprüfung angeboten. Für die drei erstgenannten Fächer ist die Neueinrichtung entsprechender Lehrstühle vorgesehen (vgl. Kapitel II.4). Die Technologie der Compositwerkstoffe soll teilweise über externe Lehraufträge gelehrt werden. Insgesamt sind 24 SWS für diesen Themenblock geplant.

¹⁰ Vergleichende Studiengänge wie zum Beispiel der Diplom-Studiengang Werkstoffwissenschaft an der Universität Stuttgart oder der Bachelorstudiengang Materialwissenschaften an der RWTH Aachen sind in diesem Punkt ähnlich aufgebaut.

Im 4. und 5. Semester ist ein nicht-technisches Wahlfach im Umfang von insgesamt acht SWS aus dem Bereich der Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (Betriebswirtschaftliche Grundlagen, Arbeitswissenschaft, Industrielle Planungs- und Kostenlehre, Recht für Ingenieure, Technikfolgenabschätzung, Technikgeschichte, Präsentations- und Kommunikationstechnik) zu belegen.

Nach Abschluß des 5. Semesters und im 6. Semester ist die Bachelorarbeit anzufertigen. Diese soll in 400 Stunden und innerhalb von fünf Monaten abgeschlossen und mit 20 ECTS-Punkten gewichtet werden.

Der erfolgreiche Abschluß des Bachelorstudiums führt zur Verleihung des akademischen Grades Bachelor of Science (BSc). Dieser Abschluß soll zu wissenschaftlich ausgerichteter Berufstätigkeit in speziellen Bereichen der Technologie der Funktionswerkstoffe befähigen, erfordert jedoch in der Regel eine weitere Qualifikation durch Praxiserfahrungen in der Industrie oder durch eine Master-Ausbildung.

(2) Masterstudiengang Technologie der Funktionswerkstoffe

Der Masterstudiengang Technologie der Funktionswerkstoffe setzt den erfolgreichen Abschluß des Bachelorstudiums gleicher oder verwandter Fachrichtung bzw. einen äquivalenten Abschluß voraus. Der vorgesehene Studiengang ist auf vier Semester ausgelegt und umfaßt Lehrveranstaltungen im Umfang von 63 SWS (entspricht 124 ECTS-Punkten). Der Masterstudiengang soll nur einen kleinen Anteil von Pflichtveranstaltungen (13 SWS) enthalten. Dabei handelt es sich um Veranstaltungen zu Materialkreisläufen und zur Materialprüfung (mechanisch-thermische Eigenschaften, funktionelle Eigenschaften).

Die übrigen Veranstaltungen sollen von den Studierenden nach Beratung mit einem Hochschullehrer zu Beginn und in der Mitte des Masterstudiums ausgewählt werden. Als Schwerpunktfächer sind derzeit biokompatible Werkstoffe (z. B. mit den Sachgebieten: Bionik, Werkstoffe für chirurgische Implantate, Trägermaterialien für medizinische Werkstoffe, Biomechanik, Mikrosysteme für biologische und medizinische Anwendungen) und Werkstoffe für Mikrosysteme (z. B. mit den Sachgebieten: Adaptive

Verbundwerkstoffe, Theorie funktionaler Verbundwerkstoffe, Mikrofertigungstechnik, Mikromeß- und Prüftechnik, Photovoltaische Systeme, Fügetechnik in Mikrosystemen) vorgesehen. Veranstaltungen zu Materialkreisläufen sollen zunächst über externe Lehraufträge bereitgestellt werden.

Darüber hinaus sind Wahlpflichtfächer vom 7. bis 9. Semester im Umfang von insgesamt 18 SWS aus sachlich angrenzenden Gebieten der Naturwissenschaften und der Medizin - insbesondere Technische Informatik und Nanostrukturtechnik - zu belegen.

Auf nicht-technische Wahlpflichtfächer (entspricht dem Angebot im Bachelorstudien-gang) im 7. und 8. Semester entfallen acht SWS des Masterprogramms.

Im 9. Semester soll in 200 Stunden binnen drei Monaten eine Studienarbeit unter Betreuung eines Hochschullehrers in Kooperation mit einem Industrieunternehmen angefertigt werden. Diese Studienarbeit wird mit 10 ECTS-Punkten bewertet.

Im 10. Semester soll innerhalb von sechs Monaten eine Master-Thesis erarbeitet werden, die mit 40 ECTS-Punkten gewichtet wird.

Der erfolgreiche Abschluß des Masterstudiums führt zur Verleihung des akademischen Grades Master of Science (MSc). Dieser Abschluß soll zur wissenschaftlichen Berufstätigkeit im Bereich der Technologie der Funktionswerkstoffe befähigen. Der Grad des Master of Science soll gleichwertig zum Grad des Diplom-Ingenieurs sein. Die Gleichwertigkeit soll auf Wunsch bescheinigt werden. Dieser Grad soll auch zum Promotionsstudium berechtigen.

II.3. Personalausstattung

Im Bachelorstudiengang Technologie der Funktionswerkstoffe werden die mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagenfächer von den bereits bestehenden Fakul-

täten Chemie und Pharmazie, Mathematik und Informatik sowie Physik und Astronomie angeboten. Die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen werden als Lehrexport der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt und teilweise als Serviceleistungen der naturwissenschaftlichen Fakultäten der Universität Würzburg erbracht. Es wird davon ausgegangen, daß die Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt im Rahmen des Bachelorstudiengangs einen Lehrexport im Umfang von zehn bis 26 SWS leistet. Der Lehrstuhl für Silicatchemie an der Fakultät für Chemie und Pharmazie ist im Bachelorstudium für die Veranstaltungen zu den Materialwissenschaften und zur Materialprüfung zuständig. Die im 5. und 6. Semester vorgesehene Lehre auf dem Gebiet der Physikalischen Technologie der Materialsynthese, der Chemischen Technologie der Materialsynthese und der Technologie der Compositwerkstoffe soll über drei Neuberufungen sichergestellt werden. Der Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie an der Fakultät für Chemie und Pharmazie und der Lehrstuhl für Experimentelle Medizin der Medizinischen Fakultät sind im Bachelorstudiengang im Rahmen der Anfertigung der Bachelorarbeit eingebunden. Darüber hinaus sind Lehraufträge an externe Lehrkräfte von drei bis acht SWS im Zusammenhang mit den Veranstaltungen zur Technologie der Compositwerkstoffe und zu den Materialkreisläufen vorgesehen.

Im Studienprogramm zum Masterstudiengang Technologie der Funktionswerkstoffe sind lediglich 13 SWS für Pflichtveranstaltungen vorgesehen, die teilweise über die bereits bestehenden Lehrstühle, teilweise über externe Lehraufträge (Materialkreisläufe) bereitgestellt werden. Für die Vertiefungsrichtungen sind schwerpunktmäßig die drei neu zu schaffenden Lehrstühle zuständig.

Sowohl im Bachelor- als auch im Masterstudiengang werden die Wahlpflichtfächer und nicht-technische Wahlfächer als Serviceleistungen anderer Fakultäten der Universität erbracht. Für die Durchführung neuer Lehrveranstaltungen in den Fächern Wirtschaftswissenschaften, Rechtswissenschaften, Mathematik, Psychologie und Chemie ist die Einrichtung von fünf weiteren C1-Stellen geplant. Eine Erweiterung des Lehrangebots durch Dozenten aus der Industrie ist in den Wahlfächern vorgesehen.

Lehrbeiträge der drei neu einzurichtenden Lehrstühle sind ab dem 5. Semester beabsichtigt. Am neu zu schaffenden Lehrstuhl für Chemische Technologie der Funktionswerkstoffe sollen insbesondere die Kolloid- und Sol-Gel-chemischen Verfahren zur Synthese von Partikeln, Fasern und dünnen Schichten mit exakt eingestellter Struktur und Zusammensetzung und ihren Weiterentwicklungen behandelt werden sowie die Formgebungsverfahren wie Galvanoabformung, Photolithographie und LIGA-Verfahren. Der Lehrstuhl soll ferner an der Ausbildung in Materialanalytik, Phasenlehre und anderen chemienahen Sachgebieten mitwirken.

Am geplanten Lehrstuhl für Physikalische Technologie der Funktionswerkstoffe sollen die vakuum-, plasma- und lasergestützten Verfahren der Materialabscheidung und -strukturierung weiterentwickelt und in der Lehre vertreten werden. Darüber hinaus soll der Lehrstuhl im Zusammenwirken mit den Lehrstühlen der Physik den Bereich der elektronisch-photonischen Materialeigenschaften und ihrer Analyse abdecken.

