

HELMHOLTZ-ROADMAP FÜR FORSCHUNGSINFRASTRUKTUREN II 2015

HELMHOLTZ-ROADMAP FÜR FORSCHUNGSINFRASTRUKTUREN II 2015

Korrigierte Version vom 21.9.2015

INHALT

Vorwort	5
Roadmap-Prozess in der Helmholtz-Gemeinschaft.....	6
Helmholtz-Roadmap 2011 – Eine Bilanz	7
Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Roadmap 2015	8
Forschungsbereich Energie	10
Forschungsbereich Erde und Umwelt	17
Forschungsbereich Gesundheit.....	24
Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr.....	30
Forschungsbereich Materie	37
Forschungsbereich Schlüsseltechnologien.....	49
Beteiligung der Helmholtz-Gemeinschaft an ESFRI-Projekten	57
Separat finanzierte Projekte	60
ANHANG.....	61
Der Roadmap-Prozess in der Helmholtz-Gemeinschaft.....	61
Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Gemeinschaft – Nutzergeräte	63

VORWORT



Ob Beschleunigeranlagen, Teleskope, Forschungsschiffe oder Höchstleistungsrechner – große Forschungsanlagen ermöglichen essenzielle wissenschaftliche Fortschritte für die globalen gesellschaftlichen Herausforderungen. Die Helmholtz-Infrastrukturen bieten hervorragende Bedingungen für unsere eigene Forschung sowie für Nutzer aus aller Welt, die an den teilweise einzigartigen Anlagen ihre Forschungsfragen bearbeiten.

Komplexe Großgeräte aufzubauen, zu betreiben und weiterzuentwickeln sind wesentlicher Teil der Helmholtz-Mission. Der Roadmap-Prozess identifiziert und plant – strategisch und langfristig – die wichtigsten zukunftsrelevanten Infrastrukturen und stellt so die Weichen für die zukünftige Forschung der Helmholtz-Gemeinschaft. Er ist mit den in der Helmholtz-Gemeinschaft vorhandenen Prozessen verschränkt, insbesondere mit der Programmorientierten Förderung. Basierend auf den Begutachtungsergebnissen wird der Bedarf neuer Großgeräte ermittelt und das Forschungsportfolio entsprechend angepasst. Dabei holen wir die Meinung und Expertise wissenschaftlicher Partner ein, die an und mit unseren Anlagen arbeiten.

Investitionen in komplexe Forschungsinfrastrukturen sind in vielerlei Hinsicht auch Investitionen in die Zukunft. Bau und Betrieb führen zu einem erheblichen wirtschaftlichen Mehrwert; denn Unternehmen, die an der Errichtung und dem Betreiben der Großanlagen beteiligt sind, profitieren von den hohen Anforderungen, die an die Anlagen gestellt werden. Dadurch verbessern die Betriebe die Qualität ihrer eigenen Produkte und Dienstleistungen. Auf diese Weise können Forschungseinrichtungen mit ihren Großgeräten ganze Regionen stärken und deren Innovationskompetenz steigern. Darüber hinaus zahlen die Infrastrukturen – nicht zuletzt wegen ihrer internationalen Ausrichtung – auf den wissenschaftlichen Nachwuchs ein. Durch eigene Forschungsaktivitäten, Kooperationen mit weltweiten Partnern und den engen Kontakt zu High-Tech-Unternehmen erhalten junge Forscherinnen und Forscher die Chance auf umfassende und optimale Ausbildung.

In der dritten Begutachtungsrunde im Rahmen der Programmorientierten Förderung 2013/14 bescheinigten die Experten der Helmholtz-Forschung eine hervorragende wissenschaftliche Qualität und Leistungskraft. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat mit ihrer Nationalen Roadmap 2013 wichtige Weichen zur Stärkung der Innovationsfähigkeit Deutschlands gestellt. Auf europäischer Ebene überarbeitet das European Strategy Forum for Research Infrastructures (ESFRI) – die Plattform für Projekte von europäischer Dimension – ihre Roadmap.

In den vergangenen Monaten haben wir die Helmholtz-Roadmap einer kritischen Prüfung unterzogen – auch im Dialog mit unseren wissenschaftlichen Partnern, um künftig noch stärker auf die Bedarfe der Nutzer einzugehen. Die vorliegende Publikation ist ein wichtiger Diskussionsbeitrag, der unter anderem zur Entscheidung beiträgt, welche Forschungsinfrastrukturen in Zukunft realisiert werden.

Prof. Dr. Jürgen Mlynek
Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft

ROADMAP-PROZESS IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Die Helmholtz-Roadmap listet die wichtigsten zukunftsrelevanten Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Gemeinschaft auf, die in den kommenden Jahren für die strategische Umsetzung ihres wissenschaftlichen Portfolios relevant sind. Aus wissenschaftlicher und wissenschaftspolitischer Sicht werden diese Vorhaben aus den sechs Forschungsbereichen Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Materie, Schlüsseltechnologien sowie Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr als notwendig erachtet: um die langfristigen Forschungsziele zu verfolgen und den anstehenden gesellschaftlichen Herausforderungen mit adäquaten Lösungen zu begegnen. Konzeption, Bau und Betrieb von Großgeräten und wissenschaftlichen Infrastrukturen sind Kernelemente der Mission der Helmholtz-Gemeinschaft. Nationalen und internationalen Partnern stehen die Nutzergeräte für ihre Forschung zur Verfügung. Die Helmholtz-Roadmap dient daher als Grundlage:

- für die Diskussion der strategischen Planungen mit den Zuwendungsgebern, insbesondere zur Erstellung einer Nationalen Roadmap;
- für die Beratungen der Finanzierungsstrategien zum Aufbau und Betrieb der Forschungsinfrastrukturen;
- für die Helmholtz-interne Entscheidung für die strategischen Ausbauminvestitionen; sowie
- für die konkrete Abstimmung mit der Nutzergemeinschaft.

Der Roadmap-Prozess ist zeitlich und inhaltlich mit bereits etablierten Prozessen in der Gemeinschaft verschränkt, die im Folgenden aufgelistet sind:

1. mit dem *Portfolioprozess*: Um sich kontinuierlich mit der inhaltlichen Weiterentwicklung des wissenschaftlichen Programms für die nächsten 10 bis 20 Jahre auseinanderzusetzen, wurde in den Forschungsbereichen ein Foresight-Prozess etabliert. Aus diesen Diskussionen ergibt sich der Bedarf an neuen Forschungsinfrastrukturen. Umgekehrt beeinflussen Entscheidungen über die Realisierung neuer Forschungsinfrastrukturen wesentlich das Forschungsportfolio.
2. mit der Programmorientierten Förderung und insbesondere den *Programmbegutachtungen* als Teil des Foresight-Prozesses innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft: Alle fünf Jahre steht die Forschungsstrategie von Helmholtz auf dem Prüfstand und wird von internationalen unabhängigen Gutachterteams nach festen Kriterien bewertet. Die Infrastrukturen bilden einen Teil dieser Strategie und werden in die Programme und ihre Begutachtungen mit einbezogen.

3. mit dem *Investitionsverfahren*: Investitionen in Forschungsinfrastrukturen stellen strategische Weichenstellungen dar und werden im Rahmen eines transparenten und Qualitätssichernden Verfahrens auf der Ebene der Gemeinschaft diskutiert und entschieden. Für dieses Verfahren sind innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft die Kriterien verbindlich festgehalten, anhand derer die Diskussion geführt und letztendlich die Entscheidungen über zukünftige strategische Investitionen in den Forschungszentren getroffen werden. Das Helmholtz-Budget für strategische Investitionen bestimmt auch den zur Verfügung stehenden Finanzrahmen.
4. mit den *Dialogplattformen mit den Zuwendungsgebern* für den strategischen Austausch. Dabei hat die Langfristplanung für Bau, Betrieb und Finanzierung großer, in zunehmendem Maße auch internationaler Forschungsinfrastrukturen einen zentralen Stellenwert.

2011 präsentierte die Helmholtz-Gemeinschaft erstmals ihre Roadmap für Forschungsinfrastrukturen. Im Rahmen der Begutachtungen für die dritte Programmperiode 2013 und 2014 hat sie nicht nur wertvolle Hinweise für ihr Forschungsportfolio, sondern auch für ihre Infrastrukturplanung selbst erhalten. In den vergangenen Jahren wurden einige Projekte begonnen, andere an die erforderlichen Gegebenheiten angepasst oder gänzlich von der Liste genommen, da sie sich nur teilweise oder gar nicht umsetzen ließen bzw. lassen.

Vor diesem Hintergrund hat die Helmholtz-Gemeinschaft die geplanten Vorhaben für Forschungsinfrastrukturen kritisch diskutiert und Kriterien sowie zusätzliche Leitlinien überarbeitet. Darüber hinaus wurden die Projekte mit den wissenschaftlichen Partnern aus Universitäten und anderen Forschungsorganisationen auf einem Symposium vorgestellt und erörtert. Als Ergebnis legen wir nun die neue Helmholtz-Roadmap 2015 vor.

HELMHOLTZ-ROADMAP 2011 – EINE BILANZ

40 Forschungsinfrastrukturen präsentierte die Helmholtz-Gemeinschaft in ihrer ersten Roadmap 2011, ferner die geplanten Beteiligungen an ESFRI-Projekten (siehe Abschnitt 3b). 10 der 40 Vorhaben konnten bisher in die Implementierung überführt werden:

- Die **Helmholtz Energy Materials Characterization Platform (HEMCP)**¹ ist eine Infrastruktur-Plattform zur Entwicklung neuer Materialien und Werkstoffe für die Energietechnik. Diese sind essenziell für Innovationen in Hinblick auf die zukünftige Energieversorgung und die Transformation des Energiesystems.
- Das **Energy Lab**² vernetzt an nur einem Standort und in integrierter Modulkonzeption die komplexen Prozessketten in der Energiewandlung, Veredlung, sowie Energiespeicherung und Energiemanagement. Es erforscht hochdynamische Wechselwirkungen und ermöglicht so ein einzigartiges Energielabor.
- Der rapide Rückgang der arktischen Meereisbedeckung wird weitreichende Konsequenzen für den Ozean sowie das Erdsystem haben. In der Fram-Straße als Schlüsselregion für den Austausch zwischen Nordatlantik und Arktischem Ozean wird das FRAM-Observatorium (**Frontiers in Arctic marine Monitoring – FRAM**)³ Messsysteme miteinander vernetzen und neue, moderne Messmodule und Schnittstellen bereitstellen, um die komplexen Interaktionen des Arktischen Ozeans zu erforschen.
- Das Ziel des **Advanced Remote Sensing – Validation and Test Facilities (ACROSS)**⁴ ist die Entwicklung geeigneter Methoden und Technologien, um komplexe Satellitendaten für Fragen der globalen Erdbeobachtung zu validieren. Aufbauend auf den heute verfügbaren Modellsystemen in den Umwelt- und Geowissenschaften können mögliche zukünftige Szenarien prognostiziert werden.
- Das **Center for Integrated Diabetes Research (CIDR)**⁵ bietet mit einem neuen Gebäude, in dem unterschiedliche Arbeitsgruppen zusammenarbeiten, ideale Rahmenbedingungen, um die zukunftsweisende Diabetesforschung nach internationalem Standard voranzutreiben. Dies zieht einen Paradigmenwechsel nach sich, der auf einem integrierten und interdisziplinären Forschungsansatz, Wissenstransfer und Wertschöpfung beruht.
- Das **HZI-Zentrum für Wirkstoffforschung und Funktionelle Genomforschung**⁶ untersucht und charakterisiert Infektionsprozesse und dient zudem der Entdeckung und Weiterentwicklung von Naturstoffen als Leitstrukturen für neue Anti-Infektiva. In interdisziplinären Kooperationen werden Wirkstoffkandidaten zur Überführung in die klinische Entwicklung identifiziert und weiterentwickelt.
- Das **Forschungs- und Entwicklungszentrum Bildgebung, Radioonkologie und präventive Onkologie**⁷ erfüllt die technischen und in regulatorischer Hinsicht notwendigen Voraussetzungen, um radioonkologische Forschung auf international höchstem Niveau zu betreiben. Die Integration innovativer Technologien schafft optimale Voraussetzungen für die Entwicklung und Erprobung neuer Gerätetypen und Verfahrensabläufe und bietet eine Basis für die Durchführung innovativer Screening- und präventiver Studien.
- Das **Bayerische NMR Zentrum**⁸ erforscht mit hochmodernen Kernspinresonanz-Spektrometern die Dynamik biomedizinisch relevanter Proteine und Proteinkomplexe. Der Schwerpunkt der Aktivitäten auf dem Gebiet dieser NMR-Spektroskopie liegt auf der Erforschung der Struktur und Dynamik von Biomakromolekülen (Proteine, Nukleinsäuren).
- Die **Helmholtz International Beamlines at the European XFEL**⁹ werden die wissenschaftlichen Möglichkeiten des XFEL auf verschiedenen Forschungsgebieten, die von extremen Zuständen der Materie (extreme Felder, relativistische Plasmen und Hochdruck) über Materialphysik und Magnetismus bis zur strukturellen Biologie reichen, signifikant erweitern. Drei Helmholtz-geführte internationale Nutzerkonsortien HIBEF, hRIXS und SFX werden die Instrumente betreiben und sie externen Nutzern zur Verfügung stellen.
- Von dem **Zentrum für Strukturbiologie** wird ein Teil am Forschungszentrum Jülich realisiert. Die NMR-Spektroskopie ermöglicht die Ermittlung hochaufgelöster 3D-Strukturen von Proteinen sowie die Untersuchung der Dynamik dieser Biomoleküle und die Charakterisierung ihrer Interaktion mit Liganden. In einem engen Forschungsnetzwerk gemeinsam mit OCD-Spektroskopie, Röntgenkristallographie und Neutronenstreuung werden neue Wege in der Gesundheits-, Material- und Umweltforschung eröffnet.

1 Beteiligte Zentren im Forschungsbereich Energie: DESY, DLR, FZJ, HZB, HZDR, HZG, KIT

2 Beteiligte Zentren im Forschungsbereich Energie: DLR, FZJ, KIT

3 Beteiligtes Zentrum im Forschungsbereich Erde und Umwelt: AWI

4 Beteiligte Zentren im Forschungsbereich Erde und Umwelt: AWI, FZJ, GFZ, HMGU, HZG, KIT, UFZ

5 Beteiligtes Zentrum im Forschungsbereich Gesundheit: HMGU

6 Beteiligtes Zentrum im Forschungsbereich Gesundheit: HZI

7 Beteiligtes Zentrum im Forschungsbereich Gesundheit: DKFZ

8 Beteiligtes Zentrum im Forschungsbereich Gesundheit: HMGU

9 Beteiligte Zentren im Forschungsbereich Materie: DESY, HZDR

FORSCHUNGSINFRASTRUKTUREN DER HELMHOLTZ-ROADMAP 2015

	Forschungsinfrastruktur	Beteiligte Zentren	beteiligte Programme	LK I / LK II	Investitionskosten insgesamt / Anteil Helmholtz in Mio. €	Betriebskosten p.a in Mio. €	Projektbeginn und -ende
Energie	GeoLaB – Geowissenschaftliches Untertagelaboratorium und internationale Forschungsplattform	KIT (Koordination); GZF, UFZ	Erneuerbare Energien	LK I	40 / 40	0,8	Bau: 2018 – 2021; Betrieb: mind. 5 Jahre
	Living Lab Energy Campus (LLEC)	FZJ	Erneuerbare Energien; Energieeffizienz, Materialien und Ressourcen; Speicher und vernetzte Infrastrukturen	LK I	18 / 18	1,2	Bau: 2017 – 2019; Betrieb: 6 Jahre
	Helmholtz Forschungs- und Versuchsplattform zur Entsorgung radioaktiver Abfälle und zum Rückbau kerntechnischer Anlagen (HOVER)	KIT (Koordination); FZJ, HZDR	Nuclear Waste Management, Safety and Radiation Research	LK I	38 / 38	3	Bau: 2017 – 2020; Betrieb: mind. 30 Jahre
	High Power Grid Lab	KIT	Speicher und vernetzte Infrastrukturen	LK I	40 / 40	2	Bau: 2017 – 2021; Betrieb: mind. 20 Jahre
	W7X HiPoWer: Wendelstein 7-X Hochleistungsbetrieb mit Wolframwand	IPP (Koordination); FZJ, KIT	Kernfusion	LK I	38 / 38	< 1	Bau: 2019 – 2025; Betrieb: 20 Jahre
Erde und Umwelt	MOSES (inkl. Drohnenschwarm)	AWI, DLR, FZJ, GEOMAR, GFZ, HMGU, HZG, KIT, UFZ	alle	LK I	125 / 45 (Phase I) (Phase II: extern)	5	Bau: 2018 – 2020 (Phase I) 2021 – 2024 (Phase II) Betrieb: 15 Jahre
	ATMO-SAT	KIT, FZJ, GFZ	Atmosphäre und Klima	LK I	95 / 45 (50 für Mission)	1,2	Bau: 2017 – 2022 Betrieb: 5 Jahre
	Nationales Wolkenforschungszentrum AIDA-Grande	KIT	Atmosphäre und Klima	LK I	20 / 20	0,3	Bau: 2017 – 2019 Betrieb: 15 Jahre
	Techniklabor Ozean-Eis	AWI	Marine, Küsten- und Polare Systeme	LK I	20 / 20	2	Bau: 2017 – 2018 Betrieb: mind. 30 Jahre
	UrbENO	KIT, DLR, FZJ, GFZ, UFZ, HMGU	Atmosphäre und Klima; Terrestrische Umwelt	LK I	15-25 / 15 – 25	1 – 3	Bau: 2017 – 2019 Betrieb: 15 Jahre
Gesundheit	Forschungs- und Entwicklungszentrum für Radiopharmazie (FER)	DKFZ	Krebsforschung	LK I	40 / 34	1,5	Bau: 2017 – 2020; Betrieb: mind. 20 Jahre
	Centre for Individualized Infection Medicine (CIIM)	HZI	Infektionsforschung	LK I	30 / 30	1	Bau: 2018 – 2022; Betrieb: mind. 35 Jahre
	Klinische Forschungsplattform für Neurodegenerative Erkrankungen	DZNE	Erkrankungen des Nervensystems	LK I	18 / 18	2	Bau: 2018 – 2022; Betrieb: ab 2019
	Imaging Center – Tracer Discovery and Metabolic Imaging	MDC	Erkrankungen des Nervensystems; Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen; Krebsforschung	LK I	21 / 21	2,5	Bau: 2018 – 2020; Betrieb: mind. 15 Jahre

Abkürzungen

AWI – Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung
 DESY – Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
 DKFZ – Deutsches Krebsforschungszentrum
 DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
 DZNE – Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)
 FZJ – Forschungszentrum Jülich
 GSI – GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung
 GEOMAR – GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
 HZB – Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie
 HZDR – Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
 HZI – Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung
 UFZ – Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
 HZG – Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung
 HMGU – Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
 GFZ – Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
 KIT – Karlsruher Institut für Technologie
 MDC – Max-Deibücker-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft
 IPP – Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

