

Drs. 6968-18
Trier 27 04 2018

Empfehlungen zur Förderung von Forschungsbauten (2019)

INHALT

Vorbemerkung	5
A. Zur Förderung beantragte Forschungsbauten (Ausgangslage)	7
A.I Anträge zur thematisch offenen Förderung	7
I.1 Baden-Württemberg	7
I.2 Bayern	16
I.3 Berlin	24
I.4 Bremen	28
I.5 Hessen	32
I.6 Niedersachsen	36
I.7 Nordrhein-Westfalen	41
I.8 Rheinland-Pfalz	49
I.9 Saarland	53
I.10 Schleswig-Holstein	57
A.II Anträge auf Förderung in der programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“	61
II.1 Baden-Württemberg	61
B. Bewertung der zur Förderung beantragten Forschungsbauten	67
B.I Bewertungskriterien	67
B.II Bewertung der Anträge zur thematisch offenen Förderung	70
II.1 Baden-Württemberg	70
II.2 Bayern	74
II.3 Berlin	78
II.4 Bremen	80
II.5 Hessen	82
II.6 Niedersachsen	84
II.7 Nordrhein-Westfalen	86
II.8 Rheinland-Pfalz	90
II.9 Saarland	92
II.10 Schleswig-Holstein	94
B.III Anträge auf Förderung in der programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“	96
III.1 Baden-Württemberg	96
C. Reihung	99
D. Abgelehnte Anträge	103
E. Antragsskizzen	105
E.I Zurückgestellte Antragsskizzen	105
E.II Zurückgewiesene Antragsskizzen	105

Vorbemerkung

Im Rahmen der Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten auf Basis von Art. 91b GG empfiehlt der Wissenschaftsrat gemäß Ausführungsvereinbarung über die gemeinsame Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten (AV-FuG) der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK), welche Maßnahmen realisiert werden sollen. Die Empfehlungen enthalten eine Darstellung aller Anmeldungen, ihre Bewertung einschließlich ihres finanziellen Umfangs sowie eine Reihung der Vorhaben. Maßgeblich für die Reihung sind gemäß AV-FuG die Förderkriterien der herausragenden wissenschaftlichen Qualität und der nationalen Bedeutung der Vorhaben.

Der Ausschuss für Forschungsbauten hat die vorliegenden Empfehlungen zur Förderung von Forschungsbauten für die Förderphase 2019 am 25. und 26. Oktober 2017 sowie am 7. und 8. März 2018 vorbereitet.

Bei der Entstehung dieser Empfehlungen wirkten auch Sachverständige mit, die nicht Mitglieder des Wissenschaftsrates sind. Ihnen ist er zu besonderem Dank verpflichtet.

Der Wissenschaftsrat hat die Empfehlungen am 27. April 2018 in Trier verabschiedet.

A. Zur Förderung beantragte Forschungsbauten (Ausgangs- lage)

A.1 ANTRÄGE ZUR THEMATISCH OFFENEN FÖRDERUNG

I.1 Baden-Württemberg

a) Universität Heidelberg: Heidelberg Collaboratory for Mathematical and Computational Sciences (heiCOMACS)

(BW1251006)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2018: 15.09.2016 (1. Antragsskizze) Förderphase 2019: 15.09.2017 (2. Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	URZ,IWR bzw. Fakultät für Mathematik und Informatik
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Campus Neuenheimer Feld
Fläche (NF 1-6):	2.187 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	2.187 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	17.600 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 1.100 Tsd. Euro und Großgeräte 0 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	1.760 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	3.520 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	5.280 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	4.400 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	2.640 Tsd. Euro

Die Verdoppelung der Rechenleistung alle 18 Monate gemäß Mooreschem Gesetz stößt mittlerweile an deutliche Grenzen. Kernherausforderungen des wis-

senschaftlichen Rechnens und des Hochleistungsrechnens bestehen aktuell auf drei Ebenen: (a) Die nominelle Leistungssteigerung erfolgt nicht durch Erhöhung der Taktfrequenz der Prozessoren, sondern durch tiefliegende Änderungen im Design einer zunehmend heterogenen und verteilten Rechnerarchitektur. Für diese neuen Auslegungen der Hardware müssen Software und die zugrundeliegenden mathematischen Modelle und numerischen Verfahren entwickelt werden. (b) Mit der bevorstehenden Exascale-Ära (1 Exaflop/s=10¹⁸ Rechenoperationen pro Sekunde) ergeben sich Fragen des Energiebedarfs, denen nicht allein durch technische Maßnahmen begegnet werden kann. Es muss eine enge Verbindung zwischen der Modellierungs- und Softwareschicht und der zugrundeliegenden Rechnerarchitektur geschaffen werden. (c) Innovative Werkzeuge im Bereich des *Deep Learning* ermöglichen es, Rechner mit quasi-kognitiven Fähigkeiten auszustatten. Ihr Entwicklungsstand reicht jedoch für die komplexen und breit gefächerten Aufgabenstellungen in der naturwissenschaftlichen Forschung noch nicht aus. Theorien, Modelle und numerische Simulationen müssen aus den gelernten Zusammenhängen abgeleitet werden.

Das „Heidelberg Collaboratory for Mathematical and Computational Sciences“ (heiCOMACS) zielt darauf ab, neue mathematische und informatische Ansätze mit hoch optimierter Performanz zu realisieren, die in rechenintensiven Forschungsbereichen eingesetzt werden sollen. Dabei sollen Lösungen sowohl in den jeweiligen Disziplinen – insbesondere Lebenswissenschaften, Chemie, Physik und Digital Humanities – als auch an Schnittstellen mit den Anwendungsbereichen umgesetzt werden.

Dabei verfolgt das heiCOMACS einen ganzheitlichen Ansatz entsprechend dem folgenden Prozess: von der Hardwareanalyse über die mathematische Modellierung, das *Deep Learning*, die numerischen Verfahren, das Software-Engineering für numerische Codes bis hin zur Datenexploration und Visualisierung. Die entwickelten methodischen Ansätze sollen dazu dienen, sogenannte „*Grand Challenge-Probleme*“, aus denen entscheidende wissenschaftliche Erkenntnisse hervorgehen können, in der numerischen Simulation zu bewältigen. Die Programmatik umfasst folgende Schwerpunkte:

1 – *Hardware-Aware Computing* für *Deep Learning*: Hier sollen insbesondere die Forschungsthemen *Deep Learning* für numerische Simulation und Optimierte Algorithmen für hardware-spezifische Plattformen behandelt werden. Es sollen neue Methoden analysiert und entwickelt werden, die die Bereiche der klassischen numerischen Simulation mit dem *Deep Learning* verbinden. Insbesondere sollen die Herausforderungen zur Gewinnung von Trainingsdaten auf Basis der numerischen Simulation für künstliche Intelligenz (KI) erforscht werden.

2 – Ressourcen- und energieeffizientes Rechnen: Der Schwerpunkt widmet sich zum einen Instrumentierungsszenarien für numerische Verfahren und zum anderen der Erforschung von Metriken für die quantitative Analyse der Energieeffizienz numerischer Algorithmen. Auf Basis dieser Erkenntnisse sollen –

im Hinblick auf Rechenzeit und Energieeffizienz – optimierte numerische Verfahren für iterative Lösungsansätze entwickelt werden.

3 – Numerische Algorithmen und Softwaredesign: Themen dieses Schwerpunkts sind methodische Entwicklung in der Numerik und im Software-Design, anwendungsspezifische numerische Algorithmen für *Grand Challenges*, interaktive Datenanalyse und Visualisierung von Simulationsergebnissen sowie Qualitätssicherung für numerische Software-Libraries.

4 – Datenexploration und Visualisierung: Die in den Schwerpunkten 1 bis 3 entwickelten Methoden können nur dann sinnvoll zur Geltung kommen, wenn darauf basierende Techniken zur Datenexploration und Visualisierung bereitgestellt werden. Im Schwerpunkt 4 geht es um die Forschungsthemen Datenexploration und Visualisierung für Effizienz und Genauigkeit sowie umgekehrt Effizienz und Genauigkeit für Datenexploration und Visualisierung, Evaluation und *Deep Learning* sowie *Usability*, Verlässlichkeit und Verfügbarkeit.

Durch sein durchgängig interdisziplinäres Profil der Methodenentwicklung von der Hardwareanalyse und Rechnerarchitekturoptimierung bis hin zur Numerik besitzt heiCOMACS laut Antrag national ein Alleinstellungsmerkmal. Das Competence Center for Scalable Data Services and Solutions (ScaDS) in Dresden und Leipzig weist demnach gewisse Schnittstellen insbesondere zu den Forschungsschwerpunkten 2 und 4 auf, zu denen sich der Heidelberger Ansatz jedoch komplementär verhält. Auf internationaler Ebene ist zwar eine interdisziplinäre Auslegung der Forschungsstruktur teilweise vorgesehen, gleichwohl stelle die in heiCOMACS anvisierte Verbindung zwischen der Hardwareberücksichtigung bzw. -optimierung und der mathematischen Modellbildung bzw. der Angewandten Mathematik ein Novum dar.

Die Antragsteller weisen eingeworbene Projekte in BMBF- (HPC-Software for Scalable Parallel Systems) und EU-Programmen (Exa2Green, DEEP-ER, Human Brain Project) als einschlägige Vorarbeiten aus. Außerdem konnten Drittmittel im Priority Programme 1648 „Software for Exascale Computing“ der DFG eingeworben werden. Darüber hinaus gibt es zwei DFG-geförderte Graduierten-Programme (GRK 2048 und die Heidelberg Graduate School of Mathematical and Computational Methods for the Sciences). Außerdem wurde ein ERC Consolidator Grant eingeworben. Kooperationsbeziehungen bestehen u. a. zu folgenden Einrichtungen: Zuse-Institute Berlin, Forschungszentrum MATHEON Berlin, Competence Center for Scalable Data Services and Solutions (ScaDS) Dresden/Leipzig, RICAM Linz, ETH Zürich, Argonne National Laboratory, Berkeley University, Carnegie Mellon University, Stanford University, University of Oxford, Weizmann Institute of Science.

Die Forschungsfelder von heiCOMACS stehen in Verbindung mit drei der vier „Fields of Focus“ aus dem Zukunftskonzept der Universität Heidelberg: „Molekular- und zellbiologische Grundlagen des Lebens“, „Struktur und Musterbil-

„Kulturelle Dynamik in globalisierten Welten“. Diese sollen themenbezogene Forschungszusammenarbeit über Disziplin- und Institutionengrenzen hinweg fördern. Durch eine gezielte Berufungspolitik konnte die Verbindung zwischen Informatik und Angewandter Mathematik in den letzten Jahren deutlich ausgebaut werden. Zudem wurde 2017 eine weitere Professur am Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) im Bereich *Deep Learning* besetzt. Eine zusätzliche Professur im Bereich der Visualisierung ist geplant, die am IWR und am Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS gGmbH) verortet sein wird. Durch die anstehende Neubesetzung des Lehrstuhls für Numerische Mathematik soll die Numerische Mathematik mit Schwerpunkt *Uncertainty Quantification* (UQ) gestärkt werden. Ferner wurden verschiedene interdisziplinäre Aktivitäten ins Leben gerufen und neue Institutionen gefördert, um sowohl die Verbindung zwischen Informatik und Angewandter Mathematik zu verstärken als auch eine Brücke zu konkreten Anwendungsgebieten in weiteren Disziplinen aufzubauen.

Die Heidelberg Graduate School of Mathematical and Computational Methods for the Sciences (HGS MathComp) fördert als einzige in Deutschland den wissenschaftlichen Nachwuchs im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens. Sie vereint Doktorandinnen und Doktoranden aus der Mathematik, Informatik Physik, Chemie und den Kulturwissenschaften. Pro Forschungsfeld ist je eine Nachwuchsgruppe im Forschungsbau vorgesehen, die dynamisch im Hinblick auf aktuelle Forschungsthemen ausgeschrieben und aus dem Strategiefonds der Universität sowie über Drittmittelprogramme finanziert wird. Bei der Besetzung der zukünftig auszuschreibenden Professuren und Nachwuchsgruppen sollen gezielt ausgewiesene Wissenschaftlerinnen angesprochen werden. Im Masterstudiengang Angewandte Informatik werden bereits Nachwuchswissenschaftlerinnen durch aktives Anwerben gewonnen.

Am universitären Rechenzentrum (URZ) besteht eine für den geplanten Forschungsbau geeignete IT-Infrastruktur. Dazu gehören ein bwForCluster MLS&WISO und eine leistungsfähige Large Scale Data Facility (LSDF2). Mit heiCOMACS werden die Forschungsaktivitäten insbesondere des IWR, der Fakultät für Mathematik und Informatik und des Universitätsrechenzentrums inhaltlich und räumlich verzahnt. Im Forschungsbau sollen neben Räumen für eine rein theoretische Arbeitsweise insbesondere auch Flächen für die experimentelle Forschung im Sinne von Mess- und Gerätelaboren, für Hardware-Experimentierbereiche, für experimentelle Serverräume zur Messung der Energieeffizienz, für Grafiklabore und für ein Visualisierungslabor entstehen, die bislang in Heidelberg in der notwendigen Form nicht verfügbar sind.

Das heiCOMACS soll auf dem Campus Im Neuenheimer Feld in direkter Nachbarschaft zum IWR, der Fakultät für Mathematik und Informatik und dem URZ errichtet werden. Die beiden Grundstücke des URZ und des Forschungsbaus wurden 2015 durch einen Zwischenbau miteinander verbunden, in dem

Serverräume mit energieeffizienter e-cube-Kühlung untergebracht sind. Im geplanten Forschungsbau sollen insgesamt 110, überwiegend über Drittmittel finanzierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einziehen. Die Forschungsfelder erfahren ihren wissenschaftlichen Input aus 16 Arbeitsgruppen der Universität, die thematisch eng mit den Forschungen in heiCOMACS verbunden sind. 25 % der geplanten Fläche besteht aus speziellen IT-Laboren. Die erforderlichen Gerätschaften bewegen sich unterhalb der Großgerätegrenze.

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

b) **Universität Hohenheim: Hohenheim Center for Livestock Microbiome Research (HoLMiR)**

(BW1800001)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2015: 13.09.2013 (1. Antragsskizze) Förderphase 2017: 15.09.2015 (2. Antragsskizze) Förderphase 2019: 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Fakultät Agrarwissenschaften, Tierwissenschaften
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Stuttgart
Fläche (NF 1-6):	3.186 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	3.186 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	54.109 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 3.305 Tsd. Euro und Großgeräte 4.204 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	5.411 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	10.822 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	16.233 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	13.527 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	8.116 Tsd. Euro

Alle höheren Lebewesen beherbergen im Verdauungstrakt mikrobielle Gemeinschaften (Mikrobiome), die Bakterien, Archaeen und andere Mikroorganismen umfassen. Diese Mikrobiome sind in ihrer Größe und Zusammensetzung sehr unterschiedlich. Die Mikrobiome stehen untereinander ebenso wie mit dem Wirt vielfach in wechselseitigen Beziehungen. In der Humanforschung wird zu diesen Beziehungen seit einigen Jahren mit zunehmender Intensität gearbeitet, insbesondere im Hinblick auf die Bedeutung der Mikrobiome für die Gesundheit und Krankheitsprävention. Den Mikrobiomen bei landwirtschaftlichen Nutztieren kommt im Hinblick auf die globale Ernährungssicherung, die mikrobielle Lebensmittelqualität, die Tiergesundheit, die Umweltwirkung und die Nutzung global begrenzter Nährstoffressourcen eine überragende Bedeutung zu. Das Hohenheim Center for Livestock Microbiome Research (HoLMiR) soll diese Forschung systematisch betreiben. Ziel des Vorhabens ist, Mikrobiome des Verdauungstraktes von Nutztieren zu charakterisieren und die Wechselwirkungen zwischen Tier, seiner Ernährung, seinem

Genom und seinen erbrachten Leistungen aufzuklären. Dabei soll mit Rindern, Schafen, Schweinen und Geflügel geforscht werden, so dass einerseits den großen Unterschieden in der Anatomie und Physiologie der Tierarten Rechnung getragen wird, andererseits aber methodische Erkenntnisse, die an einer Tierart gewonnen wurden, für eine effiziente Forschung mit anderen Tierarten genutzt werden können. Langfristig sollen Tierzucht, Ressourcennutzung und Lebensmittelqualität erhöht und die negativen Umweltauswirkungen der Tierhaltung reduziert werden. Beteiligte Disziplinen sind: Agrarwissenschaften, Tierwissenschaften, Genetik, Mikrobiologie und Bioinformatik.

Die Antragsteller gehen von einer langfristigen Perspektive und Relevanz der Forschungsprogrammatik aus. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen insbesondere für die Belange des Tierschutzes, der Nachhaltigkeit und Qualität von Lebensmitteln genutzt werden.

Die geplante Forschungsprogrammatik gliedert sich in drei ineinandergreifende Forschungsbereiche:

1 – Mikrobiom und Ernährung: In diesem Forschungsbereich wird die Abhängigkeit des Mikrobioms des Verdauungstraktes von der Tierart und der Ernährung des Tieres untersucht. Bei kontrollierter Ernährung soll die Variabilität und Dynamik der Mikrobiome verstanden werden sowie deren Einfluss auf die Energie- und Nährstoffnutzung durch das Tier. Dazu werden neben der Ernährung auch alle Ausscheidungen, inklusive der Gase, analysiert. Aus diesen Erkenntnissen sollen Handlungskonzepte für eine optimierte Tierernährung gewonnen werden.

2 – Mikrobiom und Tiergesundheit: Der Einfluss des Mikrobioms auf Gesundheit und Nährstoffeffizienz von Nutztieren soll in diesem Bereich untersucht werden. Dazu soll insbesondere die Kommunikation der Darmschleimhaut mit dem Mikrobiom betrachtet und die Auswirkungen auf metabolische, immunologische und protektive Prozesse analysiert werden. Des Weiteren sollen die physiologischen Abläufe, welche in Abhängigkeit vom jeweiligen Mikrobiom zu spezifischen Leistungen des Tieres führen, besser verstanden werden.

3 – Mikrobiom und Tiergenom: Ziel dieses Forschungsbereichs ist die Wechselwirkungen zwischen Tiergenom und dem Mikrobiom des Verdauungstraktes zu analysieren und diese Erkenntnisse für die Entwicklung von Züchtungskonzepten zu nutzen. Dazu sollen Genetik, Zusammensetzung und Funktion des Mikrobioms für definierte Merkmale erforscht werden. Die Züchtungskonzepte sollen auf Grundlage verschiedener Fütterungsregimes genetisch analysiert und bioinformatisch modelliert werden. Außerdem sollen epigenetische Analysen durchgeführt werden, um auf molekularer Ebene die Ausprägung von phänotypischen Merkmalen zu verstehen.

Der Fokus der deutschen Einrichtungen zur Mikrobiomforschung liegt auf der menschlichen Gesundheit. Das Tier und sein Mikrobiom dienen dabei fast aus-

schließlich als Modelle. Im Bereich der Agrarforschung an deutschen Universitäten gibt es keine vergleichbar systematische Mikrobiomforschung. Auch in den beiden großen außeruniversitären Forschungseinrichtungen der Nutztierforschung, dem Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, und dem Leibniz-Institut für Nutztierbiologie wird keine dem HoLMiR vergleichbare Forschungsprogrammatisierung verfolgt. Jedoch werden in diesen Einrichtungen Themengebiete bearbeitet, auf denen eine Kooperation mit dem HoLMiR stattfindet. Außerhalb von Deutschland gibt es einige Projekte und Gruppen, die sich mit Einzelaspekten der Thematik „Mikrobiom beim Nutztier“ beschäftigen. Dazu zählen die Queen's University Belfast, die Aberystwyth University (UK), das Scotland's Beef & Sheep Research Center und das französische Institut National de la Recherche Agronomique, National Animal Disease Center und das J. Craig Venter Institute in den USA. Es gibt jedoch kein dem HoLMiR vergleichbares institutionalisiertes Zentrum.

Die federführenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Hohenheim haben langjährige Expertise in der Mikrobiom- und Ernährungsforschung, Genetik und in der Tierzucht. Sie sind maßgeblich an einer DFG-Forschergruppe, einem Schwerpunktprogramm, zwei ERA-Net Projekten der EU, dem BMEL-geförderten Forschungsverbund „GrainUp“ und dem Verbundprojekt „microP“ des Landes Baden-Württemberg beteiligt.

Die HoLMiR-Initiative ist essentieller Bestandteil des aktuellen Struktur- und Entwicklungsplans „Bioökonomie 2020“ der Universität Hohenheim. Durch den geplanten Forschungsbau soll die nationale und internationale Sichtbarkeit weiter erhöht und die Nutztierwissenschaften als Forschungsschwerpunkt der Universität ausgebaut werden. Dazu sind universitätsweite Kooperationen im Bereich Mikrobiomforschung insbesondere mit den Boden-, Lebensmittel- und den Ernährungswissenschaften vorgesehen. Seit 2008 wurden folgende W3-Professuren mit einem Augenmerk auf die Mikrobiomforschung neu besetzt: Tiergenetik und Züchtung, Tierernährung, Verhaltensphysiologie von Nutztieren, Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren, Populationsgenomik bei Nutztieren, Funktionelle Anatomie der Nutztiere, Tierernährung und Weidewirtschaft in den Tropen und Subtropen. Außerdem wurden zwei thematisch einschlägige *Tenure-Track*-Juniorprofessuren geschaffen: Feed-Gut Microbiota Interaction sowie Mikrobielle Ökologie bei Nutztieren. Mit der Letztgenannten wird die Arbeit der im Jahr 2014 von der Universität eingerichteten Nachwuchsgruppe im Bereich der mikrobiellen Ökologie langfristig gesichert. Die aktuell vakante Professur für Bioinformatik ist erneut ausgeschrieben und wird mit expliziter Fokussierung auf Nutztiere und systembiologische Modellierung wiederbesetzt. Erstmals besetzt wird die Professur „Integrative Infektionsbiologie Nutzpflanze-Nutztier“.

Zur Nachwuchsförderung werden verschiedene Instrumente der Personalentwicklung genutzt und drei Nachwuchsgruppen sollen verstärkt in die For-

schungsprogrammatis eingebunden werden. Mit der Graduiertenakademie Hohenheim besteht ein strukturiertes Promotionsprogramm.

Unter den Antragstellenden sind 40 % Frauen. Durch aktive Rekrutierung soll insbesondere in der Gruppe der Nachwuchswissenschaftler der Frauenanteil weiter erhöht werden. Die HoLMiR-Initiative nimmt dazu u. a. am Mentoringprogramm „MentHo“ der Universität Hohenheim teil. Zudem ist die Universität akkreditiert als „Familiengerechte Hochschule“.

Im geplanten Forschungsbau, der aus zwei Modulen bestehen soll, sollen interdisziplinäre Arbeitsgruppen zusammengeführt werden, die gemeinsam die Infrastruktur nutzen. Das HoLMiR-Modul I mit der bioanalytischen Infrastruktur, dem ATFLab und den Großgeräten wird auf einer Freifläche südlich des Biologiezentrums errichtet. Diese Lage ermöglicht ein hohes Maß an Synergien beim Betrieb der Speziallabore, die in diesem Bereich des Campus angesiedelt sind. Das HoLMiR-Modul II (Tierexperimentaleinheit) wird in fußläufiger Nähe zum Modul I errichtet. Es enthält die Einrichtungen, die für spezifische Stoffwechselversuche mit Rindern, Schafen, Schweinen und Geflügel erforderlich sind, einschließlich Respirationskammern für Gaswechsellmessungen und der Haltung von gnotobiotischem Geflügel sowie der Herstellung von Spezialdiäten.

Die „Core Facility Hohenheim“ der Universität soll für die chemische Analytik von Futtermitteln und Darminhalt genutzt werden. Darüber hinaus unterstützt das über das Bindeglied bwHPC in Baden-Württemberg an das High Performance Computing (HPC) angeschlossene „Computational Science Lab“ die Bioinformatik des HoLMiR-Vorhabens. Dort wird aktuell die integrierte Datenspeicherung und -analyse ausgebaut. Die AG Bioinformatik des HoLMiR wird in das Computational Science Lab einziehen.

Der Forschungsbau soll auf dem Campus der Universität Hohenheim entstehen. Modul I soll über 60 Laborarbeitsplätze verfügen. Im Modul II werden ca. 15 Personen tätig sein. Insgesamt sollen etwa 60 Personen in den Forschungsbau einziehen, darunter 40 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Es werden zehn Großgeräte für insgesamt 4.200 Tsd. Euro beantragt, darunter Massenspektrometer, ein Laserscanning-Mikroskop und ein Durchflussszytometer.

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

I.2 **Bayern**a) **Technische Universität München: Zentrum für QuantumEngineering (ZQE)**

(BY1632011)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	TUM ForTe
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Garching
Fläche (NF 1-6):	2.510 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	2.510 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	39.797 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 2.000 Tsd. Euro und Großgeräte 6.500 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	3.980 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	7.959 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	11.939 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	9.949 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	5.970 Tsd. Euro

Mit der Erzeugung, Manipulation und Transmission von Quantenzuständen verbindet sich eine Vielzahl innovativer Anwendungsfelder, die zurzeit weltweit anhand von Modellsystemen wie kalten Atomen oder Ionen, aber vor allem mit festkörperbasierten Nanosystemen vorangetrieben wird. Dazu gehören Technologien wie Quanten-Computing, -Simulation, -Kommunikation und -Sensorik. Im geplanten Zentrum für QuantumEngineering (ZQE) sollen festkörperbasierte hybride Quantensysteme (HQS) umfassend erforscht und für den jeweiligen Anwendungsbereich zielgerichtet weiterentwickelt werden. Durch Kombination unterschiedlicher methodischer Ansätze und bereits für sich alleine gut untersuchter Teilsysteme wie Ladungs- und Spin-Quantenbits in Halbleitern, Defekten in Diamant, supraleitenden Quantenschaltkreisen, nanomechanischen Oszillatoren oder molekularen Magneten in HQS sollen für Anwendungen maßgeschneiderte HQS realisiert, ihre Leistungsdaten optimiert und bisherige Anwendungshindernisse beseitigt werden. Zudem sollen Schnittstellen zwischen diesen HQS und klassischen elektrotechnischen Architekturen entwickelt und in die Anwendung gebracht werden. Im geplanten Forschungsbau sollen Arbeitsgruppen der Physik, Chemie, Elektro- und Infor-

mationstechnik, Informatik und Mathematik kooperieren und die Kompetenzen im Bereich Quantentechnologien und -Materialien zusammenführen. Strategisches Ziel ist die Brückenbildung zwischen der Grundlagenforschung und ingenieurwissenschaftlichen Entwicklungen zur kommerziellen Nutzung von Quantentechnologien. Dazu wird eine integrative Vernetzung mit Industriepartnern angestrebt. Nach Angaben der Antragsteller besteht eine Perspektive für eine erfolgreiche Umsetzung der Ziele auf kurz-, mittel- und langfristigen Zeitskalen. So seien Implementierungen zur Quanten-Sensorik innerhalb der ersten fünf Jahre wahrscheinlich, gefolgt von der Realisierung eines Quanten-Simulators innerhalb von zehn Jahren, während die Realisierung eines Quanten-Computers über 15 Jahre erfordern könne.

Im geplanten Forschungsbau soll eine Programmatik verfolgt werden, die sich in drei interdisziplinäre Forschungsschwerpunkte gliedert. Jeder dieser Schwerpunkte reicht von konzeptionellen und theoretischen Fragestellungen bis zur praktischen Realisierung von Bauelementen, von der Konfektionierung bis zur Implementierung von Fehlerkorrekturen. Alle Schwerpunkte sollen in einer engen Kooperation von Theorie und Experiment bearbeitet werden:

1 – Hybride Quantenbauelemente und Quantenschaltkreise: Dieser Schwerpunkt umfasst das Schaltkreisdesign, die Mikro- und Nanostrukturierung von Quantenmaterialien und die Entwicklung von Hardwareplattformen für Quanteninformationssysteme. Hierzu gehören die supraleitenden Quantenschaltkreise, die Halbleiter-Quanten-Photonik und die Spintronik, Quanten-Spinsysteme, die Quanten-Nanomechanik und die Quanten-Mikrowellentechnologie. Konkrete Ziele sind die Realisierung von Quanten-Sensoren mit bisher nicht erreichter Empfindlichkeit und skalierbaren HQS als Plattformen für Quanten-Software, die Implementierung von Hardware- und Software-Plattformen für Quanteninformationssysteme, die Etablierung von Schnittstellen zwischen Quanten- und klassischen Informationssystemen sowie die Entwicklung der Kapselung und Verdrahtung für hybride Quanten-Chips und deren Steuerung durch Hochleistungselektronik.

2 – Funktionale Quantenmaterialien: In diesem Schwerpunkt sollen massiv hybride Quantenmaterialien, komplexe Systemarchitekturen, Dünnschicht-heterostrukturen und photonische Quantensysteme entwickelt werden, die als materialtechnische Basis für HQS sowie deren Mikro- und Nanostrukturierung, Charakterisierung und theoretische Beschreibung dienen. Konkrete Ziele sind das Design und die Synthese von Quantenmaterialien, die für die Anwendung in HQS maßgeschneidert sind.

3 – Systemaspekte und Modellierung komplexer Quantensysteme: Im Zentrum stehen hier die Simulation und die optimale Kontrolle von HQS, die Modellierung funktionaler Quantenmaterialien und die konzeptionelle Weiterentwicklungen zu HQS. Konkrete Ziele sind u. a. die Entwicklung von leistungsfähigen Quantenkommunikationssystemen, die Realisierung von Plattformen für die

Quantensimulation, die Entwicklung von effizienten Verfahren für die Initialisierung, Steuerung und das Auslesen von HQS sowie die Realisierung von leistungsfähigen Quellen und Detektoren für Photonen im sichtbaren und Mikrowellenbereich.

Quantentechnologien werden aktuell vor allem in den USA, Japan, China, Russland und Europa durch massive Investitionen in Forschungseinrichtungen sowie in die industrielle Entwicklung vorangetrieben. Im Rahmen eines europäischen Flagship-Programms soll rund eine Mrd. Euro zur Verfügung gestellt werden. Das ZQE zeichnet sich nach eigenen Angaben gegenüber anderen Standorten durch seinen auf die Entwicklung festkörperbasierter hybrider Quantensysteme abzielenden Ansatz aus, der die Grundlagen für eine breite kommerzielle Nutzung bilden soll. Vor allem die Verknüpfung zwischen Festkörperphysik, Chemie sowie Elektrotechnik für die Hardware und theoretische Beschreibung – insbesondere in Mathematik und Quanteninformationstheorie sei eine nationale und internationale Besonderheit.

Die leitenden Nutzerinnen und Nutzer des Forschungsbaus tragen federführend zu zahlreichen nationalen Verbundprojekten (z. B. Exzellenzcluster NIM und MAP, SFB 631 und TRR 80, BMBF-Verbundprojekt Q.COM) und EU-Projekten (z. B. CCQED, PROMISCE, MagQSens, SOLID, S3Nano and Spin-Nano) bei, organisieren internationale Workshops und Tagungen zu Quantentechnologien und haben zahlreiche Wissenschaftspreise erhalten. Vorarbeiten bestehen auch bei der Etablierung spezieller Messverfahren und Methoden, sowie der Material- und Nanotechnologie.