Der neu einzurichtende Lehrstuhl für Biokompatible Werkstoffe soll in ein besonders starkes Umfeld in Medizin, Biologie und Pharmazie eingebunden werden. Der Einsatz technischer Materialien im lebenden Gewebe, zum Beispiel bei Implantaten, stellt besondere Anforderungen bezüglich ihrer Funktionalität und vor allem der Biokompatibilität. Die Universität geht davon aus, daß von diesem Lehrstuhl starke Impulse auf außeruniversitäre Aktivitäten, zum Beispiel im Rahmen der regionalen Bayerischen High-Tech-Initiative und des Würzburger BioMed-Tech-Zentrums ausgehen werden. In Forschung und Lehre soll der Lehrstuhl die Breite der Implantatwerkstoffe und Wirkstoffträger, zum Beispiel in der Pharmazie, abdecken, wobei auch hier die Technologie der Herstellung den Untersuchungsschwerpunkt darstellt. Ferner soll der Lehrstuhl das Feld der mechanischen Eigenschaften der Funktionswerkstoffe und ihrer Prüfung in der Lehre abdecken.

Für die drei neu zu schaffenden Lehrstühle sollen jeweils eine C4-, eine C3-, drei C1-, eine A14-Stelle¹¹ und drei VIb BAT-Stellen beantragt werden (insgesamt 27

¹¹ OBERINGENIEURE (A14-STELLEN) SOLLTEN FÜR DIE GROßGERÄTE IN DEN LEHRSTÜHLEN ZUSTÄNDIG SEIN.

Stellen). Von den insgesamt 206 SWS Deputatsstunden im Rahmen des Bachelorstudiengangs (129,25 SWS) und des Masterstudiengangs (66,75 SWS)¹² sollen 96 SWS Deputat¹³ durch die neu einzurichtenden Lehrstühle abgedeckt werden. Die übrigen 110 SWS des Gesamtdeputats sollen zum einen über vorhandene Lehrstühle (vornehmlich in den unteren Semestern und in den Wahlfächern) und zum anderen über Lehraufträge bereitgestellt werden.

In einem Institut sollen die unmittelbar auf dem Gebiet der Technologie der Funktionswerkstoffe in Lehre und Forschung kooperierenden Lehrstühle zusammengeführt werden:

- Lehrstuhl für Silicatchemie (bereits vorhanden an der Fakultät für Chemie und Pharmazie)
- Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie (bereits vorhanden an der Fakultät für Chemie und Pharmazie)
- Lehrstuhl für Experimentelle Zahnmedizin (bereits vorhanden an der Medizinischen Fakultät)
- Lehrstuhl für Chemische Technologie der Materialsynthese (geplant)
- Lehrstuhl für Physikalische Technologie der Materialsynthese (geplant)
- Lehrstuhl für Biokompatible Werkstoffe (geplant)

Die Zusammenführung in ein Institut ändert nichts an deren bisherigen Einbindung in Fakultäten der Universität. Das neu einzurichtende Institut soll interfakultativ entsprechend dem Vorbild des fakultätsübergreifenden Theodor-Boveri-Instituts für Biowissenschaften (Biozentrum) ausgerichtet sein und sicherstellen, daß gemeinsam für Forschung und Lehre genutzte Einrichtungen effizient geplant, betreut und eingesetzt werden. In einer vom Senat der Universität Würzburg zu verabschiedenden Ordnung sind Zweck und Aufgabe des Instituts - vor allem die fakultätsübergreifende Kooperation und gemeinsame Nutzung spezieller Forschungs- und Serviceeinrichtungen -, die Stellung der Fakultäten und Institutsangehörigen, die kollegiale Leitung, die Geschäftsführung und Institutsverwaltung sowie gegebenenfalls die Ausstattung zu regeln.

¹² In den 206 SWS Gesamtdeputat sind 10 Deputatsstunden für Spezialveranstaltungen enthalten.

¹³ 3 C4-Stellen à 8h Deputat = 24 h, 3 C3-Stellen à 8h = 24h, 9 C1-Stellen à 4h = 36h, 3 A14-Stellen à 4h = 12h.

Die Kooperation aller am neuen Studiengang beteiligten Lehrstühle (darunter auch die Physik, die Betriebswirtschaftslehre) soll durch eine gemeinsame Funktionseinheit institutionalisiert werden. Ziel der zu schaffenden Funktionseinheit ist eine intensive Kooperation der beteiligten Lehrstühle, die Förderung der gemeinsamen Nutzung spezieller Forschungs-, Lehr- und Serviceeinrichtungen sowie die Abstimmung und Optimierung des Ressourceneinsatzes. Vorbild dieser Überlegungen zur Schaffung einer Funktionseinheit ist der fakultätsübergreifende „Lehr- und Forschungsverbund Biozentrum“ der Universität Würzburg gewesen, in dem Lehrstuhlbereiche aus verschiedenen Fakultäten eng kooperieren. Die Kompetenzen der Funktionseinheit sollen Personal- und Finanzfragen betreffen. Die Ausstattung der Funktionseinheit soll sich aus der Ausstattung der beteiligten Lehrstühle ergeben. Angestrebt wird eine kollegiale Leitung, der die Lehrstuhlinhaber der beteiligten Institute angehören. Hierzu soll eine Kooperationsvereinbarung abgeschlossen werden. Zusätzliche Ressourcen und Kosten sind mit der Einrichtung des Instituts und der Funktionseinheit nicht verbunden.

Nach Maßgabe der Haushaltslage und interner Ressourcen der Universität wird zu einem späteren Zeitpunkt die Erweiterung des Studiengangs um weitere 150 Studienplätze und um folgende Lehrstühle angestrebt:

- Technologie der Compositwerkstoffe
- Adaptive Verbundstoffe für Mikrosysteme
- Theorie funktioneller Verbundstoffe
- Bionik
- Chemische Energiespeicher und Energiewandlung
- Materialkreisläufe

II.4. Forschung und Forschungsk Kooperation

Forschung zu den Eigenschaften von Funktionswerkstoffen wird an mehreren fachlichen Einrichtungen der Universität Würzburg bereits betrieben, insbesondere in der Fakultät für Chemie und Pharmazie und der Fakultät für Physik und Astronomie (vgl. Kapitel I.6). In der Fakultät für Biologie und der Medizinischen Fakultät bildet die Anwendung von Funktionswerkstoffen ein Schwerpunktthema. Bisherige Untersuchun-

gen bezogen sich in der Regel auf Labormuster oder kommerzielle Materialien. Da die Technologie der Herstellung und Verarbeitung der Funktionsmaterialien an der Universität Würzburg bislang noch nicht bearbeitet wird, soll diese Lücke der ingenieurwissenschaftlichen Forschung im Rahmen des angestrebten Studiengangs geschlossen werden.

Die vorgesehenen Forschungsthemen im Bereich der Technologie der Funktionswerkstoffe basieren auf absehbaren technologischen Entwicklungen. Einen Schwerpunkt soll die Entwicklung „intelligenter“ Materialien bilden. Den neu einzurichtenden Lehrstühlen (Lehrstuhl für Chemische Technologie der Materialsynthese, Lehrstuhl für Physikalische Technologie der Materialsynthese, Lehrstuhl für Biokompatible Werkstoffe) sollen vor allem die Aufgaben der technologischen Realisierung und Optimierung von Herstell- und Bearbeitungsverfahren unter Berücksichtigung von Kosten, Umweltverträglichkeit der Produkte/Prozesse und Kreislauffähigkeit zukommen, d.h. Fragestellungen, die eine umfassende ingenieurmäßige Planung und Realisierung erfordern. Am Lehrstuhl Chemische Technologie der Materialsynthese sollen die chemisch-synthetischen Routen zur Synthese anorganischer Materialien und ihrer Precursoren einen Forschungsschwerpunkt bilden. Am Lehrstuhl Physikalische Technologie der Materialsynthese soll die Technologie der vakuum-, plasma- und lasergestützten Verfahren der Darstellung von Pulvern und Schichten als Forschungsschwerpunkt eingerichtet werden. Am Lehrstuhl Technologie der Compositwerkstoffe ist Forschung zur Technologie der Integration von Mehrphasensystemen mit dem Schwerpunkt Faserverbundwerkstoffe vorgesehen.

Ziel ist, daß der beantragte Studiengang das wissenschaftliche Umfeld der Universität Würzburg und die Schwerpunkte der außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit einbezieht. Es wird davon ausgegangen, daß die Forschungsvorhaben Verbundcharakter haben werden, an denen Partner aus den Naturwissenschaften, der Medizin und gegebenenfalls aus außeruniversitären Einrichtungen und der Industrie beteiligt werden sollen.

Es wird erwartet, daß der angestrebte Studiengang an verschiedenen Stellen direkt mit den an der Universität etablierten Sonderforschungsbereichen (SFB 347 „Selekti-

ve Reaktionen Metall-aktivierter Moleküle“, SFB 410 „II-VI-Halbleiter: Wachstumsmechanismen, niederdimensionale Strukturen und Grenzflächen“) und dem anwendungsorientierten Graduiertenkolleg „Magnetische Kernresonanz in vivo und in vitro für die biologische und medizinische Grundlagenforschung“ zusammenarbeiten wird.