	Forschungsinfrastruktur	Beteiligte Zentren	beteiligte Programme	LK I / LK II	Investitionskosten insgesamt / Anteil Helmholtz in Mio. €	Betriebskosten p.a in Mio. €	Projektbeginn und -ende
Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr	Tandem-L	DLR	Raumfahrt; Programme Erde und Umwelt	LK I	Bau: 600 / 30 (dt. Anteil: 400)	8,3	Bau: 2016 – 2021 Betrieb: mind. 6 Jahre
	NGT FT	DLR	Verkehr	LK I	25/25	1	Bau: 2016 – 2017 Betrieb: 15 Jahre
	iSTAR	DLR	Luftfahrt	LK I	40/40	2.5	Bau: 2016 – 2018 Betrieb: 10 Jahre
	NGC-FID	DLR	Verkehr	LK I	18,5/18,5	1	Bau: 2016 – 2019 Betrieb: 10 Jahre
	C-Cube – Concurrent Certification Centre	DLR	Luftfahrt, Raumfahrt	LK I	17 / 17	4	Bau: 2016 – 2017 Betrieb: 10 Jahre
Materie	Large Hadron Collider (LHC) – Upgrades der LHC-Detektoren (LHC-Upgrades)	DESY (Koordination), KIT, GSI	Matter and the Universe	LK I	45 / 28	1,2	Bau: 2015 – 2023; Betrieb: bis mind. 2035
	Global Cosmic Ray Observatories	KIT	Matter and the Universe	LK I	390 / 45	15, davon Helmholtz 1	Bau: 2022 – 2030; Betrieb: 30 Jahre
	EDM @ COSY	FZJ	Matter and the Universe	LK I	50 / 50	5	Bau: nach 2020 Betrieb: nach 2020
	BESSY-VSR (Variabler Pulslängen-Speicherring) Beschleuniger	HZB	From Matter to Materials and Life	LK II	20 / 17.5 (Phase I); 20 / 12.5 (Phase II)	42, (2 zusätzlich zu BESSY II)	Bau: 2017 – 2020; Betrieb: 10 Jahre
	FLASH Upgrade	DESY	From Matter to Materials and Life	LK II	60 – 80	52	Bau: 2019 – 2020; Betrieb: mind. 15 Jahre
	PETRA IV	DESY	From Matter to Materials and Life	LK II	250 – 300	71,6	Bau: 2025 – 2026; Betrieb: mind. 15 Jahre
	BESSY III	HZB	From Matter to Materials and Life	LK II	550 – 750	55 – 75	Bau: 2023 – 2028; Betrieb: mind. 30 Jahre
	European XFEL Phase II	DESY	From Matter to Materials and Life	LK II	550	Gesamtkosten noch offen 15 – 20 zusätzlich zu Phase I	Bau: 2028 – 2030; Betrieb: mind. 20 Jahre
	Hochbrillanz Spallationsquelle (HBS)	FZJ	From Matter to Materials and Life	LK II	200	20	Bau: 2028 – 2033; Betrieb: 35 Jahre
	Accelerator Technology Helmholtz Infrastructure (ATHENA)	DESY; GSI mit HI-Jena, FZJ, HZB, HZDR, KIT	Matter and Technology	LK I	73 / 30	2,2	Bau: 2018 – 2021; Betrieb: mind. 10 Jahre
Schlüsseltechnologien	Jülich Short-pulsed Particle and Radiation Centre (JuSPARC)	FZJ	Future Information Technology	LK I	31 / 31	3	Bau: 2017 – 2019; Betrieb: 20 Jahre
	Large Scale European Facilities in Electron Microscopy	FZJ	Future Information Technology	LK I	110 / 25	5	Planung: 2016, Bau: 2018, Betrieb: 15 Jahre
	Karlsruhe Center for Optics & Photonics (KCOP)	KIT	Science and Technology of Nanosystems	LK I	49 / 40	3	Bau: 2017 – 2021; Betrieb: mind. 15 Jahre
	Helmholtz Data Federation (HDF)	KIT (Koordination), AWI, DESY, DKFZ, FZJ, GSI	Supercomputing & Big Data	LK I / LK II	48 / 48	7	Bau: 2017 – 2021 (kontinuierlicher Ausbau) Betrieb: mind. 20 Jahre (bei regelmäßiger Erneuerung)
	Interdisciplinary Centre for Biomaterials and Biotechnologies Research (ICBBR)	KIT	BioInterfaces in Technology and Medicine	LK I	36 / 23	2,2	Bau: 2017 – 2020; Betrieb: mind. 50 Jahre
	Innovationsplattform für lasttragende und multifunktionale Materialsysteme (InnoMatSy)	HZG	Advanced Engineering Materials	LK I	25 / 25	2	Bau: 2018 – 2020; Betrieb: 20 Jahre

FORSCHUNGSBEREICH ENERGIE

Sichere, bezahlbare und umweltverträgliche Energie bereitzustellen und effizient zu nutzen, gehört gegenwärtig und zukünftig zu den großen Aufgaben von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Dazu bedarf es ganzheitlicher Forschungsansätze, die alle relevanten Wandlungs-, Verteilungs-, Speicherungs- und Nutzungstechniken betrachten, sowie Systemzusammenhänge und gesellschaftliche Aspekte berücksichtigen und einbeziehen. Langfristig müssen risikobehaftete, klimaschädliche und begrenzt verfügbare Energiequellen durch solche ersetzt werden, die dauerhaft verfügbar und klimaneutral sowie sicher nutzbar sind.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsbereichs Energie in der Helmholtz-Gemeinschaft stellen sich dieser Herausforderung und entwickeln wissenschaftliche Grundlagen, technische Lösungen und innovative Konzepte für morgen und übermorgen.

Globale Ziele und zukünftige Forschungsschwerpunkte

In Deutschland stehen Forschung, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft vor der Jahrhundertaufgabe, die beschlossene Energiewende umzusetzen. Um die definierten Ziele bis 2050 zu erreichen – Halbierung des Primärenergieverbrauchs gegenüber 2008; Erneuerbare Energien decken mindestens 60 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs und 80 Prozent des Stromverbrauchs; die Treibhausgasemissionen sollen gegenüber 1990 um mindestens 80 Prozent sinken – muss das Energiesystem nachhaltig umgebaut werden. Dazu bedarf es neuer Technologien für die Nutzung der Primärenergien, deren Umwandlung, Speicherung, Verteilung und Anwendung. Zudem müssen neue Konzepte her, um die Energieeffizienz entlang der gesamten Energiekette drastisch zu verbessern, insbesondere auch im Bereich energieintensiver Nutzungen. Darüberhinaus bleiben Forschungsanstrengungen für den sicheren Umgang mit radioaktiven Abfällen unverzichtbar. Die Forschung zur Kernfusion hält die Option offen, in fernerer Zukunft von dieser Energiequelle zu profitieren.

Die Helmholtz-Gemeinschaft unterstützt die Ziele der Energiewende nachdrücklich und bündelt hierfür ihre wissenschaftliche Kompetenz und Exzellenz auch im Verbund mit anderen Wissenschaftseinrichtungen, um sie voranzutreiben. Die großen wissenschaftlichen Herausforderungen für das Energiesystem der Zukunft sind in den Topics der sieben Programme der dritten Programmorientierten Förderung des Forschungsbereichs Energie abgebildet.

Einordnung der geplanten Forschungsinfrastrukturen in die Ziele und Perspektiven des Forschungsbereichs sowie in die vorhandene Infrastrukturlandschaft

Kontinuierliche Arbeits-, Kommunikations- und „Foresight“-Prozesse sorgen dafür, dass neue wissenschaftliche Herausforderungen frühzeitig erkannt und systematisch in Forschungsthemen umgesetzt werden. In einem abgestimmten Verfahren und auf das engste verzahnt mit der thematischen Ausrichtung der Forschungsaktivitäten, werden Investitionsvorhaben zur Einrichtung oder zum Ausbau der Forschungsinfrastrukturen (z. B. strategische Ausbauinvestitionen) projiziert und beantragt. Diese Ausrichtung der geplanten

Großinvestitionen auf die programmatische Forschung ist ein zentrales Steuerungselement und Alleinstellungsmerkmal für die Forschungsaktivitäten in der Helmholtz-Gemeinschaft.

Für den Forschungsbereich Energie ist bereits eine strategische Ausbauinvestition positiv begutachtet worden, welche sich nun im Priorisierungsverfahren befindet: „HEMF – Helmholtz Energy Materials Foundry“. Fünf weitere Investitionsvorhaben („Living Lab Energy Campus“, „GeoLaB – ein geowissenschaftliches Untertage-labor“, „High Power Grid Lab – ein Hochleistungslabor elektrischer Netze und Netzbetriebsmittel“, „HOVER – Helmholtz Forschungs- und Versuchsplattform zur Entsorgung radioaktiver Abfälle und zum Rückbau kerntechnischer Anlagen“, „Wendelstein 7-X – ein Hochleistungsbetrieb mit Wolframwand“) befinden sich auf der Liste der vom Forschungsbereich Energie für die Roadmap Forschungsinfrastrukturen priorisierten Vorschläge.

Weiteres strategisches Vorgehen

Die Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Zentren leisten einen wichtigen Beitrag für den gelingenden Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem. Großes Potential liegt in der Nutzung von Synergieeffekten in den Forschungsinfrastrukturen: Effiziente interne Abstimmungsprozesse stellen sicher, dass sich die Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Zentren in ihrer Ausrichtung optimal ergänzen. Großgeräte können so noch effizienter gemeinsam genutzt werden. Über die Abstimmung zwischen den Helmholtz-Zentren hinaus, gewinnt die Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern zunehmend an Bedeutung. Dies betrifft Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und die Wirtschaft. Beispielhaft sind die Helmholtz-(Energie)-Allianzen. Ziel des Energie-Forschungsbereichs ist es, strategisch wichtige und komplementäre Forschungsinfrastrukturen einzurichten und auszubauen.

Dieses Ziel spiegelt sich auch in unseren Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Strategic Energy Technology (SET)-Plan der Europäischen Kommission und in der European Energy Research Alliance (EERA) wider. Ein ebenso wichtiges strategisches Ziel des Forschungsbereichs ist die Ausbildung exzellenter Nachwuchswissenschaftler. Die intensive Vernetzung mit Hochschulen ermöglicht die Nutzung der Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Zentren in der Lehre – beispielsweise im Rahmen von universitären Studiengängen, was für die wissenschaftliche Nachwuchsförderung einzigartige Möglichkeiten bietet.

Am Forschungsbereich Energie beteiligte Zentren:

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- Forschungszentrum Jülich
- Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie
- Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
- Helmholtz-Zentrum Potsdam
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
- Karlsruher Institut für Technologie
- Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

Forschungsbereich Energie



Das Diagramm zeigt die Forschungsinfrastrukturen und deren Bauphase / Inbetriebnahme. Die Größe der Kreise entspricht der Gesamtinvestition.

Abkürzungen

GeoLaB – Geowissenschaftliches Untertagelaboratorium und internationale Forschungsplattform

High Power Grid Lab – Hochleistungslabor elektrische Netze und Netzbetriebsmittel

HOVER – Helmholtz Forschungs- und Versuchsplattform zur Entsorgung radioaktiver Abfälle und zum Rückbau kerntechnischer Anlagen

W7X HiPoWer – W7X HiPoWer: Wendelstein 7-X Hochleistungsbetrieb mit Wolframwand

GEOLAB – GEOWISSENSCHAFTLICHES UNTERTAGELABORATORIUM UND INTERNATIONALE FORSCHUNGSPLATTFORM

Tiefe geothermische Reservoire besitzen weltweit ein immenses, bisher nicht annähernd ausgeschöpftes energetisches Potential für ein nachhaltiges Energiesystem der Zukunft. Eine Schlüsselrolle für die effiziente und sichere Nutzung der meist unkonventionellen geothermischen Systeme (EGS) zur Wärmeversorgung oder Stromerzeugung nimmt die Entwicklung umweltgerechter Technologien zur Reservoir-Entwicklung ein. Diese Herausforderung greift GeoLaB auf: In einem einzigartigen Untertagelaboratorium im geklüfteten kristallinen Gestein sollen die im Reservoir ablaufenden Prozesse grundlegend untersucht werden. Mit der internationalen und transdisziplinären Forschungsplattform bietet GeoLaB erstmalig spezifische experimentelle Rahmenbedingungen für die Geothermieforschung und angrenzende Forschungsbereiche.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Für Prognosen und eine verbesserte Steuerung des Systemverhaltens fehlen grundlegende Konstitutivgesetze zur Beschreibung der gekoppelten thermisch-hydraulisch-mechanisch-chemischen (THMC) Prozesse im geklüfteten Kristallin bei hohen Fließraten. GeoLaB adressiert deshalb grundlegende Fragestellungen in Hochfluss-Experimenten (CHFE – Controlled High Flow Experiments). Die Weiterentwicklung numerischer Modelle, ihre Parametrisierung und Validierung werden ermöglicht. GeoLaB eröffnet auch anderen geo-, umwelt-, ingenieurs- und materialwissenschaftlichen Disziplinen einmalige Forschungsmöglichkeiten.