Vor ca. 15 Jahren hat die TU München die Quantenwissenschaften als einen ihrer Forschungsschwerpunkte identifiziert und durch strategische Berufungen in den Fakultäten Physik, Elektro- und Informationstechnik, Chemie und Mathematik weiterentwickelt. Durch fachübergreifende Verbundprojekte und die Einrichtung von Zentralinstituten am Standort Garching – Walter-Schottky-Institut (WSI), Zentrum für Nanotechnologie und Nanomaterialien (ZNN) sowie dem Walther-Meißner-Institut (WMI) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften – wurden Weichen für die Entwicklung von HQS gelegt. Um die jetzt anstehende Translation in den Anwendungsbereich voranzutreiben hat die Universität das ZQE als TUM-Zentralinstitut zwischen den beteiligten Fakultäten etabliert. Aktuell laufen vier Berufungsverfahren zur weiteren Verstärkung des Forschungsfeldes: zwei *Tenure-Track*-Professuren (W2) „Quanten-Computing“ und „Quantenelektronik“, eine W3-Professur „Analoges Schaltdesign“ sowie eine W2/W3 open rank-Professur „Quantenmaterie und Nanophysik“. Außerdem ist die vorgezogene Nachbesetzung der Direktorenstelle des WMI mit Fokus auf die Quantentechnologien ausgeschrieben.

Der wissenschaftliche Nachwuchs des ZQE soll auch von den Graduiertenschulen des Elitenetzwerks Bayern (ExQM, QCCC) und der Max-Planck-Gesellschaft (IMPRS-QST) gefördert werden. Zusätzlich werden Drittmittel-geförderte Nach-

wuchsgruppenleitungen (Emmy Noether oder ERC Starting Grants) als sogenannte TUM Junior Fellows eingebunden. Ziel ist es, bis zu drei eigenfinanzierte Nachwuchsgruppen im ZQE zu gewinnen. In Kooperation mit dem TUM Institute for Advanced Studies (TUM-IAS) soll ein „Global QuantumEngineering Circle“ etabliert werden, der sich dem Austausch und der Synergiebildung mit der internationalen Community in Akademia und Industriepartnern widmet. Im Rahmen ihrer TUMentrepreneurship-Strategie unterstützt die TUM Ausgründungen und Lizenzmodelle mit dem Gründungs- und Innovationszentrum der TUM.

Aktuell befindet sich in der Liste der federführenden Wissenschaftler am ZQE noch keine Frau. Das ZQE strebt jedoch an, den Anteil beteiligter Wissenschaftlerinnen mittelfristig von aktuell 14 % auf 30 % zu erhöhen. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Einrichtung von Fokusgruppen geplant, die internationale Spitzenwissenschaftlerinnen an das ZQE ziehen sollen. Zum gezielten Headhunting wurden 2010 die Liesel-Beckmann Professuren geschaffen. Eine systematische Förderung von weiblichen Studierenden und Nachwuchswissenschaftlerinnen erfolgt u. a. durch Mentorenprogramme, Ferienakademien, Careerbuilding Programme sowie Stipendienprogramme.

Im ZQE sollen bisher örtlich verstreute Arbeitsgruppen zusammengeführt werden. Ihnen sollen zentrale Einrichtungen zur Verfügung stehen, um die Definition und theoretische Konfektionierung, Herstellung, Charakterisierung, Integration und anschließende Modellierung von HQS in einem eng verzahnten Kreislauf durchführen zu können. Während am WSI, ZNN und WMI bereits eine Infrastruktur für die Mikro- und Nanostrukturierung kleiner Systemabmessungen besteht, sollen im Rahmen des ZQE Infrastrukturen zur großflächigen Mikrostrukturierung und 3D-Lithographie geschaffen werden. Zu diesem Zweck sollen u. a. drei hochinstallierte Zentrallabore für den Aufbau, die Erprobung und den Betrieb komplexer HQS entstehen: ein Labor für elektronische hybride Quantensysteme, ein Labor für optische hybride Quantensysteme, und ein Tieftemperaturlabor für hybride Quantensysteme.

Das ZQE soll in unmittelbarer Nähe zum WSI, ZNN, dem Physik-Department und dem WMI an der Nordseite des Forschungscampus Garching entstehen. Die vorgesehene Nutzfläche von 2.510 m² enthält u. a. 1.400 m² hochinstallierter Laborfläche. Dort sollen 34 Arbeitsgruppen (darunter neun aktuelle Nachwuchsgruppen und vier Arbeitsgruppen der in Berufung befindlichen Professuren sowie vier Gastwissenschaftler) mit rund 94 Personen beteiligt werden. Es werden Großgeräte im Umfang von 6,5 Mio. Euro beantragt. Dazu zählen ein schwingungsentkoppeltes Tieftemperatursystem zur Erprobung und zum Betrieb von elektronischen, fluxonischen und photonischen HQS (ca. 1,5 Mio. Euro), ein Stepper für großflächige sub-Mikrometer Strukturierung (ca. 2,0 Mio. Euro) und ein Lithographiegerät für komplexe dreidimensionale Strukturen (ca. 1,0 Mio. Euro).

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

b) **Universität Regensburg: Regensburg Center for Ultrafast Nanoscopy (RUN)**

(BY1341004)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Universität Regensburg, Fakultät für Biologie, Fakultät für Chemie, Fakultät für Physik
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Regensburg
Fläche (NF 1-6):	2.059 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	2.059 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	40.000 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 1.300 Tsd. Euro und Großgeräte 9.700 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	4.000 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	8.000 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	12.000 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	10.000 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	6.000 Tsd. Euro

Moderne Lebens- und Naturwissenschaften sowie Nano- und Biotechnologien sind auf ein detailliertes Verständnis des Nanokosmos angewiesen. Höchstauflösende Mikroskope liefern im Allgemeinen zeitintegrierte Standbilder von den elementaren Bausteinen belebter und unbelebter Materie. Da der Nanokosmos jedoch ständig in Bewegung ist, reichen Standbilder nicht aus, um Kernfragen aktueller Grundlagenforschung zu beantworten. Um etwa Funktionalitäten von Quantenmaterialien und chemische Reaktionen optisch zu kontrollieren oder lebenswichtige Prozesse in der Zelle zu verstehen, muss das Wechselspiel nanoskopischer Bausteine direkt in bewegten Bildern orts- und zeitaufgelöst verfolgt werden. Ziel des Vorhabens ist daher, den Nanokosmos mit zugleich höchster Zeit- und Ortsauflösung im Bereich von Femtosekunden (10^{-15} s) und Nanometern (10^{-9} m) sichtbar zu machen. Letztendlich soll die Vision von „molekularen Filmen“ verwirklicht werden. Damit wird ein fachübergreifendes Verständnis biologisch, chemisch und physikalisch relevanter ultraschneller nanoskopischer Dynamik erarbeitet. Dazu soll in Regensburg ein Kompetenzzentrum für ultraschnelle Nanoskopie entstehen, in dem neue Methoden entwickelt werden und damit biologische, chemische oder physikalische Prozesse

mit ultraschneller Dynamik analysiert werden. Beteiligte Disziplinen sind: experimentelle und theoretische Physik, Biochemie, Chemie und Strukturbiologie.

Die Antragsteller gehen von einer langfristigen Perspektive und Relevanz der Forschungsprogrammatik aus. Die Möglichkeit, bewegte Bilder aus dem Nanokosmos zu erhalten, wird in den nächsten 10 bis 20 Jahren zur Weiterentwicklung diverser Forschungsgebiete wie der chemischen Reaktionskontrolle und Prozessoptimierung, der Photokatalyse, der Optogenetik aber auch der ultraschnellen Elektronik und Datenspeicherung führen. In der Forschungsprogrammatik wird zudem ein sehr hohes Potenzial zum Technologietransfer gesehen. Es bestehen bereits Absichtserklärungen zur Kooperation von mehreren Firmen u. a. der Chemie- und Pharmaindustrie, der optischen Industrie, der IT-Industrie sowie des wissenschaftlichen Gerätebaus.

Die geplante Forschungsprogrammatik gliedert sich in drei Forschungsbereiche:

1 – Ultraschnelle Elementardynamik einfacher Systeme: Die Dynamik kleiner Moleküle und einzelner Elektronen in Festkörpern soll vollständig auf der Quantenebene aufgeklärt werden. Einzelmolekül-Zeitlupenfilme sollen dabei die Bewegung von Elektronen und Atomen in einem Molekül während biologischer, chemischer und physikalischer Elementarprozesse direkt in Ort und Zeit auflösen. So ist z. B. vorgesehen, optisch aktivierbare Fluorophore, die zur Kontrolle biologischer Prozesse genutzt werden können, Übergangsmetallkomplexe in der Photokatalyse sowie biologische Licht-Materie-Wechselwirkung am Beispiel von Chlorophyll (Pflanzen) und Retinal (Seh-Rezeptoren) zu verfolgen und zu kontrollieren. Analog soll die Quantendynamik einzelner Elektronen in Festkörpern auf der atomaren Längenskala verfolgt werden, um etwa zu verstehen, wie Hochgeschwindigkeitselektronik der nächsten Generation oder spinbasierte Informationsverarbeitung funktionieren könnte. Zur Analyse werden u. a. ultraschnelle Rasterkraft- und Rastertunnelmikroskopie, zeitauflösende Nahfeldmikroskopie und Kryoelektronenmikroskopie für Biomoleküle eingesetzt. Die Experimente werden durch Modellierung und numerische Simulation unterstützt.

2 – Kooperative Prozesse in komplexen Systemen: Elementare Quantendynamik löst in der dichten Umgebung kondensierter Materie Kaskaden kooperativer Prozesse aus, welche die mikroskopische Quantenwelt mit biologischen, chemischen und physikalischen Funktionen verknüpfen. Das RUN wird versuchen, diese Verbindung mittels neuester Nanoskopie zu entschlüsseln. Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der Rolle quantenmechanischer Kohärenz. Dazu werden ultraschnelle Transport-, Relaxations-, Dephasierungs- und Dissipationsprozesse analysiert. Als konkrete Projekte sind Phasenübergänge in Festkörpern, Energieverteilungen in organischen Chromophoren, welche als elektronische Bauteile genutzt werden können, Kooperativität in Photosynthesekomplexen bei der Lichtabsorption, Lichtaktivierung von Rhodopsinen und

die Lichtschaltung von Ionenkanälen vorgesehen. Außerdem soll anhand Lichtgeschalteter Enzymkomplexe die Dynamik von Proteinen direkt beobachtet werden. Verwendet werden sollen dazu Kryoelektronenmikroskopie, Kernspinresonanz sowie die ultraschnellen Analysemethoden Nahfeld-, Rasterkraft-, Rastertunnel-, Fluoreszenz- und Transmissionselektronenmikroskopie.

3 – Ultraschnelle Nanoskopiemethoden: Ziel dieses Bereiches ist die Weiterentwicklung einer fein abgestimmten Kombination von Nanoskopieverfahren, die alle relevanten Längen- und Zeitskalen lückenlos abdeckt, um den kausalen Zusammenhang zwischen elementarer Quantendynamik und kooperativen Sekundärprozessen schlüssig aufzuklären. Im Zentrum des Interesses stehen insbesondere Fluoreszenz-, Rastertunnel-, Rasterkraft-, Nahfeld- und Transmissionselektronenmikroskopie. Wichtige Herausforderungen bestehen etwa darin, die Methoden so anzupassen, dass biologische Strukturen in ihrer natürlichen Umgebung untersucht werden können sowie Zeitaufösungen im Bereich von Attosekunden (10^{-18} s) erreicht werden. Erkenntnisse aus den ersten zwei Forschungsbereichen sollen auch in die Methodenentwicklung einfließen.

In der nationalen Forschungslandschaft wird an mehreren Standorten höchstauflösende Mikroskopie betrieben. So wird z. B. am European Molecular Biology Laboratory (EMBL) mit den Standorten Heidelberg und Hamburg hochauflösende Elektronenmikroskopie, am MPI für biophysikalische Chemie in Göttingen, am MPI für die Physik des Lichts in Erlangen und im Exzellenzcluster „Hamburg Center for Ultrafast Imaging“ optische Mikroskopie erforscht. Allerdings bietet keiner der genannten Standorte die Möglichkeit, nanoskopische Ortsauflösung mit ultraschneller Zeitauflösung zu kombinieren. Zudem stehen dem RUN-Vorhaben besonders viele komplementäre Techniken der Hochauflösung zur Verfügung, die durch die beantragten Großgeräte noch einmal verstärkt werden.

Trotz weltweiter Bemühungen gelang es bislang ausschließlich an der Universität Regensburg, die Bewegung eines einzelnen Molekülorbitals direkt in Ort und Zeit aufzulösen. Aufgrund dieses und weiterer hochrangig publizierter Durchbrüche sieht sich der Standort Regensburg prädestiniert, die Entwicklung inhärent zeitaufgelöster Nanoskopie fachübergreifend voranzutreiben. Die federführenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind maßgeblich an vier themennahen SFBs (689, 699, 960, 1277) und zwei neuen SFB-Initiativen, zwei Graduiertenkollegs (1579, 1626) und zwei Schwerpunktprogrammen (1538, 1807) beteiligt und haben bisher 34 Patente angemeldet. Die antragstellenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wurden mit fünf ERC-Grants, einem Reinhart Koselleck Projekt und zwei Feynman Preisen ausgezeichnet.

Hochauflösende Mikroskopie spielt in Forschung und Lehre der Universität Regensburg eine wichtige Rolle, sowohl für die Strukturbiologie als auch die Festkörperphysik. Seit 2006 wurde dieser Bereich durch strategische Berufun-

gen gestärkt, um Rastersondenmikroskopie und ultraschnelle Zeitauflösung erweitert und zu einem profilbildenden Forschungsschwerpunkt der Universität weiterentwickelt. In der Lehre führte die interdisziplinäre Zusammenarbeit zur Einführung des Studiengangs *Nanoscience*. Das Vorhaben wird durch die Universität durch eine zusätzliche W2-Professur für Biochemie und Strukturbiologie unterstützt. Außerdem wird eine W2-Professur für ultraschnelle Transmissionselektronenmikroskopie besetzt. Zudem stellt die Universität acht Stellen für wissenschaftliche und technische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am RUN zur Verfügung.

Die Doktorandenausbildung am RUN soll ein international sichtbares Markenzeichen werden. Dazu tragen die Kombination aus interdisziplinären Teams, fachübergreifenden Fragestellungen, großer methodischer Bandbreite sowie internationale Kooperationen und Praxisbezug durch Industriekooperationen bei. Nachwuchskräfte sollen ein intensives Coaching durch etablierte Forscherinnen und Forscher erfahren. Zudem ist geplant, neben den Arbeitsgruppen der zehn Antragsteller, immer auch drei Nachwuchsgruppen mit insgesamt etwa 15 Personen in den Forschungsbau aufzunehmen.

Das RUN-Vorhaben versteht sich als Modell für die drei beteiligten Fakultäten Chemie, Biologie und Physik, das mit diversen Maßnahmen für alle Altersgruppen den Frauenanteil von derzeit 25 % bei den Professuren weiter erhöhen will. Außerdem ist vorgesehen ein Mentoringprogramm für Doktorandinnen und Postdoktorandinnen aufzubauen.

Im geplanten Forschungsbau sollen interdisziplinäre Arbeitsgruppen zusammengeführt werden und gemeinsam die Infrastruktur nutzen. Von besonderer Bedeutung für die Genauigkeit der orts- und zeitauflösenden Messungen sind dabei die vorgesehenen 650 m² vibrationsfreie Reinraumfläche, wo die Messgeräte aufgestellt werden sollen und zugleich auch Arbeiten an biologischen Systemen möglich sind. Es werden sechs Großgeräte von der Mikroskopie bis zu Kraft- und Leitfähigkeitsmessung für insgesamt 9.700 Tsd. Euro beantragt: ein ultraschnelles zeitauflösendes Kryo-TEM (4,0 Mio. Euro), ein ultraschnelles Rastertunnelmikroskop (1,2 Mio. Euro), ein ultraschnelles Rasterkraftmikroskop (1,0 Mio. Euro), ein ultraschnelles Nahfeldmikroskop (1,2 Mio. Euro), ein ultraschnelles Fluoreszenz-Mikroskop (1,2 Mio. Euro) sowie eine Ionen-Feinstrahlanlage (FIB) (1,1 Mio. Euro).

Als Standort ist eine Freifläche auf dem südlichen Campus der Universität Regensburg vorgesehen, die in unmittelbarer Nähe zu den naturwissenschaftlichen Fakultäten liegt. Es sollen 97 Personen in den Forschungsbau einziehen, darunter 92 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

I.3 **Berlin**a) **Charité - Universitätsmedizin Berlin und Technische Universität Berlin:
Der Simulierte Mensch (Si-M)**

(BE0209005)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Berlin-Brandenburg Center for Regenerative Therapies (Charité - Universitätsmedizin Berlin) und Institut für Biotechnologie (Technische Universität Berlin)
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Campus Seestraße
Fläche (NF 1-6):	2.975 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	2.975 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	33.971 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 2.546 Tsd. Euro und Großgeräte 5.400 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	3.397 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	6.794 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	10.191 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	8.493 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	5.096 Tsd. Euro

In der medizinischen Forschung ereignet sich derzeit ein grundlegender, technologischer Schub u. a. in der Kultivierung humaner Zellen. Weltweit werden Kokultivierungen entwickelt, die das Ziel haben, humane Organe in ihren essentiellen Funktionen im Labormaßstab zu analysieren. In der Regel werden zu diesem Zweck spezielle technische Umgebungen geschaffen, die unter dem Begriff „Organ-on-a-Chip“ Einzug in die Wissenschaft gehalten haben. Dazu wurde das 3D Bioprinting entwickelt, bei dem gewebeähnliche Strukturen gedruckt werden können. Ziel des Vorhabens „Der Simulierte Mensch“ (Si-M) ist es, biomedizinische Expertise, klinische Relevanz der Fragestellungen und Technologieentwicklung zu kombinieren und durch gemeinsame Forschung an humanen Modellen - auf verschiedenen Ebenen von subzellulär über Zellen bis zu Geweben - weiterzuentwickeln. Damit soll explizit auch ein Beitrag zur Reduktion von Tierexperimenten geleistet werden. Durch interdisziplinäre Teams

aus beiden beteiligten Universitäten sollen gleichzeitig die Entwicklung von Organmodellen und die technologische Entwicklung optimiert werden. Die neuen Methoden sollen in der Immun- und Gentherapie sowie der Kultivierung von Zellen und Organen Anwendung finden. Die beteiligten Disziplinen sind: Immunologie, Zellbiologie, Genetik, experimentelle Medizin, Medizinforschung, Biotechnologie und Materialwissenschaften.

Die Antragsteller gehen von einer langfristigen, zumindest zehnjährigen Perspektive und Relevanz der Forschungsprogrammatik aus. Zudem bestehen gute Möglichkeiten für Ausgründungen von Firmen und für technologische Entwicklungen. Ein aktuelles Beispiel ist die hohe Dynamik der Entwicklung der Technik zur Differenzierung und Kultivierung humaner Zellen.

Die geplante Forschungsprogrammatik gliedert sich in drei untereinander verbundene Forschungsbereiche:

1 – Subzelluläre Ebene - Erforschung subzellulärer oder molekularer Signaturen: In diesem Bereich sollen mit massenspektroskopischen Verfahren und Sequenzieretechniken Proteine und molekulare Signaturen untersucht werden, so z. B. zur Analyse der Hautbarrierefunktion oder der Entzündungskontrolle und Gewebshomöostase. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass viele Projekte der Bereiche „Zelle“ bzw. „Gewebe“ auch der subzellulären Analyse bedürfen.

2 – Zelle - Analyse einzelner Zellen: In diesem Bereich steht die Analyse genomischer, phänotypischer oder funktioneller Signaturen im Mittelpunkt. Definierte Zelltypen können dazu mit Hilfe von Zellsortierung oder Mikrofluidik aus Blut oder verschiedensten Geweben, auch aus komplexen Gemischen, gewonnen werden. Die Zellen sollen direkt aus entnommenen Geweben oder aus Organkulturen isoliert werden und können sowohl in ihrer nativen Umgebung als auch unter verschiedensten Bedingungen analysiert werden.

3 – Gewebe und Organe - fluidisch verbundene oder gedruckte Gewebe- oder Organsysteme: Dieser Teil der Forschungsprogrammatik beschäftigt sich insbesondere mit der Technologieentwicklung von 3D-Druckern und „Organ-on-a-Chip“ Systemen, da neue Gewebe- und Organkulturen die Basis für die verschiedensten Fragestellungen der Si-M Initiative bilden. Einen weiteren wichtigen Teil bilden mikroskopische Analysen von Zellen und Geweben, direkt nach der Entnahme oder nach Kultivierung. Hierbei soll u. a. auch *virtual reality* Technologie zum Einsatz kommen, um mikroskopische Daten besser auswerten zu können und ein neues Verständnis von dreidimensionalen Signaturen zu ermöglichen.

In der nationalen Forschungslandschaft wird an mehreren Standorten, wie z. B. an der Technischen Universität München, der Universität Erlangen-Nürnberg und der Technischen Universität Aachen, Forschung mit den Schwerpunkten Diagnostik, Bildgebung und Implantatforschung betrieben. In

Abgrenzung dazu widmet sich die Si-M Initiative der Modellierung humaner Zell- und Organfunktionen, durch eine Kombination von klinischen Fragestellungen mit Technologieplattformen humaner Modellsysteme. Die Möglichkeit, Funktionen mehrerer Organe in Kulturen auf Chips zu untersuchen, stellt laut Antrag eine nationale und internationale Besonderheit dar. In der Kombination von erbrachten Forschungsleistungen und Kompetenzen in Zulassungsprozessen sowie der unmittelbar gemeinsamen Forschung zu medizinischen Fragestellungen und technischen Anforderungen zwischen der Charité und der TU Berlin sehen die Antragsteller ein Hervorhebungsmerkmal des Standorts.

Die federführenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben langjährige Expertise in Immunologie, Medizinforschung und Biotechnologie, wo sie nach eigenen Angaben zur Methodenentwicklung beigetragen haben. Sie sind maßgeblich an neun themennahen SFBs (u. a. SFB TR 36, SFB 633, 650, 665, 740) einer FOR, drei Graduiertenkollegs, vier EU- und mehreren BMBF-Verbundprojekten, dem Berlin-Brandenburger Centrum für Regenerative Therapien (BCRT) und dem Standort Berlin des Deutschen Konsortiums für Translationale Krebsforschung (DKTK) beteiligt und haben bisher zwei Firmen aus gegründet. Zwei der antragstellenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wurden mit einer Einstein- bzw. einer Heisenberg-Professur ausgezeichnet.

Der geplante Forschungsbau ist Ausdruck des Ziels der Charité und der Technischen Universität Berlin, künftig enger zusammenzuarbeiten. Er fügt sich in die beschlossene Planung eines gemeinsamen Campus Seestraße ein, der im Zusammenhang mit der Verbundinitiative der Berliner Universitäten im Rahmen der Exzellenzstrategie ein Signal für die Bildung einer einrichtungsübergreifenden ‚Scientific Community‘ im Bereich Biomedizin und Medizintechnologie werden soll. Die Einrichtung der W3-Professur „Technische Immunologie“ und eine ebenfalls in Kürze ausgeschriebene S-Professur „Zytometrie“ (zusammen mit dem Deutschen Rheuma-Forschungszentrum Berlin - DRFZ) verdeutlichen die Bedeutung des Vorhabens. Bei dieser Ausschreibung ist eine aktive Rekrutierung von Wissenschaftlerinnen vorgesehen. Die Si-M Initiative strebt an, immer einen Frauenanteil von 50 % unter den Arbeitsgruppenleitungen zu haben. In der Gruppe der Antragsteller ist dieses Ziel bereits erreicht. Der Anteil weiblicher Studierender am Standort beträgt bis einschließlich der Promotion sowohl in Medizin als auch Biotechnologie mehr als 50 %, nimmt auf weiteren Qualifikationsstufen allerdings stark ab. Dies soll durch eine bessere Vereinbarkeit von Beruf und Familie und Rollenvorbilder verändert werden, wofür etablierte Instrumente wie Mentoring, Kinderbetreuung oder Teilzeitregelungen an beiden Institutionen zur Verfügung stehen. Des Weiteren sollen die bestehenden Frauenförderpläne der Charité und TU Berlin gemeinsam weiterentwickelt werden.

Zur Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses sollen die bestehenden Graduiertenschulen der Charité und TU Berlin eingebunden werden, eine zent-

rale Rolle ist dabei für die Berlin-Brandenburg School for Regenerative Therapies (BSRT) vorgesehen.

Der geplante Forschungsbau soll die Entwicklung humaner Modellsysteme ermöglichen, die mit den vorhandenen Infrastrukturen bisher nicht umsetzbar sind. Dabei konzentriert sich das Si-M auf die Anwendung von Schlüsseltechnologien in humanen Modellsystemen, in denen Zellen oder Gewebe direkt *ex* oder *in vivo* analysiert-, *in vitro* differenziert-, oder *ex vivo* kultiviert werden. Alle Forschungsbereiche sollen die sogenannten Schlüsseltechnologien bzw. Technologieplattformen nutzen, in denen langjährige Expertise besteht; so z. B. die Zytometrie, Mikroskopie, Einzelzellgenomik und Sequenziertechniken (Charité) sowie Massenspektrometrie, Organ-on-a-chip Technologien und 3D-Bioprinting (TU Berlin). Die Themenfelder A „Subzelluläre Ebene“, B „Zelle“ und C „Gewebe und Organe“ werden jeweils in definierten Ebenen von Charité und TU-Arbeitsgruppen gemeinsam bearbeitet. Die wissenschaftlichen Diskussionen sollen in einem als „Theatron“ benannten zentralen Raum stattfinden. Es werden zehn Großgeräte mit einem Investitionsvolumen von insgesamt 5.400 Tsd. Euro beantragt: Massenspektrometer, Massenzytometer, Imaging-Mass-Cytometer, Benchtop-Zytometer, Zellsortierer, Einzelzell-Sequenzierer, Laserscanning Mikroskop u. a. m.

Als Standort ist ein freies Baufeld auf einem vom Land Berlin überlassenen Areal – dem Campus Seestraße – in unmittelbarer Nähe zum Campus Virchow-Klinikum der Charité vorgesehen. Die TU Berlin plant hier zudem den Neubau des Instituts für Biotechnologie zu errichten. In unmittelbarer Nähe befinden sich auch das Robert-Koch-Institut und das BCRT. Es sollen 90 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, ca. 50 Studierende und 15 nichtwissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Forschungsbau einziehen. 153 m² der insgesamt 2.975 m² sind hochinstalliert geplant.

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

I.4 Bremen

a) Universität Bremen: Zentrum für Tiefseeforschung (ZfT)

(HB1050004)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Leobener Straße 10
Fläche (NF 1-6):	4.013 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	4.013 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	37.900 Tsd. Euro (darunter Erstein- richtung 2.750 Tsd. Euro und Großge- räte 4.500 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	3.790 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	7.580 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	11.370 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	9.475 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	5.685 Tsd. Euro

Obwohl die Ozeane 71 % der Oberfläche der Erde bedecken und die Tiefsee weitreichende Funktionen für das gesamte Erdsystem erfüllt, ist bisher nur ein geringer Teil des tiefen Ozeans (tiefer als 200 Meter) wissenschaftlich untersucht. In der Tiefsee wechselwirken geologische, physikalische, biologische und chemische Prozesse und beeinflussen so das Klimasystem sowie den globalen Kohlenstoffkreislauf. Zudem ist die Tiefsee Ausgangspunkt von Naturgefahren. Der Klimawandel, der Anstieg des Meeresspiegels, die Energiegewinnung aus dem Meer sowie steigende Ressourcennutzung in den Ozeanen stellen die Tiefseeforschung vor neue komplexe Aufgaben. Das Zentrum für Tiefseeforschung (ZfT) soll durch die Bündelung von Expertisen aus den Bereichen Geosystem-Modellierung, Allgemeine und Marine Geologie, Marine Umwelttechnologie/Tiefsee-Ingenieurwissenschaften, Marine Sedimentologie, Geotechnik, Paläozooarchäologie, Organische Geochemie und Ozeanographie sowie durch die Entwicklung von Technologien wissenschaftliche Durchbrüche zu Prozessen in der Tiefsee erlangen, die entsprechendes Handlungswissen bereitstellen.

Die Forschungsprogrammatik soll in drei übergeordneten Forschungsfeldern und einem Querschnittsbereich umgesetzt werden und hat laut Antragstellern eine langfristige, über mehrere Dekaden reichende Relevanz und Perspektive. Der Querschnittsbereich „Unterwassertechnologien und Umweltbeobachtungssysteme“ soll für die Zielerreichung notwendige Technologien zur Erforschung der Tiefsee entwickeln. Existierende Systeme sollen zudem weiterentwickelt und den wissenschaftlichen und operationellen Anforderungen angepasst werden.

1 – „Klimainformationen aus der Tiefsee“: Ziel des Forschungsfeldes ist es, anhand von Klimavariationen in der Erdgeschichte die Rolle des Ozeans für Klimaänderungen besser zu verstehen. Die geplanten Forschungsaktivitäten sollen sich mit der Rolle des Ozeans für die Erzeugung und Verstärkung von Klimaänderungen auf Zeitskalen von Dekaden bis Jahrtausenden, dem Einfluss von Änderungen in der Ozeanzirkulation auf das terrestrische Klima, den Beziehungen zwischen Meeresströmungen und biologischer Produktivität des Ozeans sowie den Wechselwirkungen zwischen Ozeanzirkulation und geochemischen Stoffkreisläufen befassen. Rekonstruktionen von Klimavariationen in der Erdgeschichte, physikalische Messungen in der Tiefsee und numerische Erdsystemmodellierung sollen in diesem Forschungsfeld miteinander verzahnt werden. Dadurch können natürliche Variationen der marinen Umwelt und die Interaktion mit anderen Komponenten des Klimasystems vor der Zeit instrumenteller Beobachtungen quantifiziert werden.

2 – „Extreme Lebensräume in der Tiefsee“: In diesem Forschungsfeld sollen die Wechselwirkungen geologischer Prozesse, die zur Entstehung dieser extremen Lebensräume führen, untersucht werden, um die damit verbundenen biologischen und geochemischen Prozesse besser zu verstehen. Die Arbeiten sollen in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie in Bremen und dem Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven durchgeführt werden. Ein zentrales Ziel besteht darin, erstmals den Transfer von Kohlenstoff und anderen Elementen in den großflächigen und großvolumigen extremen Lebensräumen der Tiefsee auf einer globalen Skala zu bilanzieren. Gegenwärtig wird erneut der Abbau von mineralischen Rohstoffen am Meeresboden (Tiefseebergbau) erwogen. Die geplanten Forschungsaktivitäten sollen auch darauf abzielen, das rudimentäre Verständnis der Reaktion der marinen Artenvielfalt am Ozeanboden auf die damit einhergehenden Umweltveränderungen deutlich zu verbessern.

3 – „Auslöser von Naturgefahren“: Hier soll die Ursache verschiedener Naturgefahren (Erdbeben, submarine Hangrutschungen und Tsunamis) erforscht werden. Neben innovativen Laborversuchen sollen tiefseetaugliche in-situ Messsystemen entwickelt werden, die chemische und physikalische Parameter aufzeichnen. Von diesen wird vermutet, dass sie sich während (koseismisch) oder sogar vor Erdbeben ändern. Hierzu sollen tief wurzelnde Verwerfungen oder Schlammvulkanschlote instrumentiert und beprobt werden, wobei dem

Einsatz der vorhandenen Tiefseetechnologie wie Meeresboden-Bohrgeräten und kabelgesteuerten Tauchrobotern sowie der Entwicklung neuer Observatorientechniken (Sensoren zur Quantifizierung von Gasfreisetzung, flächenhafte Umweltüberwachung durch Tiefseegleiter) besondere Bedeutung zukommt. Die Daten aus der Naturgefahrenforschung sollen in numerische Modelle eingespeist werden, um großskalige, geodynamische Langzeitprozesse zu simulieren, die zu seismotektonischen Verwerfungen führen.