Auskünften der Universität zufolge ist die Kooperation mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Würzburg auf diesem Gebiet zugesagt. Das Land Bayern hat seit langem mit der Bayerischen Forschungstiftung, dem Programm Neue Werkstoffe in Bayern, dem Infrastrukturprogramm für angewandt ausgerichtete Lehrstühle und den Bayerischen Forschungsverbänden Instrumente geschaffen, die der Vernetzung der Forschungseinrichtungen dienen. Mit der 1998 gestarteten High-Tech-Offensive soll die ausgeprägte Forschungs- und Technologieorientierung des Landes einen weiteren Schub erfahren. Für die Region Unterfranken stehen 150 Mio. DM aus der High-Tech-Offensive bereit. Die besondere Bedeutung, die neue Werkstoffe in der Medizintechnik, der Informations- und Kommunikationstechnik und auch in den Bereichen des Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbaus für die Region Unterfranken einnimmt, zeigt sich zum Beispiel in der Gründung von High-Tech-Zentren. In diesem Zusammenhang sind das BioMed-Tech-Zentrum¹⁴, das Zentrum für IuK-Technologien und das Nordbayerische Kompetenzzentrum Neue Materialien mit den Standorten Bayreuth, Erlangen/Fürth und Würzburg zu nennen, die mit der regionalen Industrie und bestehenden F&E-Einrichtungen kooperieren sollen.

In Teilbereichen sind solche Verbände bereits geschaffen. Am Nordbayerischen Kompetenzzentrum Neue Materialien sind das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung (ISC), das Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE) und das Süddeutsche Kunststoffzentrum (SKZ) beteiligt. Die außeruniversitären Forschungseinrichtungen ISC und ZAE sind mit der Universität über Kooperationsverträge verbunden, mit dem SKZ und dem Kompetenzzentrum wird ein entsprechender Vertrag angestrebt. Im Rahmen dieser Verträge ist die gegenseitige Mitbenutzung von Räumen und Anla-

¹⁴ Das BioMed-Tech-Zentrum gliedert sich in das Zentrum für experimentelle und molekulare Medizin (ZEMM; Ziel: Grundlagenforschung) und in das Innovations- und Gründerzentrum BioMed (Ziel: Firmenausgründungen).

gen vereinbart, ebenso die Mitwirkung von Personal dieser Einrichtungen in der universitären Lehre.

Neben der angestrebten interfakultativen Vernetzung und Kooperation mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen soll die Forschung durch Verbundvorhaben mit der Industrie geschärft und erneuert werden. Hier bestehen bereits Erfahrungen im Rahmen des Bayerischen Forschungsverbund Biomaterialien (FORBIOMAT), der seit 1995 unter Leitung des Lehrstuhls für Experimentelle Zahnmedizin der Universität Würzburg steht. Die Fortschritte bei der Behandlung von Patienten mit altersbedingten Verschleißerkrankungen des Blutgefäß- und Skelettsystems lassen sich zu einem wesentlichen Teil auf die Entwicklung von Werkstoffen für den Funktions- und Strukturersatz, etwa im künstlichen Gefäß-, Gelenk- oder Zahnersatz zurückführen. Hersteller der zugehörigen Medizinprodukte in dem zukunftsorientierten, innovative Ideen benötigenden Bereich sind mittelständische und kleinere Unternehmen. Der Wettbewerb innerhalb und außerhalb der Länder der Europäischen Union (EU) setzt eine intensive, anwendungsnahe Grundlagenforschung in der Werkstofftechnologie voraus, für die mit dem geplanten Studiengang wichtige neue Ressourcen geschaffen werden sollen.

Um Forschungsergebnisse schnell der Wirtschaft zugänglich zu machen oder gezielt Forschungsarbeiten zu Fragestellungen aus Betrieben durchzuführen, soll parallel zum vorgesehenen ingenieurwissenschaftlichen Studiengang ein interdisziplinär ausgerichtetes Anwenderzentrum für Material-, Mikroverfahrens- und Informationstechnik eingerichtet werden. Zur Intensivierung des Technologieaustausches soll eine Projektbörse geschaffen werden, die es ermöglichen soll, Technologieprobleme unterschiedlicher Größenordnung in die Universität hineinzutragen. Gleichzeitig sollen das Anwenderzentrum und die Projektbörse engagierten Studierenden die Möglichkeit bieten, praxisbezogene Erfahrungen in der Wirtschaft zu sammeln. Die geplanten praxisorientierten Ausbildungsinhalte sollen auch für berufstätige Ingenieure verschiedenartige Weiterbildungsveranstaltungen, die in einer Weiterbildungsbörse zusammengefaßt werden sollen, bereitstehen. Damit soll zum einen der schnelle Informationsfluß von anwendungsorientierter Forschung der Universität in die Unternehmen erreicht und die Umsetzung von Forschungsergebnissen beschleunigt wer-

den, zum anderen soll berufstätigen Ingenieuren die Möglichkeit der weitergehenden Neuorientierung gegeben werden. Als sinnvoll wird die Zusammenführung des vorgesehenen Anwenderzentrums, der Projektbörse und Weiterbildungsbörse in eine Organisationseinheit angesehen. In diesem Rahmen wird die personelle Verstärkung um einen Wissenschaftler gewünscht.

II.5. Räumliche Unterbringung und Finanzierung

Der Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe soll voraussichtlich im Jahr 2002 eingeführt werden. Für die Einrichtung des Studiengangs sieht die Universität eine Flächenerweiterung um ca. 5.000 m² HNF durch einen Neubau vor. Da die Universität über keine ausgebaute Technische Fakultät verfügt, setzt sie einen erhöhten Flächenbedarf – insbesondere für die Bereitstellung von Allgemeinflächen – zugrunde. Darüber hinaus soll der Neubau die Unterbringung der langfristig anvisierten 300 Studienplätze (zweite Ausbaustufe) ermöglichen. Es wird angestrebt, für die Anlaufphase des Studiengangs den Raumbedarf durch die Nutzung vorhandener Flächen abzudecken. Es könnten vorübergehend ca. 900 m² HNF über den Flächenbestand zur Verfügung gestellt werden. Falls der vorgesehene Neubau nicht im erhofften Zeitraum bereitgestellt werden kann, könnten gegebenenfalls weitere Flächen an anderen Standorten der Universität genutzt werden.

Für den vorgesehenen Neubau, der auf dem Universitätsgelände Am Hubland errichtet werden soll, werden Bau- und Erstausrüstungskosten in Höhe von ca. rund 60 Mio. DM (Gesamtbaukosten ohne Erstausrüstung: rund 54 Mio. DM, Erstausrüstungskosten rund 6 Mio. DM) errechnet. Insgesamt ergibt eine Kostenabschätzung der Universität, die Personal- und laufende Sachkosten sowie Bewirtschaftungskosten für den Neubau enthält, laufende Kosten in Höhe von 4,3 Mio. DM pro Jahr. Darin sind Gebäudebewirtschaftungskosten (inkl. Bauunterhalt) von rund 630 TDM, Kosten im Zusammenhang mit Forschung und Lehre von insgesamt 600 TDM (Sachausstattung einschließlich Literaturmittel für drei neue Lehrstühle à 150 TDM, Hilfskraftmittel/Lehraufträge 150 TDM), Personalkosten der drei neuen Lehrstühle (insgesamt

27 Stellen) von 2,6 Mio. DM und der 5 C1-Stellen von 417 TDM sowie Personalkosten im Rahmen der Gebäudetechnik von 130 TDM enthalten.

B. Stellungnahme

B.I. Übergreifende Gesichtspunkte

Der Wissenschaftsrat hat bereits in seinen Empfehlungen zur Förderung materialwissenschaftlicher Forschung und Lehre an den Universitäten¹⁵ 1993 und in seiner Stellungnahme zur außeruniversitären Materialforschung¹⁶ 1996 die Schlüsselrolle von Materialien für den technologischen und ökonomischen Fortschritt hervorgehoben. Der Einsatz von Materialien/Werkstoffen bestimmt häufig den Innovationsgrad zukunftsorientierter Technologien im Bereich der Informations-, Energie-, Verkehrs-, Fertigungs- und Medizintechnik. Für die Entwicklung von Materialien wird natur- und ingenieurwissenschaftliches Grundlagenwissen benötigt.