Nutzenperspektive

Mit systematischer Forschung soll die Grundlage geschaffen werden für die dringend erforderliche Weiterentwicklung von Technologien, die eine effektive Reservoir-Entwicklung, Minimierung der Umwelteinflüsse und zuverlässige Qualitätssicherung ermöglichen. Spitzenforschung und die Einbindung von Industrieunternehmen bilden dabei nicht nur ein fruchtbares Klima für Innovationen, sondern bieten auch einmalige Rahmenbedingungen für die Lehre. Transparente Forschung soll zudem einen Beitrag dazu leisten das Vertrauen der Gesellschaft in die Geothermie als grundlastfähige erneuerbare Energiequelle zu gewinnen.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2018 bis 2021
- Betrieb: mind. 5 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 8 Mio. Euro
- Investitionskosten: 40 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten zum Betreiben der FIS: 0,75 Mio. Euro pro Jahr
- Rückbaukosten: 1 Mio. Euro

Internationale Dimension:

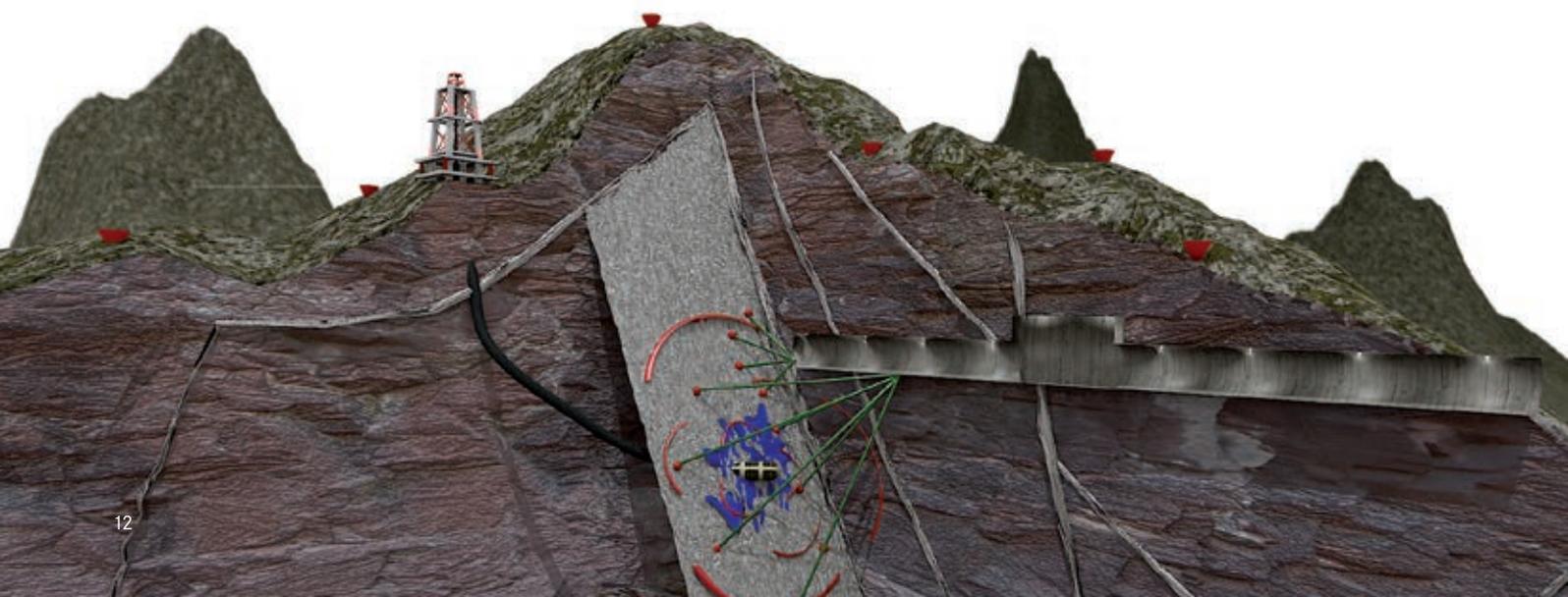
Mit GeoLaB wird die Spitzenstellung Europas in der EGS-Technologieentwicklung verteidigt und ausgebaut. Eine einzigartige, repräsentative Plattform für Spitzenforschung auf internationaler Ebene wird geschaffen.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Die drei Zentren KIT (Koordination), GFZ und UFZ konzipieren GeoLaB und werden mit Unterstützung eines internationalen Advisory Boards und einer technischen Leitung eine offene Forschungsplattform bieten.

Weitere Informationen:

www.geolab.kit.edu



LIVING LAB ENERGY CAMPUS (LLEC)

Die Optimierung des zukünftigen Energiesystems hin zu dezentralen und zeitlich variablen Erzeugungs- und -verbrauchsstrukturen erfordert das Verständnis der dynamischen und systemtechnischen Zusammenhänge. Das Energiesystem des Campus Jülich befindet sich derzeit im Umbau zu einem „intelligenten“ dezentralen Energiesystem, indem die Versorgung mit Strom, Wasser, Gas, Wärme und Kälte dynamisch mit dem Management insbesondere der Verbrauchsseite verknüpft wird. Der forschungsseitige Ausbau zum „Living Lab Energy Campus“ (LLEC) mittels umfassender Instrumentierung und Implementierung einer Datenerfassungs- und Steuerungseinrichtung sowie unter Einbeziehung von Demonstrationseinheiten bietet eine Forschungsinfrastruktur für Echtzeitanalyse, Auslegung und Prozessoptimierung von dezentralen Energiesystemen. Als „Blaupause“ für lokale Quartiere und regionale Systemknoten dient sie im Wechselspiel mit der Systemsimulation der nachhaltigen und resilienten Entwicklung eines dezentralen Gesamtsystems.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die derzeit vorhandenen Simulationswerkzeuge können das zukünftige Energiesystem mit einer Vielzahl von dezentralen, zeitlich variablen Strukturelementen nicht in hinreichender Auflösung abbilden. Mithilfe der hochinstrumentierten Infrastruktur des Living Lab werden Datennahme und -verarbeitung ermöglicht, welche die Echtzeitanalyse, -kontrolle und Zustandsoptimierung des Jülicher Energy Campus erlauben. Die Entwicklung dynamischer Modelle für dezentrale Systeme unter Berücksichtigung der verschiedenen Prozesse (Umwandlung, Speicherung, Verteilung und effiziente Nutzung) und Netzebenen wird durch die reale Erprobung im LLEC wesentlich befördert werden. Implementiert werden außerdem räumliche Schnittstellen zur überregionalen Einbindung sowie die Anbindung an andere systemrelevante Parameter (z.B. meteorologische Daten). Als Ergebnis soll ein Instrument zur Verfügung stehen, das eine multikriterielle Analyse und Optimierung des Betriebs in Echtzeit unter Berücksichtigung ökonomischer Randbedingungen und des Nutzerverhaltens ermöglicht.

Nutzenperspektive

Im LLEC werden anhand eines typischen Modellsystems mit Mischnutzung und einer Kombination verschiedener Umwandlungs- und Speichertechnologien Instrumente für das Systemdesign, die Optimierung und den dynamischen Betrieb von integrierten, ökonomischen und nutzerfreundlichen dezentralen Energiesystemen erarbeitet. Die im Rahmen des Living Lab zu entwickelnden Modellierungs- und Optimierungswerkzeuge sollen in Folge auf andere regionale Energiesysteme Anwendung finden. Sie versetzen Betreiber und Industrie in die Lage, energieoptimierte und kosteneffiziente Produkte und Dienstleistungen für lokale Versorgungsstrukturen zu entwickeln und einzusetzen. Die Einbindung der verschiedenen Akteurs-Perspektiven wird über den Jülicher ZukunftsCampus als richtungsweisende Kommunikationsplattform gewährleistet. Auf Helmholtz-Ebene bildet das LLEC eine komplementäre Einrichtung zum Energy Lab 2.0.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2019 (Phase I: Installation der Basiskonfiguration, Vernetzung mit Energy Lab 2.0, KIT)
- Betrieb: 6 Jahre (Phase II: Aufnahme des Vollbetriebs)

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1,8 Mio. Euro
- Investitionskosten: 18 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 1,2 Mio. Euro pro Jahr

Internationale Dimension:

LLEC hat Pilotfunktion für Kernthemen des Forschungsfeldes „Smart Cities“.

Rolle des Zentrums:

Das LLEC wird als Forschungsmodul an das zukünftige Energieversorgungskonzept des Forschungszentrum Jülich angebunden. Wissenschaftlich kooperiert Jülich mit den Partnern der RWTH Aachen im Rahmen von JARA und mit KIT.

Umwandlung

Verteilung

Echtzeit -
- Datenerfassung
- Steuerung
- Optimierung

Speicherung

Nutzung

HELMHOLTZ FORSCHUNGS- UND VERSUCHSPLATTFORM ZUR ENTSORGUNG RADIOAKTIVER ABFÄLLE UND ZUM RÜCKBAU KERNTÉCHNISCHER ANLAGEN (HOVER)

Die für den sicheren Rückbau kerntechnischer Anlagen und die sichere Entsorgung radioaktiver Abfälle notwendigen FuE-Arbeiten erfordern großmaßstäbliche Versuchseinrichtungen zur Untersuchung der gesamten Prozesskette der nuklearen Entsorgung. Die Versuchsplattform HOVER ermöglicht fortgeschrittene Untersuchungen zum Verhalten der Abfallformen in einem Zwischen- bzw. Endlager sowie die detaillierte Analyse von Radionuklidverbreitungsprozessen. Zudem werden neuartige Rückbautechnologien entwickelt und erprobt. Dazu werden die Kompetenzen an den drei Standorten FZJ, HZDR und KIT zusammengeführt und die Forschungsinhalte dieser dezentral angelegten Plattform zwischen den Zentren abgestimmt.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Das NUSAFE Topic Nukleare Entsorgung und die Plattform HOVER fokussieren auf drei Aspekte:

- Detaillierte Untersuchung des Verhaltens der radioaktiven Abfälle mit Hilfe neuester analytischer, spektroskopischer und theoretischer Methoden
- Untersuchung des makroskopischen Radionuklidverhaltens im Endlagersystem im Technikumsmaßstab („Upscaling“).
- Neuartige Rückbautechnologien werden unter Berücksichtigung der Anforderungen des Strahlenschutzes entwickelt und erprobt

Nutzenperspektive

HOVER wird eine in Deutschland und international einzigartige wissenschaftliche Forschungsplattform für die nukleare Entsorgung einschließlich des Rückbaus darstellen. HOVER wird maßgebliche Beiträge zur sicheren und wissenschaftlich fundierten nuklearen Entsorgung und zum Rückbau liefern. Darüber hinaus wird HOVER einen herausragenden Platz in Lehre und Ausbildung einnehmen und so langfristig zur Sicherstellung der Kompetenz beitragen. Dies erfolgt in enger Abstimmung und Kooperation mit Universitäten, Behörden und der Industrie.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2020
- Betrieb: mind. 30 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 3 Mio. Euro
- Investitionskosten: 38 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 3 Mio. Euro pro Jahr

Internationale Dimension:

Durch die bereits bestehenden Kooperationen wird HOVER vollständig in die nationale und internationale Forschungslandschaft integriert sein.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Die Zentren FZJ, HZDR und KIT werden mit HOVER aktiv die Architektenrolle für eine Forschungsplattform zur nuklearen Entsorgung und zum Rückbau übernehmen. Die Kompetenzen der drei involvierten Zentren im Bereich Materialwissenschaften (FZJ), des Rückbaus und der radiochemischen Aspekte der Geosphäre (KIT) und der Biosphäre (HZDR) werden synergistisch genutzt.