Die Bundesregierung hat sich mit dem im Jahr 2016 ins Leben gerufenen Forschungsprogramm „MARE:N – Küsten-, Meeres- und Polarforschung für Nachhaltigkeit“ auf ein langfristiges Engagement in der Meeresforschung festgelegt, das zu einem erheblichen Teil die Erforschung der Tiefsee umfasst. Die im ZfT gebündelten Kompetenzen und Infrastrukturen sollen es ermöglichen, zentrale Fragen aus MARE:N zu bearbeiten, wie dies an keinem anderen universitären Standort in Deutschland möglich wäre. National vergleichbare Schwerpunkte bestehen nach Angaben der Antragsteller am Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung (GEOMAR) in Kiel und am Alfred-Wegener-Institut (AWI) in Bremerhaven. Das AWI arbeite jedoch im Unterschied zum ZfT im Bereich der Polarregionen und der Erforschung der Kryosphäre. In der marinen Klimaforschung am GEOMAR stünden das heutige Klima und die Ozeanzirkulation im Mittelpunkt, während der Fokus am ZfT auf Klimavariationen in der Erdgeschichte gerichtet sei. Im Bereich der Naturgefahren sei die angedachte Ausrichtung am ZfT experimenteller als der beobachtende geophysikalische Schwerpunkt in Kiel. Zudem ergänze sich die ressourcenorientierte, geowissenschaftliche Forschung am GEOMAR mit der Erforschung extremer Lebensräume am Meeresboden im ZfT.

Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weisen zahlreiche Vorarbeiten auf und arbeiten in nationalen und internationalen Verbundvorhaben zusammen, die von der DFG (Exzellenzcluster „Der Ozean im System Erde“, TR-SFB 181, iGRK 1598 und iGRK 1904), dem BMBF (Nationale Klimamodellierungsinitiative, Verbundvorhaben RACE II und MeBo-200) und der EU (u. a. ERC-Grants) finanziert werden. Daneben existieren zahlreiche Projekte mit nationalen und internationalen Kooperationspartnern u. a. durch gemeinsame Expeditionen im Rahmen des International Ocean Discovery Program (IODP).

Das ZfT soll in der Nachbarschaft zum MARUM angesiedelt werden und mit diesem eng kooperieren. Es soll die Schwerpunkte von Land und Universität nachhaltig stärken. Vom geplanten Exzellenzcluster „Der Ozeanboden – unerforschte Schnittstelle der Erde“ grenzt sich das ZfT nach Angaben der Antragsteller ab: Das Cluster solle Prozesse untersuchen, die am und im Meeresboden stattfinden. Damit sei sein Schwerpunkt deutlich enger als der des ZfT. Zentrale Themen des auslaufenden Clusters „Der Ozean im System Erde“ werden im geplanten Cluster nicht fortgeführt und sollen deshalb im ZfT weiterentwickelt werden.

Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses soll im Forschungsbau zum einen durch die aktive Ansiedlung von Nachwuchsgruppen (z. B. Emmy Noether-Programm, European Research Council) umgesetzt werden, zum anderen ist durch eine Reihe neuer Maßnahmen (Schulungen, Kursen und Workshops) geplant, speziell Postdocs im Forschungsbau zu unterstützen. Zudem wird das ZfT mit der „Bremen International Graduate School for Marine Science-GLOMAR“ kooperieren.

Die Gleichstellungsmaßnahmen am ZfT sollen in die entsprechenden Maßnahmen der Universität Bremen eingebunden werden. Das ZfT will sich dabei insbesondere dafür einsetzen, den Frauenanteil im Bereich der Unterwassertechnologien zu erhöhen. Hierzu sind im Rahmen einer bestehenden Kooperation mit der Hochschule Bremerhaven im Studiengang Maritime Technologien gezielte Rekrutierungsmaßnahmen von Technikerinnen und Ingenieurinnen geplant.

Der beantragte Forschungsbau bildet nach Angaben der Antragsteller durch neue Forschungsansätze und über eine enge Verzahnung von Forschung und Technologieentwicklung die unabdingbare Voraussetzung für die Bearbeitung der Forschungsprogrammatik. Kabelgesteuerte Tauchroboter (*Remotely Operated Vehicles*, ROV) werden in Deutschland erst seit ca. 15 Jahren regelmäßig für die Tiefseeforschung eingesetzt. Durch die Möglichkeit der gezielten videogestützten Probenahme und Durchführung von Experimenten haben ROVs völlig neue Erkenntnisse über die Tiefsee geliefert. Parallel zum Forschungsneubau ist daher die Beschaffung eines „Work-Class“ ROV der neuesten Generation für den Einsatz in der Tiefsee vorgesehen (4.500 Tsd. Euro). Das gesamte System umfasst neben dem Fahrzeug selbst, eine Winde, ein mobiles Steuersystem, sowie eine mobile Werkstatt für den Einsatz auf Expeditionen. Eine spezielle Experimentier-/Gerätehalle soll mit einem Hebefahrzeug (Schwerlast-Gabelstapler bzw. Mobilkran) befahrbar sein und über die notwendige Energieversorgung (mind. 60 kW) verfügen, um das ROV-System zu testen. Dort soll auch ein ROV-Simulator installiert werden, mit dem die Steuerung des ROV trainiert werden kann, um die Einsatzzeit während einer Expedition zu optimieren.

Der beantragte Neubau soll in unmittelbarer Nachbarschaft zum MARUM und zu weiteren meereswissenschaftlich orientierten Fachbereichen der Universität Bremen (Geowissenschaften, Biologie und Chemie) realisiert werden. Die für die Forschungsprogrammatik vorgesehene Infrastruktur und Ausstattung umfassen ein 540 m² großes Bohrkernlager, 960 m² für bodenmechanische und geochemische Labore zur Spurenanalytik und eine 610 m² große Experimentier- und Gerätehalle. Im geplanten Forschungsbau sind zudem Büroarbeitsplätze für 150 Personen, darunter 110 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, vorgesehen.

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

- a) **Universität Frankfurt am Main: Frankfurt Cancer Institut (FCI)**
(HE1161013)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Fachbereich Medizin
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Campus Niederrad
Fläche (NF 1-6):	3.301 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	3.301 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	52.093 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 3.896 Tsd. Euro und Großgeräte 2.500 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	5.209 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	10.419 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	15.628 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	13.023 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	7.814 Tsd. Euro

Tumorgenome können bereits in wenigen Tagen komplett entschlüsselt werden. Jedoch lässt selbst eine vollständige Kartierung der genetischen Information nur bedingt auf ihre funktionelle Bedeutung schließen. Die Auswirkungen von Mutationsmustern auf Pathophysiologie und Therapie-Ansprechen sind viel mehr vom intrazellulären Zusammenspiel zwischen Proteinen, DNA/RNA und Metaboliten sowie von Interaktionen der Tumorzellen mit ihrer Umgebung, einschließlich des Immunsystems abhängig. Verlässliche Vorhersagen des Therapie-Ansprechens von Krebserkrankungen werden nur möglich sein, wenn es gelingt, die funktionelle Rolle individueller genetischer Veränderungen im zellulären Kontext zu verstehen, und sie auf die Therapieantwort zu beziehen. Ziel des Frankfurt Cancer Institute (FCI) ist die Entwicklung sogenannter „individualisierter Mechanismus-basierter Tumortherapien“. Ausgehend von konkreten klinischen Fragestellungen sollen in einem interdisziplinären Ansatz die Mechanismen und mögliche Therapieantworten bei Krebserkrankungen aufgeklärt werden. Gradmesser des Erfolgs soll dabei die klinische Relevanz sein. Angestrebt wird ein iterativer Prozess aus translationaler Forschung und reverser Translation, also ein kontinuierlicher beidseitiger Wissenstransfers zwischen Grundlagenforschung und Klinik. Beteiligt sind die im

Universitären Centrum für Tumorerkrankungen (UCT) organisierten Kliniken der Onkologie am Universitätsklinikum, sowie Fächer der theoretischen Medizin, der Vorklinik, sowie der Pharmazie und der Chemie.

Angesichts der biologischen Komplexität von Krebserkrankungen und der zu erwartenden Steigerung der Erkrankungszahlen gehen die Antragsteller davon aus, dass die Forschungsprogrammatik eine langfristige Relevanz und Perspektive besitzt. Durch die ungewöhnlich enge Form der Zusammenarbeit zwischen Klinikern und Laborwissenschaftlern soll ein schnellstmöglicher Transfer neuer diagnostischer und therapeutischer Erkenntnisse in die Klinik gewährleistet werden. Es bestehen Partnerschaften und Lizenzvereinbarungen mit Industrieunternehmen. Diese sollen strategisch ausgebaut werden, um die Entwicklung neuer Therapieansätze auch in späte klinische Phasen voranzutreiben. Zudem verweisen die Antragsteller auf ihre langjährige Erfahrung in der Koordination von multizentrischen Therapie-Optimierungsstudien, deren Rolle für die Bestimmung eines rationalen Einsatzes innovativer Therapeutika bei Krebserkrankungen von hohem Wert ist.

Die geplante Forschungsprogrammatik gliedert sich in fünf Bereiche. In drei prototypischen Querschnittprojekten sollen interdisziplinäre Teams aus den Forschungsbereichen zur Therapie des Rektumkarzinoms, des Glioblastoms und der akuten myeloischen Leukämie forschen.

1 – Molekulare Diagnostik und Biomarker: Dieser Bereich konzentriert sich auf die funktionelle Proteomik von Tumorzellen und beinhaltet die Evaluation und Validierung neuer Parameter, die Einfluss auf Krankheitsmechanismen haben.

2 – Molekulare Mechanismen der Tumorpathogenese: Tumorentstehung sowie Resistenzmechanismen zu bestehenden Therapien werden auf molekularem Niveau analysiert. Die Aufklärung der Mechanismen wird auf Basis individueller Tumorproben erfolgen, wodurch eine hohe klinische Relevanz der wissenschaftlichen Fragestellung sichergestellt werden soll.

3 – Präklinische Modelle: Dieser Bereich wird das wesentliche Bindeglied zum Transfer neuer therapeutischer Strategien in die Klinik bilden. Die Vorhersagekraft von Modellen soll verbessert werden, indem Tumormodelle wie z. B. Organoide direkt von Patienten abgeleitet werden. Zudem werden Maus-Tumormodelle, eine Kolonkarzinom-Organoid-Biobank sowie CRISPR/Cas-Genediting zur Generierung weiterer Modelle genutzt.

4 – Wirkstoffentwicklung und neue therapeutische Ansätze: Hier sollen auf Basis von mehr als 2.000 hochaufgelösten Kristallstrukturen zellaktive und spezifische chemische Verbindungen identifiziert und charakterisiert werden. Zudem sollen Wirkstoffkandidaten optimiert werden. Dies geschieht insbesondere im Rahmen des Structural Genomics Consortium (SGC), einer nicht profit-orientierten privat-öffentlichen Partnerschaft, an der derzeit neun Firmen und

fünf Universitäten beteiligt sind. Außerdem sollen zellbasierte Therapeutika entwickelt werden, wofür Zugang zu zertifizierten Produktionsbereichen besteht.

5 – Klinische Studien: Klinische Studien auf allen Stufen der Entwicklung werden in die gesamte Forschungsprogrammatisik integriert. Die klinischen Datenbanken und Biomaterialbanken des UCT Frankfurt werden für molekulare Analysen und ihre Korrelation mit klinischen Beobachtungen genutzt. Retrospektive Analysen an bereits vorhandenem klinisch annotiertem Material von mehr als 8.000 Patienten werden zur Validierung von translationalen Hypothesen genutzt.

Das FCI soll als Schnittstelle zwischen klinischen und klinisch-wissenschaftlichen Aktivitäten in der Krebsmedizin die Forschung am Standort Frankfurt weiterentwickeln und dabei insbesondere das Deutsche Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK) sowie das außeruniversitäre Forschungsinstitut Georg-Speyer-Haus (GSH) einbeziehen. Des Weiteren bestehen Kooperationen mit dem Netherlands Cancer Institute, den Cancer Research UK Institutes Manchester und Glasgow sowie dem National Cancer Institute Washington.

Die federführenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben langjährige Expertise in der Onkologie und Arzneimittelforschung, von der Grundlagenforschung bis zur Translation in frühe Stadien klinischer Studien. Sie sind maßgeblich themennahen SFBs (SFB/TR 23, SFB 815, 1039, 1177, 807, 34, 902), zwei LOEWE-Zentren, zwei Graduiertenkollegs, dem Exzellenzcluster „Dynamik Makromolekularer Komplexe“, den BMBF-Initiativen Medizininformatik (MIRACUM) und Biobanken (GBA) sowie den Förderprogrammen der Deutschen Krebshilfe beteiligt und wurden mit mehreren ERC-Grants, dem Leibniz-Preis oder dem Deutschen Krebspreis ausgezeichnet. Die Universitätsmedizin Frankfurt ist zusammen mit Mainz Partner-Standort im DKTK und koordiniert u. a. in diesem Rahmen die Standardisierung der zentralen Datenbanken und Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen für die wissenschaftliche Nutzung. Mit dem onkologischen Koordinationszentrum für Klinische Studien verfügt der Standort zudem über eine eigene zentrale Struktur zur Unterstützung von Studien.

Durch den geplanten Forschungsbau soll die translationale Onkologie am Standort Frankfurt weiter verstärkt werden. Dazu soll die Zusammenarbeit mit dem Universitären Centrum für Tumorerkrankung, dem GSH, dem DKTK, dem Paul-Ehrlich Institut sowie dem MPI für Herz- und Lungenforschung ausgebaut werden. Das Vorhaben „Frankfurt Cancer Institut“ (FCI) verbindet die Bereiche Onkologie, Immunologie und translationale Arzneimittelforschung, die zwei der vier Forschungsschwerpunkte der Medizinischen Fakultät bilden. Die Krebsforschung in Frankfurt wurde in den letzten Jahren durch zahlreiche Berufungen und erfolgreiche Bleibeverhandlungen gestärkt. Folgende Neuberufungen sind vorgesehen: W3-Professur Molekulare Diagnostik (DKTK-finan-

ziert), W2-Professur Medizinische Bioinformatik (DKTK-finanziert), W2/W3 (TT)-Professur Metabolomik (GSH-finanziert), W1/W2 (TT)-Professur Autophagie in der Tumorphathogenese (universitär finanziert), W1/W2 (TT)-Professur Tumormimmunologie (GSH-finanziert), W3-Professur Experimentelle Therapie (GSH-finanziert) W2/W3 (TT)-Professur Molekulare Pathogenese des Lungenkarzinoms (universitär finanziert).

Zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses können die Antragsteller auf ineinandergreifende Programme wie z. B. MD/PhD-Programm, Promotionskolleg, *School of Onkology* und ein *Clinical Scientists*-Programm zurückgreifen. Zudem besteht Projektförderung für Nachwuchsforscherinnen und -forscher. Die Angebote der Postgraduiertenprogramme sind in die universitätsweite Dachstruktur „Goethe Research Academy for Early Career Researchers“ (GRADE) eingebunden.

Der Anteil an weiblichen Mitarbeitern soll durch aktive Rekrutierung erhöht und die Chancengleichheit für Wissenschaftlerinnen durch Teilnahme am „Mentoring Hessen“-Programm sowie familiengerechte Betreuungsangebote und Sitzungszeiten verbessert werden.

Im vorgesehenen Gebäude sind zentrale Einheiten wie Proteomics, molekulargenetische Diagnostik, Kleintier-Bildgebung und Bioinformatik geplant. Zudem ist eine Tierhaltung für etwa 10.000 Mäuse vorgesehen. Zum Ausbau der (bisher wesentlich mit drei Geräten vom DKTK betriebenen) Einrichtung der zentral für das FCI wichtigen Proteomics-Facility will die GU zwei Massenspektrometer einbringen, die als Großgeräte für insgesamt 2.500 Tsd. Euro beantragt werden. Patientenführende Einheiten werden unmittelbar benachbart im Universitätsklinikum untergebracht. Strukturbiologie und Pharmazie bleiben am naturwissenschaftlichen Campus Riedberg.

Der geplante Forschungsbau soll auf einer Freifläche zwischen Universitätsklinikum und Georg-Speyer-Haus errichtet werden. Es ist vorgesehen, dass etwa 120 Mitarbeiter, davon 70 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie 50 Personen in zentralen Einrichtungen und der Tierhaltung, einziehen. Das FCI wird von der Universität und ihren außeruniversitären Partnern gemeinsam genutzt und betrieben. Der vorgesehene Anteil an der Fläche und der Finanzierung der außeruniversitären Partner beträgt etwa 30 % (1.414 m² und 21.253 Tsd. Euro). Diese Kosten werden zum weit überwiegenden Teil (20 Mio. Euro) von der Deutschen Krebshilfe übernommen. GSH und DKTK werden darüber hinaus rund 1,3 Mio. Euro in die Ersteinrichtung investieren. Die beantragten Kosten für den universitären Anteil des Forschungsbaus FCI in Höhe von 52.093 Tsd. Euro setzen sich wie folgt zusammen: Baukosten 45.697 Tsd. Euro, Ersteinrichtung 3.896 Tsd. Euro und Großgeräte 2.500 Tsd. Euro.

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

I.6 Niedersachsen

a) Universität Hannover: Skalierbare Produktionssysteme der Zukunft (*scale*)

(NI1450007)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Fakultät für Maschinenbau
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Campus Maschinenbau in Garbsen
Fläche (NF 1-6):	5.162 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	5.162 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	44.613 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 2.581 Tsd. Euro und Großgeräte 12.750 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	4.461 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	8.923 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	13.384 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	11.153 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	6.692 Tsd. Euro

Durch größere Bauweisen, z. B. bei Windkraftanlagen, kann in vielen Industriezweigen eine überproportionale Effektivitätssteigerung erzielt werden. Handhabung, konventionelle Bearbeitung und Transport von Großbauteilen stoßen jedoch an Grenzen. Die Produktionsmaschinen für Großbauteile sind meist parallel zu den Bauteilen „gewachsen“ und sehr spezifisch auf einzelne Bauteile ausgelegt, da auch der Individualisierungsgrad von (Struktur-) Bauteilen und Endprodukten stetig zunimmt. Hinzu kommt, dass die Fertigung von Großbauteilen mit einem hohen energetischen und stofflichen Aufwand verbunden ist. Ziel des Vorhabens „Skalierbare Produktionssysteme der Zukunft“ (*scale*) ist die Erforschung skalenunabhängiger Produktionstechniken, deren Fokus auf der Entwicklung allgemein anwendbarer, effizienter und nachhaltiger Fertigungsmethoden liegt. Bestehende Grenzen der Skalierung sollen mithilfe eines modularen Fertigungsansatzes überwunden und die benötigten Entwicklungs- und Rüstzeiten während der Produktion minimiert werden. So soll ein erhöhtes Potenzial zur Effektivitätssteigerung bei gleichzeitig verringerten Investitionsausgaben für den späteren Anwender erreicht werden. Ein geschlossener (Wert-) Stoffkreislauf soll zudem ein ganzheitliches Materi-

alrecycling höchster Qualität fördern. Dazu sollen im geplanten Forschungsbau die Kompetenzen im Maschinenbau, in der Informationstechnologie und Produktionswirtschaft gebündelt werden.

Die Forschungsprogrammatik soll über einen Zeitraum von 15 Jahren bearbeitet werden. Es wird erwartet, dass die Infrastruktur *scale* darüber hinaus auch langfristig zur Entwicklung neuer Produktionsverfahren beitragen und Innovationspotenziale für den Bereich der Produktionstechnik liefern wird. Ein Industriebeirat soll sicherstellen, dass die grundlagenorientierte Forschung in *scale* zugleich anwendungs- und zielorientiert an den Bedürfnissen der deutschen Industrie ausgerichtet wird, um so einen direkten Wissenstransfer zwischen Industrie und Forschung zu erreichen, von dem insbesondere Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) profitieren.

In der grundlagenorientierten Forschungsprogrammatik sollen in sieben Schwerpunkten die maßgeblichen Fertigungsschritte von skalierbaren Prozessketten zur Herstellung von Bauteilen erforscht werden. Dabei wird eine vollständige Prozesskette abgebildet, welche neben dem Kreislauf für metallische Bauteile auch die Herstellung von Großbauteilen aus Metall-Kunststoffhybriden betrachtet und im Hinblick auf Ressourcen- und Energieeffizienz untersucht wird.

1 – Vorkonturierung: Mit Hilfe einer mobilen Servopresse sollen die Potenziale und Wechselwirkungen von lokaler Erwärmung und Umformung bei der Vorkonturierung von Großbauteilen untersucht werden. Zentrale Aspekte sind dabei die Identifikation und Erforschung skalunenabhängiger Vorform- und Umformoperationen sowie die übergreifende Prozessoptimierung.

2 – Skalenübergreifende Bauteilfertigung und -montage: Die Untersuchung von Verfahren zur präzisen, reproduzierbaren und koordinierten Positionierung und Steuerung mobiler Fertigungs- und Montageeinheiten im Raum sollen eine skalenübergreifende Bearbeitung von Bauteilen unterschiedlicher Größe ermöglichen.

3 – Stoffstromrückführung: In diesem Schwerpunkt soll untersucht werden, wie sich verschiedene Prozessparameter bei der Zerspanung auf die stofflichen Eigenschaften von Werkstoffen auswirken. Ziel ist es, den Spanzustand für die folgende Materialaufbereitung zu optimieren, um eine bessere Wiederverwertbarkeit der anfallenden Stoffströme zu ermöglichen.

4 – Skalenunabhängiges Fügen, additive Fertigung und Reparatur: Hier sollen im Rahmen des skalenunabhängigen Fügens das Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen (MBP-Schweißen) sowie der Prozess des Laserauftragschweißens hinsichtlich ihrer Eignung zur additiven Fertigung an Großbauteilen untersucht werden. Außerdem sollen skalierbare Reparaturverfahren auf Basis der additiven Fertigung entwickelt werden.

5 – Skalierungseffekte dimensionaler Messverfahren und autonomer Positionierung: Mit Hilfe dimensionaler Messverfahren soll unter Berücksichtigung von Skalierungseffekten eine umfassende geometrische Charakterisierung von Großbauteilen in einem zentralen Messfeld ermöglicht werden. Eine automatisierte Fertigungsfolge soll es ermöglichen, hochpräzise bauteilinhärente Sensoren skalunenabhängig auf Bauteilen zu applizieren und zu kalibrieren.

6 – Nutzungs- und Lebensdaueranalyse: Ziel ist es, fertigungsbedingte Bauteildefekte (Geometrie- und Materialinhomogenitäten) zu detektieren und deren Auswirkungen auf die spätere Einsatzstabilität vorherzusagen. Es soll eine ganzheitliche Validierung der erforschten Fertigungstechnologien am Bauteil erfolgen sowie eine skalunenabhängige Nutzungs- und Lebensdaueranalyse entwickelt werden.

7 – Skalierbare Produktionskonzepte und -umgebungen: Parallel zu den Forschungsschwerpunkten 1 bis 6 sollen Konzepte und Umgebungen für die wirtschaftliche Herstellung von Großbauteilen entwickelt und logistisch bewertet werden. Neben der Bewertung einer optimalen Organisationsform der Produktion soll ein Referenzmodell für die Produktionsplanung und -steuerung von Bauteilen unterschiedlicher Größe entwickelt werden.

Herausstellungsmerkmale im nationalen wie internationalen Vergleich beansprucht der Forschungsbau durch die Erforschung eines ganzheitlichen Konzeptes der skalunenabhängigen Produktion in einer vollständigen Prozesskette, von der Auslegung bis zur einsatzbegleitenden Bauteilprüfung, auf Basis von modularen und autonomen Fertigungseinheiten. Die Antragstellerinnen und Antragsteller weisen auf einige nationale Einrichtungen wie das Testzentrum für Tragstrukturen (TTH), das Niedersächsische Forschungszentrum Produktionstechnik (NFP), das Zentrum für Windenergieforschung ForWind und das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) hin, mit denen durch Synergien Anknüpfungspunkte für eine Zusammenarbeit geboten sind. International grenzt sich *scale* von Initiativen, wie den *Future Manufacturing Research Hubs* in Großbritannien, insbesondere aufgrund der Fokussierung auf die Grundlagenforschung ab. Ein ähnliches Programm, das neuartige flexible Fertigungstechnologien in der Grundlagenforschung fördern will, ist in den USA mit dem Manufacturing Machines Equipment angelaufen. Durch *scale* soll ein internationaler Vorsprung erzeugt und der Produktionsstandort Deutschland langfristig gestärkt werden.

Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten in nationalen Verbundvorhaben zusammen, die vom BMBF (Return, SafeMate, ProVorPlus), der DFG (SFB/TR 73, SFB 489, 1153, 871, 516, 880, 653) und der AiF sowie dem Land Niedersachsen (u. a. Forschungsbau „Dynamik der Energiewandlung“) gefördert werden bzw. wurden. Es bestehen zahlreiche Vorarbeiten mit produktionstechnischem Schwerpunkt und weitreichende Erfahrungen in der

Forschung zum Umgang mit Großbauteilen, internationale Forschungskooperationen sowie verschiedene Projekte mit Industriepartnern.

Der geplante Forschungsbau trägt nach Angaben der Antragstellerinnen und Antragsteller zur Beförderung der Spitzenforschung an der Universität Hannover bei. *scale* soll an die Fakultät für Maschinenbau angegliedert werden und integriert sich so in die Struktur des Entwicklungsplans der Universität. Die Nähe zum Produktionstechnischen Zentrum Hannover (PZH), das sieben Institute des Maschinenbaus aus dem Bereich der Produktions- sowie Montagetechnik und Logistik zusammenführt, bildet die Grundlage für Forschungsaktivitäten, auch im Hinblick auf die vorhandene Ausstattung. Die Assoziierung von Mitgliedern der Institute für Statistik und Dynamik, der Produktionswirtschaft und der Informatik in die Forschungsprogrammatik von *scale* soll den interdisziplinären Austausch innerhalb der Universität fördern.

Vielversprechende Forschungsideen des wissenschaftlichen Nachwuchses im Bereich der Großbauteilfertigung sollen innerhalb von *scale* gezielt durch ein Förderprogramm mit einem Volumen von 100 Tsd. Euro unterstützt werden. Zudem soll eine Nachwuchsgruppe eingerichtet werden, wofür von der Fakultät eine Leitungsstelle geschaffen wird. Promovierende erhalten durch die Graduiertenakademie der Universität ergänzende Fortbildungsangebote und Unterstützungsmöglichkeiten.

Neben den bestehenden, mehrfach ausgezeichneten Strukturen zur Beförderung von Gleichstellung und Diversität an der Universität soll innerhalb von *scale* eine Anlaufstelle geschaffen werden, die individuell auf die spezifischen Gleichstellungsbedarfe im Maschinenbau zugeschnittene Lösungen entwickelt.

Durch die gemeinsame Unterbringung im geplanten Forschungsbau wird ein Zusammenschluss aller Kompetenzen auf dem Gebiet der skalierbaren Produktionssysteme der Universität möglich. Es sollen Laborflächen für die einzelnen Schwerpunkte und eine gemeinsam zu nutzende zentrale Kernfläche mit einer lichten Hallenhöhe von zehn Metern geschaffen werden, um eine Bearbeitung großformatiger Bauteile zu ermöglichen. Für die Durchführung des Forschungsprogramms werden insgesamt elf Großgeräte mit Investitionskosten von rund 12,8 Mio. Euro beantragt: mobile Servopresse, modulare Werkzeugmaschine für Großbauteile, mobile Montageplattformen, mobile Fertigungsroboter, Inertgas-Pulververdüsungsanlage, MBP-Pressschweiß- sowie Laserauftragsschweißanlage, additive Großfertigungsanlage, mobile CVD-Beschichtungsanlage, Indoor Laser GPS und ein mehrachsiger dynamischer Belastungsprüfstand.

scale soll auf dem sich noch im Bau befindlichen Campus Maschinenbau der Universität in Garbsen entstehen. In den Forschungsbau sollen 115 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie 23 weitere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im technischen und Verwaltungsdienst einziehen. Das Personal soll mehrheitlich aus Drittmitteln finanziert werden. Eine projektbasierte Mit-

40 nutzung der Infrastruktur von Mitgliedern niedersächsischer Forschungsinstitute, außeruniversitärer Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen ist vorgesehen.

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

- a) **Universität Düsseldorf: Plant Environmental Adaptation Center (PEAC)**
(NW1101053)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Fläche (NF 1-6):	1.470 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	1.470 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	20.239 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 1.646 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	2.024 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	4.048 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	6.071 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	5.060 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	3.036 Tsd. Euro

Als ortsgebundene Organismen haben Pflanzen die Fähigkeit entwickelt, sich an eine Vielzahl verschiedener und oftmals rasch wechselnder Umweltbedingungen anzupassen. Diese Plastizität des Erscheinungsbildes (Phänotyp) ist eine genetisch codierte Anpassungsleistung, die bei frei beweglichen Organismen nur in sehr begrenztem Maß vorgefunden wird. Die aktuellen rapiden Klimaänderungen stellen für Pflanzen eine neuartige Herausforderung dar, da die Umweltbedingungen sich nicht nur allgemein schnell ändern, sondern auch instabiler werden. Innerhalb einer Vegetationsperiode alternieren so beispielsweise sehr heiße und trockene Zeiträume mit Überflutungsperioden. Im beantragten „Plant Environmental Adaptation Center“ (PEAC) der Universität Düsseldorf sollen daher grundlegende Mechanismen phänotypischer Plastizität bei Pflanzen aufgeklärt werden, mit dem langfristigen Ziel, allein aus der Kenntnis des Genoms und der Umweltparameter Voraussagen über den Phänotyp entwickeln zu können. Dafür sollen im geplanten Forschungsbau Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Biologie, der Mathematik, der Informatik und der Datenwissenschaften eng zusammenarbeiten.

Die Antragsteller gehen davon aus, dass die Forschungsprogrammatische eine langfristige über zwei Jahrzehnte reichende Relevanz und Perspektive hat.

Durch bestehende Kooperationen mit industriellen Partnern aus den Bereichen Pflanzenforschung und Saatgutproduktion sowie durch die Anbindung an das *Center for Entrepreneurship* Düsseldorf soll der Transfer von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung in die Anwendung gewährleistet werden.

Die Forschungsprogrammatik soll in zwei Forschungsschwerpunkten umgesetzt werden. Die am PEAC beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden in diesem Rahmen auch die Entwicklung der notwendigen bioinformatischen Analysetools vorantreiben.

1 – Die Plastizität der pflanzlichen Primärproduktion: Die Photosyntheserate einer Pflanze stellt einen komplexen und hochgradig plastischen Phänotyp dar, der durch eine Vielzahl von Umweltparametern determiniert wird. Die zugrunde liegenden genetischen Faktoren sollen durch den Vergleich der Photosyntheseleistungen verschiedener, phylogenetisch verwandter Arten sowie genetischer Varianten innerhalb einer Art unter präzise definierten und dadurch sehr gut reproduzierbaren Umweltszenarien identifiziert werden. Mittels vergleichender Genomanalytik zusammen mit Transkriptomik, Proteomik und Metabolomik sollen so die regulatorischen Netzwerke und prinzipiellen Komponenten identifiziert und funktional analysiert werden, die die spezifischen Photosyntheseleistungen kontrollieren und die Plastizität des Phänotyps unter variablen Umweltszenarien determinieren. Neben den abiotischen Umweltfaktoren (Licht, Temperatur, CO₂-Partialdruck etc.) haben Pathogene einen signifikanten Einfluss auf Photosyntheseraten. Der direkte Zusammenhang zwischen Photosyntheseleistung und Immunantwort im Zusammenspiel abiotischer und biotischer Faktoren und die mechanistischen Grundlagen der Resilienz sollen ebenfalls im geplanten Forschungsbau detailliert untersucht werden.