Als Besonderheit der Materialwissenschaft an den Universitäten hat der Wissenschaftsrat die außerordentliche Breite und Vielfalt, die sowohl natur- und ingenieurwissenschaftliche Grundlagenforschung als auch anwendungsbezogene Forschung umfaßt und damit viele Möglichkeiten für interdisziplinäre Forschungsstrategien eröffnet, festgestellt. Darüber hinaus ist für die universitäre Materialwissenschaft die enge Verknüpfung mit der Lehre prägend. Wie in den Empfehlungen des Wissenschaftsrates dargestellt, ist an den Universitäten insgesamt ein gutes Potential vorhanden, das aber vielfach unterkritisch und zu breit gestreut ist. Es fehlt die Zusammenarbeit über die Grenzen der traditionellen Fächer hinweg. Der Wissenschaftsrat hat sich dafür ausgesprochen, insbesondere durch die Schaffung von Forschungsverbänden unter Einschluß der außeruniversitären Forschungseinrichtungen der Ressourcenzersplitterung entgegenzuwirken. Ferner sollte das vorhandene Potential in Forschung und Lehre effizienter genutzt werden. Als ein Weg zu einer qualitativen Verbesserung der Lehre wurde vom Wissenschaftsrat die Einrichtung von Studiengängen, die die Studierenden verschiedener Fächer nach einem fachspezifischem Grundstudium in einem materialwissenschaftlichen Hauptstudium zusammenführen, empfohlen.

¹⁵ Wissenschaftsrat: Empfehlung zur Förderung materialwissenschaftlicher Forschung und Lehre an den Universitäten, in: ders.: Empfehlungen und Stellungnahmen 1993, Köln 1994, S. 291-361.

¹⁶ Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur außeruniversitären Materialwissenschaft, Köln 1996.

Der Wissenschaftsrat hat anlässlich der Planungen für die Errichtung ingenieurwissenschaftlicher Fakultäten an den Universitäten in Freiburg und Kiel sowie für die Einrichtung technisch orientierter Studiengänge an der Medizinischen Universität Lübeck und der Universität Mannheim allgemeine Gesichtspunkte zum Ausbau in den Ingenieurwissenschaften erörtert und Orientierungshilfen entwickelt, die die grundlegenden Bedingungen beschreiben, unter denen der Aufbau solcher neuen Einrichtungen empfohlen werden kann.¹⁷ Von besonderer wissenschaftspolitischer Bedeutung ist dabei, daß solche neuen universitären Einrichtungen den vorrangigen Ausbau der Fachhochschulen im jeweiligen Land nicht beeinträchtigen sollen. Als entscheidende Kriterien für die Beurteilung der Planungen der Länder zur Weiterentwicklung einzelner Universitäten wurde dabei folgendes aufgeführt:

- Die Ausbauplanungen müssen innovativen Forschungseinrichtungen und -studiengängen gewidmet sein.
- Forschung und Lehre sollen auf vorhandenen Grundlagen aufbauen und in die vorhandene Fächerstruktur der Hochschule eingebettet sein.
- Die Studiengänge sollten eine breit angelegte Grundlagenausbildung vermitteln und sich in der Vielfalt ihrer Vertiefungsrichtungen an zukunftsorientierten Gebieten ausrichten.
- Die bauliche, personelle und sächliche Grundausstattung muß ausreichend sein.

Der Wissenschaftsrat hat die Planungen für die Einführung des ingenieurwissenschaftlichen Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe der Universität Würzburg auf der Grundlage der erwähnten Empfehlungen und Stellungnahme zu den Materialwissenschaften (1993 und 1996) sowie der genannten Orientierungshilfen geprüft und die folgende Stellungnahme erarbeitet.

¹⁷ Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur Errichtung ingenieurwissenschaftlicher Fakultäten an den Universitäten Freiburg und Kiel sowie technisch orientierter Studiengänge an der Universität

B.II. Zu den Zielvorstellungen des geplanten Studiengangs

Die Ausbauplanungen des Landes für die Universität Würzburg haben zum Ziel, die historisch gewachsene Fächerstruktur vor dem Hintergrund veränderter wissenschaftlicher Herausforderungen an Forschung und Lehre sowie weiterentwickelter Anforderungen der Praxis an die Absolventen zu erweitern. Universität und Land haben dabei mit dem angestrebten Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe einen zukunftssträchtigen und innovativen Studiengang aus dem Bereich der Materialwissenschaften ausgewählt. Innerhalb der Materialwissenschaften stellt die Synthese und Herstellung von Funktionswerkstoffen ein wichtiges Untersuchungsgebiet dar, insbesondere auch im Hinblick auf die zentralen Anwendungsfelder Medizintechnik, Mikrosystemtechnik, Informationstechnik, Verkehrs- und Energietechnik.¹⁸

Die Initiative zum Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe wird von der Universität, dem Land und der regionalen Industrie mit ihren Kammern und Verbänden unterstützt. Der Wissenschaftsrat begrüßt, daß der Studiengang von der Universität bereits in der Konzeptionsphase mit Vertretern der Wirtschaft in Unterfranken beraten wurde und die überregionalen Sachverständigen aus Industrie und Forschung den Bedarf an Absolventen des angestrebten Studiengangs bestätigt haben. Der Bedarf an ingenieurwissenschaftlichen Bachelor- und Masterabsolventen mit hoher fachlicher Qualifikation und zugleich wirtschaftlich-sozialer Kompetenz wurde von Vertretern der regionalen Industrie und der Industrie- und Handelskammer Würzburg-Schweinfurt zum Ausdruck gebracht. Die mehrheitlich von den großen und mittelständischen Industrieunternehmen der Region bekundete Bereitschaft, mit der Universität in Forschung und Lehre zusammenzuarbeiten und Praktika, Studien-, Bachelor- und Masterarbeiten zu unterstützen, bietet die Chance, im zunehmenden nationalen und internationalen Wettbewerb qualifizierte Ingenieure für die regionalen Unternehmen zu gewinnen. Es ist zu erwarten, daß ein solcher Studiengang Potential für Firmengründungen schafft und sich somit auch die Attraktivität der Region für nationale und internationale Unternehmensansiedlungen steigert.

Mannheim und der Medizinischen Universität zu Lübeck, in: ders.: Empfehlungen und Stellungnahmen 1993, Köln 1994, S. 141-210.

¹⁸ Vgl. Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur außeruniversitären Materialwissenschaft, Köln 1996, S. 48ff.

Mit seinen Planungen greift das Land Anregungen des Wissenschaftsrates auf, bereits vorhandene materialwissenschaftliche Lehr- und Forschungspotentiale an Universitäten zu bündeln und auf diese Weise effizienter zu nutzen.¹⁹ Seit über zehn Jahren bemüht sich die Universität Würzburg um eine Verstärkung der anwendungsorientierten Lehre und Forschung. Der nun geplante Ausbauschnitt baut auf der vorhandenen Struktur der Fächer und auf Schwerpunkten der Naturwissenschaften und der Medizin der Universität auf. Insbesondere die Lehrstühle Biotechnologie, Pharmazeutische Technologie, Silicatchemie/Materialwissenschaften, Technische Physik mit dem Mikrostrukturlabor und Experimentelle Zahnmedizin, der neu eingerichtete Studiengang Nanostrukturtechnik sowie die Sonderforschungsbereiche 347, 410 und das anwendungsorientierte Graduiertenkolleg „Magnetische Kernresonanz in vivo und in vitro für die biologische und medizinische Grundlagenforschung“ bieten innerhalb der Universität Würzburg eine breite Grundlage für den Aufbau des Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe. Damit hat die Universität sichergestellt, daß angewandte und in gewissem Umfang auch ingenieurwissenschaftliche Sachverhalte in den klassischen Studiengängen und Einrichtungen der Universität bereits berücksichtigt und vermittelt werden. Mit dem angestrebten Studiengang und der Integration in eine fächerübergreifende Zusammenarbeit mit den Naturwissenschaften, der Medizin und den Sozial-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften erhalten die bereits anwendungsorientierten Bereiche eine zukunftssträchtige Entwicklungsperspektive.

Ausgangspunkt des Konzepts der Universität ist auch, daß an den bereits bestehenden universitären technischen Einrichtungen in Deutschland verschiedene neue Entwicklungen bei der Materialtechnologie nur randständig untersucht werden. Die spezifische Thematik der Herstellungstechnologie der Funktionswerkstoffe einschließlich der Zusammenhänge zwischen Fertigungsparametern und Einsatzverhalten, speziell in miniaturisierten Systemen und mit Anwendungen in Medizin und Biologie, wird weder in Bayern noch an anderen Hochschulen angrenzender Bundesländer als Schwerpunktthema bearbeitet. Für die Einführung neuer Materialien oder

¹⁹ Vgl. Wissenschaftsrat: Empfehlung zur Förderung materialwissenschaftlicher Forschung und Lehre an den Universitäten, in: ders.: Empfehlungen und Stellungnahmen 1993, Köln 1994, S. 336.

Verbesserung bestehender Prozesse in der technischen Nutzung ist sie jedoch von entscheidender Bedeutung.