Weitere Informationen:

Helmholtz wird mit HOVER auf dem Gebiet der nuklearen Entsorgung und des Rückbaus der kompetente Ansprechpartner zu diesen Fragestellungen für Ministerien und Behörden (BMBF, BMWi, BfS), und für Betreiber und Industrie sein.



HIGH POWER GRID LAB – HOCHLEISTUNGSLABOR ELEKTRISCHE NETZE UND NETZBETRIEBSMITTEL

Der Aus- und Umbau des elektrischen Energienetzes in Deutschland im Zuge der Energiewende erfordert u.a. die Erforschung der Kopplung verschiedenartiger Energienetze und die Entwicklung neuer Betriebsmittel und Netzstrukturen. Der Netzbau in Verbindung mit neuartigen Betriebsmitteln macht die Untersuchung der Auswirkungen von Fehlern und Defekten von Betriebsmitteln auf die Systemeigenschaften des Netzes und umgekehrt notwendig. Hierzu sind Stress-Tests im Realbetrieb ein geeignetes Werkzeug. Das HIGH POWER GRID LAB verbindet als Hardware-in-the-Loop-System die Echtzeitsimulation des Netzes als Teil des Energy Lab 2.0 mit der Untersuchung von Netzbetriebsmitteln im Realbetrieb durch eine entsprechende Leistungseinspeisung, die auch den fehlerbehafteten Betrieb eines Netzbetriebsmittels erlaubt. Diese Leistungseinspeisung, z. B. durch kurzschlussfähige und mit Schwungmassen versehene Generatoren, ist das Herzstück des HIGH POWER GRID LAB und verhindert Rückwirkungen der Stress-Tests an Betriebsmitteln auf das speisende Energienetz. Das HIGH POWER GRID LAB erlaubt die Untersuchung.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Das wissenschaftliche Ziel des HIGH POWER GRID LAB ist die Erforschung des Systemverhaltens neuartiger Netzkomponenten, z. B. Stromrichter von HVDC-Übertragungssystemen oder supraleitende Transformatoren und das Systemverhalten des Netzes bei Fehlern von Betriebsmitteln. Letztlich geht es um die Erforschung von Regelstrategien zur Beherrschung kritischer Situationen im Netz. Im elektrischen Energienetz sind beträchtliche Energiemengen verfügbar, die auch im Fehlerfall beherrscht werden müssen, sodass materielle Zerstörungen und Personen- oder Umweltschäden sicher vermieden werden. Derartige Stress-Untersuchungen tragen wesentlich zur Förderung der öffentlichen Akzeptanz einer Technologie bei. Grundsätzlich existieren in Europa eine Zahl von Leistungsprüffeldern; im Unterschied zu dem geplanten HIGH POWER GRID LAB in Verbindung mit dem Energy Lab 2.0 können in diesen Leistungsprüffeldern jedoch keine Hardware-in-the-Loop Netzsimulationen erfolgen. Helmholtz würde durch die Ergänzung des Energy Lab 2.0 um das HIGH POWER GRID LAB über eine mindestens europaweit einzigartige Forschungsinfrastruktur verfügen.

Nutzenperspektive

Das HIGH POWER GRID LAB ist eine wesentliche Infrastruktur bei der Entwicklung neuer Betriebsmittel und Netzstrukturen und unterstützt die Forschung bei Netzbetreibern und Betriebsmittelherstellern.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2021
- Betrieb: min. 20 Jahre

Geschätzte Kosten:

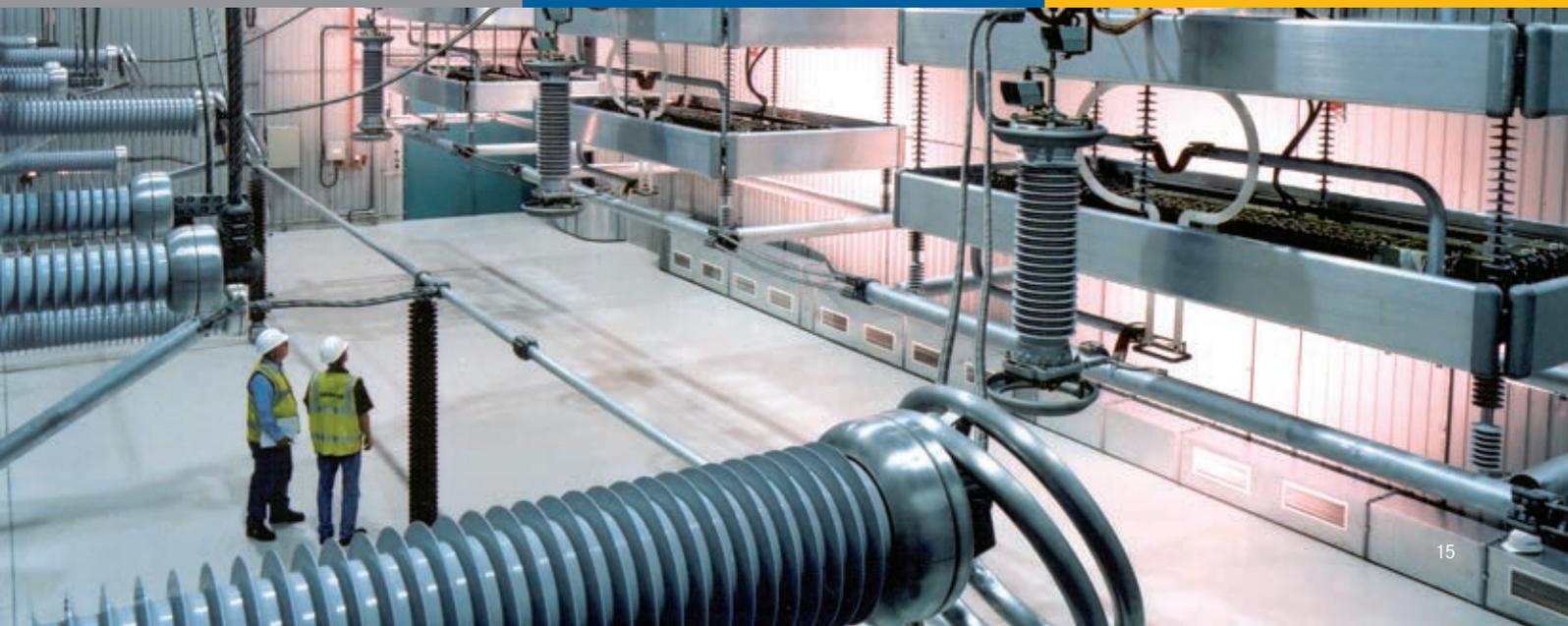
- Vorbereitungs-/Planungskosten: 2 Mio. Euro
- Investitionskosten: 40 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 2 Mio. Euro pro Jahr
- Rückbaukosten: 3 Mio. Euro

Internationale Dimension:

Das HIGH POWER GRID LAB wird hinsichtlich seiner Leistungsparameter eine einzigartige Forschungsinfrastruktur in Europa darstellen.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

KIT ist unter Beteiligung der am Energy Lab 2.0 beteiligten Helmholtz-Zentren Standort und Betreiber des HIGH POWER GRID LAB.



W7X HIPOWER: WENDELSTEIN 7-X HOCHLEISTUNGSBETRIEB MIT WOLFRAMWAND

Die internationale Fusionsforschung verfolgt zwei Konzepte, ein Hochtemperaturplasma magnetisch einzuschließen. Mit dem Tokamak soll ein erstes brennendes Fusionsplasma realisiert werden. Der Stellarator bietet den grundlegenden Vorteil eines stationären Plasmaeinschlusses mit deutlich verbesserten Stabilitätseigenschaften. Die Aufgabe von Wendelstein 7-X (W7-X) als weltweit modernstes supraleitendes Stellaratorexperiment ist der Nachweis der Kraftwerkstauglichkeit des Stellaratorprinzips. W7-X wird momentan in Betrieb genommen. Die schrittweise Komplettierung bis 2019 bereitet W7-X auf den stationären Betrieb vor. Dies umfasst eine Heizleistung von bis zu 10 MW und aktiv gekühlte Wandkomponenten, sowie einen Divertor, ausgelegt für stationäre Wärmeflüsse bis 10 MW/m². Eine deutliche Erweiterung der Heizleistung erlaubt die Wärmeabfuhr aus dem Plasma zu maximieren und damit in Bereiche vorzudringen, wie sie in einem Fusionskraftwerk erwartet werden. Als weiteres zentrales Element ist vorgesehen, die kohlenstoffbedeckten Wandkomponenten teilweise durch Wolframkomponenten zu ersetzen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Im Zusammenspiel von Plasmawand-Wechselwirkung und Plasmatransport ist Kohlenstoff als Wandmaterial sehr gut verstanden. Deshalb werden die hochbelasteten Wandkomponenten von W7-X zunächst mit Kohlenstoff bedeckt sein. Für ein Kraftwerk ist Kohlenstoff jedoch nicht geeignet. Geplant ist deshalb, die Kohlenstoffoberflächen durch Wolfram zu ersetzen.

Für W7-X wurde die weltweit erste Multimegawatt Elektronen-Zyklotron-Resonanz-Heizung (ECRH) entwickelt, die für Dauerstrichbetrieb ausgelegt ist. Auch in einem Fusionskraftwerk wird die ECRH eine der wesentlichen Heizmethoden sein. Eine signifikante Leistungserhöhung an W7-X kann durch Einführung leistungsstärkerer Röhren erreicht werden.