2 – Plastizität der Pflanzenarchitektur: Die Architektur von Pflanzen wird maßgeblich durch Umwelteinflüsse modifiziert. Sowohl im Laborversuch an Einzelpflanzen aber auch in Feldversuchen wurde beobachtet, dass die Architektur entscheidenden Einfluss auf die Primärproduktion haben kann. Andererseits kontrollieren Faktoren wie Lichtintensität, Temperatur, Verfügbarkeit von Nährstoffen und Wasser die Länge der Sprossachse, die Stellung von Blättern und die Ausbildung von Seitenwurzeln. Viele dieser Entwicklungsprozesse stellen Zielcharakteristika in der Pflanzenzüchtung dar, sodass eine bessere Kenntnis der Pflanzenarchitektur und ihrer Regulation durch exogene und endogene Faktoren entscheidende Auswirkungen auf die gezielte Pflanzenzucht haben wird. Im PEAC-Forschungszentrum sollen daher nicht nur einzelne Gene identifiziert, sondern regulatorische Netzwerke erstellt werden, die zu einem tiefen Verständnis der Pflanzenarchitektur führen.

Sowohl national als auch international bestehen nach Angaben der Antragsteller Engpässe in der quantitativen Analyse relevanter pflanzlicher Prozesse (Wachstum, Physiologie, Produktivität, Immunreaktionen) unter realitätsnahen Umweltbedingungen und der diesen Reaktionen zugrunde liegenden geneti-

schen Determinanten. Netzwerke wie das EPPN (*European Plant Phenotyping Network*) mit seinen im DPPN zusammengeschlossenen deutschen Partnern (u. a. das Forschungszentrum Jülich, das Institut für Genetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben, das Helmholtz-Zentrum für Gesundheit und Umwelt in München, die TH Aachen) haben in den letzten Jahren begonnen, zentrale Ressourcen für phänotypische Analysen zur Verfügung zu stellen. Diese sind jedoch in ihrer Kapazität begrenzt, nicht auf Hochdurchsatzanalysen vieler Genotypen eingerichtet, auf nur wenige Nutzpflanzen spezialisiert und nicht auf die Simulation hochdynamischer Umweltveränderungen eingerichtet. Laut Antrag wird die Pflanzenforschung in Deutschland mit dem geplanten Forschungsbau zum ersten Mal die Möglichkeit haben, in einer einzigen Anlage die physiologischen Reaktionen von Pflanzen auf eine Reihe verschiedener, dynamisch veränderlicher Umweltfaktoren parallel auszutesten und zu verstehen. Die am geplanten Forschungsbau beteiligten Arbeitsgruppen sind durch Drittmiteleinwerbung und die Beteiligung an zahlreichen Verbundprojekten (Projekte der DFG (u. a. GRK 2064, iGRK 1525) und der EU (FP7 Collaborative Projekt, ERA-CAPS), Sonderforschungsbereiche (CRC/SFB 1208), das Exzellenzcluster CEPLAS und Verbundprojekte des BMBF (*Plant Breeding Research for Bioeconomy-Corn Wall*) sowie der Bill & Melinda Gates Foundation) sowie durch wissenschaftliche Preise und renommierte Förderungen (Humboldt-Professur, Emmy Noether-Programm, Leibniz Preis) international ausgewiesen. Langfristig ist die Einrichtung eines Sonderforschungsbereichs zum Thema *Phenotypic Prediction* geplant. Forscherinnen und Forschern des geplanten Vorhabens haben u. a. Live-Imaging Technologien als Prototypen in Modellpflanzen entwickelt, die die Verteilung von Metaboliten in der Pflanze mit Hilfe von fluoreszenten Sensoren sichtbar machen.

Die pflanzenwissenschaftliche Forschung bildet einen von fünf Forschungsschwerpunkten an der Universität Düsseldorf. Die Förderung des Exzellenzclusters „Cluster of Excellence on Plant Sciences“ (CEPLAS) als Verbundprojekt mit der Universität zu Köln, dem Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Köln und dem Forschungszentrum Jülich, haben diesen Schwerpunkt gezielt gestärkt. Zudem fügt sich das beantragte Vorhaben in das Leitthema „Synthetische Lebenswissenschaften“ des Hochschulentwicklungsplans. PEAC soll als zentrale Forschungseinrichtung der Universität etabliert und von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät getragen werden. Zur Stärkung der Pflanzenwissenschaften hat die Universität in den letzten Jahren eine gezielte Berufungspolitik betrieben, die fortgesetzt werden soll. Die im Rahmen des Vorhabens geplante Neueinrichtung von zwei *Tenure-Track*-Nachwuchsgruppen, soll die bisher vorhandene Expertise in den Pflanzenwissenschaften komplementär ergänzen und ebenfalls zur stärkeren Profilbildung in diesem Bereich beitragen.

Das geplante Vorhaben trägt nach Angaben der Antragsteller auf mehreren Ebenen zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses bei. PEAC soll den

kürzlich geschaffenen Studiengang Quantitative Biologie und die forschungsorientierte Ausbildung in den Masterstudiengängen und der strukturierten Graduiertenausbildung (CEPLAS Graduate School, iGRAD-PLANT/NEXT-PLANT) unterstützen. Darüber hinaus bietet PEAC die Möglichkeit, den wissenschaftlichen Nachwuchs (Studierende, Promovierende, Postdocs) mit neuester Infrastruktur und Technologie aus- und weiterzubilden. Dies soll durch die Einrichtung zweier *Tenure-Track*-Nachwuchsgruppen (*Stress Response* und *Gene Editing/Genome Engineering*) verstärkt werden, die die bisher an der Universität vorhandene Expertise erweitern und zur Studierendenausbildung beitragen.

Die etablierte Strategie der Universität auf den Gebieten der Gleichstellung sowie der Vereinbarkeit von Familie und Wissenschaft ist in das PEAC-Konzept integriert. So stehen allen Wissenschaftlerinnen die zentralen Weiterbildungs- und Mentoring-Programme sowie die Angebote des Familienberatungsbüros zur Verfügung. Um den Anteil von Wissenschaftlerinnen im PEAC zu erhöhen, sollen bei der Auswahl und Berufung der Nachwuchsgruppen im Vorfeld gezielt exzellente Wissenschaftlerinnen zur Bewerbung ermutigt werden.

Das geplante Vorhaben soll die bereits durch das CEPLAS und das Zentrum für Synthetische Lebenswissenschaften (ZSL) sichtbare Führungsrolle der Universität Düsseldorf im Bereich der Pflanzenforschung und der synthetischen Lebenswissenschaften weiter stärken. Die im geplanten Forschungsbau unterzubringenden hochtechnisierten Phytotrone werden die Simulation verschiedenster und dynamisch variierbarer Klima- und Umgebungsszenarien erlauben, wobei hier auch multiple Stressparameter abiotischer und biotischer Art parallel ausgetestet werden können. Die Gewächshausflächen werden die Anzucht und experimentelle Analyse großer Versuchspflanzen wie Mais über den gesamten Lebenszyklus hinweg unter entweder naturnahen oder synthetischen Umweltszenarien ermöglichen. Mit dieser Infrastruktur soll das PEAC optimale Bedingungen liefern, um die plastischen Reaktionen von Pflanzen auf verschiedene Umweltbedingungen und Stresssituationen zu erforschen.

Der Forschungsbau soll auf dem Campus der Universität in unmittelbarer Nachbarschaft zum Botanischen Garten, den Instituten der Biologie und in guter Erreichbarkeit zum ZSL errichtet werden. Ein Großteil der Forschergruppen, die die Infrastruktur des beantragten Vorhabens nutzen werden, ist in den Bestandsgebäuden untergebracht. Die Nutzfläche des beantragten Forschungsbaus soll 1.470 m² umfassen. Diese teilen sich auf in 711 m² für die hochtechnisierte Pflanzenzucht (davon 318 m² für Phytotrone, 250 m² Gewächshausfläche und 143 m² Servicefläche), in 461 m² Laborflächen für die zwei in den Neubau einziehenden Nachwuchsgruppen sowie in 298 m² Bürofläche für die dauerhafte Unterbringung von 14 wissenschaftlichen Beschäftigten und fünf Beschäftigten aus dem Bereich Technik und Verwaltung.

Die Kosten für das beantragte Vorhaben wurden auf der Grundlage von Richtwerten ermittelt.

(NW1111055)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Medizinische Fakultät
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Robert-Koch-Straße 10
Fläche (NF 1-6):	3.353 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	3.353 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	47.300 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 4.100 Tsd. Euro und Großgeräte 1.200 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	4.730 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	9.460 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	14.190 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	11.825 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	7.095 Tsd. Euro

Ziel des Vorhabens ist es, eine entscheidende Grundlage für die Entwicklung von neuen Therapien zu schaffen, um Fehlsteuerungen, die zur Entwicklung von Adipositas führen, zu beheben und damit eine Vielzahl von Erkrankungen zu verhindern, die durch das Übergewicht begünstigt werden wie Typ 2 Diabetes mellitus, kardiovaskuläre Veränderungen, Erkrankungen der Niere, degenerative Hauterkrankungen, verschiedene Formen bösartiger Tumorerkrankungen sowie neurodegenerative und psychiatrische Erkrankungen. Dafür sollen sowohl grundlegende Stoffwechselprozesse, deren Fehlsteuerungen zur Entstehung der Adipositas führen, als auch Mechanismen, durch die eine Adipositas zur Entwicklung anderer Krankheiten beiträgt, untersucht werden. Die Entwicklung neuer Behandlungsmöglichkeiten von Stoffwechseleränderungen und der mit ihr gehäuft auftretenden Begleiterkrankungen hat eine wichtige gesellschaftliche und gesundheitsökonomische Bedeutung. Beteiligte Fachgebiete sind insbesondere die Endokrinologie, die Dermatologie, die Physiologie, die Neurowissenschaften, die Hämatologie und Onkologie sowie die Bioinformatik.

Der Transfer der wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Krankenversorgung soll über Kooperationen mit Pharmaunternehmen erfolgen. Mit einem Unter-

nehmen wurde ein *preferred partnership agreement* abgeschlossen, um innovative Ansätze zur Therapie metabolischer Erkrankungen zu entwickeln.

Die Forschungsprogrammatische soll in vier miteinander verknüpften Forschungsbereichen umgesetzt werden:

1 – Identifizierung neuer Metabolite als Biomarker und Pathomechanismen metabolischer Erkrankungen: Dieser Querschnittsbereich bildet die zentrale Schnittstelle der Forschungsprogrammatische und soll mithilfe neuer Massenspektrometrie-basierter Techniken sowohl im Patientenmaterial als auch in Tiermodellen neue Metabolite identifizieren. Die Kombination von Metabolomics mit anderen „omics“-Techniken (Genomics, Transcriptomics und Proteomics) soll zudem die Korrelation zwischen Gen- und Proteinexpression und die anschließende Produktion bzw. den Abbau von Metaboliten aufdecken. Die Einbindung der Bioinformatik ist dabei essenziell für die Interpretation dieser in Hochdurchsatzverfahren erzielten Ergebnisse. Vordringlich sollen die Entwicklung und Anwendung adäquater Analysemethoden, sowie die systematische Integration mehrerer dieser Datentypen mit strukturiert abgelegtem biologischem Vorwissen (sogenannte multi-Omics Ansätze) umfassen.

2 – Zentralnervöse Regulation des Stoffwechsels: Gegenstand dieses Forschungsbereichs ist die Identifizierung neuronaler Schaltkreise, um Regelmechanismen aufzuklären, z. B. wie das Gehirn die Nahrungsaufnahme reguliert und den peripheren Lipid- und Glukosestoffwechsel kontrolliert. Eine Aufklärung der zellulären und molekularen Mechanismen, die diese Neuronen aktivieren bzw. inhibieren sowie ihre synaptischen Verschaltungen kontrollieren, ist daher die Voraussetzung, um Fehlregulationen des Energiehaushalts wirksam zu therapieren.

3 – Molekulare Mechanismen der Insulinresistenz peripherer Organe: In diesem Forschungsbereich sollen Mechanismen der mitochondrialen Funktionsstörung und inflammatorische Prozesse in der Entstehung metabolischer Erkrankungen wie Insulinresistenz und Typ 2 Diabetes mellitus bearbeitet werden. Mausmodelle, in denen gewebsspezifisch eine pathophysiologisch relevante Dysfunktion der Atmungskette induziert werden kann, sollen zur Untersuchung der Folge einer mitochondrialen Fehlfunktion auf die Entwicklung einer Insulinresistenz beitragen. RNA-Sequenzierungs-Daten von Muskel und Leber im Verlauf der Entwicklung der Insulinresistenz sowie eine umfassende Aufnahme des Metaboloms der Gewebe, der arteriovenösen Differenz von wichtigen Metaboliten über das Organ hinweg, sollen entscheidende neue Daten liefern.

4 – Pathophysiologie von Metabolismus-assozierten Folgeerkrankungen: Gegenstand dieses Bereichs ist die Untersuchung von Pathomechanismen, die zum gehäuftem Auftreten von Erkrankungen der Haut, der Nieren und bestimmter Krebserkrankungen bei Übergewicht, Typ 2 Diabetes mellitus und anderen

Stoffwechselstörungen führen. Im Zentrum der Untersuchungen sollen dabei dieselben Mechanismen stehen, die in den anderen Forschungsbereichen in anderen Zelltypen untersucht werden. Durch eine enge Zusammenarbeit der einzelnen Arbeitsgruppen sollen ausgehend von der Identifizierung neuer Mechanismen, therapeutische Konzepte erarbeitet und klinische Studien durchgeführt werden.

Nach Angaben der Antragsteller werden die integrative Untersuchung der Bedeutung des zentralen Nervensystems in der Regulation der Stoffwechsellsignalwege in peripheren Organen und andererseits die Bedeutung von zell-intrinsischen Stoffwechselwegen in regulatorischen Neuronen in dieser Weise an keinem anderen Wissenschaftsstandort in Deutschland verfolgt. Die vorgestellte Forschungsprogrammatische eröffnet zudem ein integratives Forschungsprogramm, das die Felder der Entstehung klassischer Stoffwechselerkrankungen mit den neuen Bereichen des Immun- und des Krebsmetabolismus verbindet. Auch international grenzt sich das Vorhaben von anderen Einrichtungen (z. B. dem Joslin Diabetes Center, Boston und dem Sloan Kettering Cancer Institute, New York) ab, da sich diese primär mit den isolierten Konsequenzen des gestörten Stoffwechsels auf bestimmte, definierte Erkrankungen befassen.

Die Expertise der federführenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist durch ihre Beteiligung an verschiedenen Sonderforschungsbereichen (SFB 1218 und 829), einem SFB-Transregio (TR-SFB 134), einer DFG-Forschergruppe (FOR 2240), mehreren klinischen Forschergruppen (KFO 286, 219 und 329) und einem Graduiertenkolleg (GRK 1960) sowie insbesondere am Exzellenzcluster „CECAD - Zelluläre Stressantworten bei Altersassoziierten Erkrankungen“ dokumentiert. Ihre Ergebnisse werden hochrangig publiziert und mit Preisen und renommierten Förderungen (u. a. Leibniz-Preis und ERC Advanced Grant) gewürdigt.

Die im Rahmen des beantragten Vorhabens verfolgte Forschungsprogrammatische ist nach Angaben der Antragsteller komplementär zu dem bestehenden Exzellenzcluster CECAD und integraler Bestandteil des Forschungsschwerpunktes „Gewebshomöostase, Metabolismus und Degeneration“ der Medizinischen Fakultät und wesentlicher Teil des Kernprofilbereichs „Altersassoziierte Erkrankungen“ der Universität Köln. Der weitere Ausbau der Forschung auf diesem Gebiet ist Teil der strategischen Entwicklungsplanung aller Partner am *Life Science Campus* Köln aber auch der Max-Planck-Gesellschaft, um Köln zu einem international führenden Zentrum in der Alters- und Stoffwechselmedizin zu entwickeln. Eine neu etablierte W3-Professur Metabolomics wird im beantragten Forschungsbau eine zentrale Rolle einnehmen. Mehrere in naher Zukunft anstehende und strategisch geplante Berufungen (Besetzung der Lehrstühle für Pharmakologie, Physiologie und Biochemie) sollen entsprechend der Forschungsprogrammatische des ZfS ausgerichtet werden. Zudem wurden in den

vergangenen Jahren mit der Berufung der Professuren für Systembiologie des Alterns und für Medizinische Statistik und Bioinformatik zwei Schlüsselpositionen für das beantragte Vorhaben besetzt. Weitere Berufungen auf dem Gebiet der Bioinformatik sind geplant.

Promovierende sollen über die bereits an der Universität und den Fakultäten vorhandenen Einrichtungen und Strukturen – wie die Graduiertenschule Human- und Zahnmedizin und den strukturierten Promotionsstudiengängen *Health Science* und Molekulare Medizin – gefördert werden. Zur Unterstützung wissenschaftlich tätiger Kliniker schreibt die medizinische Fakultät jährlich 14 Rotationsstellen aus, die eine einjährige Forschungsfreistellung ermöglichen, und plant die Einrichtung eines *Clinician Scientist*-Programms.

Die Universität Köln hat in den letzten Jahren mehrere Konzepte entwickelt, die den Anteil von Professorinnen an der Universität auf 30 % angehoben haben. Durch strategisches *headhunting* für gezielte Berufungen soll auch im ZfS der Anteil von Professorinnen und Arbeitsgruppenleiterinnen weiter erhöht werden. Instrumente vor allem für junge Wissenschaftlerinnen zur Abfederung der Dreifachbelastung durch klinische Aufgaben, Wissenschaft und Familie (z. B. Guysk-Stellen zur Befreiung von Nacht- und Wochenenddiensten, Seminarangebote zum Selbstmanagement und zur Karriereplanung, Rotationsstellenprogramm) wurden geschaffen. Zudem wurden an der Fakultät neue Kinderbetreuungsplätze eingerichtet, die auch über die normalen Betreuungszeiten hinaus zur Verfügung stehen.

Das ZfS soll die Voraussetzung für die dauerhafte inhaltliche und räumliche Zusammenführung der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Medizinischen und der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen-Fakultät, die thematisch bereits in diesem Schwerpunkt arbeiten, schaffen und zu einer deutlich besseren Nutzung von Synergien beitragen. Die W3-Professur für Metabolomics und das beantragte Massenspektrometer sind für das Vorhaben und für die Generierung von Metabolomics-Daten von zentraler Bedeutung.

Der Forschungsbau soll in direkter Nachbarschaft zum Exzellenzcluster CECAD, dem Cologne Center for Genomics (CCG) und dem Zentrum für Molekulare Medizin Köln (ZMMK) errichtet werden und eine direkte Anbindung zum MPI für Stoffwechselforschung und zu den Kliniken, die für eine translationale Forschung essenziell sind, gewährleisten. Das Nutzungskonzept ist für insgesamt 173 Personen, darunter 91 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, ausgelegt. Im Rahmen des Forschungsbaus wird ein Großgerät (Massenspektrometer Orbitrap Fusion Lumos Tribrid) beantragt.

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

a) **Technische Universität Kaiserslautern: Laboratory for Ultra-Precision and Micro Engineering (LPME)**

(RP1210003)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Campus der TU Kaiserslautern
Fläche (NF 1-6):	3.100 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	3.100 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	52.030 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 2.442 Tsd. Euro und Großgeräte 8.688 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	5.203 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	10.406 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	15.609 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	13.007 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	7.805 Tsd. Euro

Produkte der Ultrapräzisions- und Mikrotechnologie kamen bisher überwiegend in Spezialanwendungen der Hochtechnologie (Hochleistungsoptiken, medizinische Großgeräte wie MRT) zum Einsatz. Inzwischen werden kostengünstige Sensoren und Aktoren aber auch in industriellen Umgebungen (Industrie 4.0) sowie in Produkten für Endkunden (z. B. Gyrosensoren in Smartphones) in großer Zahl genutzt. Die Technologie bedarf daher einer stetigen Weiterentwicklung. Ziel des „Laboratory for Ultra-Precision and Micro Engineering“ (LPME) ist es, ein grundlegendes Verständnis von physikalischen Wechselwirkungen und Skaleneffekten im Bereich der Ultrapräzisions- und Mikrotechnologie zu erlangen, die sich in der Herstellung und Charakterisierung deutlich von denen des Makrobereichs unterscheiden. Im Vergleich zum Makrobereich verhalten sich typische Werkstoffe auf der Mikroskala inhomogen und anisotrop, das Fertigungsergebnis wird von elektrischen und elektrostatischen Effekten beeinflusst und es müssen andere Dimensionen messtechnisch erfasst werden. Ausgehend von diesen Skaleneffekten sollen experimentelle Methoden mit Modellierung und Simulation sowie Ergebnissen der interaktiven Visuali-

sierung integriert werden. Mittelfristig sollen auf Basis der im LPME gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse in der Präzisionsbearbeitung und Miniarisierung auch neue industrielle Anwendungsbereiche u. a. in der Optik, der Medizintechnik, dem Maschinenbau sowie in der individualisierten Massenproduktion erschlossen werden. Dazu sollen im geplanten Forschungsbau Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Maschinenbaus, der Verfahrenstechnik, der Physik und der Informatik in interdisziplinären Arbeitsgruppen zusammenarbeiten.

Die Antragsteller gehen davon aus, dass die grundlagenorientierte Forschungsprogrammatische eine dynamische, langfristige und über die nächste Dekade reichende Relevanz und Perspektive hat. Konkrete Ergebnisse, die auch ein hohes Anwendungspotenzial beinhalten, sollen in den ersten zehn Jahren erzielt werden.

Die Forschungsprogrammatische soll in vier interdisziplinären Schwerpunkten umgesetzt werden. In einer durchgehenden Prozesskette von der Herstellung über die Charakterisierung, Modellierung und Simulation bis zur Anwendung sollen simulativ-experimentelle Methoden integriert werden.

1 – Herstellung: Gegenstand dieses Themenbereichs ist die Untersuchung von Herstellungsverfahren zur Mikrostrukturierung von Oberflächen, zur Beschichtung von Mikrostrukturen und zur ultrapräzisen Herstellung von Komponenten verschiedener Werkstoffklassen. Ziele sind, die Herstellprozesse zu beherrschen und die Bauteilqualität mit hoher Sicherheit zu prognostizieren.

2 – Charakterisierung: Hier werden funktionswichtige Eigenschaften der gefertigten Bauteile und insbesondere der Bauteilrandschicht untersucht. Ziele sind, das Ermüdungsverhalten funktionsrelevanter Bauteilkomponenten vorherzusagen, eine funktions- und fertigungsorientierte Charakterisierung von Bauteilen zu ermöglichen sowie tribologische Vorgänge an hochbelasteten Kontaktstellen von Maschinenelementen modellbasiert zu identifizieren.

3 – Modellierung und Simulation: Durch neuartige Simulationsverfahren sollen die Prozesse alternativer Fertigungsverfahren auf Mikroebene besser verstanden werden, um daraus Verbesserungs- und Optimierungsstrategien abzuleiten. Die entwickelten Modelle sollen mit experimentell gewonnenen Daten validiert und mit innovativen Methoden visualisiert werden.

4 – Anwendung: Die wissenschaftliche Untersuchung konkreter Anwendungen in Produkten und Bauteilen steht im Mittelpunkt dieses Schwerpunkts. Ziel ist es, neben der wissenschaftlichen Anwendung, auch Prototypen für Produkte herzustellen, die industriell nutzbar sind und damit Technologietransfer vorzubereiten, z. B. für Anwendungen in Medizintechnik, Optik, Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und mikro-elektromechanischen Systemen.

Bundesweit im Themenfeld aktive Forschungsinstitute unterstreichen die Bedeutung der Programmatik des Forschungsbaus. Im Bereich der angewandten Forschung mit Fokussierung auf den Transfer in die Industrie sind die Fraunhofer-Institute für Produktionstechnologie in Aachen (Bereich Präzisionstechnik) und für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik in Berlin (Anwendungszentrum für Mikroproduktionstechnik) zu nennen. Forschung im Bereich der Präzisionsfertigung mit Schwerpunkt Ultrapräzisions-Zerspannung wird am Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien (IWT), Bremen, durchgeführt. Im Bereich Messtechnik, sind das Fachgebiet für Fertigungs- und Präzisionsmesstechnik an der Technischen Universität Ilmenau sowie der Lehrstuhl für Messtechnik an der Universität Erlangen-Nürnberg zu nennen. Die Besonderheit des LPME im nationalen Vergleich ist der interdisziplinäre und ganzheitliche Betrachtungsansatz, der die gesamte Prozesskette von der Herstellung bis zur Anwendung abbildet.

Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind durch wissenschaftliche Preise ausgewiesen (z. B. ERC Advanced Grant) und arbeiten in zahlreichen Verbundvorhaben zusammen, die u. a. von der DFG (SFB 926, IRTG 2057, GRK 1932, SFB/TRR 173, FOR 1509, SPP 2045), dem BMBF (MuSiKo, GROCE, NanoGRAVUR) der EU (PowderReg) dem Land Rheinland-Pfalz und der Industrie gefördert werden. Es besteht ein kontinuierlicher wissenschaftlicher Austausch der Antragstellerinnen und Antragsteller des LPME im Bereich der Ultrapräzisions- und Mikrotechnologie mit Forschungsstellen in der Schweiz (Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung, ETH Zürich), in Großbritannien (Precision Institute, Cranfield University), in Japan (Mikrofertigung, Riken-Institut; Präzisionsmesstechnik, Tohoku-Universität Sendai) und in den USA (Center for Precision Metrology, UNC Charlotte; Lawrence Berkeley National Laboratory). Zudem sind die Antragstellerinnen und Antragsteller durch Forschungsk Kooperationen und Auftragsforschung mit Industriepartnern weltweit vernetzt.

Die TU Kaiserslautern hat sich im Rahmen des rheinland-pfälzischen Landesforschungsschwerpunkts Advanced Materials Engineering und des Landesforschungszentrums Computational and Mathematical Modeling zu einem Zentrum für Ultrapräzisions- und Mikrotechnologie entwickelt. Die Programmatik des LPME liegt somit im Kern der strategischen Ausrichtung der Universität. Im LPME sollen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der forschungstärksten Fachbereiche der TU Kaiserslautern zusammenarbeiten. Diese sind zudem eng durch Kooperationen mit den in unmittelbarer Nähe angesiedelten Instituten der Science Alliance Kaiserslautern (Institut für Oberflächen und Schichtanalytik (IFOS), Photonik-Zentrum Kaiserslautern (PZKL), Max-Planck-Institut für Software-Systeme, Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik sowie Experimentelles Software Engineering) verbunden. Die Universität unterstützt das LPME durch eine zusätzliche W3-Stelle sowie zwei vorgezogene Nachbesetzungen im Rahmen des Professorinnenprogramms.

Der wissenschaftliche Nachwuchs soll im LPME frühzeitig angesprochen, verantwortlich eingebunden und durch eine enge Zusammenarbeit mit dem fachübergreifenden „Nachwuchsring“ der TU Kaiserslautern gefördert werden. Dieser bietet neben der interdisziplinären Vernetzung u. a. Weiterbildungsangebote und finanzielle Förderinstrumente. Seit sechs Jahren werden an der TU Kaiserslautern sechs Juniorprofessuren im Themenfeld des LPME kontinuierlich besetzt. Die Hälfte der Juniorprofessuren soll künftig mit einem *Tenure-Track* ausgestattet werden.

Die Gleichstellungsstrategie des LPME soll mit der bereits etablierten Strategie der TU Kaiserslautern abgestimmt werden. Der Anteil der Studentinnen, der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und der Professorinnen soll in den am LPME beteiligten Arbeitsgruppen erhöht werden. Bei künftigen Berufungen sollen gezielt Frauen angesprochen werden. Im Jahr 2017 konnten bereits zwei Juniorprofessorinnen in den am LPME beteiligten Fachgebieten berufen werden. Eine Zusage für eine weitere Stelle im Rahmen des Professorinnenprogramms liegt vor. Auf Ebene der Studierenden sollen spezifische Stellen für weibliche Hilfskräfte geschaffen sowie ein Mentoring-Programm initiiert werden. Zudem soll die Vereinbarkeit von Familie und Beruf u. a. durch Eltern-Kind-Büros und flexible Arbeitszeiten unterstützt werden.

Der Forschungsbau soll aus drei Laboren bestehen: Ultra-Precision & Micro Manufacturing, Characterization and Measurement, Visualization & Scientific Computing. Durch ihr Zusammenwirken wird eine bundesweit einmalige und weltweit an nur sehr wenigen Standorten zur Verfügung stehende interdisziplinäre Forschungsinfrastruktur geschaffen. Die Laborflächen müssen zu großen Teilen besonderen Anforderungen (temperatur- und feuchtereguliert, schwingungsentkoppelt) genügen, so dass rund 57 % der geplanten Flächen hochinstalliert sein werden. Teilweise ist der Einzug von bereits vorhandenen oder aktuell in der Beantragung befindlichen (Groß-) Geräten in den Neubau geplant. Zusätzlich werden weitere Großgeräte für die spanende UP- und Mikrobearbeitung, die UP- und Mikrobearbeitung mit photonischen Technologien, die Charakterisierung, die Messtechnik, ein Tribologielabor sowie ein hochauflösendes, immersives Visualisierungssystem im Umfang von rund 8,7 Mio. Euro beantragt.

Der geplante Forschungsbau LPME soll auf dem Campus der TU Kaiserslautern, in unmittelbarer Nachbarschaft der beteiligten Fachbereiche, entstehen. In das geplante Gebäude sollen 75 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der beteiligten Projektgruppen sowie zehn weitere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einziehen. Beteiligte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die nicht über Büroflächen im geplanten Forschungsbau verfügen, sollen die Laborausstattung im Rahmen der Forschungsprogrammatik nutzen können. Das Personal in LPME soll aus Hochschul- und Drittmitteln finanziert werden.

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

a) **Universität des Saarlandes: Zentrum für Biophysik (ZBP)**
(SL1361003)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Campus Saarbrücken
Fläche (NF 1-6):	3.744 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	3.744 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	37.269 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 2.920 Tsd. Euro und Großgeräte 3.350 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	3.727 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	7.454 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	11.181 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	9.317 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	5.590 Tsd. Euro

Das Zentrum für Biophysik der Universität des Saarlandes befasst sich mit Hilfe physikalischer Gesetzmäßigkeiten und Methoden mit der Analyse zellbiologischer Prozesse, wie z. B. Zytoskelettdynamik, Endozytose, Exozytose, Zellpolarisation und -migration, Biofilmbildung, Gewebewachstum und Immunantwort. Es kombiniert die experimentelle Beobachtung und Quantifizierung der räumlichen und zeitlichen Interaktionen von Proteinen, Organellen und Zellen mit einer theoretischen Analyse dieser Interaktionen im Hinblick auf die zu untersuchenden mesoskopischen emergenten Phänomene. Hierbei kommen Konzepte der Physik kondensierter Materie, der statistischen und biologischen Physik sowie der Computational Biology und der Bioinformatik (Data-Mining) zum Einsatz. Die Antragsteller formulieren beispielhaft neun langfristige Forschungsziele, zu denen u. a. die folgenden zählen: die Modulation der Mikroumgebung von Tumoren zur Effizienzsteigerung der Immunantwort; die Entwicklung eines „Immunsystems-on-a-chip“ zur Grundlagenforschung und zum Test neuer Medikamente und von Patientenmaterial; die Konstruktion von in vitro Modellen von neuronalen und immunologischen Synapsen, inklusive SNARE-vermittelter Membranfusion (Exozytose); das Auffinden neuer, chemi-

scher, auf das Zytoskelett wirkender Komponenten und deren potenzielle Nutzung als Medikamente; die Grundlagenforschung im Bereich der Adhäsion in biophysikalischen Systemen und Entwicklung maßgeschneiderter, eventuell sogar personalisierter Materialien (z. B. Knochen- oder Zahnimplantate) zur gezielten Modifizierung der Anhaftung oder Abstoßung von Biomolekülen (Proteine, Enzyme), Biofilmen oder Gewebe. Dazu sollen im geplanten Forschungsbau physikalische, zellbiologische, biochemische, humanmedizinische und bioinformatische Kompetenzen zusammengeführt werden. Das Forschungsprogramm ist auf einen Erkenntnisgewinn im Grundlagenbereich fokussiert, dennoch gibt es laut Antrag in allen vier Forschungsgebieten Projekte mit Translations- und Anwendungspotenzial.