B.III. Zu Studium und Lehre

Der Wissenschaftsrat unterstützt die vorgesehene Angliederung des Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe an die Fakultät für Chemie und Pharmazie. Die Fakultät für Chemie und Pharmazie trägt neben den grundlegenden naturwissenschaftlichen Lehrbeiträgen insbesondere mit den Lehrstühlen für Pharmazeutische Technologie und Silicatchemie – letztgenannter ist in Personalunion mit der Leitung des Fraunhofer-Instituts für Silicatforschung in Würzburg besetzt – in wesentlichem Maße und Umfang zur Durchführung des geplanten Studiengangs bei. Nachdem an der Fakultät für Physik und Astronomie seit dem Wintersemester 2000/01 der ingenieurwissenschaftliche Studiengang Nanostrukturtechnik angeboten wird, werden nun auch an der Fakultät für Chemie und Pharmazie mit der vorgesehenen Zuordnung des Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe und der vorgesehenen Integration von drei neuen Lehrstühlen die Voraussetzungen zur ingenieurwissenschaftlichen Weiterentwicklung naturwissenschaftlicher Curricula im Fachgebiet Chemie geschaffen. Da beide Studiengänge inhaltliche Bezüge aufweisen und die grundlegenden Lehrveranstaltungen weitgehend gemeinsam angeboten werden sollen, eröffnet sich zudem die Möglichkeit einer fakultätsübergreifenden Zusammenarbeit.

Der Wissenschaftsrat hält die angestrebte Kapazität von 30 Studienanfängerplätzen (insgesamt 150 Studienplätze) in der ersten Ausbaustufe für angemessen, zumal an benachbarten Hochschulen kein materialwissenschaftlicher Studiengang mit der expliziten Ausrichtung auf die Technologie der Funktionswerkstoffe angeboten wird. Der neu einzurichtende Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe ist so konzipiert, daß er auch ohne den zweiten Ausbauschnitt für sich allein innerhalb der bestehenden Strukturen der Universität tragfähig ist. Thematisch präjudiziert er nicht die Einrichtung weiterer ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge und insbesondere nicht den Aufbau einer Technischen Fakultät. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, die Planungen der Universität hinsichtlich des langfristig anvisierten weiteren Ausbaus

um 150 Studienplätze sowohl vor dem Hintergrund der Haushaltslage, als auch angesichts der Erfahrungen mit der Akzeptanz des Studiengangs und der Absolventen auf dem Arbeitsmarkt zu überprüfen. Darüber hinaus sollten die weiteren Entwicklungen auf dem Gebiet der Funktionswerkstoffe aufmerksam verfolgt und in der ingenieurwissenschaftlichen Ausprägung des Studiengangs Berücksichtigung finden. Der Wissenschaftsrat regt an, ebenso wie im Studiengang Nanostrukturtechnik geplant, ein unterstützendes Beratergremium mit ausgewiesenen Sachverständigen aus Hochschule - einschließlich Vertretern der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt - und Wirtschaft zur weiteren Optimierung der Studien- und Forschungsinhalte einzubeziehen. Es sollte sichergestellt werden, daß jederzeit Änderungen des Studiengangs auf der Grundlage der gewonnenen Erfahrungen möglich sind.

Der Wissenschaftsrat begrüßt, daß die anfänglichen Überlegungen der Universität und des Landes, im angestrebten Studiengang den Abschluß Diplomingenieur anzubieten, aufgegeben wurden. Die Absicht von Land und Universität, zukunftssträchtige Forschung in neuartige Lehrkonzepte zu überführen, findet in der überarbeiteten Konzeption zu den international ausgerichteten und modular aufgebauten Bachelor- und Masterstudiengängen Technologie der Funktionswerkstoffe mit dem Leistungspunktesystem ihren Ausdruck. Mit diesen Planungen greift das Land Anregungen des Wissenschaftsrates auf, „die Vielfalt der Studienangebote zu vergrößern und eine stärker an den Wünschen, Neigungen und Fähigkeiten der Studierenden ausgerichtete Gestaltung des Studiums zu ermöglichen, die Studieninhalte stärker auf Beschäftigungsfähigkeit als Studienziel zu orientieren und neue inhaltliche und zeitliche Verbindungen zur beruflichen Anwendung und Praxis zu schaffen“²⁰. Um eine bessere Vergleichbarkeit und größere Übersichtlichkeit des ingenieurwissenschaftlichen Studienangebots an der Universität Würzburg zu erreichen, regt der Wissenschaftsrat an, den zum Wintersemester 2000/01 eingerichteten ingenieurwissenschaftlichen Diplom-Studiengang Nanostrukturtechnik ebenfalls als Bachelor- und Masterstudiengang zu gestalten. Auch vor dem Hintergrund, daß die grundlegenden Veranstaltungen der ersten Semester gemeinsam durchgeführt werden sollen, erscheint die Anpassung der Studienstruktur und der Abschlüsse angezeigt. Unterstützenswert und

²⁰ Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Einführung neuer Studienstrukturen und -abschlüsse (Baccalaureus/Bachelor - Magister/Master) in Deutschland, Drs. 4418/00 vom 21. Januar 2000, S. 34.

auszubauen sind die Ansätze der Universität, künftig Lehrveranstaltungen teilweise in englischer Sprache anzubieten. Die notwendige und zu vertiefende Internationalisierung der Wissenschaft hat der Wissenschaftsrat in seinen Thesen zur künftigen Entwicklung des Wissenschaftssystems in Deutschland betont.²¹

Im sechssemestrig angelegten *Bachelorstudiengang Technologie der Funktionswerkstoffe* entfällt der größte Anteil der Semesterwochenstunden, und zwar 73 SWS von insgesamt 138 SWS (53 %) auf die mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagenausbildung, wovon allein 63 SWS in den ersten vier Semestern vorgesehen sind. Der Anteil der ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenfächer beträgt im Bachelorstudiengang insgesamt 33 SWS (24 %), die in den ersten vier Semestern angeboten werden. In diesem Zusammenhang begrüßt der Wissenschaftsrat ausdrücklich die vorgesehene Kooperation mit der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt, die sich bereit erklärt hat, an der Ausbildung in den grundlegenden ingenieurwissenschaftlichen Fächern der ersten Semester mitzuwirken. Für die Sicherstellung der notwendigen ingenieurwissenschaftlichen Grundausbildung ist dieser Lehrimport unerlässlich. Die beabsichtigte Zusammenarbeit sollte durch einen Kooperationsvertrag festgelegt werden. Da im Bachelorstudiengang die natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen überwiegen, bietet sich Studierenden die Möglichkeit, einen Fachwechsel bis zum vierten Semester vorzunehmen. Gerade auch die im Studiengang vorgesehene weitgehende Integration von Aspekten der Grundlagenfächer Mathematik, Physik und Chemie unterscheidet die Lehre von manchen der herkömmlichen werkstoffkundlichen Ausbildungen, wie sie etwa als Vertiefungsrichtungen in ingenieurwissenschaftlichen Fächern angeboten werden. Im Bachelorstudiengang *Technologie der Funktionswerkstoffe* wird die erforderliche Grundlagenbindung an eine sinnvolle Anwendungsorientierung materialwissenschaftlicher Lehre gekoppelt. Die konkrete Ausgestaltung des Anwendungsbezugs zeigt sich im Studienprogramm in Form von Praktika (z. B. Experimentalchemisches Praktikum für Ingenieure, Grundpraktikum für Ingenieure, Praktikum zur chemischen Technologie der Materialsynthese). Gemessen am Ausbildungsziel des Bachelorstudiengangs, demzufolge mit dem Bachelor of Science zu wissenschaftlich ausgerichteter Berufstätigkeit in

²¹ Vgl. Wissenschaftsrat: Thesen zur künftigen Entwicklung des Wissenschaftssystems in Deutschland, Köln 2000, S. 22-27.

Bereichen der Technologie der Funktionswerkstoffe befähigt werden soll, sind die vertiefenden Ingenieurfächer (Chemische Technologie der Materialsynthese, Physikalische Technologie der Materialsynthese, Technologie der Compositwerkstoffe, Materialprüfung) mit 24 SWS (17 %) hinreichend vertreten. In diesem Zusammenhang betont der Wissenschaftsrat, daß bereits im Bachelorstudiengang für das Studienangebot der vertiefenden Ingenieurfächer (Physikalische Technologie der Materialsynthese, Chemische Technologie der Materialsynthese, Technologie der Compositwerkstoffe) die rasche Einrichtung der drei zusätzlich vorgesehenen Lehrstühle erforderlich ist.

Ein interessanter Ansatz für die Profilierung des Studiengangs ergibt sich durch das Angebot an nicht-technischen Wahlfächern aus dem Bereich der Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (Bachelorstudiengang: acht SWS).