Zusammengenommen erlauben die beiden Vorhaben, die Bedingungen für die Untersuchung der Plasmawand-Wechselwirkung denen eines Fusionskraftwerks im Dauerstrichbetrieb deutlich weiter anzunähern.

Nutzenperspektive

Die bisher vorgesehene Komplettierung von W7-X (bis 2019) stellt den ersten fundamentalen Meilenstein für die Erzeugung eines stationären Hochleistungsplasmas dar. Das beschriebene Vorhaben ist der nächste logische Schritt, um das Stellaratorprinzip in Richtung eines Kraftwerkskonzepts fortzuentwickeln. W7-X ist dabei das weltweit einzige Stellaratorexperiment, in dem hohe Wärmeflüsse aus dem Plasma zusammen mit kraftwerksrelevanten Wandmaterialien wie Wolfram getestet werden können.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2019 bis 2025
- Betrieb: 20 Jahre ab 2021

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 3 Mio. Euro
- Investitionskosten: 38 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten zum Betreiben der FIS: Werden vom IPP im Rahmen der Betriebskosten von W7-X getragen
- Rückbaukosten: Rückbau findet im Rahmen des Rückbaus von W7-X statt

Internationale Dimension:

W7-X ist fester Bestandteil der europäischen „Roadmap to the Realization of Fusion Energy“. Internationale Partner sind am Aufbau und Betrieb von W7-X beteiligt. Das europäische Fusionsprogramm beteiligt sich an den Betriebskosten.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Für dieses Forschungsvorhaben sind IPP, KIT und FZJ weltweit führend. Wolfram als Wandmaterial wurde erstmals am IPP eingeführt. FZJ und KIT arbeiten intensiv an seiner Weiterentwicklung. Die ECRH für W7-X ist eine gemeinsame Entwicklung des KIT und IPP (zusammen mit der Universität Stuttgart).



FORSCHUNGSBEREICH

ERDE UND UMWELT

Der Forschungsbereich Erde und Umwelt untersucht – mit Blick auf die Erhaltung und nachhaltige Entwicklung unserer natürlichen Lebensgrundlagen – die Funktionsweisen des Systems Erde sowie die Wechselwirkungen mit der Gesellschaft. Im Fokus stehen die Langzeiterfassung lokaler, regionaler und globaler Veränderungen, das Verständnis der sie bewirkenden Prozesse sowie die Erarbeitung von Konzepten und Handlungsoptionen für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Erdsystems und für einen wirksamen Schutz vor Naturgefahren.

Globale Ziele und zukünftige Forschungsschwerpunkte

Vor dem Hintergrund einer prognostizierten Erdbevölkerung von mehr als 9 Milliarden Menschen im Jahre 2050, ist die integrierte Erforschung des Planeten Erde mit seinen Landgebieten, Ozeanen und Polarregionen zentral, um künftige Entwicklungen einschätzen und steuern zu können. Erdsystemforschung ist daher auf das engste mit den Fragen der menschlichen Daseinsfürsorge verknüpft und muss nicht nur die Probleme einer sich stetig verändernden Umwelt berücksichtigen, sondern auch verlässliche Entscheidungsgrundlagen und Handlungsoptionen für politisch-ökonomische Weichenstellungen liefern. Gefordert sind hochgradig integrierte wissenschaftliche Ansätze, die einerseits die verschiedenen Komponenten des Erdsystems miteinander verknüpfen und andererseits die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung mit den gesellschaftlichen Anforderungen verbinden – auch durch eine verstärkte Integration von Kompetenzen aus relevanten Nachbardisziplinen der Technik-, Sozial- und Geisteswissenschaften. Ferner gilt es, bestehende Vernetzungen mit anderen Forschungsbereichen insbesondere in der Energieforschung, der Bioökonomie und der Gesundheitsforschung auszubauen.

Einordnung der geplanten Forschungsinfrastrukturen in die Ziele und Perspektiven des Forschungsbereichs sowie in die vorhandene Infrastrukturlandschaft

MOSES – ein mobiles, modulares und vernetztes Mess-, Beobachtungs- und Analysesystem, an dem alle Zentren des Forschungsbereichs beteiligt sind – erfasst zukünftig Veränderungen des Erdsystems auf verschiedenen Raum- und Zeitskalen. Zu den übergeordneten Forschungszielen der Initiative gehören die kompartimentübergreifende Modellierung des Erdsystems, die Erfassung und Quantifizierung des Umweltwandels sowie die Entwicklung von Anpassungs- und Vermeidungsstrategien.

Das **Techniklabor Ozean-Eis** soll angesichts des beobachteten schnellen Wandels der Polarregionen helfen, die vorhandenen Beobachtungssysteme im Ozean und an den Polen zu verstärken. Mit dem Techniklabor soll die Entwicklung von Sensoren, autonomen Messgeräten und Datenübertragungssystemen zum Einsatz in der Tiefsee und im eisbedeckten Ozean ermöglicht werden.

UrbENO wird sich langfristig damit befassen, wie sich die Entwicklung der Städte auf den Klimawandel und dessen Rückwirkung auf urbane Umweltbedingungen auswirken. Der Forschungsbereich Erde und Umwelt hat die Stadtforschung als eines seiner Zukunfts-

themen definiert und wird die Forschungsinfrastruktur als eine Komponente der Nationalen Plattform Zukunftsstadt betreiben.

Die Satellitenmission **ATMO-SAT** wird durch die Beobachtung dreidimensionaler Verteilungen atmosphärischer Temperaturen und ausgesuchter Spurengase mit einer bisher unerreichten räumlichen Auflösung wichtige Beiträge zum Einfluss der natürlichen Variabilität der Atmosphäre auf das regionale Klima und Wetter liefern.

Das Nationale Wolkenforschungszentrum **AIDA-Grande** untersucht den menschlichen Einfluss auf die Wolken, da Wolken und damit auch das Klima und der Niederschlag durch die anthropogene Emission von Aerosolen und deren Vorläufergasen stark beeinflusst werden. AIDA-Grande wird erstmals eine Quantifizierung und Bewertung des gesamten Aerosoleinflusses auf Wolken und Klima ermöglichen.

Tandem-L als Forschungsinfrastruktur des Forschungsbereichs Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr besitzt auch für den Forschungsbereich Erde und Umwelt sehr hohe Relevanz und wird daher vom Forschungsbereich unterstützt.

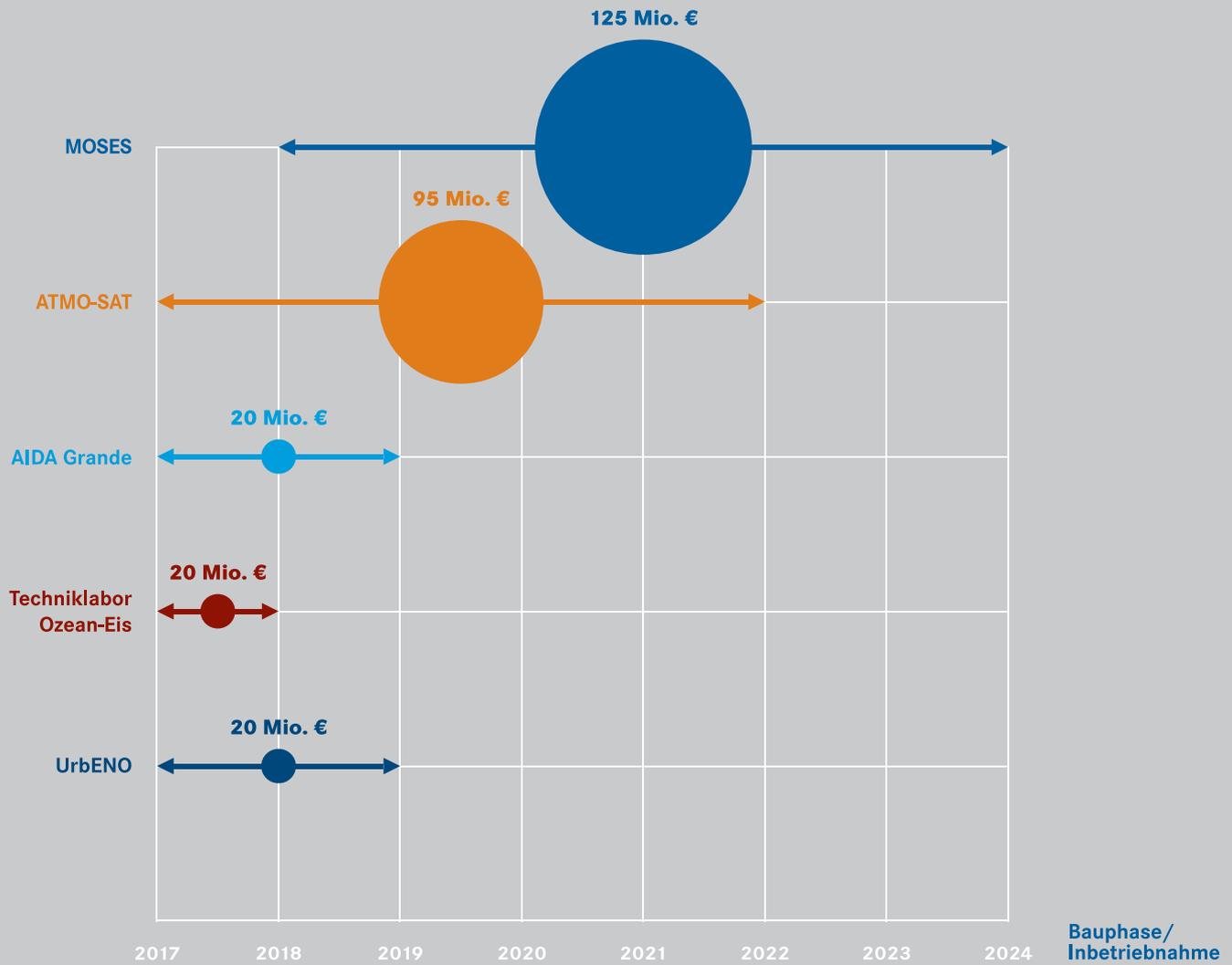
Weiteres strategisches Vorgehen

Der Forschungsbereich Erde und Umwelt wird die Herausforderung der globalen, integrierten Erdbeobachtung hinsichtlich Synthese, Modellierung und Anwendung in der Erdsystemforschung angehen. Die umfangreichen, interdisziplinären Kompetenzen der beteiligten Zentren auf fast allen Gebieten der Erdsystemforschung werden innerhalb des nächsten Jahrzehnts zu einer weltweit einmaligen Bündelung fundierter Expertise ausgebaut werden. Dadurch soll das zentrenübergreifende, strategische und fachliche Zusammenwirken so gestärkt werden, dass der Forschungsbereich national und international als eine Einheit mit regionalen und thematischen Schwerpunkten wahrgenommen wird. Um dies zu erreichen, wird eine verstärkte strategische und inhaltliche Ausrichtung der Forschungszentren angestrebt – verbunden mit einer noch engeren strategischen Kooperation mit anderen wichtigen nationalen Akteuren.