Die geplanten Forschungen erstrecken sich von der molekularen über die zelluläre hin zur multizellulären Ebene - mit oder ohne Zell/Oberflächenaktionen. Die vier Ebenen sollen durch die zum größten Teil gebietsübergreifenden Zielstellungen thematisch und personell verzahnt arbeiten:

1 – Intrazelluläre Prozesse: Im Rahmen dieses Forschungsschwerpunkts wollen sich die beteiligten Arbeitsgruppen folgenden Themen widmen: Aktivierung und Polarisierung von T-Zellen, Immunzellen in künstlichen Umgebungen/optisch schaltbare Wirkstoffe, Zytoskelett-Dynamik, Immunsystem-on-a-chip sowie intrazellulärer Transport.

2 – Zell/Oberflächen-Interaktion: Hier sollen folgende zwei Themengebiete untersucht werden als eine Voraussetzung für das Verständnis zellulärer Antworten: Bakterienhaftung an Oberflächen sowie Kräfte an der immunologischen Synapse.

3 – Multizelluläre Prozesse: In diesem Schwerpunkt sollen neben Biofilmen zunächst einfachere, multizelluläre Prozesse ins Auge gefasst werden, wie die Kooperation von Immunzellen und Ensembles von aktiven Schwimmern, bevor langfristig komplexere Beispiele analysiert werden sollen.

4 – Molekulare Kooperativität: Auf der kleinsten Längenskala sollen in diesem Bereich kollektive Phänomene bei der Protein/Protein- und der Protein/Membran-Wechselwirkung untersucht werden; dazu zählen die Exozytose mit der SNARE-Maschinerie, die Calciumdynamik in T-Zellen und Orai-Kanäle, die Membrantranslokation von Nanoobjekten, Protein-Biofilme, der Transfer genetischer Information/nicht-kanonische Aminosäuren, die Kooperative organische Katalyse sowie die bioinformatische Identifizierung molekularer Prozesse.

Die Bedeutung interdisziplinärer Forschungsansätze in den Lebenswissenschaften ist in den vergangenen Jahren stark gewachsen. Am Standort Martinsried sind mit dem MPI für Biochemie und dem Biomedizinischen Centrum (BMC) der LMU München stark interdisziplinär ausgerichtete Institute für Zellforschung entstanden. Gegenüber diesen legt das ZBP einen deutlich stärkeren Fokus auf physikalische Modellbildung und – auf dieser Grundlage – auf die

Erforschung kooperativer und kollektiver Effekte in biomolekularen Ensembles. Annähernd vergleichbar mit dem ZBP sind das BIOTEC und das Center for Molecular Bioengineering der TU Dresden. Beide verfolgen jedoch vollständig andere Forschungsziele. Das MPI für Biophysik in Frankfurt und das MPI für biophysikalische Chemie in Göttingen befassen sich nicht schwerpunktmäßig mit Immunzellen, Biofilmen, Calciumkanälen oder künstlichen Membranen und forschen daher komplementär zum ZBP. International bestehen Kooperationen mit dem Institute Curie und der École Normale Supérieure (Paris), mit dem IBEC (Barcelona), mit den Universitäten von Yale und Princeton.

Das Forschungsprogramm des ZBP basiert im Kern auf dem Sonderforschungsbereich 1027, erweitert diesen jedoch in Thematik, Umfang und Langfristigkeit. So soll mit „multizellulären Prozessen“ ein neues Forschungsgebiet hinzugenommen und die Membranbiochemie einbezogen werden. Außerdem wird das Methodenspektrum durch bildgebende XPS und moderne Strukturierungstechniken für die Mikrofluidik ergänzt. Alle federführenden Personen leiten Teilprojekte dieses SFB. Die Mitglieder des ZBP partizipieren außerdem an einem weiteren Sonderforschungsprogramm (894) und in mehreren DFG-Schwerpunktprogrammen sowie BMBF-Programmen (z. B. TiGer, Alternativmethoden zum Tierversuch). International sind sie in EU Marie Curie Trainingsnetzwerke (z. B. POLYFILM), internationale Graduiertenkollegs (z. B. GRK 532, GRK 1830) und in das Erasmus Mundus-Doktoranden-Programm eingebunden. Die Vernetzung der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wird in zahlreichen gemeinsamen Publikationen dokumentiert.

Die Universität des Saarlandes weist drei Forschungsschwerpunkte auf: „NanoBioMed“, „Informatik“ und „Europa“. Das interdisziplinäre, interfakultäre ZBP ist mit seinen Mitgliedern zentral im Bereich „NanoBioMed“ verankert. Das ZBP bündelt die biophysikalischen Kompetenzen der Naturwissenschaftlichen und der Medizinischen Fakultät, sowie des Leibniz-Instituts für Neue Materialien (INM). Als strukturbildende Maßnahmen wurde eine Festkörperphysik-Professur in eine Biophysik-Professur überführt sowie eine Professur in Theoretischer Physik im Bereich Computational Biology wiederbesetzt. Zurzeit wird eine neue *Tenure-Track*-Juniorprofessur auf dem Gebiet der molekularen Zellbiophysik eingerichtet (s. u.). Das auf dem Campus der Universität angesiedelte INM kooperiert eng mit den Mitgliedern des ZBP. Beide wissenschaftliche Direktoren des INM sind gleichzeitig Professoren der Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät. In der Medizinischen Fakultät wurde kürzlich durch Neuberufungen die Membranbiochemie verstärkt, die mit dem ZBP assoziiert werden soll.

Durch die Gemeinschafts- und Schlüssellabore des Forschungsbaus bekommen Nachwuchsgruppen Zugang zu einer breiten Palette von state-of-the-art-Methoden. Damit ist der Forschungsbau ein wesentlicher Baustein des ZBP-Konzepts zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, das kontinuierlich die Einrichtung von Juniorprofessuren mit *Tenure-Track* vorsieht. Zurzeit

sind drei Juniorprofessuren im ZBP aktiv. Zusätzlich wird im Rahmen des Bund-Länder-Programms zur Förderung des Wissenschaftlichen Nachwuchses eine Juniorprofessur für „Molekulare Zellbiophysik“ eingerichtet, die nach erfolgreichem *Tenure-Track* erneut als Juniorprofessur in der Biophysik zur Verfügung steht. Postdocs sollen als Nachwuchsgruppenleiter frühzeitig mit Projektverantwortung betraut werden. Die Universität hat Bachelor- und Masterstudiengänge Biophysik mit Schwerpunkt im Bereich der physikalischen Ausbildung mit biologischen Anwendungen etabliert. Das in den SFB 1027 integrierte Graduiertenkolleg führt die seit 2006 bestehende strukturierte Doktorandenausbildung fort, die im Rahmen der von der DFG geförderten Graduiertenkollegs (GRKs) 1276 und 1326 initiiert wurde. Projektvorschläge von Doktorandinnen und Doktoranden sowie Postdocs sollen durch das Format „Miniprojekte“ wettbewerblich gefördert werden.

Zur Förderung von Gleichstellung und Vereinbarkeit von Familie und Beruf sollen u. a. im Rahmen des ZBP angebotene Veranstaltungen für Eltern von kranken Kindern, Personen, die Angehörige pflegen, im Mutterschutz oder in Elternzeit sind, als Live-Streaming angeboten werden. Personen im Mutterschutz oder in Elternzeit werden anschließend Übergangshilfen zur schrittweisen Wiederaufnahme der Vollzeittätigkeit angeboten.

Der Forschungsbau soll die bislang räumlich stark fragmentierten Kompetenzen im Bereich experimenteller und theoretischer Biophysik bündeln und durch neue Schlüssellabore Expertisen und Techniken zusammenführen. Die Antragsteller erwarten dadurch eine Verknüpfung von verschiedenen System-, Modellierungs- und Methodenkompetenzen. Es sollen sechs neue Schlüssellabore (Lichtmikroskopie-, Oberflächenanalyse- und XPS-Labor, Zellkulturlabor, Reinraum und Computational-Biophysics-Labor mit Großrechnerraum) sowie neue Gemeinschaftslabore für wechselnde Projekte mit den Homburger Gruppen des ZBP eingerichtet werden. Sie sind exklusiv für standortübergreifende Studien vorgesehen. Es ist geplant, dass alle Theorie-Arbeitsgruppen sowie einige experimentelle AGs den Rechner-Cluster nutzen, dass alle experimentellen AGs mindestens zwei der sechs Schlüssellabore nutzen, manche AGs drei oder mehr.

Der geplante Standort für den Forschungsbau ZBP (3.744 m²) liegt auf dem Campus Saarbrücken nahe dem INM, der Bioinformatik und den Biowissenschaften. Es sollen neun Arbeitsgruppen mit ca. 120 Personen einziehen. Die gegenseitige Nutzung der Forschungsinfrastruktur des ZBP und des INM (STED, STORM, Liquid-EM) ist durch Kooperationsvertrag geregelt. Für das ZBP werden folgende Großgeräte im Umfang von rund 3,4 Mio. Euro beantragt: eine Röntgen-Photoelektronenspektroskopie(XPS)-Anlage mit Ortsauflösung, ein Rechner-Cluster, ein Nano-3D-Drucker, ein Rasterkraftmikroskop sowie ein Konfokalmikroskop mit elektrophysiologischem Messplatz und angeschlossener optischer Pinzette. 275 m² Fläche sind als hochinstalliert ausgewiesen.

Es liegt eine nach Landesrecht geprüfte Bauunterlage vor.

- a) **Universität Kiel: Zentrum für Integrierte Systemmedizin (ZISMed)**
(SH1001005)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Medizinische Fakultät
Vorhabenart:	Neubau/Anbau
Standort:	Universitätsklinik Kiel
Fläche (NF 1-6):	3.958 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	3.958 m ² /100 %
Beantragte Gesamtkosten:	38.179 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 2.438 Tsd. Euro und Großgeräte 7.237 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	3.818 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	7.636 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	11.454 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	9.545 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	5.726 Tsd. Euro

Chronisch entzündliche und neurodegenerative Erkrankungen verzeichnen eine steigende Inzidenz in den Industrieländern. Beide Krankheitsgruppen erfordern kostspielige Behandlungen, sind kaum ursächlich therapierbar und weisen schwer vorhersagbare Krankheits- und Therapieverläufe auf. Da einerseits entzündliche Prozesse bei der Entstehung und Progression neurodegenerativer Erkrankungen eine Rolle spielen und andererseits Degeneration ein wesentliches Erscheinungsbild entzündlicher Erkrankungen ist, wird davon ausgegangen, dass eine inhaltliche Verknüpfung zwischen den Krankheitsgruppen vorliegt. Ziel des Vorhabens ist die Bündelung und Weiterentwicklung der Forschung zu beiden Krankheitsgruppen in einem systemmedizinischen Schwerpunkt. Innerhalb des Schwerpunktes sollen multidimensionale Patientendaten strukturiert und qualitätsgesichert erfasst und integrativen Analysen zur Identifikation von Mustern oder Markern für die Früherkennung der Erkrankungen unterzogen werden. Des Weiteren sollen krankheitsübergreifende Wirkmechanismen aufgedeckt und Modelle zur Therapieauswahl entwickelt werden. Im geplanten Forschungsbau sollen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Fachgebieten Neurologie, innere Medizin, Dermatologie, experimentelle Medizin, Allgemeinmedizin, Radiologie und Neuroradi-

ologie, Psychiatrie, klinische Molekularbiologie, Epidemiologie sowie medizinische Informatik und Statistik interdisziplinär zusammenarbeiten.

Die Forschungsprogrammatik soll in sechs Forschungsbereichen umgesetzt werden:

1 – Charakterisierung prämanifester Zustände: Der Forschungsbereich dient der Entwicklung von Biomarkern zur Identifikation von Personen in der Risiko- oder Prodromalphase sowie der Entwicklung von Verlaufsparemtern, die sich als Endpunkte für prämanifeste klinische Studien eignen. Dazu ist geplant, Risiko- und Prodromalkohorten zu rekrutieren, zu phänotypisieren und mit bildgebenden Verfahren zu untersuchen sowie entnommenes Biomaterial molekular zu typisieren. Außerdem sollen ethische Fragestellungen in Zusammenhang mit den beiden erstgenannten Fragestellungen bearbeitet werden.

2 – Charakterisierung manifester Erkrankungen: Die Antragsteller gehen davon aus, dass eine ursachengerechte Definition von Subtypen einer Krankheit mit höherer Wahrscheinlichkeit zum Aufdecken relevanter Entstehungs- und Therapieprozesse führt. Die dafür notwendigen Daten großer, longitudinal begleiteter Patientenkohorten sollen standardisiert erfasst werden. Ziel der Antragsteller in diesem Forschungsbereich ist es, eine ätiologisch möglichst homogene Klassifikation der beforschten Krankheiten auf der Grundlage von Biomarkern zu ermöglichen.

3 – Entwicklung neuer Biomarker und Messmethoden: Hier sollen Assoziationen zwischen klinischen Phänotypen und molekularen, bildmorphologischen bzw. epidemiologischen Indikatoren in geeignete neue Biomarker überführt werden. Des Weiteren ist die Entwicklung innovativer Mess- und Charakterisierungsmethoden für die Unterstützung von Diagnostik und Verlaufsbeobachtung geplant. Ein Schwerpunkt soll auf der Erforschung nichtinvasiver Bildgebungsverfahren liegen.

4 – Vorhersage von Therapieantworten: Ziel dieses Forschungsbereichs ist ein besseres Verständnis der Wirkungsweisen von Therapieverfahren, um diese künftig verstärkt personalisiert einsetzen zu können. Zu diesem Zweck sollen Patientenkohorten aus den Beschränkungen der Routineversorgung herausgelöst werden, um in Langzeitstudien die individuellen Therapieantworten zu untersuchen.

5 – Präklinische Modelle und klinische Studien: Die aus den Forschungsbereichen 1-4 hervorgegangenen Biomarker und Messverfahren sollen in präklinische und klinische Studien überführt werden. Schwerpunkte sollen in der Methodvalidierung sowie der Entwicklung von Frühtherapie- und Präventionsansätzen in definierten Subgruppen gesetzt werden. Neben in vitro-Verfahren sollen bereits etablierte bildgebende Verfahren zum Einsatz kommen.

6 – Methodik und Ethik: In diesem Forschungsbereich soll die gesamte, für das ZISMed relevante wissenschaftsmethodische und medizinethische Begleitforschung koordiniert und durchgeführt werden.

Das programmatische Konzept des ZISMed grenzt sich nach Angaben der Antragsteller von anderen systemorientierten Forschungsprogrammen im In- und Ausland durch die Zusammenführung aller thematisch, ethisch und methodisch relevanten Bereiche der Systemmedizin ab. Herauszuheben sei insbesondere die unmittelbare Anbindung an die Krankenversorgung. Als international vergleichbare Einrichtungen werden das stärker grundlagenorientierte *Competence Center Personalized Medicine* der ETH Zürich sowie das räumlich, thematisch und personell heterogenere *UCL Institute of Digital Health London* genannt. Weitere Einrichtungen mit systemmedizinischen Fragestellungen sind das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik (ISST), Dortmund, das jedoch vorrangig Soft- und Hardwareentwicklung betreibt, sowie das auf bioinformatische und nicht-humane Fragestellungen fokussierte *Luxembourg Centre of Systems Biomedicine*.

Die Universität Kiel verfügt über langjährige Expertise in den beiden zentralen Krankheitsbereichen sowie auf dem Gebiet des medizinischen Forschungsdatenmanagements. Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten in verschiedenen nationalen Verbundprojekten, Netzwerken und Programmen zusammen. Darunter befinden sich neben dem Exzellenzcluster *Inflammation at Interfaces* DFG-Sonderforschungsbereiche (SFB 877, 1182, 1261, 654), Forschergruppen (FOR 2107, 2488), sowie die Förderung im Rahmen des Emmy Noether-Programms. Seit 2012 ist Kiel außerdem eines von 18 Studienzentren der NAKO Gesundheitsstudie. Der Teilverbund sysINFLAME des BMBF Förderprogramms e:Med wird von Kiel aus koordiniert.

Das Forschungsprofil der Medizinischen Fakultät umfasst die Schwerpunkte Entzündungsforschung, Neurowissenschaften und Onkologie, die im Profilschwerpunkt „Digitale Medizin – Erkennen, Verstehen, Heilen“ zusammengefasst sind. Das ZISMed soll eine bisher nicht bestehende inhaltliche und methodische Brücke zwischen den Forschungsschwerpunkten eröffnen und das bestehende Forschungsprofil durch die enge Zusammenführung der Bereiche Entzündungsforschung und Neurowissenschaften stärken. Eine Verknüpfung mit dem Exzellenzcluster *Inflammation at Interfaces* ist Bestandteil dieses Vorhabens. Der Hauptantrag der Folgeinitiative *Precision Medicine in Inflammation* im Rahmen der Exzellenzstrategie ist derzeit in Vorbereitung. Die programmatische Ausrichtung des Forschungsbaus soll außerdem die Weiterentwicklung des interdisziplinären Schwerpunktes *Kiel Life Sciences* an der Universität Kiel unterstützen und zugleich von den dort etablierten Strukturen profitieren. Kürzlich erfolgt sind Berufungen in den Fachgebieten Psychiatrie und Psychotherapie sowie Medizininformatik. Ein Berufungsverfahren (W3) in der Human-

genetik läuft derzeit, eines zu endoskopischen Bildgebungsverfahren (W2) ist für 2019 geplant. Alle Professuren sollen am ZISMed beteiligt werden.

Am ZISMed sollen vier von insgesamt acht Nachwuchsgruppen des Förderprogramms „Schleswig-Holstein-Exzellenz-Chairs“ sowie Rotationsstellen des *Clinical Scientist*-Programms angesiedelt werden. Des Weiteren findet Nachwuchsförderung in zwei Graduiertenkollegs des Exzellenzclusters sowie in zwei Graduiertenkollegs (GRK 1743, 2154), die in Sonderforschungsbereiche integriert sind, statt. Die Beratung und Weiterbildung für Promovierende und in Kürze auch für Postdocs wird zentral im Graduiertenzentrum der Universität Kiel organisiert. Die Fakultät bietet einen internationalen Masterstudiengang im Bereich der Entzündungsmedizin an.

Die Universität verfügt über ein Gleichstellungskonzept, mit dem sie bereits Erfolge im Professorinnen-Programm und im *Tenure-Track*-Programm des BMBF erzielen konnte. Zwischen der Landesregierung und der Universität bestehen Vereinbarungen zu Gleichstellungszielen. Von 2018 an wird die Medizinische Fakultät eigene Zielvereinbarungen mit dem Land abschließen, die die Steigerung der Habilitationszahlen von Frauen und feste Quoten für Ärztinnen bei Rotationsstellen im *Clinical Scientist*-Programm vorsehen. Es ist geplant, Frauen für vakante Positionen gezielt anzusprechen und ein eigenes Mentoring-Programm am ZISMed zu etablieren.

Das geplante Vorhaben soll als interdisziplinäre Infrastruktur der Kompetenzbündelung dienen und als Schnittstelle zwischen Versorgung und klinischer sowie präklinischer Forschung fungieren. Im Forschungsbau wird die interdisziplinäre bildgebungs- informations- und labortechnische Infrastruktur für die standardisierte digitale Phänotypisierung bereitgestellt. Die Zusammenführung der labordiagnostischen Disziplinen ermöglicht die Verbindung der grundlagenorientierten, experimentellen und patientenorientierten Forschung und dient der Translation in die Klinik. Als Großgeräte werden ein 3-Tesla Magnetresonanztomograph (2.230 Tsd. Euro), ein automatisiertes Bioprobenlager (1.630 Tsd. Euro), ein Sensorsystem zur Bewegungsmessung (554 Tsd. Euro), ein *Cell Sorter* (230 Tsd. Euro), Endoskopiegeräte (400 Tsd. Euro), *Next Generation Sequencer* (1.193 Tsd. Euro) sowie EDV/Serversysteme (1.000 Tsd. Euro) beantragt.

Der Forschungsbau soll in direkter Nachbarschaft zum geplanten Forschungs- und Lehr-campus entstehen, der im Rahmen des baulichen Masterplans der Fakultät bis zum Jahr 2025 errichtet werden soll. In unmittelbarer Nähe soll außerdem das Zentrallabor des Universitätsklinikums angesiedelt werden. Im ZISMed werden Arbeitsplätze für 15 Arbeitsgruppen (einschließlich der vier Nachwuchsgruppen) mit insgesamt 147 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie für 45 nichtwissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eingerichtet.

Die Kosten für das beantragte Vorhaben wurden auf der Grundlage von Richtwerten ermittelt.

II.1 Baden-Württemberg

a) Karlsruher Institut für Technologie (KIT): Nachfolgesystem für den Forschungshochleistungsrechner am KIT

(BW1581160)

Anmeldung als Forschungsbau:	Förderphase 2019: 15.09.2017 (Antragsskizze) 19.01.2018 (Antrag)
Hochschuleinheit/Federführung:	Steinbuch Centre for Computing
Vorhabenart:	GG > 5,0 Mio. Euro
Standort:	Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, Eggenstein-Leopoldshafen
Fläche (NF 1-6):	0 m ²
Forschungsanteil an der Fläche:	0 m ² /0 %
Beantragte Gesamtkosten:	15.000 Tsd. Euro (darunter Ersteinrichtung 0 Tsd. Euro und Großgeräte 15.000 Tsd. Euro)
Finanzierungsrate 2019:	4.000 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2020:	0 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2021:	11.000 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2022:	0 Tsd. Euro
Finanzierungsrate 2023:	0 Tsd. Euro

Das derzeitige Tier-2-HPC-System am KIT wurde gemeinsam mit einem Rechenzentrumsneubau in der Förderphase 2013 beantragt und im Jahr 2016 in Betrieb genommen. Nun wird ein Nachfolgesystem beantragt, mit dem Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Erdsystem- und Umweltwissenschaften, Energie- und Mobilitätsforschung sowie die Lebenswissenschaften in die Lage versetzt werden sollen, durch mehrskalige Simulationen ein detailliertes Verständnis komplexer Prozesse in Natur und Technik zu gewinnen.

Mit steigender Rechenleistung und hochgradig parallelisierten Simulationen geht eine verbesserte Auflösung einher, die zu wachsenden Datenmengen bei den Eingabedaten und Simulationsergebnissen führt, die wiederum durch geeignete Methoden und Infrastrukturen des datenintensiven Rechnens und des Datenmanagements aufbereitet, analysiert, mit experimentellen Daten verglichen und langfristig aufbewahrt werden müssen. Das Steinbuch Centre for

Computing (SCC) am KIT will durch Zusammenführung von Daten und Algorithmen die Vorhersagekraft von Simulationen deutlich erhöhen und quantifizierbar machen. Es verknüpft Forschungsexpertise zu mathematisch-numerischen und Informatik-Methoden mit der langjährigen Erfahrung im Betrieb von HPC-Systemen und Dateninfrastrukturen.

Die HPC-Zentren innerhalb der Gauss-Allianz haben in den vergangenen Jahren einen gemeinsamen Prozess der Schwerpunktbildung und Profilierung durchlaufen. Dabei ist eine Versorgungslandkarte der Schwerpunkte der Anwendungswissenschaften entstanden. Am SCC stehen Simulationen in folgenden Disziplinen und Themengebieten im Vordergrund, die ausnahmslos ein Tier-2-System benötigen:

1 – Materialwissenschaft und Werkstofftechnik: virtuelles Design von Werkstoffen nach Maß, Fertigungsprozesse wie Zerspanung, additive Fertigung, Wärmebehandlung und mechanische Oberflächenbehandlung sowie die atomistische Modellierung elektrochemischer Grenzflächen.

2 – Erdsystem- und Umweltwissenschaften: eine verbesserte Modellierung des Erdsystems mit einem Fokus auf Unsicherheit in der Atmosphärenforschung und regionalen Vorhersagen für den globalen Wandel im Klima und Biosystem und dessen Einfluss z. B. auf Landwirtschaft oder Artenvielfalt.

3 – Energie- und Mobilitätsforschung: ein verbessertes Verständnis der vielfältigen und komplexen Prozesse der Energieumwandlung in Maschinen, Produktionsanlagen und Fahrzeugen zur Realisierung der Energiewende.

4 – Molekulare Lebenswissenschaften: die visuelle Darstellung von Struktur, Dynamik und Funktion von Biomolekülen, um die Dynamik von Phänomenen auf atomarer Ebene wie z. B. Dünnschichtwachstum, zu verstehen.

Schwerpunkte der methodenwissenschaftlichen Forschung sind:

5 – Simulation Labs: Ertüchtigung der Software wissenschaftlicher Anwendungen zur effizienten Nutzung auf parallelen Hochleistungsrechnern.

6 – Partielle Differentialgleichungen: Entwicklung und Analyse von Modellen und numerischen Approximationen.

7 – Algorithm Engineering: Entwicklung innovativer Lösungen durch Modellierung, Algorithmen-Entwurf, theoretische Analyse, Implementierung und experimentelle Evaluierung.

8 – Datenintensives Rechnen: Optimierung von Anwendungen mit großvolumigen und komplex strukturierten Daten sowie die performante Kopplung von unterschiedlichen HPC-Systemen, großskaligen Datenspeichern und Datenanalyse-Systemen.

9 – Computational Science & Mathematical Methods: Momentenmodelle, die eine effiziente Simulation von Mehrteilchensystemen auf Supercomputern ermöglichen.

10 – Fixed-Point Methods for Numerics at Exascale: Entwicklung neuer numerischer Algorithmen, die Skalierbarkeit, Fehlertoleranz und Energie-Effizienz von Simulationscodes für das Exascale-Computing verbessern, im Rahmen einer Nachwuchsgruppe.

Die Verknüpfung methodenwissenschaftlicher und anwenderwissenschaftlicher Forschung erfolgt in den Simulation Labs (SimLab NanoMikro, SimLab Energie, SimLab Klima und Umwelt). Sie unterstützen die Anwender bei der Portierung und Bereitstellung von Simulationscodes sowie bei Analyse und Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Software. Im datenintensiven Rechnen wurde das Modell der SimLabs in themenspezifischen Data Life Cycle Labs (DLCL) um eine Erforschung von Management und Analyse großskaliger wissenschaftlicher Daten erweitert. Die DLCLs Energy, Climatology und Key Technologies am KIT haben das Ziel, den Lebenszyklus großer wissenschaftlicher Daten in diesen Forschungsbereichen durchgängig zu implementieren und zu optimieren. Ein neues DLCL zu Materialwissenschaften ist in Planung. Ein „Data Services Integration Team“ soll sich als Querschnittsteam mit Funktionen und Lösungen befassen, die von mehreren DLCLs bzw. Forschungsbereichen für das Datenmanagement benötigt werden. Mit der Large Scale Data Facility (LSDF) besteht eine Infrastruktur für die Speicherung, Verwaltung, Archivierung und Analyse von wissenschaftlichen Daten aus unterschiedlichen Anwendungsdisziplinen. Übergreifend über alle Fachdomänen leistet das Team RDM@KIT Beratung zum Forschungsdatenmanagement.

Die an diesem Antrag beteiligten anwendungs- und methodenbezogenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben teilweise auch gemeinsam führende oder koordinierende Rollen in diversen Forschungsprogrammen des Bundes, des Landes Baden-Württemberg, der DFG, der HGF und der Europäischen Union inne. Zwei der vom KIT eingereichten und zum Vollantrag aufgeforderten Skizzen für Exzellenzcluster „Algorithm Engineering for the Scalability Challenge (AESC)“ und „ExStra – Energiespeicherung jenseits von Lithium“ würden durch ihre Aktivität einen Bedarf für ein Tier-2-Rechnersystem generieren.

Die Dachstrategie „KIT 2025“ sieht die strategische Weiterentwicklung der Forschung auf den Gebieten Energie, Mobilität und Information vor. Die anwendungswissenschaftlichen Schwerpunkte und die Methodenforschung dieses Antrags ordnen sich in diese Schwerpunkte ein. Ein Tier-2-HPC-System, das von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in ganz Deutschland genutzt werden kann, ist wesentlicher Bestandteil der KIT-Strategie und ergänzt zum einen die am KIT koordinierte Helmholtz Data Federation (HDF) als Baustein für eine nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) und zum anderen das

vom BMBF geförderte und ebenfalls national zugängliche Smart Data Innovation Lab (SDIL). Für die Grundversorgung mit Rechenleistung wird außerdem ein Tier-3-System für High-Throughput-Technical Computing bereitgestellt. In den HGF-Programmen am KIT sollen zudem der Bereich Information ausgebaut und damit alle genannten Felder der Methodenforschung zusätzlich gestärkt werden. Der Struktur- und Entwicklungsplan des KIT baut auf der Dachstrategie auf und sieht bis 2021 elf Berufungen mit direktem HPC-Bezug in den anwendungswissenschaftlichen Bereichen der Forschungsprogrammatis vor. Mit Bezug zur Methodenforschung innerhalb der Forschungsprogrammatis ist außerdem eine W1-Professur für Algorithm Engineering for Big Data vorgesehen.

Das KIT setzt sich für die Erhöhung der Frauenanteile auf allen Qualifizierungsstufen sowie für die Bereitstellung einer unterstützenden Forschungsumgebung für beide Geschlechter ein. Zielgerichtete Instrumente, wie z. B. der Chancengleichheitsplan oder jährliche Gender-Monitoring-Berichte, aber auch die kontextbezogene integrierte Gendersensibilisierung bei allen Angeboten der Personalentwicklung sollen die Verwirklichung dieser Ziele unterstützen.

Zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses entwickelt das KIT u. a. eine *Tenure/Multi-Track Strategy* mit der Ausrichtung auf Professuren und auf unbefristete Wissenschaftsstellen weiter. Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern sollen so unterschiedliche Perspektiven eröffnet werden. Für Doktorandinnen/Doktoranden, Postdocs, Nachwuchsgruppenleitungen und Juniorprofessorinnen und -professoren werden spezielle Programme angeboten. Mehrere Nachwuchsforschungsgruppen sollen in die Forschungsprogrammatis des HLR eingebunden werden.