Der Wissenschaftsrat hält es für notwendig, daß mit dem dreijährigen Bachelorstudiengang ein eigenständiger berufsqualifizierender Abschluß erreicht werden kann. Mit dem Bachelorstudium als Teil einer neuen Studienstruktur kann ein bedeutsamer Beitrag zur notwendigen Reduzierung der Fachstudiedauer geleistet werden, sofern es sein qualifikatorisches Profil in einem Zeitraum von drei Jahren entfaltet. Auskünften der Universität zufolge ist der Anschluß eines Promotionsstudiums nach Erreichen des Bachelorgrades vorerst nicht geplant. Die Universität sollte prüfen, ob nach Ablauf eines Bachelorstudiengangs, d.h. drei Jahre nach Aufnahme des Studienbetriebs, besonders qualifizierten Bachelorabsolventen ein Promotionsstudium ermöglicht werden kann.

Der Wissenschaftsrat befürwortet das vorgesehene Studienprogramm für den zweijährigen *Masterstudiengang Technologie der Funktionswerkstoffe*, der auf dem berufsqualifizierenden Abschluß des Bachelorstudiengangs gleicher oder verwandter Fachrichtung bzw. auf einem äquivalenten Abschluß aufsetzt. Die im Bachelorstudiengang im Vordergrund stehende natur- und ingenieurwissenschaftliche Grundausbildung wird im darauf aufbauenden Masterstudiengang durch eine ingenieurwissenschaftliche Ausrichtung an der Technologie der Funktionswerkstoffe ergänzt und vertieft. Das Masterprogramm ist anwendungsorientiert und berufsbezogen, erhält

jedoch durch ein Spektrum an innovativen Schwerpunktfächern auch ein forschungs- und entwicklungsorientiertes Profil. Durch die Bereitstellung von Wahlpflichtfächern und nicht-technischen Wahlpflichtfächern wird die Möglichkeit der interdisziplinären Kombination gegeben. Der Wissenschaftsrat unterstützt die im Masterstudiengang angestrebte flexible Regelung des Verhältnisses zwischen Pflichtveranstaltung und Wahl des Schwerpunktfaches und Wahl der nicht-technischen Wahlpflichtfächer. Begrüßenswert ist die im Studienprogramm des Masterstudiengangs vorgesehene Verknüpfung von praktischen und theoretischen Studieneinheiten. Ein wünschenswerter Brückenschlag zwischen Wissenschaft und Wirtschaft kann auch - unter Wahrung der Autonomie der Universität und ihrer spezifischen Aufgaben - in der in Kooperation mit der Industrie anzufertigenden Studienarbeit erreicht werden. Die angestrebte fachliche Spezialisierung kommt im Masterstudiengang ebenso zum Ausdruck wie in der Vorlage der Masterarbeit, in der Fachwissen sowie Methoden- und Schlüsselkompetenzen selbständig auf ein komplexes Problem angewandt werden und dokumentiert werden sollten. Der Wissenschaftsrat regt an, hinsichtlich des Masterstudiengangs flexibel auf Veränderungen und Besonderheiten der Qualifikationsanforderung des Arbeitsmarktes zu reagieren.

B.IV. Zur Personalausstattung

Der Wissenschaftsrat unterstützt das für den Aufbau des Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe vorgesehene Stufenkonzept zur Personalausstattung. Dieses Stufenkonzept sieht vor, in einer ersten Ausbauphase 150 Studienplätze bereitzustellen und drei neue Lehrstühle - Chemische Technologie der Materialsynthese, Physikalische Technologie der Materialsynthese, Biokompatible Werkstoffe - in der Fakultät für Chemie und Pharmazie anzusiedeln. Die drei neuen Lehrstühle sind innovativen und zukunftssträchtigen Arbeitsgebieten gewidmet.

Wie bereits im Rahmen der Ausführungen zu Studium und Lehre dargelegt, betont der Wissenschaftsrat, daß es für das Studienangebot von wesentlicher Bedeutung ist, die unabdingbaren ingenieurwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen von Anfang an auf dem an Technischen Universitäten üblichen Niveau und im notwendigen Um-

fang anzubieten. Voraussetzung für den Studienbeginn des Bachelorstudiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe sind vor diesem Hintergrund zum einen die Serviceleistungen der naturwissenschaftlichen Fakultäten der Universität Würzburg, zum anderen der Lehrexport der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt. 110 SWS von insgesamt 206 SWS Gesamtdeputat des Bachelor- und Masterstudiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe entfallen auf Lehrpersonal der naturwissenschaftlichen Fakultäten (inkl. Medizin) und der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt. Der Wissenschaftsrat erwartet, daß zwischen der Universität Würzburg und der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt entsprechende Vereinbarungen getroffen werden und ein Kooperationsvertrag zügig abgeschlossen wird. Insgesamt 96 SWS (47 %) des gesamten Lehrdeputats (206 SWS) im Rahmen des Bachelor- und Masterstudiengangs sollen durch die zu beantragenden drei Lehrstühle abgedeckt werden. Bis zum Beginn des 5. Semesters müssen die drei neuen Lehrstuhleinheiten personell in die Lage versetzt werden, ihre Lehranteile zu erbringen und mit der Forschungsarbeit zu beginnen. Die drei neuen Lehrstühle tragen in wesentlichem Maße zum ingenieurwissenschaftlichen Profil sowie zum Aufbau und zur Konkretisierung der Forschungsschwerpunkte des geplanten Studiengangs – insbesondere im Masterstudiengang – bei. Angesichts des Lehr- und Forschungskonzepts des geplanten Studiengangs ist eine zügige Besetzung der drei Professuren erforderlich.

Die vorgesehene Ausstattung der drei neuen Lehrstühle mit jeweils einer C4-, einer C3-, drei C1 sowie einer A14-Stelle im wissenschaftlichen Bereich sowie jeweils drei Mitarbeiterstellen für den technischen Bereich ist als Grundausstattung angemessen und bildet eine hinreichende Basis, um zusätzliche Drittmittel einzuwerben. Der Wissenschaftsrat geht davon aus, daß die Universität den durch das Freiwerden von Professorenstellen in den nächsten Jahren entstehenden Spielraum auch dazu nutzt, Ressourcenumwidmungen zugunsten des neuen Studiengangs vorzunehmen.

Die drei bestehenden Lehrstühle (Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie, Lehrstuhl für Silicatchemie, Lehrstuhl für Experimentelle Zahnmedizin) und die drei neuen Lehrstühle sollen in einem kollegial geführten Institut zusammengeführt werden. Erfahrungen über die Einrichtung einer fakultätsübergreifenden Einrichtung hat die Universität bereits im Rahmen des Theodor-Boveri-Instituts für Biowissenschaften (Bio-

zentrum) gesammelt. Die Kooperation aller am Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe beteiligten Lehrstühle soll durch die Schaffung einer Funktionseinheit institutionalisiert werden. Interdisziplinarität ist ein Wesensmerkmal der Materialwissenschaft. Auch über den organisatorisch-institutionellen Rahmen eines fakultätsübergreifenden Instituts und einer Funktionseinheit kann die Verflechtung und Wechselbeziehung zwischen Lehre und Forschung gefördert und eine sinnvolle und wünschenswerte Klammer zwischen den beteiligten Fachdisziplinen und institutionellen Einheiten erreicht werden.

Angesichts der Unwägbarkeiten bei der Entwicklung der öffentlichen Haushalte sollte die langfristig vorgesehene Aufstockung um 150 Studienplätze und um weitere sechs Lehrstühle der weiteren Entwicklung des Studiengangs vorbehalten bleiben. Wie bereits ausgeführt, ist der Studiengang Technologie der Funktionswerkstoffe mit 150 Studienplätzen und der personellen Aufstockung um drei neue Lehrstühle lebensfähig und impliziert nicht einen weiteren Ausbau.

B.V. Zur Forschung und Forschungskooperation

Mit den in der Fakultät für Chemie und Pharmazie, der Fakultät für Physik und Astronomie, der Fakultät für Biologie und der Medizinischen Fakultät bereits bearbeiteten angewandten Forschungsthemen verfügt die Universität Würzburg über eine breite Grundlage für den Auf- und Ausbau der Forschungsaktivitäten zur Technologie der Funktionswerkstoffe. Insbesondere die Neuberufungen werden die fachliche Basis innerhalb der Universität für die weitere Planung der Forschungsthemen erweitern.

Die angestrebten Forschungsfelder, die sich in erster Linie auf die technologische Realisierung und Optimierung von Herstell- und Bearbeitungsverfahren erstrecken, sind prinzipiell geeignet, Ausgangspunkt für künftige an der Schnittstelle zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaften liegende Forschungsaktivitäten zu sein. Es bestehen inneruniversitäre Anknüpfungspunkte zu den Sonderforschungsbereichen 347 (Selektive Reaktionen Metall-aktivierter Moleküle), 410 (II-VI-Halbleiter: Wachstumsmechanismen, niederdimensionale Strukturen und Grenzflächen) sowie zum

anwendungsorientierten Graduiertenkolleg „Magnetische Kernresonanz in vivo und in vitro für die biologische und medizinische Grundlagenforschung“. Der Wissenschaftsrat erwartet, daß Forschungsprogramme mit den benachbarten Hochschulen abgestimmt werden.