Am Forschungsbereich Erde und Umwelt beteiligte Zentren:

- Alfred-Wegener-Institut
Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung
- Forschungszentrum Jülich
- GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht
Zentrum für Material- und Küstenforschung
- Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
- Helmholtz-Zentrum Potsdam
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
- Karlsruher Institut für Technologie

Forschungsbereich Erde und Umwelt



Das Diagramm zeigt die Forschungsinfrastrukturen und deren Bauphase / Inbetriebnahme. Die Größe der Kreise entspricht der Gesamtinvestition.

Abkürzungen

MOSES – Modular Observation Solutions for Earth Systems (inkl. Drohnenschwarm)

AIDA-Grande – Nationales Wolkenforschungszentrum AIDA-Grande

Techniklabor Ozean-Eis – Techniklabor für die Entwicklung von Ozean- und Eisbeobachtungssystemen

UrbENO – Urban Environmental Observatories

MOSES / MODULAR OBSERVATION SOLUTIONS FOR EARTH SYSTEMS (INKL. DROHNENSCHWARM)

Unsere Umwelt verändert sich in manchen Bereichen (Klima, Landoberflächen, Ozeane) schneller als erwartet. Dies geschieht nicht nur kontinuierlich sondern auch durch kurzfristige, dynamische Störungen. Das Beobachtungssystem MOSES zielt darauf ab, die Bedeutung der meist kleinskaligen Dynamik für den langfristigen Umweltwandel zu erfassen. Das Beobachtungskonzept basiert auf dem Zusammenspiel von ereignisgesteuert, kurzfristig einsetzbaren Messsystemen und langfristig ausgelegten Monitoring-Programmen. Modular kombinierbare Sensorsysteme können ereignis- und standortspezifisch zu Multiparameter-Netzwerken bis hin zu Untersuchungsplattformen zusammengestellt werden. Bestehende nationale wie internationale Monitoring-Programme liefern Daten zum Langfristverhalten. Zunächst soll das Konzept in Observatorien des Forschungsbereichs umgesetzt und später über den BMBF Roadmap-Prozess erweitert werden.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Prognosen zum Ausmaß des Umweltwandels sind weiterhin sehr unsicher. Bedeutende Unsicherheitsfaktoren sind die Auswirkungen dynamischer Ereignisse auf die langfristige Entwicklung von Erd- und Ökosystemen. Es gibt zunehmend Hinweise, dass klima-relevante Kreisläufe maßgeblich durch z.B. extreme Ereignisse gesteuert werden. Bestehenden Beobachtungssystemen fehlen meistens die erforderliche Auflösung und die Mobilität für einen Einsatz zur rechten Zeit am rechten Ort. Die Folgen solcher Störungen im Sinne einer Wirkungskette lassen sich jedoch nur durch eine Einbindung dieser Beobachtungen in langfristige Erd-Observationssysteme beurteilen.

Nutzenperspektive

Die Initiative adressiert einen wichtigen Unsicherheitsfaktor in regionalen und globalen Erdsystem-Modellen. Eine bessere Kenntnis der Auswirkungen dynamischer Störungen ist die Basis für Managementstrategien, mit denen durch relativ kurzfristige und kleinräumi-

ge Maßnahmen negative Langfristfolgen für Erd- und Ökosysteme zumindest verringert werden könnten. Das mobile und modulare Konzept ermöglicht den nationalen wie internationalen Einsatz und bildet so eine Plattform für vielfältige Kooperationen. Die Innovation der Initiative liegt in der Kopplung dynamischer und langfristiger Beobachtungen sowie in ihrem konsequent Kompartiment-übergreifenden Ansatz.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: Phase I: 2018 bis 2020
Phase II: 2020 bis 2024
- Betrieb: 15 Jahre

Geschätzte Kosten:

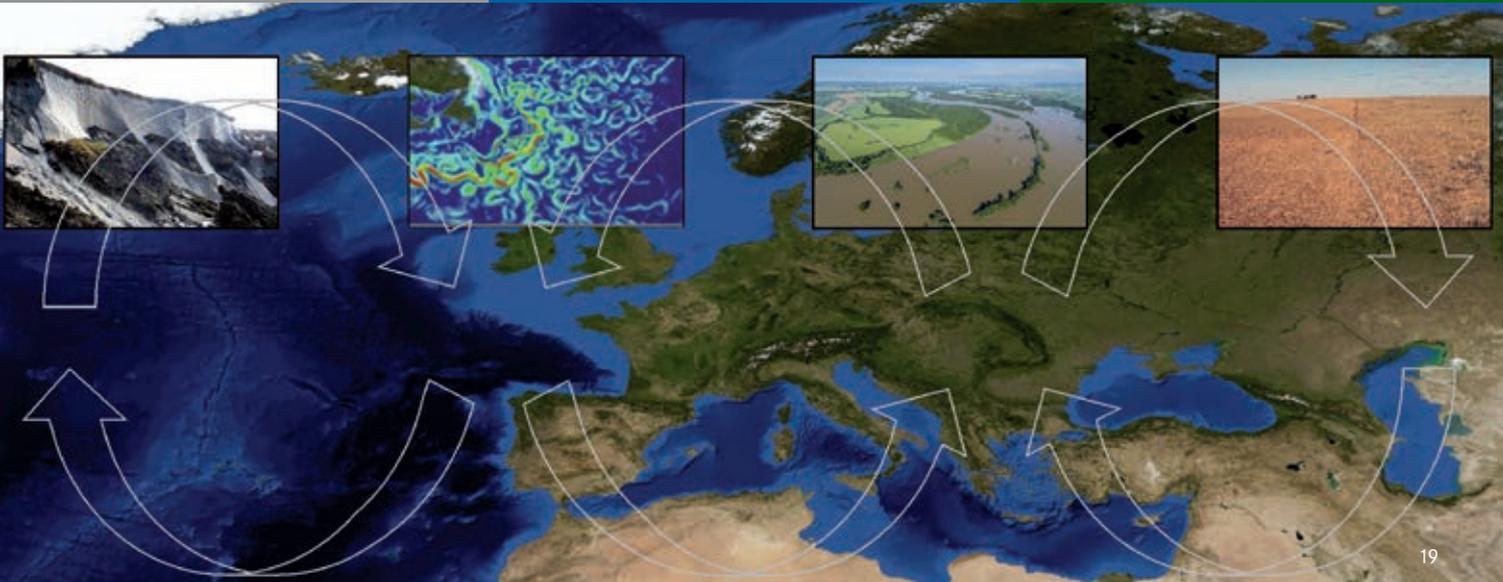
- Vorbereitungs-/Planungskosten: 4 Mio. Euro
- Investitionskosten: 125 Mio. Euro insgesamt, davon 45 Mio. Euro Helmholtz-Anteil
- Betriebskosten: 5 Mio. Euro pro Jahr
- Rückbaukosten: kaum erforderlich

Internationale Dimension

MOSES wird in verschiedene internationale Netzwerke als komplementäres Messsystem eingebunden, z.B. ICOS, IAGOS, EU-ARGOS, LTER. Eine enge Kooperation mit GEOSS und COPERNICUS ist geplant.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Die beteiligten Zentren entwickeln, bauen und betreiben die Infrastruktur. Es wird ein Zugangsverfahren für nationale/internationale Nutzer zu Messsystemen und Daten etabliert.



ATMO-SAT dient der Quantifizierung des Einflusses atmosphärischer Variabilität auf das regionale Klima und Wetter. Ziel ist die Verbesserung von Klimaprojektionen und längerfristigen Wettervorhersagen auf der Grundlage eines verbesserten Verständnisses der zugrundeliegenden Prozesse. Dazu werden globale Satellitenbeobachtungen der Zusammensetzung (z. B. Wasserdampf) und Temperaturverteilungen der Atmosphäre mit bisher unerreichter 3D Auflösung benötigt. Die besonderen Anforderungen werden nur durch die bildgebende Infrarot-Horizontsondierung erfüllt, die von FZJ und KIT entwickelt wurde. Ein Demonstrator (GLORIA) wurde bereits erfolgreich auf dem Forschungsflugzeug HALO eingesetzt.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die Variabilität des Erdklimas hängt signifikant von physikalischen und chemischen Prozessen in der Atmosphäre ab. Änderungen der Zusammensetzung der oberen Troposphäre und unteren Stratosphäre (z.B. Wasserdampf und Eiswolken) wirken sich besonders stark auf die atmosphärische Strahlungsbilanz aus. Das regionale Klima und Wetter (NAO, ENSO) wird zudem von unzureichend verstandenen Kopplungen zwischen Stratosphäre und Troposphäre beeinflusst (Transport und Dynamik). ATMO-SAT liefert globale Messungen, die für ein quantitatives Verständnis der zugrundeliegenden Prozesse benötigt werden.

Nutzenperspektive

Der globale Wandel ist eine der großen Herausforderungen der Menschheit. Im Perspektivpapier des Deutschen Klimakonsortiums (DKK) wird festgestellt, dass erheblicher Forschungsbedarf in wesentlichen Anwendungsfeldern von ATMO-SAT besteht, z. B. bei „Luftqualität und Klimawandel“, „Wasserkreislauf in einer wärmeren Welt“ und „Verlängerung der Wettervorhersage“. Relevant sind auch Initiativen wie REKLIM (regionale Klimaänderungen) und der BMBF Schwerpunkt ROMIC (Rolle der mittleren Atmosphäre für das Klima).

Daten und Zahlen

Zeitplan

- Bau: 2017 bis 2022
- Betrieb: 5 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten:
- Investitionskosten: 95 Mio. Euro insgesamt, davon 45 Mio. Euro Helmholtz-Anteil (nur Instrument); hinzu kommen 50 Mio. Euro für die Missionsdurchführung (Rakete, Satellit, Bodensegment), im Idealfall im Rahmen einer nationalen Erderkundungsmission
- Die Betriebskosten sind zum größten Teil in den Kosten der Missionsdurchführung enthalten; hinzu kommen je 0.6 Mio. Euro pro Jahr für FZJ und KIT
- Rückbaukosten: entfällt

Internationale Dimension:

Die Daten werden im Rahmen internationaler Programme wie WCRP, IPCC und WMO international genutzt. Sie füllen wichtige Lücken bei GCOS (Global Climate Observing System) und „Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)“. Eine wichtige Anwendung ist auch die numerische Wettervorhersage (z. B. ECMWF).