Das Land Baden-Württemberg hat in den vergangenen Jahren Systeme auf allen Leistungsstufen der Pyramide koordiniert gefördert. Auf Tier-2 übernimmt das Steinbuch Center for Computing (SCC) am KIT die Rolle eines Hochleistungsrechenzentrums und Zentrums für datenintensives Rechnen. Die Leistungsstufen sind übergreifend konzipiert und über gemeinsame Lenkungsgremien koordiniert. Dadurch kann eine Versorgung von Benutzergruppen über alle drei Ebenen sichergestellt werden. Um dem Trend zu datenintensivem Rechnen und Datenanalyse gerecht zu werden, ist eine verstärkte und durchgängige Integration der Datenmanagementsysteme mit den HPC-Systemen zur Unterstützung von Datenanalyse und Data Intensive Computing vorgesehen. Das beantragte System am SCC nimmt in dieser Strategie eine wichtige Rolle ein.

Die Nutzung des aktuellen Rechnersystems verteilt sich auf 137 Rechenzeit-Projekte, sowie ca. 50 Testprojekte und ca. zehn Entwicklungsprojekte für die Methodenforschung. Drei der Anwendungsschwerpunkte hatten daran einen Anteil von jeweils rund 35 Vorhaben, während auf die Lebenswissenschaften neun Projekte entfielen. 2017 lag die Auslastung normal zwischen 85 und 90 %. Ein Viertel der Rechenzeit ging in Projekte externer Antragsteller. Mehr als die Hälfte der Rechenzeit wurde für Jobs mit mehr als 64 Knoten verwen-

det, fast ein Viertel für Jobs mit mehr als 128 Knoten, und immerhin 9 % nutzen mehr als ein Viertel des Systems. Der Parallelitätsgrad der Anwendungen ist gleichbleibend hoch.

Der zukünftige Bedarf wird sich zum größten Teil aus den aktuellen Nutzungsszenarien der Nutzergruppen entwickeln. Aus deren Befragung ergibt sich eine Verdopplung bis Verdreifachung der Ressourcenbedarfe für 2021 in den drei ingenieur- und naturwissenschaftlichen Anwendungsbereichen. Auch die Anforderungen an den Datendurchsatz und die Speicherkapazitäten wird deutlich steigen. Eine erheblich größere Steigerung der erforderlichen Rechenleistung prognostizieren die Lebenswissenschaften. Basierend auf der im ForHLR II verwendeten Technologie wäre bei 8.760 Betriebsstunden pro Jahr und einer Auslastung von 85 % also ein System mit ca. 70.000 Prozessor-Cores notwendig. Auch der Parallelitätsgrad der Anwendungen wird weiter steigen. Das System soll mehr als 10.000 parallele Tasks im normalen Nutzerbetrieb erlauben.

Die Architektur des derzeitigen Tier-2-HPC-Systems ist konzentriert auf ein HPC-Cluster für MPI-parallelisierte Anwendungen, stellt aber auch spezialisierte Sektionen für andere Anwendungen (Fat Nodes, GPUs) bereit. Es ist geplant, diese Auslegung grundsätzlich fortzusetzen und weiter auf die Verarbeitung großer Datenmengen und hohen Datendurchsatz auszurichten. Das System wird damit aus einer Sektion mit Knoten für MPI-Anwendungen mit hoher Speicherbandbreite, einer Sektion mit Beschleunigern für rechenintensive Anwendungen und aus einer Sektion mit Knoten für SMP-Anwendungen bestehen.

Die Höchstleistungs- und (überregionalen) Forschungshochleistungsrechner am HLRS und am SCC werden durch einen wissenschaftlichen Lenkungsausschuss (LA) des Landes „bewirtschaftet“, der Projektanträge wissenschaftlich und technisch begutachtet und Rechenzeit vergibt. Damit ergibt sich auch eine „Durchlässigkeit“ zwischen beiden Systemen. Der LA setzt sich u. a. aus zwölf wissenschaftlichen Mitgliedern aus verschiedenen anwendungs- bzw. methodenwissenschaftlichen Fachdisziplinen zusammen. Ca. 20 % der Kapazitäten des Systems sollen der Methodenentwicklung und Testprojekten zur Vorbereitung von Rechenzeitanträgen zur Verfügung stehen.

Das SCC hat eine mehr als 30-jährige Erfahrung bei der Auslegung, dem Betrieb und der Nutzung von Hoch- und Höchstleistungsrechnern sowie eine langjährige Expertise im Management großskaliger wissenschaftlicher Datenbestände. Von den 250 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sind 41 direkt im Bereich High Performance Computing tätig. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus anderen Abteilungen des SCC stehen für die unterstützenden Aufgaben zur Verfügung (*Data Life Cycle Labs, Data Services Integration Team, Large Scale Data Facility, Netzwerk, Nutzerverwaltung, Backup/Archiv*).

Das bisherige Kühlkonzept mit direkter Chipkühlung durch Warmwasser mit einem Temperaturniveau von 40°C im Vorlauf und 45°C im Rücklauf und der Integration der Kühlung in eine Campus-weite Infrastruktur mit einem neuen Blockheizkraftwerk mit Kraft-Wärme-Kältekopplung soll fortgesetzt werden.

Das hier beantragte System wird neben dem aktuellen Forschungshochleistungsrechner im vorhandenen Rechnergebäude des KIT untergebracht. Auch die Infrastrukturen zur Stromversorgung und Kühlung bieten ausreichend Kapazitäten, um eine schrittweise Inbetriebnahme des Nachfolgesystems bei gleichzeitiger schrittweiser Abschaltung des Vorgängers zu ermöglichen. Das System soll in zwei Stufen beschafft werden. Die erste Stufe wird den Nutzern vor allem eine Portierung der Anwendungen auf die neue Architektur ermöglichen.

B. Bewertung der zur Förderung beantragten Forschungsbauten

B.1 BEWERTUNGSKRITERIEN

Die Bewertung der vorliegenden Anträge der thematisch offenen Förderung wurde auf der Basis der folgenden Kriterien bzw. Fragestellungen vorgenommen |¹

1. Zielstellung:

- _ Wie ist die generelle Zielstellung des Vorhabens zu beurteilen?
- _ Wie fördert der Bau oder das Großgerät diese generelle Zielstellung?

2. Qualität der Forschungsprogrammatik:

- _ Wie sind die Relevanz, Originalität und das Innovationspotenzial der übergeordneten wissenschaftlichen Fragestellung zu beurteilen und inwiefern fügen sich die geplanten Forschungsarbeiten zu einer kohärenten Forschungsprogrammatik?
- _ Stehen Forschungsprogrammatik und Baumaßnahme (Ausstattung, Größe) bzw. Großgerät in einem angemessenen Verhältnis?
- _ Inwiefern wird mit dem Vorhaben eine überzeugende mittel- und langfristige Perspektive vorgelegt?
- _ Wie wird die wissenschaftliche Verantwortung für die Forschungsprogrammatik und den Betrieb des Forschungsbaus gewährleistet?
- _ Falls es sich beim Vorhaben um ein Großgerät mit einem Investitionsvolumen von mehr als 5 Mio. Euro handelt: Wie ist der Reifegrad des technisch-wissenschaftlichen Konzepts zu beurteilen?

|¹ Wissenschaftsrat: Leitfaden zur Begutachtung von Forschungsbauten - gültig ab Förderphase 2017 - (Drs. 4554-15), Stuttgart April 2015, S. 12-13.

3. Qualität der Vorarbeiten der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler:

- _ Wie ist die Ausgewiesenheit der federführenden und der weiteren maßgeblich beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler anhand bereits erbrachter Forschungsleistungen zum Thema der Forschungsprogrammatisik bzw. anhand anderer, für die Forschungsprogrammatisik bedeutsamer Vorarbeiten zu beurteilen (bereits bestehende Forschungsprojekte und –kooperationen sowie Publikationen und/oder Transferleistungen |²)?
- _ Wie ist die für das Vorhaben gegebenenfalls erforderliche wissenschaftlich-technische Kompetenz der federführenden und der maßgeblich beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu beurteilen?

4. Nationale Bedeutung des Vorhabens:

- _ Inwiefern hat das Vorhaben eine Ausstrahlungskraft über das einzelne Land hinaus?
- _ Inwiefern ist das Vorhaben bedeutend im nationalen oder internationalen Kontext?
- _ Wie ist das Vorhaben gegenüber vergleichbaren Schwerpunkten an anderen Standorten in Deutschland positioniert?

5. Einbettung des Vorhabens in die Hochschule:

- _ Wie fügt sich das Vorhaben in die Struktur- und Entwicklungsplanung der Hochschule ein, insbesondere in die Bemühungen zur Profilbildung in der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, in der Gleichstellung, im Diversity Management und im Wissens- und Technologietransfer sowie zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit?

Bei der Bewertung der Vorhaben in der programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“ gelten die oben genannten allgemeinen Kriterien – mit Ausnahme der Kohärenz des Forschungsprogramms (2.) – und daneben folgende Zusatzkriterien |³:

1. Herausragende Qualität sowohl

- _ der methodenwissenschaftlichen als auch
- _ der fach- bzw. anwenderwissenschaftlichen Forschung.

|² Beispielsweise Patente, Ausgründungen, öffentlich zugängliche Datenbanken, Lehrbücher, Publikationen für die Öffentlichkeit.

|³ Wissenschaftsrat: Leitfaden zur Begutachtung von Forschungsbauten, a. a. O., S. 15, sowie ders.: Empfehlungen zur Einrichtung einer programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“ im Rahmen der Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten nach Art. 91b Abs. 1 Nr. 3 GG, in: Wissenschaftsrat: Empfehlungen und Stellungnahmen 2008, Bd. III, Köln 2009, S. 222.

Dabei muss die vorgesehene Verknüpfung der methodenwissenschaftlichen Forschung mit der fach- bzw. anwenderwissenschaftlichen Forschung gesondert begründet werden.

2. Darlegung, dass der Rechner zur Durchführung der im Antrag dargelegten Forschungsprogramme erforderlich ist und durch diese ausgelastet wird.

3. Begründung für die gewählte Architektur und Systemauslegung des Rechners.

4. Nachweis der Antragsteller, dass ein wissenschaftsgeleitetes Verfahren der Nutzung etabliert wird, welches sicherstellt, dass der Rechner Voraussetzung für die Durchführung von Forschungsprogrammen von hoher Qualität ist.

5. Nachweis der vorhandenen technischen Kompetenz für den Betrieb des beantragten Rechners.

6. Nachweis der Wirtschaftlichkeit und der Energieeffizienz des beantragten Rechners.

In der programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“ wurde zur Förderphase 2019 ein Vorhaben vorgelegt.

II.1 Baden-Württemberg

a) Universität Heidelberg: Heidelberg Collaboratory for Mathematical and Computational Sciences (heiCOMACS)

(BW1251006)

Die Zielstellung des Vorhabens, völlig neue mathematische und informatische Ansätze mit hoch optimierter Performanz zu realisieren, die in rechenintensiven Forschungsbereichen eingesetzt werden sollen, erscheint innovativ und relevant. Sie soll beispielhaft für die Lebenswissenschaften, die Physik, die Chemie sowie die Digital Humanities umgesetzt werden. Dabei soll die Forschungsarbeit an der Schnittstelle zwischen den derzeit vorhandenen Hardwaretechnologien, mathematischer Modellierung, *Deep Learning*, numerischen Verfahren und adäquater Datenexploration und Visualisierung geleistet werden.

Gegenüber der Zielstellung weist die in vier Schwerpunkte gegliederte Forschungsprogrammatische einige deutliche Schwächen auf: Die konkrete Umsetzung der anvisierten Ziele bleibt zumeist vage und der behauptete „ganzheitliche“ Ansatz wird nicht entlang der gesamten Prozesskette von der „Hardwareanalyse über die mathematische Modellierung, das *Deep Learning*, die numerischen Verfahren, das Software-Engineering für numerische Simulation bis hin zur Datenexploration und Visualisierung“ deutlich. Während die Frage des effizienteren wissenschaftlichen Rechnens sich durch den Antrag hindurchzieht, bleibt die Nutzerperspektive relativ blass. Im ersten Schwerpunkt „*Hardware-Aware Computing* für *Deep Learning*“, erscheint die Verbindung von numerischer Simulation und *Deep Learning* überzeugend und interessant. Neben einer tiefergehenden Beschreibung der Forschungsansätze fehlt jedoch die Einbindung der oben genannten Fachdisziplinen, die von den Entwicklungen profitieren sollen. Die Thematik „Optimierte Algorithmen für hardware-spezifische Plattformen“ bleibt weitgehend entkoppelt von den anderen Arbeiten innerhalb des Schwerpunkts und vom Rest des Antrages. Der zweite Schwerpunkt „Ressourcen- und energieeffizientes Rechnen“, in dem optimierte numerische Verfahren für iterative Lösungsansätze entwickelt werden sollen, ist interessant und relevant. In den beteiligten Arbeitsgruppen wirken jedoch die Ingenieurwissenschaften (*Thermal Engineering*, *Electrical Engineering*) nicht mit. Dies ist vor allem deshalb problematisch, weil das (inter-)nationale Standing der Antragstellerinnen und Antragsteller im Hinblick auf diese wichtige Frage nicht eingeschätzt werden kann. Auch die Beschreibung der Arbeiten im dritten Schwerpunkt „Numerische Algorithmen und Softwaredesign“ bleibt vage. Es wird nicht klar, welchen wissenschaftlichen Fortschritt die Antragstellerinnen und Antragsteller mit welchen Methodiken erreichen wollen. Ein gewisses Alleinstellungsmerkmal besteht gegebenenfalls in den experimentellen Arbeiten zur Effizienz der numerischen Prozesse und ihrer Optimie-

rung. Im Schwerpunkt „Datenexploration und Visualisierung“ werden interessante Ansätze verfolgt, sie wirken jedoch nur relativ lose verbunden.

Einige der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind sehr sichtbar und renommiert. Sie haben bereits erfolgreich Verbundprojekte eingeworben. Allerdings erscheinen die Vorarbeiten der Gruppe insgesamt heterogen. Zudem werden sowohl die Nutzerperspektive als auch die Perspektive der Ingenieurwissenschaften nicht ausreichend abgebildet.

Da auf diesen Arbeitsfeldern auch andere Institutionen und teilweise auch die Industrie mit hohem Einsatz tätig sind, entzieht sich die nationale Bedeutung dieses Vorhabens und seine Perspektive trotz einiger wichtiger Ansätze einer Bewertung. Hard- und Softwarelösungen werden sich zwischen Beginn des Vorhabens und nach etwa zehn Jahren voraussichtlich stark unterscheiden. Aus diesem Grund müssten auch Methoden der Adaptierung an solche Veränderungen der Randbedingungen während der Bearbeitung der Forschungsfragen einbezogen werden. Dazu fehlen jedoch entsprechende Hinweise im Antrag.

Aufgrund dieser Bewertung wird das Vorhaben als nicht förderwürdig eingestuft und zurückgewiesen.

b) Universität Hohenheim: Hohenheim Center for Livestock Microbiome Research (HoLMiR)

(BW1800001)

Die generelle Zielstellung des Hohenheim Center for Livestock Microbiome Research (HoLMiR), die die systematische Erforschung des Mikrobioms des Verdauungstrakts von landwirtschaftlichen Nutztieren (Rinder, Schafe, Schweine, Geflügel) im Hinblick auf die Wechselwirkungen zwischen Mikrobiom und Wirtstier (Ernährung, Genom, Gesundheit, Leistung) vorsieht, ist hochrelevant und zukunftsweisend. Sie geht davon aus, dass dem Mikrobiom von Nutztieren für die globale Ernährungssicherung, die mikrobielle Lebensmittelqualität, die Tiergesundheit sowie die Umweltwirkung und Nutzung global begrenzter Nährstoffressourcen wesentliche Bedeutung zukommt. Sie erweitert den bisherigen Fokus der Mikrobiomforschung, der auf Menschen bzw. einzelnen Modellorganismen lag.

Die hochinnovative und originelle Fragestellung wird in drei ineinandergreifenden Forschungsbereichen umgesetzt. Die Aufteilung in diese drei Bereiche, die das Mikrobiom mit Blick auf Ernährung, Gesundheit und Genom des Tiers fokussieren, ist zielführend und erlaubt eine systematische Erforschung des Nutztiermikrobioms in Kombination mit einer umfassenden Geno- und Phänotypisierung der Tiere. Die Verbindung moderner Methoden in der Sequenzanalyse, Bioanalytik und Bioinformatik mit *in vivo*- und *ex vivo*-Modellen verschiedener Tierarbeiten ist neu und vielversprechend. Zudem können durch die Einbeziehung unterschiedlicher Tierarten im Gegensatz zu Forschungen an

Modellorganismen auch tierartsspezifische Besonderheiten berücksichtigt werden. Die Forschungsprogrammatische besitzt eine hohe wissenschaftliche Relevanz und weist eine überzeugende mittel- und langfristige Perspektive auf. Die Antragsteller sollten die Kooperation zwischen den Forschungsbereichen gegenüber der Darstellung im Antrag weiter präzisieren und damit die Chancen auf eine noch stärkere Kohärenz des Forschungsprogramms nutzen.

Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind durch Vorarbeiten auf dem Gebiet der Mikrobiomforschung sehr gut ausgewiesen. Eine Schlüsselrolle spielt die kürzlich bewilligte gemeinsame DFG Forschergruppe 2601 „Inositolphosphate und Myo-Inositol beim Geflügel: Untersuchungen an den Schnittstellen von Genetik, Physiologie, Mikrobiom und Ernährung“. Darüber hinaus gibt es bereits eine Vielzahl gemeinsamer Publikationen und Drittmittelprojekte, die die aktive Zusammenarbeit der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an gemeinsamen Forschungsfragen überzeugend dokumentieren.

Der Forschungsbau ist für die Umsetzung der geplanten Forschungsprogrammatische notwendig und fördert die interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Mikrobiomforschung an Nutztieren. Der bimodulare Aufbau mit einem Modul, das die bioanalytische Infrastruktur samt den erforderlichen Großgeräten umfasst, und einer Tierexperimentaleinheit ist sinnvoll und angemessen.

Auf nationaler und internationaler Ebene stellt die Mikrobiomforschung an Nutztieren ein Alleinstellungsmerkmal dar. Der geplante Forschungsbau schließt damit eine erhebliche Forschungslücke, da sich die Mikrobiomforschung bisher vor allem auf die menschliche Gesundheit fokussiert und im Bereich der Agrarforschung in Deutschland keine vergleichbare systematische Erforschung des tierischen Mikrobioms stattfindet. Trotz ähnlich gelagerter Ansätze gibt es auch auf internationaler Ebene kein gleichrangiges institutionalisiertes Zentrum für die Mikrobiomforschung an Tieren. Zugleich greift das HoLMiR-Vorhaben komplementäre Forschungen im Rahmen von Kooperationen gezielt auf.

Der Forschungsbau ist in vorbildlicher Weise in die Struktur- und Entwicklungsplanung der Universität Hohenheim eingebunden. Die Universität räumt dem Vorhaben höchste Priorität ein und unterstreicht dies durch eine gezielte Berufungspolitik und die Finanzierung einer Nachwuchsgruppe. Auch die Einbettung von HoLMiR in die Forschungsinfrastruktur vor Ort ist sehr überzeugend, z. B. durch die Nutzung der „Core Facility Hohenheim“ für die chemische Analytik oder durch die Unterstützung der Bioinformatik des Forschungsvorhabens. Damit sind hervorragende Voraussetzungen für die Umsetzung des Vorhabens gegeben. Unter den Antragstellern befindet sich bereits ein sehr hoher Anteil von 40 % Frauen, der durch aktive Rekrutierung insbesondere auf der Ebene des wissenschaftlichen Nachwuchses weiter erhöht werden soll. Mit der Einbettung von drei Nachwuchsgruppen und der Anbindung an das struk-

turierte Promotionsprogramm der Graduiertenakademie Hohenheim ist ein sehr gutes Konzept zur Nachwuchsförderung gegeben.

73

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind damit in hohem Maße und überzeugend erfüllt. Die beantragten Baukosten, die sich auf eine Fläche von 3.108 m² beziehen, werden auf der Grundlage einer nach Landesrecht geprüften Bauunterlage auf 46.600 Tsd. Euro festgelegt. Es werden Ersteinrichtungskosten von 3.305 Tsd. Euro anerkannt. Die Großgeräte mit Kosten von 4.204 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag entspricht demzufolge – wie beantragt – 54.109 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkung als förderwürdig empfohlen.

a) **Technische Universität München: Zentrum für QuantumEngineering (ZQE)**

(BY1632011)

Die wissenschaftliche Untersuchung und technologische Entwicklung der kontrollierten Manipulation quantenphysikalischer Effekte ist von höchster Relevanz für zukünftige Informationstechnologien und damit von großer technologischer und gesellschaftlicher Bedeutung. Der Forschungsbau soll eine Brücke zwischen Grundlagenforschung und mittelfristiger kommerzieller Nutzung schaffen. Dabei wird das breite Spektrum der Untersuchungsmethoden und Kompetenzen einschließlich der Chemie, Physik, Mathematik, Informatik und Elektrotechnik als besondere Stärke gesehen. Die räumliche Zusammenführung der sehr heterogenen Plattformen mit unterschiedlichen Quanteneffekten stellt einen entscheidenden Meilenstein für die Forschung auf diesem Feld dar.

Die im Antrag formulierten wissenschaftlichen Fragestellungen, die auf die Verknüpfung unterschiedlicher festkörperbasierter Quantensysteme zu Hybridstrukturen abzielen, sind sowohl in höchstem Maße anspruchsvoll als auch innovativ. Das Forschungsprogramm, das in die drei Schwerpunkte Hybride Bauelemente und Schaltkreise, Quantenmaterialien und Systemaspekte überzeugend untergliedert ist, ist auf sehr hohem wissenschaftlichen Niveau und kohärent. Auch langfristig ergibt sich ein großes Potenzial an Erkenntnisgewinn und technologischer Umsetzung.

Die beteiligten federführenden Wissenschaftler sind auf ihren Arbeitsfeldern durchgehend international ausgewiesen. Dies wird durch die Vielzahl bedeutender Veröffentlichungen und Preise und die erfolgreiche Koordination von großen Forschungsprogrammen belegt. Hervorzuheben ist insbesondere auch die Breite der nachgewiesenen Forschungsvorarbeiten, die für die integrativen Forschungsaspekte des ZQE von wesentlicher Bedeutung ist.

Die gemeinsame Unterbringung der interdisziplinären Arbeitsgruppen in einer Infrastruktur wird die Umsetzung der Forschungsprogrammatik erheblich fördern. Der beantragte Forschungsbau unterstützt dabei in besonderer Weise die grundlagenwissenschaftlichen Aspekte der zugrundeliegenden natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen, da mit der beantragten Ausstattung und der geplanten interdisziplinären Arbeitsgruppenstruktur Synergien sowohl bei der Entwicklung neuer hybrider Quantensysteme als auch bei der Erforschung anwendungsorientierter, ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen erreicht werden können. Die beantragten Großgeräte sind für die erfolgreiche Realisierung des Forschungsprogramms unabdingbar.

Quanten-Technologien werden als Zukunftstechnologie weltweit und auch in Deutschland sehr breit verfolgt. Die besondere Bedeutung des ZQE ist das komplexe Spektrum des Vorhabens, das von ambitionierter Grundlagenforschung bis zur kommerziellen Nutzung von festkörperbasierten hybriden Quantensystemen sowie von der Quantensensorik bis zum Quantencomputing reicht. Damit schließt sich das Vorhaben logisch an die erfolgte Erforschung einzelner technologischer Grundlagen auf Halbleiterbasis, Supraleiterbasis, atomarer Gase oder magnetischer Materialien an und geht den konsequenten Schritt hin zu funktionierenden Quantensystemen.

Bereits vor über einem Jahrzehnt hat die Technische Universität München die Quantenwissenschaften als einen ihrer Forschungsschwerpunkte identifiziert und durch strategische Berufungen in der Physik, der Elektro- und Informationstechnik, der Chemie und der Mathematik profiliert. Weitere entscheidende Weichen wurden durch fachübergreifende Verbundprojekte am Standort Garching wie das Walter-Schottky-Institut, das Zentrum für Nanotechnologie und Nanomaterialien, das Walther-Meißner-Institut sowie das Max-Planck-Institut für Quantenoptik gelegt. Durch die starke Einbeziehung von Nachwuchsgruppen, die hohe Zahl an geplanten Doktorandinnen und Doktoranden sowie die beabsichtigten *Tenure Track*-Berufungen im Bereich Quantencomputing und Quantenelektronik wird das ZQE in hohem Maße den wissenschaftlichen Nachwuchs auf allen Ebenen fördern. Dabei ist auch der interdisziplinäre Ausbildungsaspekt hervorzuheben. Da keine Frau dem Kreis der federführenden Wissenschaftler angehört, sollten spezifische Gleichstellungsmaßnahmen entwickelt werden. Für den Wissens- und Technologietransfer bildet das bestehende Netzwerk von IT- und Elektronikunternehmen gerade um den Standort München eine sehr gute Grundlage.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind in hohem Maße und überzeugend erfüllt. Die beantragten Baukosten, die sich auf eine Fläche von 2.510 m² beziehen, werden auf der Grundlage einer nach Landesrecht geprüften Bauunterlage auf 31.297 Tsd. Euro festgelegt. Es werden Ersteinrichtungskosten in Höhe von 2.000 Tsd. Euro anerkannt. Die Großgeräte mit Kosten im Umfang von 6.500 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag beträgt demnach – wie beantragt - 39.797 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkungen als förderwürdig empfohlen.

b) **Universität Regensburg: Regensburg Center for Ultrafast Nanoscopy (RUN)**

(BY1341004)

Die generelle Zielstellung des Regensburg Center for Ultrafast Nanoscopy (RUN) widmet sich einer der großen naturwissenschaftlichen Herausforderun-

gen, indem sie die Entwicklung neuer Nanoskopieverfahren anvisiert, die gleichzeitig und direkt molekulare Orts- und ultraschnelle Zeitauflösung bis in den Femtosekundenbereich ermöglichen sollen. Auf Basis von molekularen Zeitlupenfilmen sollen biologische, chemische und physikalische Prozesse mit ultraschneller Dynamik auf der Nanometerskala studiert und verstanden werden. Als interdisziplinäres Kompetenzzentrum kann RUN dazu beitragen, ein ganzheitliches Verständnis des Nanokosmos zu entwickeln.

Die Forschungsprogrammatur ist mit ihrem fachübergreifenden Ansatz, der die experimentelle und theoretische Physik, die Biochemie, die Chemie und die Strukturbiologie umfasst, sehr überzeugend, kohärent und hochrelevant. Sie wird in drei interdisziplinären Forschungsbereichen umgesetzt, die auf die gemeinsame Zielstellung ausgerichtet sind und in denen experimentelle Arbeiten, Theorie und Methodenentwicklung eng miteinander verzahnt sind. In allen beteiligten Bereichen können in Zukunft grundlegende Beiträge erwartet werden, die den gegenwärtigen Wissenstand in ausgewählten Bereichen auch revolutionieren könnten. Die Forschungsprogrammatur weist daher eine äußerst vielversprechende mittel- und langfristige Perspektive aus.

Die Vorarbeiten sind in höchstem Maße überzeugend. Alle beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind auf dem Gebiet der Nanoskopie und der ultraschnellen Nanodynamik hervorragend ausgewiesen und international führend. So ist es an der Universität Regensburg erstmals gelungen, die Bewegung eines einzelnen Molekülorbitals in Ort und Zeit aufzulösen. Darüber hinaus arbeiten die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bereits im Rahmen zahlreicher Forschungsverbände und -projekte zusammen, wodurch die wissenschaftlichen Vorarbeiten ebenfalls hervorragend dokumentiert werden.

Der Forschungsbau ist notwendig für die Umsetzung der Forschungsprogrammatur und für die erforderliche Zusammenführung der interdisziplinären Forschungsgruppen. Aus technischer Sicht werden dazu interdisziplinär nutzbare Laborräume bereitgestellt, die gleichzeitig den Anforderungen hochinstallierter Biologie-, Laser- und Mikroskopielabore entsprechen.

In Deutschland wird an einigen Standorten auf dem Gebiet der ultraschnellen und höchstauflösenden Mikroskopie geforscht. Jedoch ist weder auf nationaler noch auf internationaler Ebene die in Regensburg erreichte Orts- und Zeitauflösung der ausgewählten Methoden verfügbar. Der Forschungsbau bietet daher die Chance, dass sich die Universität Regensburg nachhaltig an die internationale Spitze der Forschung auf dem Gebiet der ultraschnellen Nanoskopie setzt. Darüber hinaus besteht auch großes Potenzial für konkreten Technologietransfer.

Das Vorhaben hat zentralen Stellenwert für die Naturwissenschaften in Regensburg und integriert sich daher in vorbildlicher Weise in die strategische

Planung der Universität Regensburg, an der die höchstauflösende Mikroskopie in Forschung und Lehre sowohl in der Strukturbiologie als auch in der Physik bereits eine wichtige Rolle spielt. Das Vorhaben wird durch strategische Berufungen und finanzielle Ressourcen systematisch gefördert. Der bereits sehr erfreuliche Anteil von 25 % Professorinnen aus den beteiligten Fakultäten Biologie, Chemie und Physik soll durch weitere Maßnahmen, u. a. durch ein Mentoringprogramm für Doktorandinnen und Postdoktorandinnen, systematisch und nachhaltig ausgebaut werden. Das Konzept zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, das u. a. eine interdisziplinär ausgerichtete Doktorandenausbildung und Nachwuchsgruppen vorsieht, ist ebenfalls sehr überzeugend.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind damit in höchstem Maße und sehr überzeugend erfüllt. Die beantragten Baukosten, die sich auf eine Fläche von 2.059 m² beziehen, werden auf der Grundlage einer nach Landesrecht geprüften Bauunterlage auf 29.000 Tsd. Euro festgelegt. Es werden Ersteinrichtungskosten von 1.300 Tsd. Euro anerkannt. Die Großgeräte mit Kosten von 9.700 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag entspricht demzufolge – wie beantragt – 40.000 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkung als förderwürdig empfohlen.

**a) Charité - Universitätsmedizin Berlin und Technische Universität Berlin:
Der Simulierte Mensch (Si-M)**

(BE0209005)

Die generelle Zielstellung des gemeinsamen Vorhabens von Charité und TU Berlin, humane Zell- und Organfunktionen mit neuen Technologien wie 3D-Kultivierung, Multi-Organ-Chips oder 3D-Bioprinting zu modellieren, ist hochinnovativ, zukunftsweisend und besitzt großes wissenschaftliches Potenzial. Durch die Kombination von biomedizinischer Expertise, klinischen Fragestellungen und Technologieentwicklung für die Bereitstellung von humanen Modellen können Limitationen traditioneller Zellkulturansätze bei der Erforschung von Gewebeeigenschaften überwunden werden. Von der Entwicklung aussagefähigerer Organ-Modellsysteme kann mittelfristig ebenso die medizinische Versorgung profitieren, so dass das Vorhaben perspektivisch auch hohe gesundheitspolitische Relevanz besitzt.

Die Forschungsprogrammatik ist entlang der unterschiedlichen Skalierungen von der subzellulären über die zelluläre bis zur Gewebsebene mit jeweils zugehörigen Forschungsbereichen und Arbeitsgruppen sinnvoll und überzeugend gegliedert. Sie wird in interinstitutioneller und interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Medizinerinnen und Medizinern der Charité und Biotechnologinnen und -technologern der TU Berlin verfolgt. In ihrem Fokus stehen zunächst onkologische, immunologische und regenerative Fragestellungen. Angesichts vielfältiger medizintechnologischer Anwendungsgebiete und der hohen Dynamik der Technologieentwicklung ergibt sich eine sehr gute mittel- bis langfristige Perspektive der Programmatik, da sich die Forschungsarbeiten zurzeit auch international noch am Anfang befinden. Die Programmatik kann durch eine gezielte Identifizierung von Synergiepotentialen zwischen den einzelnen Arbeitsgruppen im Sinne einer übergreifenden Fragestellung, z. B. bei der gemeinsamen Evaluation der eingesetzten Technologien und der Methodenentwicklung, noch an Kohärenz gewinnen.

Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zeichnen sich durch sehr gute und langjährige Expertise auf ihren jeweiligen medizinischen und biotechnologischen Forschungsgebieten aus. Dies wird durch überwiegend exzellente Publikationsleistungen, signifikante Drittmittelwerbungen und die Beteiligung an zahlreichen Forschungsverbänden klar dokumentiert. Da sich die Zusammenarbeit von Charité und TU Berlin auf diesem Gebiet noch am Anfang befindet, bestehen bisher kaum gemeinsame Publikationen.

Für die interinstitutionelle Zusammenarbeit der Arbeitsgruppen und die Interaktion an der Schnittstelle von Medizin und Biotechnologie bilden die räumliche Integration im Forschungsbau und die gemeinsame Nutzung der Technologieplattformen notwendige Voraussetzungen. Der Forschungsbau erlaubt es den

angesiedelten Arbeitsgruppen, essentielle analytische Techniken (multidimensionale Mikroskopie, Einzelzell-Sequenzierung, Massenspektrometrie, Zytometrie) gemeinsam und direkt vor Ort durchzuführen. Mit dem zentralen gemeinsamen Konferenzraum („Theatron“) wird auch architektonisch ein klarer Impuls für den fächer- und standortübergreifenden Dialog im Forschungsbau gesetzt.

Mit der engen Verflechtung von Medizin und Biotechnologie verfügt Si-M über ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal auf nationaler Ebene. Die Modellierung humaner Zell- und Organfunktionen durch eine Kombination klinischer Fragestellungen mit Technologieplattformen grenzt das Vorhaben überzeugend von themenverwandten Ansätzen in der nationalen Forschungslandschaft ab. Mittelfristig besteht die Chance, dass sich Si-M zu einem Forschungsstandort mit erheblicher internationaler Sichtbarkeit entwickelt.

Der Forschungsbau ist in die strategische Entwicklungsplanung von Charité und TU Berlin sehr gut integriert. Er dokumentiert überzeugend das Ziel beider Einrichtungen, auf den beteiligten Forschungsgebieten künftig enger zusammenzuarbeiten. Dies kommt auch in der beschlossenen Planung eines gemeinsamen Campus Seestraße zum Ausdruck. Der Forschungsbau soll auf diesem Campus angesiedelt werden und fügt sich in die Pläne zur Bildung einer einrichtungübergreifenden ‚Scientific Community‘ im Bereich Biomedizin und Biotechnologie sehr gut ein. Die Einrichtung einer W3-Professur „Technische Immunologie“ sowie die geplante Neuberufung einer Sonderprofessur „Zytometrie“ unterstreichen die strategische Bedeutung des Vorhabens für beide Einrichtungen. Ausbildung und Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses sind durch Nutzung der vorhandenen Möglichkeiten, insbesondere der Graduiertenschulen von Charité und TU Berlin, überzeugend gewährleistet. Ansätze zur gezielten Förderung von Wissenschaftlerinnen sind klar dokumentiert und nutzen etablierte Standards und Verfahren. Das Vorhaben verfügt über konkretes Transferpotenzial. Dabei ist die Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Industrie plausibel dargestellt und überzeugend konzipiert.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind damit erfüllt. Die beantragten Baukosten, die sich auf eine Fläche von 2.975 m² beziehen, werden auf der Grundlage einer nach Landesrecht geprüften Bauunterlage auf 26.025 Tsd. Euro festgelegt. Es werden Ersteinrichtungskosten von 2.546 Tsd. Euro anerkannt. Die Großgeräte mit Kosten von 5.400 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag entspricht demzufolge – wie beantragt – 33.971 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkung als förderwürdig empfohlen.

a) **Universität Bremen: Zentrum für Tiefseeforschung (ZfT)**

(HB1050004)

Die Erforschung der Tiefsee, die das übergeordnete Ziel des Vorhabens ist, ist hoch aktuell und ökonomisch sowie gesellschaftlich von besonderer Relevanz. Denn es gilt, die Bedeutung der Tiefsee und der dort ablaufenden Prozesse für die Dynamik des Systems Erde-Mensch zu erforschen, um einer schonenden Nutzung von Ressourcen der Tiefsee näher zu kommen, aber auch um die zunehmenden Probleme insbesondere im Zusammenhang mit den Gefahren des globalen Klimawandels besser zu verstehen.

Die Forschungsprogrammatik zeichnet sich durch einen breiten Ansatz aus, der geowissenschaftliche und geobiologische Fragestellungen in kohärenter Weise integriert. Die im Rahmen der Forschungsprogrammatik dargestellten drei Forschungsfelder besitzen sehr hohe Relevanz und ein großes Innovationspotenzial und werden durch den Querschnittsbereich Unterwassertechnologien und Umweltbeobachtungssysteme in sinnvoller Weise miteinander verzahnt. Die Untersuchung von Sedimenten, Gesteinen und Fluiden der Tiefsee sowie der stofflichen und thermischen Austauschprozesse in diesem System erfordert einen erheblichen logistischen Aufwand und kann nur, wie im ZfT vorgesehen, durch den Einsatz modernster Technologien und in enger Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen sinnvoll betrieben werden.

Die federführenden und maßgeblich beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind überwiegend herausragend für die Durchführung des beantragten Forschungsvorhabens ausgewiesen. Das Vorhaben basiert auf langjährigen Vorarbeiten, die durch beeindruckende Drittmittelinwerbungen und hochrangige Publikationen belegt werden können. Zudem sind die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weltweit in der Tiefseeforschung vernetzt. Auch die für das Vorhaben essentielle wissenschaftlich-technische Kompetenz ist vorhanden.

Der geplante Forschungsbau inklusive des beantragten Großgerätes fördert die Umsetzung der Forschungsprogrammatik durch die Zusammenführung interdisziplinärer Forschergruppen und die Bereitstellung von Laboren sowie der Gerätehalle für die Unterwassertechnologien. Er sieht ebenfalls ein Bohrkernlager mit entsprechend stabiler Klimatisierung und einem fahrbaren Regalsystem vor, um etwa Kerne mit einer Gesamtlänge von 100 km raumoptimiert und energieeffizient lagern zu können. Perspektivisch ist davon auszugehen, dass mit dieser Lagerkapazität der wissenschaftliche Bedarf der kommenden zwei Dekaden gedeckt werden kann.

Das MARUM der Universität Bremen gehört bereits heute zu den wichtigsten geowissenschaftlich ausgerichteten marinen Zentren Deutschlands. Durch das

beantragte Vorhaben werden die für die Erforschung der Tiefsee erforderlichen technischen Methoden sowie Möglichkeiten zu deren Weiterentwicklung bereitgestellt und die nationale und internationale Spitzenstellung der Universität Bremen im Bereich der Tiefseeforschung noch weiter ausgebaut. Auch international weist das geplante Vorhaben hinsichtlich seiner ausschließlichen Ausrichtung auf die Tiefseeforschung eine Sonderstellung gegenüber anderen großen Meeresforschungsinstituten auf.

Das Vorhaben integriert sich hervorragend in die Struktur- und Entwicklungsplanung sowie die Profilbildung der Universität Bremen, die sich zu einem der wichtigsten universitären Zentren für Marine Geowissenschaften in Deutschland und zu einer weltweit führenden Einrichtung auf diesem Gebiet entwickelt hat. Das Zentrum für Tiefseeforschung wird neben dem MARUM wesentliche Aspekte der Meeresforschung an der Universität Bremen bündeln und die herausragende Rolle der Universität in diesem Bereich weiter ausbauen. Für die Förderung des Nachwuchses und der Gleichstellung liegen geeignete Konzepte und Formate vor, die bereits im Rahmen des Exzellenzclusters „Der Ozean im System Erde“ realisiert werden.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind damit in höchstem Maße und sehr überzeugend erfüllt. Die beantragten Baukosten, die sich auf eine Fläche von 4.013 m² beziehen, werden auf der Grundlage einer nach Landesrecht geprüften Bauunterlage auf 30.650 Tsd. Euro festgelegt. Es werden Ersteinrichtungskosten in Höhe von 2.750 Tsd. Euro anerkannt. Die Kosten des beantragten Großgeräts im Wert von 4.500 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag entspricht demzufolge – wie beantragt – 37.900 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkung als förderwürdig empfohlen.

a) **Universität Frankfurt am Main: Frankfurt Cancer Institut (FCI)**

(HE1161013)

Ziel des Frankfurt Cancer Institute (FCI) ist die Entwicklung individualisierter Mechanismus-basierter Tumortherapien. Das Forschungsziel ist von herausragender Relevanz. Es soll in einem interdisziplinären Ansatz verfolgt werden, in dem ausgehend von klinischen Fragestellungen die Tumorphathogenese und Therapieantworten auf Krebserkrankungen aufgeklärt werden sollen. Dabei wird ein kontinuierlicher Wissenstransfer zwischen Grundlagenforschung und Klinik angestrebt, in dem translationale Forschung und reverse Translation produktiv ineinandergreifen.

Die Forschungsprogrammatische ist hochrelevant und aktuell. Die fünf Forschungsbereiche sind stringent miteinander verbunden und bilden die gesamte Translationskette von der Vorklinik bis zur Validierung von Therapieverfahren in klinischen Studien ab. Das Vorhaben baut dabei auf der engen Kooperation der Universitätsmedizin sowie der chemischen und pharmazeutischen Institute der Universität Frankfurt mit dem Georg-Speyer Haus und dem Frankfurter Standort des Deutschen Konsortiums für Translationale Krebsforschung (DKTK) auf. Dadurch werden universitäre und außeruniversitäre Expertisen zur Entwicklung neuer Therapieformen für Krebserkrankungen sinnvoll lokal und regional gebündelt. Eine Besonderheit der Forschungsprogrammatische ist die Einbindung der Arzneimittelentwicklung mit der im Großraum Frankfurt angesiedelten pharmazeutischen Industrie, insbesondere dem Structural Genomics Consortium (SGC). Angesichts der biologischen Komplexität von Krebserkrankungen, der zu erwartenden Steigerung der Erkrankungszahlen und der translationalen Umsetzungsstrategie verfügt die Forschungsprogrammatische über eine sehr überzeugende mittel- und langfristige Perspektive.

Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind überwiegend durch hervorragende Publikationen international ausgewiesen. Es bestehen zahlreiche themennahe, mit dem Forschungsbau zusammenhängende Forschungsverbünde, darunter u. a. drei Sonderforschungsbereiche mit Sprecherfunktion und der Exzellenzcluster „Makromolekulare Komplexe“. Die Vorarbeiten auf dem Gebiet der translationalen Krebsforschung werden darüber hinaus durch die Mitgliedschaft des Standorts Frankfurt im DKTK (mit doppelter Sprecherfunktion an der Universitätsmedizin Frankfurt) klar dokumentiert.

Zur Umsetzung der ambitionierten Forschungsprogrammatische werden multidisziplinäre Teams benötigt. Der Forschungsbau stellt daher für die Zusammenführung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus unterschiedlichen Disziplinen und verschiedenen universitären und außeruniversitären Institutionen einen wichtigen Integrationsfaktor dar. Zugleich ist er eine Voraussetzung der zur Umsetzung der Forschungsprogrammatische erforderlichen

Zusammenführung der technischen Infrastruktur in der gemeinsam genutzten Technologieplattform.

Die Stärke des Vorhabens liegt in der Integration der unterschiedlichen wissenschaftlichen Kompetenzen am Standort. Wenngleich auch andere Standorte in Deutschland an ähnlichen Fragestellungen forschen, kann das FCI insbesondere durch die Anbindung der pharmazeutischen Industrie bedeutende eigene Akzente setzen und hat die Chance, sich auf nationaler Ebene zu einem Innovationsnukleus für die personalisierte Krebsmedizin zu entwickeln und auch internationale Sichtbarkeit zu erlangen.

Das Vorhaben ist sehr gut in die Profilschwerpunkte des Standorts Frankfurt integriert. Die strategische Berufungspolitik der letzten zehn Jahre belegt die systematische Förderung der im FCI vertretenen Forschungsgebiete sehr überzeugend. Auch für die kommenden Jahre ist die Unterstützung durch die Universität Frankfurt und die außeruniversitären Partner (Georg-Speyer-Haus, DKTK) vorbildlich: So sollen weitere Professuren geschaffen werden, die die Profildbereiche im Forschungsbau sinnvoll verstärken. An der Universität Frankfurt existiert mit der Postgraduiertenakademie GRADE eine geeignete Struktur zur Unterstützung fortgeschrittener Nachwuchskräfte. Das Konzept zur Nachwuchsförderung am FCI könnte durch eine transparente Systematisierung der Maßnahmen zur Doktorandenausbildung noch weiter gewinnen. Im Bereich der Gleichstellung ist ein funktionales System eingerichtet, das alle als notwendig erachteten Maßnahmen umfasst. Im Rahmen einer GmbH besteht eine Struktur für den Schutz relevanter Entdeckungen und die Umsetzung von Erkenntnissen gemeinsam mit der pharmazeutischen Industrie.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind damit in hohem Maße und überzeugend erfüllt. Die beantragten Baukosten, die sich auf eine Fläche von 3.301 m² beziehen, werden auf der Grundlage einer nach Landesrecht geprüften Bauunterlage auf 45.697 Tsd. Euro festgelegt. Die Kostangabe bezieht sich auf die von der Universität genutzten Flächen. Die Kosten für die zusätzlichen Flächen im Forschungsbau, die von den außeruniversitären Partnern genutzt werden, werden mit Hilfe einer Stiftung der Deutschen Krebshilfe finanziert. Es werden Ersteinrichtungskosten von 3.896 Tsd. Euro anerkannt. Die Großgeräte mit Kosten von 2.500 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag entspricht demzufolge – wie beantragt – 52.093 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkung als förderwürdig empfohlen.

a) **Universität Hannover: Skalierbare Produktionssysteme der Zukunft (*scale*)**

(NI1450007)

Die Zielsetzung des Vorhabens, für hochbeanspruchte komplexe Großbauteile, die in geringen Stückzahlen gefertigt werden, skalierbare, modulare Produktionssysteme zu entwickeln und damit einen neuen Ansatz der Fertigungstechnik zu verfolgen, ist für die Entwicklung der industriellen Produktion zukunftsweisend und wissenschaftlich sehr anspruchsvoll. Indem Fragestellungen aus der Produktionswissenschaft, der Messtechnik, den Werkstoffwissenschaften, der Bauteilauslegung sowie des *Tracking* in einem sehr überzeugend konzipierten interdisziplinären Ansatz zusammengefügt werden, kann erwartet werden, dass die Antragstellerinnen und Antragsteller das Ziel einer ganzheitlichen Prozessarchitektur auf der Basis autonomer Systeme inklusive eines geschlossenen (Wert-)Stoffkreislaufes erreichen werden. Der Ansatz entspricht gleichermaßen den Grundsätzen der Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit sowie der ökonomischen Effizienz.

Die Forschungsprogrammatik ist vor dem Hintergrund notwendiger Neuerungen in der produktionstechnischen Industrie in Deutschland und Europa sehr relevant und beinhaltet ein hohes Innovationspotenzial. Sie weist eine sehr gute mittel- bis langfristige Perspektive auf. Sieben thematisch fokussierte Forschungsschwerpunkte strukturieren die geplanten Arbeiten im Forschungsbau nachvollziehbar. Dabei werden alle Prozessschritte des klassischen Wertschöpfungsablaufs in der Stückgutfertigung einschließlich der Stoffstromrückführung von der Vorkonturierung über z. B. umformtechnische Vorgänge sowie Fertigung und Montage bis hin zur Qualitätssicherung und Lebensdaueranalyse umfassend und zielführend integriert.

Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind national und international angesehen und ausgezeichnet vernetzt. Sie haben bereits erfolgreich im Rahmen großer Forschungsverbünde kooperiert. Dabei haben sie wertvolle Erkenntnisse zu großen Industriegütern gewonnen, die eine hervorragende Basis für die Umsetzung der Forschungsprogrammatik darstellen. Die Publikationsleistungen sind in weiten Teilen herausragend.

Der geplante Forschungsbau ist notwendig und hervorragend für die Umsetzung der Forschungsprogrammatik konzipiert. Alle für die interdisziplinären Arbeiten erforderlichen Kompetenzträgerinnen und Kompetenzträger können dort in enger und kontinuierlicher Absprache miteinander kooperieren. Die geplanten Versuchsanlagen sollen eng vernetzt betrieben werden, so dass ein ganzheitlicher Erkenntnisgewinn gefördert wird. Das unmittelbar benachbarte Produktionstechnische Zentrum Hannover wird durch zusätzliche Services die Forschungskapazitäten von *scale* sinnvoll abrunden.

Die sichere Beherrschung der Realisierung großer Investitionsgüter ist eine ausgeprägte Stärke deutscher Industriebetriebe. Für das Erreichen neuer Größenordnungen ist ein Paradigmenwechsel in der Herstellungstechnologie notwendig. Die neuen ambitionierten Ziele von *scale* versprechen eine langfristig sehr positive Wirkung auf die Industrie in Deutschland. Bereits heute ist der Standort Hannover für seine Arbeiten zu großen Komponenten hervorragend positioniert. Gegenüber thematisch verwandten nationalen und internationalen Initiativen setzt sich *scale* durch sein ganzheitliches Konzept der skalenunabhängigen Produktion in einer vollständigen Prozesskette ab.

Die Forschungsprogrammatur passt ausgezeichnet zu den strategischen Zielen der Universität Hannover. Grundlagenforschung, Anwendungsbezug und Wissenstransfer sind hier gleichermaßen gegeben. Mit dem Forschungsbau wird eine bereits starke Säule des wissenschaftlichen Profils der Universität Hannover weiter gefördert. Gleichzeitig erhöht er die Anschlussfähigkeit für weitere interdisziplinäre Kooperationen. Forschungsorientierte Lehre, die auch auf dem Gebiet der Programmatur von *scale* umgesetzt wird, und Weiterbildung bilden einen wichtigen Pfeiler zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Speziell mit den Maßnahmen zur Förderung vor und nach der Promotion kann diese interdisziplinäre Zukunftsthematik schon bald als wichtige Qualifikation für den Berufseinstieg verankert werden. Die aktuellen und geplanten Maßnahmen zur Förderung der Gleichstellung sind zeitgemäß und erprobt. Die Antragstellerinnen und Antragsteller sind durch ihre Vorarbeiten eng mit führenden Unternehmen vernetzt. Es bestehen daher ausgezeichnete Voraussetzungen für einen effizienten und zügigen Technologietransfer.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind damit in hohem Maße und überzeugend erfüllt. Die Baukosten, die sich auf eine Grundfläche von 5.162 m² beziehen, werden auf der Grundlage einer nach Landesrecht geprüften Bauunterlage auf 29.282 Tsd. Euro festgelegt. Ersteinrichtungskosten werden in Höhe von 2.581 Tsd. Euro anerkannt. Die beantragten Großgeräte im Umfang von 12.750 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag beträgt demzufolge – wie beantragt – 44.613 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkung als förderwürdig empfohlen.

a) **Universität Düsseldorf: Plant Environmental Adaptation Center (PEAC)**
(NW1101053)

Da im Zuge des globalen Klimawandels die rapiden Klimaveränderungen für Pflanzen eine neuartige Herausforderung darstellen, ist die Zielstellung des Vorhabens – die Erforschung phänotypischer Plastizität höherer Pflanzen unter verschiedenen abiotischen und biotischen Randbedingungen – hochaktuell und äußerst relevant. Das Verständnis der phänotypischen Plastizität von Pflanzen ist dabei nicht nur von großem grundlagenwissenschaftlichem Interesse, sondern kann auch direkte Auswirkungen auf die Pflanzenzucht haben.

Die Forschungsprogrammatik verbindet zwei Schwerpunkte, die sich aufeinander beziehen und kohärent sind. Das wissenschaftliche Konzept, die genetischen sowie molekularen und zellbiologischen Grundlagen der phänotypischen Plastizität als Reaktion auf Umweltveränderungen zu verstehen, ist an sich nicht neu und wird in Einzel- oder Kombinationsstudien mit wenigen, parallel applizierten Umweltbedingungen schon länger verfolgt. Die im Rahmen des PEAC beantragten hochtechnisierten Phytokammern und Gewächshauskomponenten erlauben aber eine aufwendige multifaktorielle und multiparametrische Analyse unter Auslesung verschiedener quantitativ erfassbarer pflanzlicher Parameter und bietet die Möglichkeit, parallel viele verschiedene Faktoren unter reproduzierbaren Bedingungen zu untersuchen. Anhand der so generierten Daten sollen dann mit Hilfe mathematischer und bioinformatischer Methoden relevante Gene identifiziert werden und eine Modellierung der phänotypischen Plastizität erfolgen. Dafür bietet der Forschungsbau mit seiner Infrastruktur sehr gute Voraussetzungen. Ungeachtet der Tatsache, dass es sich hier um ein Programm mit großer Relevanz handelt, hätten einzelne Anwendungsszenarien anhand konkreter Beispiele noch besser dargestellt werden können.

Die am Vorhaben beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind überwiegend durch herausragende Publikationen und zahlreiche, über Drittmittel geförderte Verbundprojekte für die verfolgte Forschungsprogrammatik ausgewiesen. Das Vorhaben basiert auf langjährigen Vorarbeiten in der Pflanzenforschung und auf bestehenden Kooperationen zwischen den beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern.

Im Mittelpunkt des Antrags stehen hoch technisierte Pflanzenzuchtkammern (Phytotrone), die die Simulation verschiedenster und dynamisch variierbarer Klima- und Umgebungsszenarien erlauben, um die plastischen Reaktionen von Pflanzen auf die verschiedenen Umweltbedingungen und Stresssituationen zu untersuchen. Sie sind für die Bearbeitung der Forschungsprogrammatik notwendig. Der Forschungsbau erweitert die Kapazität der Simulation hochdyna-

mischer Umweltveränderungen sowie die Modalitäten der Hochdurchsatzanalysen und bündelt alles an einem Ort.

Das beantragte Vorhaben wird eine wichtige Anlage zur quantitativen Analyse relevanter pflanzlicher Prozesse zur Verfügung stellen und damit die bereits heute sichtbare nationale und internationale Ausstrahlung des Standortes in einem sehr aktiven und kompetitiven Forschungsfeld noch weiter ausbauen. Das Verständnis der genetischen Grundlagen der Plastizität des pflanzlichen Phänotyps kann zudem Auswirkungen auf die Pflanzenzucht und die Generierung neuer Zuchtlinien haben. Inwieweit die industrielle Pflanzenzucht in Deutschland und Europa die äußerst vielversprechenden Techniken der Genome Editierung übernehmen kann, ist aus politischen Gründen derzeit allerdings nicht absehbar.

Durch eine gelungene Berufungspolitik hat die Universität Düsseldorf die Pflanzenwissenschaften am Standort äußerst erfolgreich und nachhaltig gestärkt. Sie sind mit ihrem Exzellenzcluster CEPLAS bereits jetzt ein national und international sichtbarer Forschungsschwerpunkt. Mit dem Leitthema „Synthetische Lebenswissenschaften“ im Hochschulentwicklungsplan der Universität ist das beantragte Vorhaben hervorragend vereinbar. Mit der Einrichtung von zwei neuen *Tenure-Track*-Nachwuchsgruppen und anderen gezielten Maßnahmen hat die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses einen angemessenen Stellenwert. Hinsichtlich der Gleichstellung liegen geeignete Konzepte vor. Auch zum Wissens- und Technologietransfer existieren etablierte Strukturen auf Universitätsebene, die für die Programmatik des Forschungsbaus genutzt werden sollen.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind damit erfüllt. Die beantragten Baukosten, die sich auf eine Nutzfläche von 1.470 m² beziehen, werden auf der Grundlage von Richtwerten auf 16.654 Tsd. Euro festgelegt. Ersteinrichtungskosten in Höhe von 1.478 Tsd. Euro werden im Einvernehmen zwischen Bund und Land anerkannt. Der Förderhöchstbetrag beträgt demzufolge 18.132 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkungen als förderwürdig empfohlen.

b) **Universität Köln: Zentrum für Stoffwechselforschung (ZfS)**

(NW1111055)

Die generelle Zielstellung des Zentrums für Stoffwechselforschung, die Identifizierung relevanter Stoffwechselwege, die zur Entstehung der Adipositas und der mit ihr gehäuft auftretenden Begleiterkrankungen beitragen, überzeugt durch ein hohes Maß an Originalität. Indem der Stoffwechsel nicht nur als Energiequelle, sondern als Signalweg, Wachstums- und Zellteilungsmotor betrachtet wird, gehen die geplanten Forschungsarbeiten über die gängigen Ansätze hinaus. Die Identifizierung geeigneter Biomarker wird zudem sowohl

diagnostische als auch pathophysiologische Erkenntnisse liefern, therapeutische Grundlagen schaffen und ein therapeutisches Monitoring ermöglichen. Aufgrund der expansiv wachsenden Ausbreitung der Adipositas in Deutschland und weltweit ist das Thema von höchster Relevanz.

Die kohärent angelegte Forschungsprogrammatur ist sehr überzeugend und gliedert sich in vier schlüssig gewählte und definierte Felder, die sich gegenseitig ergänzen. Die Ableitung übergreifender metabolischer Regulationsprinzipien für unterschiedliche Erkrankungen ist ein innovativer Ansatz, um unter Verwendung modernster systembiologischer Erkenntnisse, die Grundlagen spezifischer Krankheiten neu zu betrachten und daraus Therapien abzuleiten.

Die Mehrzahl der federführenden und maßgeblich beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind durch entsprechende Publikationsleistungen, Auszeichnungen und Drittmittelwerbungen exzellent in der Forschungsprogrammatur ausgewiesen. Es konnten zahlreiche Verbundprojekte eingeworben werden. Auch die interdisziplinäre und interfakultäre Zusammenarbeit der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist anhand von spezifischen Vorarbeiten bereits erkennbar.

Für die Zusammenarbeit der verschiedenen Disziplinen und der Interaktion zwischen den Forschungsfeldern ist der geplante Forschungsbau eine notwendige Voraussetzung. Die Zusammenführung der einzelnen Arbeitsgruppen, die Bildung einer neuen Plattform für die Etablierung und Weiterentwicklung von Hochdurchsatzverfahren der Metaboliten-Identifizierung (sog. Metabolomics) sowie die Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur für die bioinformatische Analyse der generierten Daten werden zu einem deutlichen Mehrwert führen.

Die plausibel dargelegte Abgrenzung zu schon bestehenden Zentren in Lübeck, Dresden und Leipzig und die angestrebte Entschlüsselung krankheitsübergreifender neuartiger Regulationsprinzipien in der stoffwechselabhängigen Entstehung klassischer metabolischer Erkrankungen sowie anderer damit assoziierter Volkserkrankungen, lässt eine hohe Sichtbarkeit im nationalen wie internationalen Umfeld erwarten. Das integrative Forschungsprogramm, das die Entstehung klassischer Stoffwechselerkrankungen mit den neuen Bereichen des Immun- und des Krebsmetabolismus verbindet und die Untersuchung der Rolle des zentralen Nervensystems in der Regulation des Stoffwechsels einbindet, stellt ein nationales Alleinstellungsmerkmal dar. Die Umsetzung des geplanten Vorhabens wird mittel- und langfristig die bereits heute sehr erfolgreiche Stoffwechselforschung am Standort Köln sichern und ausbauen.

Das Forschungsprogramm profitiert in besonderem Maße von der langjährigen Strategie und dem Profilbildungsprozess der Universität Köln, die bereits zur Bündelung von Kompetenzen am Standort geführt haben, auf denen der Forschungsbau aufbauen kann. Durch die vor Ort vorhandene Expertise auch

außeruniversitärer Wissenschaftseinrichtungen, wie dem MPI für Stoffwechselforschung, erhält das Vorhaben weitere Unterstützung und Schlagkraft. Es existieren vielfältige Instrumente der Nachwuchsförderung und auch im Bereich der Gleichstellung liegen geeignete Konzepte und Formate vor, die den Anteil an Professorinnen an der Universität zu Köln in den letzten Jahren bereits auf 30 % anheben konnten.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind in hohem Maße und überzeugend erfüllt. Die beantragten Baukosten, die sich auf eine Fläche von 3.353 m² beziehen, werden auf der Grundlage einer nach Landesrecht geprüften Bauunterlage auf 42.000 Tsd. Euro festgelegt. Es werden Ersteinrichtungskosten in Höhen von 3.356 Tsd. Euro im Einvernehmen zwischen Bund und Land anerkannt. Die Kosten des beantragten Großgeräts im Wert von 1.200 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag beträgt demzufolge 46.556 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkung als förderwürdig empfohlen.

a) **Technische Universität Kaiserslautern: Laboratory for Ultra-Precision and Micro Engineering (LPME)**

(RP1210003)

Für die Entwicklung der Produktionstechnik sind Themen der Ultrapräzisions- und Nanotechnologie, die Skalierungseffekte noch stärker auf ihre Technologien und Verfahren und auf zu erzeugenden Güter bezieht, hochaktuell. Darauf beruht schlüssig das strategische Ziel des geplanten Forschungsbaus, in dem eine durchgehende Prozesskette von der Herstellung über die Charakterisierung bis hin zum Produkt stark interdisziplinär erforscht werden soll. Grundlagenforschung und expliziter Anwendungsbezug sichern dem Vorhaben eine sehr gute mittel- bis langfristige Perspektive und eine strategische Relevanz für die Zukunft industrieller Produktion.

Die innovative viersäulige Forschungsprogrammatik wird in der notwendigen Breite an Fragestellungen und in den drei stimmig geplanten Laboreinheiten operationalisiert. Sie integriert zielbezogen Methoden der Modellierung, Simulation und interaktiven Visualisierung. Die sehr gut identifizierten vier Forschungsschwerpunkte bieten die Möglichkeit, die Forschungsarbeiten der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Physik, der Werkstoffkunde, der Verfahrenstechnik und der Informatik in den Laboratorien mittel- und langfristig miteinander zu verschränken. Die Forschungsschwerpunkte weisen teilweise bereits einen sehr hohen Reife- und Konkretionsgrad auf, teilweise adressieren sie in angemessener Offenheit zukünftige Entwicklungen. Hier sollen industrielle Anwendungen prototypisch realisiert und aus produktionstechnischer und wirtschaftlicher Sicht bewertet werden. Erste Anwendungen der Ergebnisse und ihr Transfer in das industrielle Umfeld können daher binnen zehn Jahren erwartet werden.

Das Vorhaben wird von national und international bestens ausgewiesenen Forscherpersönlichkeiten und viel versprechenden Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern initiiert. Die das Vorhaben betreibende Gruppe ist durch Landesforschungsprogramme, einen Sonderforschungsbereich und ein internationales Graduiertenkolleg sehr versiert in interdisziplinärer Zusammenarbeit. Sie ist zudem eng mit anderen relevanten und thematisch verwandten nationalen und internationalen Forschungsstandorten vernetzt, von denen sie sich durch die ganzheitliche Betrachtung der gesamten Prozesskette abhebt.