Schaffung und Einbindung ingenieurwissenschaftlicher Kompetenz der Universität, gekoppelt mit der Ausbildung von Nachwuchskräften sollte ein notwendiger Knoten im Netz der bayerischen und speziell unterfränkischen Forschungseinrichtungen sein. Auch wenn angesichts des frühen Planungsstadiums insbesondere hinsichtlich der drei neu einzurichtenden Lehrstühle die Forschungsthemen noch weiterer Konkretisierung bedürfen, so zeichnet sich bereits ab, daß sie in ein Netz ertragreicher und innovativer Forschungsaktivitäten außeruniversitärer Institutionen eingebunden sein werden. Der Wissenschaftsrat begrüßt ausdrücklich – wie auch in seinen Empfehlungen zur Förderung materialwissenschaftlicher Forschung und Lehre an den Universitäten²² hervorgehoben – die vorgesehene Einbindung der Forschungsaktivitäten in universitätsübergreifende Verbundstrukturen. Die Integration in Verbünde bietet die Chance, zu einer Verknüpfung der Grundlagenforschung mit industriellen, vornehmlich an Aspekten der Anwendung ausgerichteten Forschungsaktivitäten zu gelangen.

Mit den Bayerischen Forschungsverbänden, dem Programm Neue Werkstoffe in Bayern, dem Infrastrukturprogramm für angewandt ausgerichtete Lehrstühle und den in Unterfranken eingerichteten High-Tech-Zentren - hier sind insbesondere das Bio-Med-Tech-Zentrum und das Nordbayerische Kompetenzzentrum Neue Materialien zu nennen - bieten sich der Universität Würzburg vielversprechende Ansatzpunkte und Synergieeffekte. Die Bedeutung, die Funktionswerkstoffen und darunter insbesondere den multifunktionalen Materialien, d.h. Materialien, bei denen derselbe Werkstoff unterschiedliche Aufgaben im Bauteil erfüllt (z. B. Piezoelektrika mit gleichzeitig sensorischer und aktuatorischer Funktion), gerade auch im Land Bayern zugemessen wird, wird beispielsweise daran kenntlich, daß die geplanten Aktivitäten des Nord-

²² Wissenschaftsrat: Empfehlung zur Förderung materialwissenschaftlicher Forschung und Lehre an den Universitäten, in: ders.: Empfehlungen und Stellungnahmen 1993, Köln 1994, S. 339-342.

bayerischen Kompetenzzentrums Neue Materialien mit den Standorten Bayreuth, Erlangen/Fürth und Würzburg dem Gebiet Multifunktionalität zugeordnet sind.

Positiv zu bewerten ist, daß die Universität Würzburg in Teilbereichen bereits in diese verschiedenen Einrichtungen und Verbünde eingebunden ist. So besteht auf der Basis von Kooperationsverträgen, die auch die gegenseitige Mitnutzung von Räumen und Anlagen sowie die Mitwirkung von Personal ermöglichen, eine Zusammenarbeit mit dem Institut für Silicatforschung und dem Zentrum für Angewandte Energieforschung. Erfahrungen mit Verbundvorhaben mit der Industrie bestehen bereits im Rahmen des bayerischen Forschungsverbunds FORBIOMAT, der seit 1995 vom Lehrstuhl für Experimentelle Zahnmedizin geleitet wird. Die Universität Würzburg kann sich somit in ein bereits gut etabliertes und vielfältiges Netz von außeruniversitären Forschungseinrichtungen integrieren und sollte die sich bietenden Kooperationsmöglichkeiten - auch mit der Industrie - ausschöpfen und intensivieren. Dabei sollte die Zusammenarbeit von der gemeinsamen Nutzung von Forschungsgeräten und anderen Infrastruktureinrichtungen, der wechselseitigen personellen Mitwirkung über die themenbezogene Zusammenarbeit in kleinen Gruppen bis zur Entwicklung von Forschungsprogrammen reichen.

Unterstützenswert ist auch die vorgesehene Einrichtung einer Organisationseinheit, in der ein Anwenderzentrum für Material-, Mikroverfahrens- und Informationstechnologie, eine Projektbörse und eine Weiterbildungsbörse zusammengeführt werden. Mithilfe des Anwenderzentrums kann wesentlich dazu beigetragen werden, den Informationsaustausch zwischen Industrie und Hochschule zu verbessern und zu beschleunigen. Über die Projektbörse kann der Technologieaustausch intensiviert werden. Im Rahmen der Weiterbildungsbörse erhalten auch berufstätige Ingenieure die Chance der beruflichen Fort- und Weiterbildung.

B.VI. Zur räumlichen Unterbringung und Finanzierung

Für die Einrichtung des Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe ist ein Neubau in der Größenordnung von 5.000 m² HNF vorgesehen. Bis zur Fertigstellung

des Neubaus sollen übergangsweise Flächen im verfügbaren Gebäudebestand genutzt werden. Der ermittelte Flächenbedarf für den Neubau wird zum einen damit begründet, daß die Universität über keine ausgebaute Technische Fakultät verfügt und angesichts dessen ein vergleichsweise erhöhter Bedarf an Allgemeinflächen besteht. Zum anderen schließt die Neubaufäche die zweite Ausbaustufe (insgesamt 300 Studienplätze) mit ein. Für diese Planung hält der Wissenschaftsrat - ebenso wie für den Aufbau des Studiengangs und die Personalplanung - ein korrespondierendes Stufenkonzept zur räumlichen Unterbringung für erforderlich. Wie bereits in den Ausführungen zu Studium und Lehre und zur Personalausstattung erläutert, ist der geplante Studiengang mit 150 Studienplätzen und der zusätzlichen Einrichtung von drei Lehrstühlen für sich tragfähig und impliziert keine weiteren Ausbauschritte. Der Wissenschaftsrat ist der Auffassung, daß in einer ersten Ausbaustufe die Bereitstellung von 150 Studienplätzen gewährleistet werden muß. Angesichts der kostenintensiven baulichen und apparativen Investitionen für die Materialforschung sollte die Auslastung der vorhandenen räumlichen und apparativen Ressourcen bewertet und in den Ausbauplanungen berücksichtigt werden. Für die Unterbringung des Studiengangs sollten neben der Mitnutzung und Umwidmung vorhandener Flächen auch die Möglichkeiten der Mitnutzung außeruniversitärer Infrastruktur geprüft werden. Der Wissenschaftsrat bittet das Land, bei der Anmeldung von Baumaßnahmen zum Rahmenplan eine Flächenbedarfsermittlung und ein detailliertes Unterbringungskonzept mit Raumprogramm vorzulegen. Ferner sind mit den Anmeldungen zum Rahmenplan eine aktualisierte Kostenschätzung und ein Finanzierungsplan einzureichen.

Die für den Aufbau der drei Lehrstühle vorgesehenen Investitionsmittel sind vergleichsweise gut bemessen.

C. Zusammenfassende Empfehlung

Der Wissenschaftsrat stimmt den Plänen des Landes zur Einrichtung eines ingenieurwissenschaftlichen Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe an der Fakultät für Chemie und Pharmazie an der Universität Würzburg zu. Der angestrebte Studiengang ergänzt das zu den Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts zählende Feld der Materialwissenschaft durch die spezielle Ausrichtung auf die Technologie der Funktionswerkstoffe. Insbesondere vor dem Hintergrund, daß wissenschaftliche Defizite bei der Koppelung mit wichtigen Anwendungsbereichen für neue Technologien bestehen, bildet der geplante Studiengang auch speziell durch die Verknüpfung mit Medizin und Biologie einen komplementären und innovativen Schwerpunkt zu anderen Hochschulen in Bayern und angrenzenden Bundesländern. Die Universität Würzburg betritt mit dem vorgesehenen Studiengang ein neues Feld in Lehre und Forschung und erweitert die etablierten Studieninhalte und Forschungsgebiete. Der interdisziplinäre Ansatz des Studiengangs hat das Potential für die Ausbildung von Ingenieuren mit einem Profil und Kernkompetenzen, wie sie von der Industrie zunehmend gefordert werden.

Der Wissenschaftsrat befürwortet die fakultätsübergreifende und hochschulübergreifende Anlage des Studienprogramms. Die Absicht des Landes, innovative Forschung in neuartige Lehrkonzepte zu überführen, findet in der Konzeption zu den international und modular ausgerichteten Bachelor- und Masterstudiengängen Technologie der Funktionswerkstoffe seinen Ausdruck. Im sechssemestrig angelegten Bachelorstudiengang Technologie der Funktionswerkstoffe wird die erforderliche natur- und ingenieurwissenschaftliche Grundlagenbindung durch eine sinnvolle Anwendungsorientierung, die sich beispielsweise durch das Angebot an Praktika zu speziellen Bereichen der Technologie der Funktionswerkstoffe zeigt, ergänzt. Im viersemestrig gegliederten Masterstudiengang Technologie der Funktionswerkstoffe überwiegt in stärkerem Maße der anwendungsorientierte Bezug. Der Masterstudiengang umfaßt charakteristische Pflichtfächer und innovative Schwerpunktfächer, die zusammen eine breite und zugleich fokussierte Ausbildung in ausgewählten Bereichen der Technologie der Funktionswerkstoffe auf aktuellem Wissensstand sicherstellen. Begrüßenswert am Würzburger Studiengang ist auch, daß sowohl im Bachelor-, als

auch im Masterstudiengang nicht-technische Wahlpflichtfächer aus den Bereichen Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften integriert sind und sich somit eine interessante Profilierung des Studiengangs ergibt.

Der Wissenschaftsrat weist ausdrücklich darauf hin, daß zur Sicherstellung der notwendigen ingenieurwissenschaftlichen Grundausbildung ein Lehrexport der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt unerlässlich ist. Darüber hinaus ist zur Durchführung des Bachelor- und Masterstudiengangs die Neueinrichtung von drei Lehrstühlen (Chemische Technologie der Materialsynthese, Physikalische Technologie der Materialsynthese, Biokompatible Werkstoffe) unabdingbar. Diese drei Lehrstühle tragen in wesentlichem Maße zum ingenieurwissenschaftlichen Profil mit der speziellen Ausprägung in die Technologie der Funktionswerkstoffe sowohl im Rahmen des Lehrkonzepts als auch im Zusammenhang mit dem Aufbau der Forschungsschwerpunkte - insbesondere im Masterstudiengang - bei.

Aufbauend auf den bereits bestehenden angewandten Forschungsschwerpunkten, vor allem in den Fächern Chemie, Pharmazie, Biologie, Physik und in der Medizin, bieten die beabsichtigten Forschungsaktivitäten, die in erster Linie mit den drei neuen Lehrstühlen verbunden sind, eine gute Grundlage für den weiteren Ausbau der Forschung. Der Wissenschaftsrat begrüßt die vorgesehene Einbindung der Forschungsaktivitäten in universitätsübergreifende Verbundstrukturen, die auch eine Zusammenarbeit mit der Industrie vorsieht. Die bereits existierende Kooperation sollte ausgebaut und intensiviert werden.

Der Wissenschaftsrat betont, daß der neu einzurichtende Studiengang mit 150 Studienplätzen innerhalb der bestehenden Strukturen der Universität für sich lebensfähig ist. Der Studiengang impliziert nicht zwangsläufig weitere Ausbauschritte, insbesondere keine Festlegung auf die Einrichtung weiterer ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge bzw. einer Technischen Fakultät.

Mit Blick auf bevorstehende Baumaßnahmen bittet der Wissenschaftsrat das Land, mit der ersten Anmeldung zum Rahmenplan eine detaillierte Flächenbedarfsermittlung

lung, ein Unterbringungskonzept sowie eine aktualisierte Kostenschätzung und einen Finanzierungsplan vorzulegen.

Mit den in der Stellungnahme ausgeführten Anregungen und Empfehlungen unterstützt der Wissenschaftsrat die Planungen des Landes zur Einführung des ingenieurwissenschaftlichen Studiengangs Technologie der Funktionswerkstoffe an der Universität Würzburg.

D. Anhang

Graduiertenkollegs:

- Graduiertenkolleg „Infektiologie“ (Institut für Molekulare Infektionsbiologie; Finanzierung bis 31.12.2000),
- Graduiertenkolleg „Pflanze im Spannungsfeld zwischen Nährstoffangebot, Klimastreß und Schadstoffbelastung: Vegetationsökologische, physiologische, biochemische und molekularbiologische Grundlagen unterschiedlicher Leistung und Toleranz“ (Julius-von-Sachs-Institut für Biowissenschaften; Finanzierung bis 31.12.2000),
- Graduiertenkolleg „Regulation des Zellwachstums“ (Theodor-Boveri-Institut für Biowissenschaften/Biozentrum, Lehrstuhl für Physiologische Chemie II; Finanzierung bis 31.03.2002),
- Graduiertenkolleg „Geowissenschaftliche Gemeinschaftsforschung in Afrika“ (Institut für Mineralogie und Kristallstrukturlehre; Finanzierung bis 31.03.2002),
- Graduiertenkolleg „Magnetische Kernresonanz in vivo und in vitro für die biologische und medizinische Grundlagenforschung“ (Physikalisches Institut; Finanzierung bis 31.10.2001),
- Graduiertenkolleg „Grundlagen des Arthropodenverhaltens: Genetik, Neurobiologie, Ökologie“ (Theodor-Boveri-Institut für Biowissenschaften/Biozentrum, Lehrstuhl für Zoologie II/Verhaltensphysiologie und Soziobiologie; Finanzierung bis 31.03.2001),
- Graduiertenkolleg „Wahrnehmung der Geschlechterdifferenz in religiösen Symbolsystemen“ (Institut für Biblische Theologie; Finanzierung bis 30.04.2001),
- Graduiertenkolleg „Immunmodulation“ (Institut für Virologie und Immunbiologie; Finanzierung bis 31.12.2002),
- Graduiertenkolleg „Gene regulation in and by microbial pathogens“ (Institut für Molekulare Infektionsbiologie; Finanzierung bis 31.10.2002),
- Graduiertenkolleg „Molekulare und strukturelle Grundlagen der Tumorstabilität“ (Institut für Pathologie; Finanzierung bis 31.12.2000).

Sonderforschungsbereiche:

- SFB 581 „Transgene Modelle für Erkrankungen des Nervensystems“
- SFB 554 „Mechanismen und Evolution des Arthropodenverhaltens: Gehirn - Individuum - Soziale Gruppe“
- SFB 487 „Regulatorische Membranproteine. Vom Erkennungsmechanismus zur pharmakologischen Zielstruktur“
- SFB 479 „Erregervariabilität und Wirtsreaktion bei infektiösen Krankheitsprozessen“
- SFB 465 „Entwicklung und Manipulation pluripotenter Zellen“
- SFB 410 „II-VI-Halbleiter: Wachstumsmechanismen, niederdimensionale Strukturen und Grenzflächen“
- SFB 355 „Pathophysiologie der Herzinsuffizienz“
- SFB 347 „Selektive Reaktionen Metall-aktivierter Moleküle“
- SFB 251 „Ökologie, Physiologie und Biochemie pflanzlicher und tierischer Leistung unter Streß“

Forschungszentren:

- Interdisziplinäres Tumorzentrum Würzburg
- Zentrum für Infektionsforschung
- Interdisziplinäres Zentrum für Klinische Forschung „Pathogenese von Vaskulopathien und fehlgesteuerten Immunreaktionen“
- Interdisziplinäres Zentrum für Verkehrswissenschaften an der Universität Würzburg
- Interdisziplinäres Zentrum „Familiärer Brust- und Eierstockkrebs“ (Deutsche Krebshilfe)
- Europäisches Jean-Monnet-Zentrum der Universität Würzburg
- Zentrum für didaktische Forschung und Lehre an der Universität Würzburg

Forschergruppen:

- Klinische Forschergruppe „Zelldifferenzierung und lokale Regulationssysteme“
- Klinische Forschergruppe „Neurogeneration“
- Klinische Forschergruppe „für multiple Sklerose und Neuroimmunologie (Fortführung BMBF)“
- Forschergruppe „Das Bild des Krieges im Wandel vom späten Mittelalter zur frühen Neuzeit“ (Institut für deutsche Philologie)
- Forschergruppe „Kognitive Entwicklung“ (Institut für Psychologie)
- Forschergruppe „Defekte transkriptionelle Aktivierung in Tumoren lymphatischer Gewebe“ (Pathologisches Institut)
- Forschergruppe Demotisches Namenbuch (Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz) (Universitätsbibliothek)
- Wissenschaftliche Nachwuchsgruppe „Neuro-Entwicklungsbiologie“ (Theodor-Boveri-Institut für Biowissenschaften/Biozentrum)
- Wissenschaftliche Nachwuchsgruppe „Drosophila-Laufverhalten: Neurogenetische Aufklärung und Übertragung auf die Robotik“ (Theodor-Boveri-Institut für Biowissenschaften/Biozentrum)

Weitere Forschungseinrichtungen:

- Gerhard-Möbius-Institut für Schlesienforschung e.V. an der Universität Würzburg (An-Institut)
- Ostkirchliche Institut der Bayerisch-Deutschen Augustinerprovinz an der Universität Würzburg (An-Institut)
- Kommission für Geomorphologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften München
- Redaktion „Verfasserlexikon. Die deutsche Literatur des Mittelalters“
- Sprachatlas von Unterfranken
- Europäische Dokumentationszentrum des Jean-Monnet-Lehrstuhls für Europarecht