Größe und Ausstattung des geplanten Forschungsbaus erscheinen sehr schlüssig und angemessen. Die beantragten Großgeräte entsprechen in ihrer jeweiligen Leistungsfähigkeit und in deren Kombination den Schwerpunkten der Forschungsprogrammatik. Die drei einzurichtenden Labore sollen fachübergreifend von allen beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern genutzt wer-

den und entsprechen dem notwendig hohen Integrationsgrad der gewählten methodischen Ansätze. Sie bilden die Grundlage für eine international wettbewerbsfähige Infrastruktur zur Erreichung der wissenschaftlich getriebenen Ziele.

Die nationale Bedeutung des Vorhabens ist als hoch zu bewerten, da Mikrobau- teile verstärkt in unterschiedlichen industriellen Branchen von der Optik über die Messtechnik, die Medizintechnik, den Anlagen- und Maschinenbau bis hin zum Automobilbau relevant werden. Das LPME wird hier durch seinen ganzheitlichen und prozessketten-übergreifenden simulativ-experimentellen Forschungsansatz einen entscheidenden Beitrag leisten können. Interessant ist der Standort Kaiserlautern nicht nur aufgrund seiner wissenschaftlichen Stellung im nationalen wie internationalen Umfeld, sondern auch wegen einer Vielzahl renommierter Industriepartner sowie nicht zuletzt einer aufblühenden start-up-Szene, die insbesondere dem Technologietransfer hervorragende Chancen eröffnet.

Das LPME ist glaubwürdig in die universitäre Schwerpunktbildung und Strukturplanung eingebunden. Es bildet erkennbar einen Meilenstein der Ausrichtung der Universität, deren Forschung in den Bereichen Mikrostrukturierung und Mikrotechnologie, Präzisionsmesstechnik, Oberflächentechnologie, wissenschaftliches Rechnen und Visualisierung seit Jahren auch in Landesinitiativen institutionalisiert wird. Die Universität unterstützt das Vorhaben nachhaltig durch eine gezielte Stellen- und Berufungspolitik sowie durch Investitionen in die Infrastruktur. Zudem ist der geplante Forschungsbau intensiv in ein enges außeruniversitäres Netzwerk eingebunden, das zu seiner weiteren Stärkung beitragen wird. Die Rahmenbedingungen zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses sind auf allen Ebenen sichtbar gegeben. Das industrielle und akademische Umfeld bietet interessante Entwicklungsimpulse sowie berufliche Perspektiven. Die Förderung der Gleichstellung ist als wichtiges Ziel erkannt, sollte jedoch angesichts erst einer Wissenschaftlerin in der Gruppe noch verstärkt und um innovative Ansätze ergänzt werden.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind in hohem Maße und überzeugend erfüllt. Die beantragten Baukosten, die sich auf eine Fläche von 3.100 m² beziehen, werden auf der Grundlage einer nach Landesrecht geprüften Bauunterlage auf 40.900 Tsd. Euro festgelegt. Ersteinrichtungskosten im Umfang von 2.442 Tsd. Euro werden anerkannt. Die beantragten Großgeräte mit Gesamtkosten von 8.688 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag beträgt demnach – wie beantragt - 52.030 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkungen zur Förderung empfohlen.

a) **Universität des Saarlandes: Zentrum für Biophysik (ZBP)**

(SL1361003)

Das hochaktuelle Ziel des geplanten Zentrums für Biophysik an der Universität des Saarlandes ist die Schaffung einer interfakultären Plattform, in der physikalische, zellbiologische, biochemische, humanmedizinische und bioinformatische Kompetenzen gebündelt und optimal vernetzt werden sollen. Im Zentrum werden für die Grundlagenforschung äußerst relevante Fragen der Analyse zellbiologischer Prozesse mit Hilfe physikalischer Messmethoden und Gesetzmäßigkeiten untersucht. Das ZBP unterstreicht konzeptionell überzeugend die Bedeutung der Biophysik als integrative Schlüsseldisziplin. Das Vorhaben besitzt mittel- bis langfristig ein deutlich erkennbares Anwendungspotenzial in der Humanmedizin.

Die vorgestellte Forschungsprogrammatische ist angemessen breit angelegt und weist in die Zukunft, indem sie in hohem Maße abzusehende Entwicklungen in der Digitalisierung einbezieht. Kohärenz und Komplementarität der Forschungsprogrammatische und der geplanten Anwendungen sind sehr überzeugend dargelegt und finden ihren adäquaten Ausdruck insbesondere in der Integration und gemeinsamen Nutzung von Methoden sowie Schlüssel- und Gemeinschaftslaboren sowie in den einzelnen Forschungsthemen, die mehrere der vier Themengebiete vernetzen. Die skizzierten Forschungsprojekte illustrieren und implementieren schlüssig die zentrale Idee der Forschungsprogrammatische, durch quantitatives Verstehen der räumlichen und zeitlichen Interaktionen von Proteinen, Organellen und Zellen und ihrer theoretischen Analyse neue und innovative Anwendungen zu generieren. Das Programm des der aktuellen interdisziplinären Kooperation der Antragstellerinnen und Antragsteller zugrundeliegenden Sonderforschungsbereichs 1027 „Physical modeling of non-equilibrium processes in biological systems“ wurde in experimenteller Hinsicht um „multizelluläre Prozesse“ sowie methodisch vor allem um die bildgebende XPS entscheidend erweitert. Insgesamt ergibt sich eine stimmig konzipierte Programmatische, die sich strukturell an der Größenordnung der zu untersuchenden Systeme orientiert.

Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind mehrheitlich exzellent ausgewiesene und national wie international sehr sichtbare Vertreterinnen und Vertreter der Biophysik sowie angrenzender Disziplinen, wobei hier insbesondere die Materialwissenschaften bzw. die Physik der weichen Materie hervorzuheben sind. Von großer Bedeutung sind auch die Verknüpfungen in die Informatik bzw. computergestützten Disziplinen. Die vorhandenen Forschungsverbände sind national sehr gut etabliert. Die vertretenen Methoden sind konzeptionell und technologisch auf dem neuesten Stand.

Der Forschungsbau ist für das geplante Vorhaben ein entscheidender Faktor und unterstützt das geplante Konzept durch die Einrichtung der Schlüssellabore in entscheidender Weise. Sie erlauben den effizienten Zugriff auf Techniken und Großgeräte. Die geplante Integration und verstärkte Vernetzung des ZBP-Standorts Homburg mit den Gruppen in Saarbrücken ist plausibel und wird in den auf Tandemprojekte ausgelegten Gemeinschaftslabors überzeugend operationalisiert. Die Ausstattung mit Großgeräten ist angemessen.

Angesichts stetig wachsender Aktivitäten im Grenzbereich zwischen Lebenswissenschaften einerseits und Natur- bzw. Ingenieurwissenschaften andererseits weist das Saarbrücker Vorhaben komplementäre und abgrenzbare Forschungsschwerpunkte z. B. zu Standorten wie Dresden, Frankfurt, Göttingen und München auf. Darüber hinaus bestehen bereits enge wissenschaftliche Verflechtungen mit vergleichbaren Vorhaben an höchst renommierten Standorten im inner- und außereuropäischen Ausland wie Paris, Barcelona, Yale oder Princeton, so dass das ZBP hier bereits sehr stark wahrgenommen wird. Der Forschungsbau wird dazu beitragen, den Standort Saarbrücken weiter zu stärken.

Das vorgelegte Konzept stellt eine wichtige Weiterentwicklung im Schwerpunkt „NanoBioMed – Leben und Materie“ am Standort Saarbrücken dar. Insgesamt ist das Vorhaben strukturbildend und hervorragend in die Entwicklungsplanung der Universität des Saarlandes integriert. Der erfolgreiche SFB 1027 wird durch gezielte Neuberufungen und thematisch angelegte Berufungen in den Naturwissenschaften und der Medizin verstärkt. Das ZBP hat auch eine Schlüsselrolle für die erfolgreiche Entwicklung der Nachwuchsgruppenleiterinnen und –leiter in der Biophysik. Darüber hinaus vertritt es innovative Konzepte für die Gleichstellung. Auch in der biophysikalischen Lehre übernimmt der Standort eine nationale Vorreiterrolle.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind in hohem Maße und überzeugend erfüllt. Die beantragten Baukosten werden auf der Grundlage einer nach Landesrecht geprüften Bauunterlage auf 30.999 Tsd. Euro festgelegt. Sie beziehen sich auf eine Fläche von 3.629 m². Ersteinrichtungskosten im Umfang von 2.920 Tsd. Euro werden anerkannt. Die beantragten Großgeräte mit Gesamtkosten von 3.350 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag beträgt demnach – wie beantragt - 37.269 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkungen zur Förderung empfohlen.

a) **Universität Kiel: Zentrum für Integrative Systemmedizin (ZISMed)**
(SH1001005)

Die Zielstellung des Vorhabens, durch die Gewinnung von Daten größerer Patienten- und Prodromalkohorten sowie deren Längsschnittverfolgung die Prävention, Früherkennung und Behandlung verschiedener chronischer Erkrankungen zu verbessern, adressiert ein zukunftsorientiertes Thema von herausragender gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Relevanz. Im beantragten Forschungsbau soll künftig die langfristig angelegte Zusammenarbeit der verschiedenen beteiligten Disziplinen ermöglicht werden.

Die Forschungsprogrammatik ist aktuell und verknüpft im klinischen Alltag üblicherweise getrennte Bereiche, deren multifaktorielle Grundlagen und Zusammenhänge bisher unzureichend erforscht sind. Die eher methoden- als hypothesengeleitete Herangehensweise zur Erforschung der ursächlichen Zusammenhänge der drei Krankheitsgruppen von chronisch-entzündlichen Haut- und Darmerkrankungen sowie neurodegenerativen Erkrankungen ist nachvollziehbar und vielversprechend. Allerdings geht der breite Ansatz in Teilen zu Lasten der Kohärenz. So sind zum Beispiel die geplanten diagnostischen Methoden nicht für alle drei Krankheitsgruppen in gleichem Maße sinnvoll anwendbar, etwa der Einsatz von Magnetresonanztomographie für die Diagnostik bei Hauterkrankungen. Des Weiteren unterscheidet sich der gegenwärtige wissenschaftliche Kenntnisstand mit Blick auf die Identifikation der Prodromalkohorten in den drei Krankheitsgruppen. Unabhängig davon ergibt sich eine langfristige Perspektive der Programmatik, da sich die Forschungsarbeiten auch international erst am Anfang befinden und Chancen auf bahnbrechende neue Entwicklungen bieten.

Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind trotz einer gewissen Heterogenität in der Leistungsfähigkeit der Arbeitsgruppen durch ihre Publikationsleistungen, Drittmittelerfolge und Beteiligung an teils exzellenten Forschungsverbänden insgesamt sehr gut ausgewiesen. Die notwendige Expertise im Bereich Informatik/Datenmanagement ist durch die Beteiligung des Standorts an der Technologie- und Methodenplattform für die vernetzte medizinische Forschung (TMF) nachgewiesen.

Der Forschungsbau fördert die Umsetzung der Zielstellung durch die Zusammenführung der verschiedenen Disziplinen in einem Gebäude und durch die Bereitstellung der notwendigen interdisziplinären bildgebungs-, informations- und labortechnischen Infrastruktur für die standardisierte digitale Phänotypisierung. Die Infrastruktur bietet insbesondere die Möglichkeit zur Integration der im klinischen Alltag distanten Patientengruppen und ermöglicht damit vielschichtige Datenerhebungs- und Diagnosemöglichkeiten, die im Versorgungsalltag nicht realisiert werden können.

Die Untersuchung multifaktorieller ursächlicher Zusammenhänge bei der Entstehung chronischer gastroenterologischer, immunologischer und neurologischer Erkrankungen mit dem methodischen Ansatz der Systembiologie grenzt sich insbesondere durch die Fokussierung auf Risiko- und Prodromalphasen und den krankheitsübergreifenden Ansatz sehr gut von bestehenden Projekten wie den Studien des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) und der NAKO-Gesundheitsstudie ab. Allerdings sind die Ansätze zur Identifikation von Prodromalkohorten in einzelnen Projektbereichen noch ausbaufähig. Das ZISMed zeichnet sich außerdem durch die enge Anbindung an die Krankenversorgung aus, die den Zugang zu geeigneten Probanden erleichtert und zugleich die umfangreichen wissenschaftlichen Untersuchungen ermöglicht, die im klinischen Versorgungsalltag nicht durchgeführt werden können.

Das Vorhaben integriert sich sehr gut in die Struktur- und Entwicklungsplanung der Universität Kiel und stärkt den interdisziplinären Schwerpunkt *Kiel Life Sciences*. Es baut konsequent auf den vorhandenen Forschungsschwerpunkten der Hochschule in den Bereichen der Neurowissenschaften und der Entzündungsforschung auf und bezieht das Exzellenzcluster *Inflammation at Interfaces* in vielversprechender Weise ein. Darüber hinaus wurde mit der Einbindung der „Schleswig-Holstein-Exzellenz-Chairs“ sowie dem *Clinical Scientist*-Programm ein überzeugendes Konzept zur Nachwuchsförderung vorgelegt. Die geplanten Gleichstellungsmaßnahmen, etwa feste Quoten für Ärztinnen im *Clinical Scientist*-Programm, sind geeignet, die bereits bestehenden sehr erfolgreichen Förderprogramme zu ergänzen.

Die Kriterien für die Begutachtung von Forschungsbauten sind damit erfüllt. Die beantragten Baukosten, die sich auf eine Fläche von 3.958 m² beziehen, werden auf der Grundlage von Richtwerten auf 28.504 Tsd. Euro festgelegt. Es werden Ersteinrichtungskosten in Höhe von 2.438 Tsd. Euro anerkannt. Die sieben beantragten Großgeräte mit Kosten in Höhe von 7.237 Tsd. Euro werden vorbehaltlich eines positiven Votums der DFG zur Förderung empfohlen. Der Förderhöchstbetrag beträgt demnach – wie beantragt - 38.179 Tsd. Euro. Das Vorhaben wird ohne Einschränkung als förderwürdig empfohlen.

III.1 Baden-Württemberg**a) Karlsruher Institut für Technologie (KIT): Nachfolgesystem für den Forschungshochleistungsrechner am KIT**

(BW1581160)

Der Antrag sieht die Erneuerung und den Ausbau des Tier-2-Hochleistungsrechnersystems am KIT mit Schwerpunkt auf datenintensiven Rechnens vor. Es erscheint sowohl im Hinblick auf die Bearbeitung anwendungswissenschaftlicher Fragestellungen als auch auf die methodische Weiterentwicklung des *High-Performance Computing* (HPC) sehr relevant. Die hervorragende Qualität der adressierten Zielstellung wird auch aus den Ergebnissen der Nutzung der bisherigen Systeme des Standorts belegt.

Die angestrebten anwendungswissenschaftlichen Forschungsprojekte, die mit dem neuen HPC-System umgesetzt werden sollen, stammen gezielt aus den Bereichen Lebens-, Material- und Erdsystemwissenschaften sowie der Verfahrenstechnik. Die wachsende Bedeutung von Simulation für die Forschungsfelder wird dabei durch die Simulationlabs adäquat abgebildet. Sie bilden passgenaue Anknüpfungspunkte für bisher drei der vier genannten Schwerpunkte. Die Relevanz des neuen HPC-Systems für die Anwendungswissenschaften ist daher sehr hoch. Darüber hinaus soll auch die Methodenentwicklung im Bereich HPC in angemessener Weise u. a. durch die Entwicklung geeigneter Algorithmen und Datenmanagementkonzepte vorangetrieben werden. Die Verknüpfung von Anwendungs- und Methodenwissenschaften ist im Antrag schlüssig und mit zahlreichen konkreten Beispielen dargestellt. Insgesamt ist das verfolgte Konzept wohl bewährt und ausgereift. Die mittel- und langfristige Perspektive ist durch nachhaltig angelegte Vorhaben und durch zukünftig vorgesehene verstärkte Aktivitäten in Klima-, Energie- und Mobilitätsforschung gesichert.

Sowohl die beteiligten Gruppen aus den Anwendungswissenschaften als auch aus den Methodenwissenschaften sind national und mehrheitlich auch international sehr renommiert und etabliert. Sie können auf hohe Drittmittelwerbungen sowie zahlreiche große Verbundprojekte verweisen, aus denen sie wichtige Erfahrungen für die weitere Kooperation am geplanten HPC-System mitbringen. Das Rechenzentrum am KIT hat eine lange Tradition beim Betrieb von HPC-Systemen und stellt eine große Anzahl von erfahrenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bereit, so dass die technische Kompetenz zum Betrieb des neuen Systems auf hohem Niveau sichergestellt ist.

Das geplante System passt sehr gut sowohl in die vom Land Baden-Württemberg verfolgte Landesstrategie im Bereich Hochleistungsrechnen als auch in die nationale HPC-Landschaft. Der Antrag stellt damit einen wichtigen

Baustein dar, um auf diesem Gebiet national wie international wettbewerbsfähig zu bleiben. Das Nutzungsverfahren ist seit Jahren etabliert und erfüllt alle Anforderungen an eine qualitätsgeleitete Vergabe von Rechenzeit. Es berücksichtigt bereits die gleichberechtigte Antragstellung auch von Nutzern außerhalb Baden-Württembergs, die jedoch erst zu einem relativ geringen Prozentsatz in Anspruch genommen wird.

Das geplante HPC-System bietet die erforderliche zentrale Infrastruktur für eine Reihe von Forschungsgebieten der Anwendungs- und der Methodenwissenschaften, welche sich in der Dachstrategie 2025 des KIT einordnen. In beide Felder hat das KIT durch eine gezielte Berufungspolitik investiert. Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ist innerhalb der KIT-Strategie in Form von Entwicklungs- und Karrierepfaden für Nachwuchswissenschaftler sinnvoll geplant. Eine „*Tenure/Multi-Track Strategy*“ soll Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftlern entsprechende Perspektiven eröffnen. Sie werden früh an die Nutzung des Hochleistungsrechners herangeführt. Das KIT unterstützt das Ziel der Erhöhung der Frauenanteile auf allen Qualifizierungsstufen recht erfolgreich und setzt dafür zielgerichtete Instrumente, wie z. B. einen Chancengleichheitsplan oder jährliche Gender-Monitoring-Berichte ein.

Durch die angemeldeten Bedarfe an Rechenzeit sowie den zu erwartenden Aufwuchs an Anwendungen bis zur Umsetzung des hier beantragten Systems, erscheint eine Steigerung der Rechenleistung gerechtfertigt. Die bisherige Auslastung des vorhandenen Systems ist jedoch noch nicht optimal. Bei dem neuen System sollte daher auf eine noch bessere Nutzung der HPC-Ressourcen geachtet werden. Da die Ausfälle des alten Systems wesentlich im Zusammenhang mit der Einregelung des neuen Rechnergebäudes standen und nun überwunden sind, kann davon ausgegangen werden, dass sie bei der Beschaffung des neuen Hochleistungsrechners nicht mehr auftreten. Es sollten jedoch für andere Szenarien ggf. auch kurzfristig alternative Nutzungskonzepte entwickelt werden.

Die gewählte Systemkonfiguration ist für die geplanten Aufgaben gut ausgelegt und greift mit der Hochtemperaturflüssigkühlung neueste Aspekte der energieeffizienten Betreuung von HPC-Zentren auf. Insbesondere die Haupt- und Festplattenspeicherauslegung ist dabei als adäquat anzusehen. Allerdings entspricht die Gesamtrechenleistung, die aus den Angeboten hervorgeht, nicht ganz dem derzeitigen Preis/Leistungsverhältnis. Es wird aber davon ausgegangen, dass durch ein entsprechendes zeitnahes Ausschreibungsverfahren sowie durch die erst dann folgende Beschaffung eine deutliche Steigerung in den Angeboten zu erwarten ist. Die Antragsstellerinnen und Antragsteller gehen davon aus, dass – je nach Ergebnis der Ausschreibung – ein Teil der Rechenleistungssteigerung nur durch den Einsatz von Beschleunigerarchitekturen zu erreichen ist. Dies setzt jedoch eine entsprechende personelle Unterstützung –

auch auf der Ebene zusätzlicher Professuren – bei der notwendigen Anpassung von Software voraus, die aktuell noch nicht gegeben ist. Aus überregionaler strategischer Perspektive sollte vermieden werden, dass alle HPC-Standorte ähnlich ausgestattet werden. Entsprechende Struktur- und Profilsabreden zwischen den Standorten erscheinen sinnvoll.

Die Kriterien zur Begutachtung von Forschungsbauten in der programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“ sind in hohem Maße und überzeugend erfüllt. Die Kosten für den Hochleistungsrechner, für den ein Fördervotum der DFG vorliegt, werden in Höhe von 15.000 Tsd. Euro anerkannt. Das Vorhaben wird ohne Einschränkungen zur Förderung empfohlen.

C. Reihung

Der Wissenschaftsrat hat auf der Grundlage der „Ausführungsvereinbarung über die gemeinsame Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen – Ausführungsvereinbarung Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräte (AV-FuG)“ die beantragten Vorhaben eingehend nach den in seinem Leitfaden zur Begutachtung von Forschungsbauten festgelegten Kriterien geprüft. Anschließend hat er sämtliche Vorhaben dem Verfahren der Bewertung und Reihung von Forschungsbauten unterzogen. In die Reihung können nach diesem Verfahren nur die Vorhaben einbezogen werden, die insgesamt als herausragend oder sehr gut bewertet wurden. Das ist für 13 Vorhaben der Fall.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt die folgende Reihung der als förderwürdig eingestuften Vorhaben:

Thematisch offene Förderung

- A - B Universität Bremen: Zentrum für Tiefseeforschung (ZfT)
 Universität Regensburg: Regensburg Center for Ultrafast Nanoscopy (RUN)
- C - I Universität Frankfurt: Frankfurt Cancer Institut (FCI)
 Universität Hannover: Skalierbare Produktionssysteme der Zukunft (*scale*)
 Universität Hohenheim: Hohenheim Center for Livestock Microbiome Research (HoLMiR)
 Technische Universität Kaiserslautern: Laboratory for Ultra-Precision and Micro Engineering (LPME)
 Universität Köln: Zentrum für Stoffwechselforschung (ZfS)
 Technische Universität München: Zentrum für QuantumEngineering (ZQE)
 Universität des Saarlandes: Zentrum für Biophysik (ZBP)
- J - L Charité - Universitätsmedizin Berlin und Technische Universität Berlin: Der Simulierte Mensch (Si-M)
 Universität Düsseldorf: Plant Environmental Adaptation Center (PEAC)
 Universität Kiel: Zentrum für Integrative Systemmedizin (ZISMed)

A Karlsruher Institut für Technologie (KIT): Nachfolgesystem für den Forschungshochleistungsrechner am KIT

Zwei Vorhaben der thematisch offenen Förderung sind insgesamt als „herausragend“ (Gruppe A-B) bewertet worden, sieben als „sehr gut bis herausragend“ (Gruppe C-I) und drei (Gruppe J-L) als „sehr gut“. Innerhalb der Reihungsblöcke ist nach Hochschulort in alphabetischer Ordnung sortiert (vgl. Übersicht 1). Der Antrag im Rahmen der programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“ wurde mit der Gesamtbewertung „sehr gut bis herausragend“ als förderwürdig anerkannt. Für Vorhaben dieser Linie ist derzeit aufgrund ihrer nationalen Bedeutung für eine wissenschaftliche Infrastruktur ein Korridor von 25 Mio. Euro reserviert. Sie werden nicht in die Reihung der Vorhaben zur thematisch offenen Förderung einbezogen. |⁴

Bei der Reihung sind zusätzlich zu den inhaltlichen Kriterien zur Bewertung der zur Förderung beantragten Vorhaben auch das insgesamt und das für jedes Jahr der Förderung zur Verfügung stehende Finanzvolumen zu berücksichtigen.

Die 13 als förderwürdig eingestuften Vorhaben kosten insgesamt 509,6 Mio. Euro und können damit nicht im Rahmen des normalerweise jährlich zur Verfügung stehenden Gesamtvolumens von 426 Mio. Euro gefördert werden.

Der Bund hat jedoch zugesagt, seinen Anteil an dem Differenzbetrag in Höhe von insgesamt 41,8 Mio. Euro über die fünfjährige Förderperiode bereitzustellen. Damit sind alle als förderwürdig anerkannten Vorhaben auch finanzierbar.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Reihung die unter A bis L aufgeführten zwölf Vorhaben sowie ein Vorhaben im Rahmen der programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“ in der Förderphase 2019 zur Förderung.

Die Förderhöchstbeträge dieser Vorhaben für den gesamten Förderzeitraum sowie die Vorbelastungen durch Altvorhaben sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

| ⁴ Vgl. Wissenschaftsrat: Leitfaden zur Begutachtung von Forschungsbauten, a. a. O., S. 21, Fußnote 20.

Übersicht 1: Reihung der vom Ausschuss für Forschungsbauten als förderwürdig anerkannten Vorhaben

101

	Förderhöchstbetrag Tsd. Euro	Pauschalierte Finanzierungsraten in Tsd. Euro					
		2019	2020	2021	2022	2023	
		5	6	7	8	9	10
1	Kumulation der Förderphasen 2007 bis 2018 (147 Vorhaben) ¹	4.195.599	323.002	239.481	121.215	40.999	0

I. Vom Forschungsbauten-Ausschuss als förderwürdig anerkannte Vorhaben

a) Anträge zur thematisch offenen Förderung

Reihung	Land	Hochschule	Vorhabenbezeichnung	Förderhöchstbetrag Tsd. Euro	Pauschalierte Finanzierungsraten in Tsd. Euro					
					2019	2020	2021	2022	2023	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	A-B	HB	U Bremen	Zentrum für Tiefseeforschung (ZFT)	37.900	3.790	7.580	11.370	9.475	5.685
3		BY	U Regensburg	Regensburg Center for Ultrafast Nanoscopy (RUN)	40.000	4.000	8.000	12.000	10.000	6.000
4		HE	U Frankfurt	Frankfurt Cancer Institut (FCI)	52.093	5.209	10.419	15.628	13.023	7.814
5		NI	U Hannover	Skalierbare Produktionssysteme der Zukunft (scale)	44.613	4.461	8.923	13.384	11.153	6.692
6		BW	U Hohenheim	Hohenheim Center for Livestock Microbiome Research (HoLMIR)	54.109	5.411	10.822	16.233	13.527	8.116
7	C-I	RP	TU Kaiserslautern	Laboratory for Ultra-Precision and Micro Engineering (LPME)	52.030	5.203	10.406	15.609	13.008	7.805
8		NW	U Köln	Zentrum für Stoffwechselforschung (ZFS)	46.556	4.656	9.311	13.967	11.639	6.983
9		BY	TU München	Zentrum für QuantumEngineering (ZQE)	39.797	3.980	7.959	11.939	9.949	5.970
10		SL	U des Saarlandes	Forschungsgebäude Zentrum für Biophysik (ZBP)	37.269	3.727	7.454	11.181	9.317	5.590
11		BE	Charité/TU Berlin	Der Simulierte Mensch (Si-M)	33.971	3.397	6.794	10.191	8.493	5.096
12	J-L	NW	U Düsseldorf	Plant Environmental Adaptation Center (PEAC)	18.132	1.813	3.626	5.440	4.533	2.720
13		SH	U Kiel	Zentrum für Integrative Systemmedizin (ZISMed)	38.179	3.818	7.636	11.454	9.545	5.727

b) Anträge zur programmatisch-strukturellen Linie "Hochleistungsrechner"

HLR: Keine Pflicht zur Pauschalierung über fünf Jahre.

14	A	BW	KIT	Nachfolgesystem für den Forschungshochleistungsrechner am KIT	15.000	4.000	0	11.000	0	0
----	---	----	-----	---	--------	-------	---	--------	---	---

c) Anträge zur thematisch offenen Förderung und zur programmatisch-strukturellen Linie "Hochleistungsrechner" insgesamt

15	Neuvorhaben der Förderphase 2019 (13 Vorhaben)				509.648	53.465	98.930	159.395	123.662	74.197
16	Fördermittelsätze neue Vorhaben (Bund und Länder jeweils 213.000 Tsd. Euro)				426.000	42.600	85.200	127.800	106.500	63.900
17	Differenz (Zeile 16 ./ Zeile 15)					-10.865	Bundesanteil 50 % = -5.432			

II. Kumulation der Förderphasen 2007 bis 2019

18	Kumulation der Förderphasen 2007 bis 2019 (160 Vorhaben) (Zeile 1 + Zeile 15)				4.705.248	376.467				
19	Fördermittelsätze (Bund und Länder jeweils 213.000 Tsd. Euro)					426.000				
20	Differenz (Zeile 19 ./ Zeile 18) ²					49.533	Bundesanteil 50 % = 24.767			

Übersicht 1: Fortsetzung

Datenstand: Vorhaben der Förderphasen 2007 bis 2018 gemäß BMBF-Daten vom Januar 2018; Vorhaben der Förderphase 2019 nach der Plausibilitäts-/Kostenprüfung, gemäß den Pauschalierungssätzen und nach der Sitzung des Ausschusses für Forschungsbauten am 7./8.3.2018.

Innerhalb der Reihungsblöcke ist nach Hochschulort in alphabetischer Ordnung sortiert.

Rundungsdifferenzen durch kaufmännisches Runden.

|¹ Einschließlich der programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“.

|² Grundsatzbeschluss zur Nutzung von Ausgabenresten des Bundes aus der Förderung von Forschungsbauten nach § 3 AV-FuG für die Förderung von Großgeräten nach § 8 AV-FuG: „Der nach § 9 Abs. 2 AV-FuG festgesetzte Anteil für die Förderung von Großgeräten erhöht sich für das entsprechende Jahr um den für die Förderung von Forschungsbauten nicht in Anspruch genommenen Betrag.“ (GWK12-44 vom 16.11.2012)

Quelle: Wissenschaftsrat

D. Abgelehnte Anträge

Folgender zur Förderphase 2019 eingereichte Antrag wurde abgelehnt:

_ Universität Heidelberg: Heidelberg Collaboratory for Mathematical and Computational Sciences (heiCOMACS)

E. Antragsskizzen

Die Länder haben für Antragsskizzen, die vom Ausschuss für Forschungsbauten als ausreichende Grundlage für einen Antrag bewertet wurden, einen Antrag eingereicht; die Anträge sind im Kapitel A. aufgeführt und inhaltlich dargestellt. Im vorliegenden Kapitel E. sind daher nur die Antragsskizzen aufgeführt, die nicht als ausreichende Grundlage für eine Antragsstellung angesehen wurden. Sie sind zu unterscheiden in zurückgestellte und zurückgewiesene Antragsskizzen: Antragsskizzen für Vorhaben, für die noch einmal eine überarbeitete Skizze vorgelegt werden kann, sind zurückgestellt. Antragsskizzen für Vorhaben, bei denen es nicht für sinnvoll gehalten wurde, erneut eine überarbeitete Skizze einzureichen, sind zurückgewiesen.

Die Bewertungen der Antragsskizzen und die Gründe für die Entscheidungen zu den Antragsskizzen sind jeweils den einzelnen Ländern schriftlich mitgeteilt worden; sie werden hier nicht veröffentlicht.

E.I ZURÜCKGESTELLTE ANTRAGSSKIZZEN

Folgende zur Förderphase 2019 eingereichte Antragsskizzen wurden zurückgestellt:

- _ Universität München: Interfaculty Center for cardiOvascular disease Network modelling and clinical transfer (ICON^{LMU})
- _ Universität Würzburg: Integriertes Zentrum für Einzelzellanalytik in der Tumormedizin (Integrated Center for Single Cell Analytics in Oncology - CSCO)

E.II ZURÜCKGEWIESENE ANTRAGSSKIZZEN

Eine zur Förderphase 2019 eingereichte Antragsskizze wurde zurückgewiesen:

- _ Hochschule Kaiserslautern: Center for Applied Biosensing (CefAB)