Rolle des Zentrums/der Zentren:

KIT und FZJ besitzen eine Architektenrolle bei Spezifikation und Design des Hauptinstruments sowie bei Datenverarbeitung und Prozessstudien. GFZ Potsdam ist führend bei GPS RO Beobachtungen, welche die Infrarot-Messungen komplementär ergänzen. DLR-IPA ist federführend bei Studien der Rolle der mittleren Atmosphäre fürs Klima. Bevorzugter Partner für die Missionsdurchführung ist das DLR-Raumfahrtmanagement (DLR-Rfm).



NATIONALES WOLKENFORSCHUNGSZENTRUM AIDA-GRANDE

AIDA (Aerosol Interaktion und Dynamik in der Atmosphäre) -Grande ist eine nationale Forschungsplattform zur Untersuchung des menschlichen Einflusses auf die Wolken und damit auf das Klima und den Niederschlag. Sie besteht aus einem Wolkenlaboratorium am KIT, in dem realistische Wolken künstlich erzeugt und untersucht werden können sowie aus zwei Forschungsstationen mit verbindender Forschungsseilbahn am Gipfel der Zugspitze, welche die räumlich und zeitlich aufgelöste Beobachtung innerhalb von realen Wolken erlaubt. Als Plattform wird AIDA-Grande der deutschen und internationalen Klima- und Wolkenforschung neue und einzigartige Möglichkeiten bieten, den menschlichen Einfluss auf die Wolken zu verstehen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die Menschheit modifiziert die Wolken und damit das Klima und den Niederschlag durch die Emission von Aerosolen und deren Vorläufergasen. Die Bildung von Wolkeneis wird maßgeblich durch Eiskeime bestimmt, welche eine verschwindend kleine Untermenge der atmosphärischen Aerosolpartikel darstellen. Bis heute ist unverständlich, welche Aerosolpartikel unter welchen Bedingungen die Bildung von Wolkeneis fördern. AIDA-Grande wird in aufeinander abgestimmte Labor- und Feldmessungen erstmals die Quantifizierung und Bewertung des gesamten Aerosoleinflusses auf Wolken und Klima ermöglichen. Hierbei werden modernste optische, massenspektrometrische und bildgebende Verfahren eingesetzt, um Details der Aerosol- Wolken-Wechselwirkung von der Mikro- bis zur Makroskala besser zu verstehen.

Nutzenperspektive

In einer sich wandelnden Welt ist die Menge und Verteilung des Frischwassers eine der wichtigsten geopolitischen Randbedingungen. Mehr noch als der Temperaturanstieg bestimmt sie die gesellschaftlichen Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels. Im Gegensatz zum Temperaturanstieg wird die Änderung des Niederschlags regional und zeitlich hoch variabel sein und von einer Vielzahl von Randbedingungen abhängen. Insbesondere der Einfluss der Aerosolverteilung auf die Niederschlagsprozesse und die

Rückwirkung des Klimawandels auf die Aerosolquellen stellen hier eine der wichtigsten Unbekannten dar. Durch eine Kombination von Labor- und Feldmessungen mit numerischen Modelluntersuchungen soll die Forschungsplattform AIDA-Grande helfen, die hier herrschenden Unsicherheiten wesentlich zu reduzieren.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2019
- Betrieb: 15 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1 Mio. Euro
- Investitionskosten: 20 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 0,3 Mio. Euro pro Jahr
- Rückbaukosten: nicht anwendbar

Internationale Dimension:

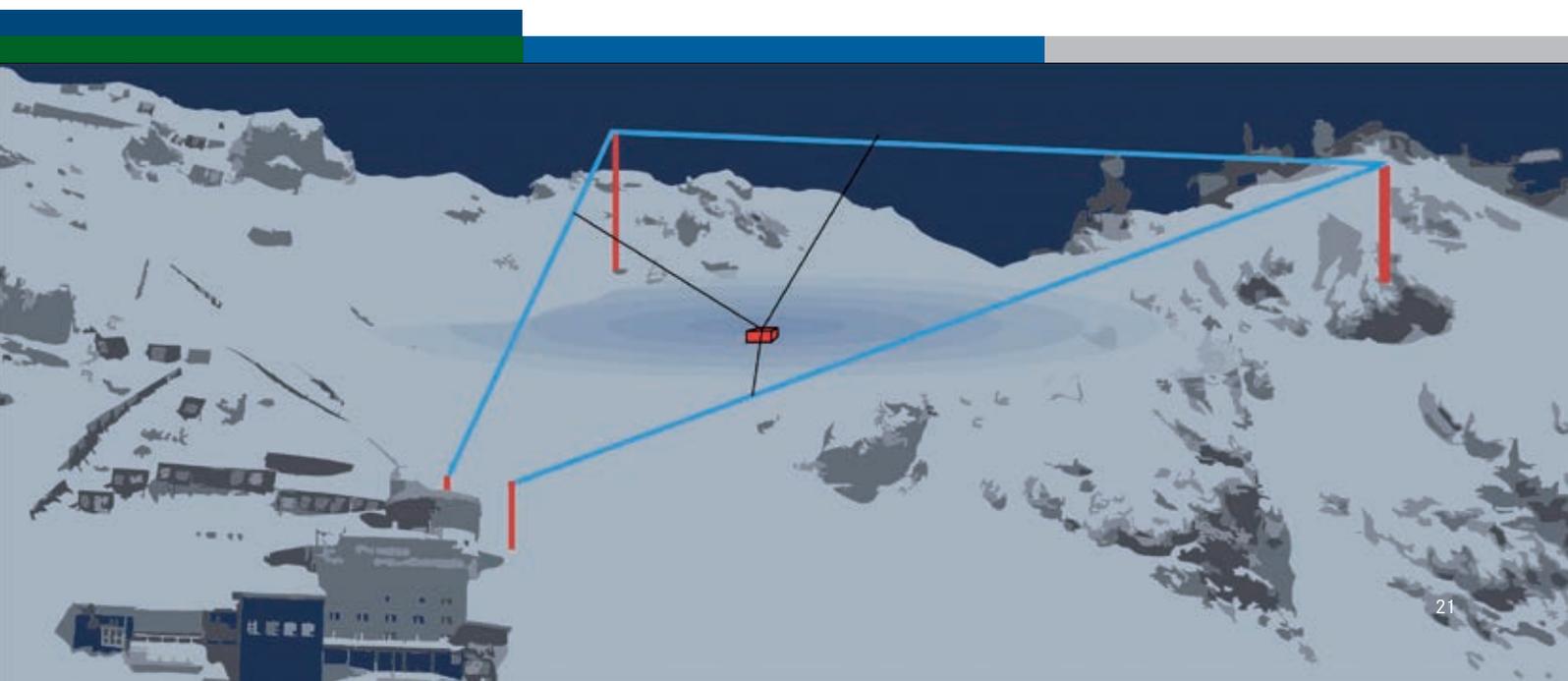
Wie an der Vorgängeranlage AIDA werden große internationale Messkampagnen an AIDA-Grande stattfinden. Wolkenforscher aus Deutschland, Europa und der Welt werden hierfür nach Karlsruhe und Garmisch kommen. Besonders enge Beziehungen bestehen national zur Max-Planck-Gesellschaft sowie international zu den Universitäten Clermont-Ferrand, Manchester, Leeds sowie zum US-amerikanischen National Center for Atmospheric Research (NCAR).

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Architektenrolle

Weitere Informationen:

<http://www.imk-aaf.kit.edu/73.php>



TECHNIKLABOR FÜR DIE ENTWICKLUNG VON OZEAN- UND EISBEOBACHTUNGSSYSTEMEN

Die Forschungsplattform „Techniklabor“ soll die Entwicklung von Sensoren, autonomen Messgeräten und Datenübertragungssystemen zum Einsatz in der Tiefsee und im eisbedeckten Ozean ermöglichen. Sie umfasst ein integriertes Konzept für technische Innovation in der Meeres- und Polarforschung mit Elektronik-Labor, technischer Werkstatt, Test- und Kalibrier-Einheiten wie z.B. Tauchbecken und Kältekammern sowie eine Ausbildungswerkstatt. Das gemeinsame Arbeiten unter einem Dach ermöglicht enge wissenschaftliche Kooperation zwischen Ingenieuren und Erdsystemforschern, Lernenden und Lehrenden und stärkt die Innovationskraft des AWI im Bereich FuE der Ozeanbeobachtung. Tagungsräume ermöglichen den Disziplinen-übergreifenden Austausch von Wissenschaftlern, Ingenieuren, Firmen und der Öffentlichkeit.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Angesichts des schnellen Wandels der Polarregionen und den bisher unbekanntem Konsequenzen für regionales Klima, Biodiversität und Stoffkreisläufe muss die Beobachtung im Ozean und an den Polen verstärkt werden. Autonome, verteilte Observatorien mit innovativen Sensoren und Probennahmesystemen sind dafür unabdingbar und stärken die internationale Wettbewerbsfähigkeit des AWI. Wesentliche nationale Programme zu denen die Forschungsplattform Techniklabor beiträgt sind FRAM und ROBEX, auf internationaler Ebene GOOS, SAON und GEOSS mit Anschlussfähigkeit für transatlantische Kooperationen.

Nutzenperspektive

Viele Geräte der Meerestechnik sind für den Einsatz in der Tiefsee/ im Eis nicht ausgelegt und müssen spezifisch angepasst werden. Es fehlt an integrierten Beobachtungssystemen für essentielle Parameter der Biologie, Geochemie und Ozeanographie. Umweltbeobachtung in Ozeanen und Polarregionen gewinnt durch die vermehrte Nutzung der Polarregionen an Bedeutung; Fragen der Entwicklung von nachhaltigen Nutzungskonzepten und Umweltschutz unter Einbeziehung der Auswirkungen durch den Klimawandel stehen dabei im Vordergrund. Das Labor ermöglicht interdisziplinäre Zusammenarbeit durch Einbeziehung der Expertisen der strategischen Partner.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2018
- Betrieb: mind. 30 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1 Mio. Euro
- Investitionskosten: 20 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 2 Mio. Euro

Internationale Dimension:

Ozean und Eisobservatorien werden derzeit weltweit federführend in Japan und USA sowie z.T. in Frankreich und Norwegen entwickelt. Bereits bestehende enge Kooperationen mit Japan, Kanada USA, Norwegen und Frankreich sollen ausgebaut/gestärkt werden. Das AWI entwickelt im Rahmen von ROBEX und FRAM neue Technologien und ist führend in der Beobachtung eisbedeckter Ozeanregionen. Das Techniklabor fördert die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften und Nachwuchs

Weitere Informationen:

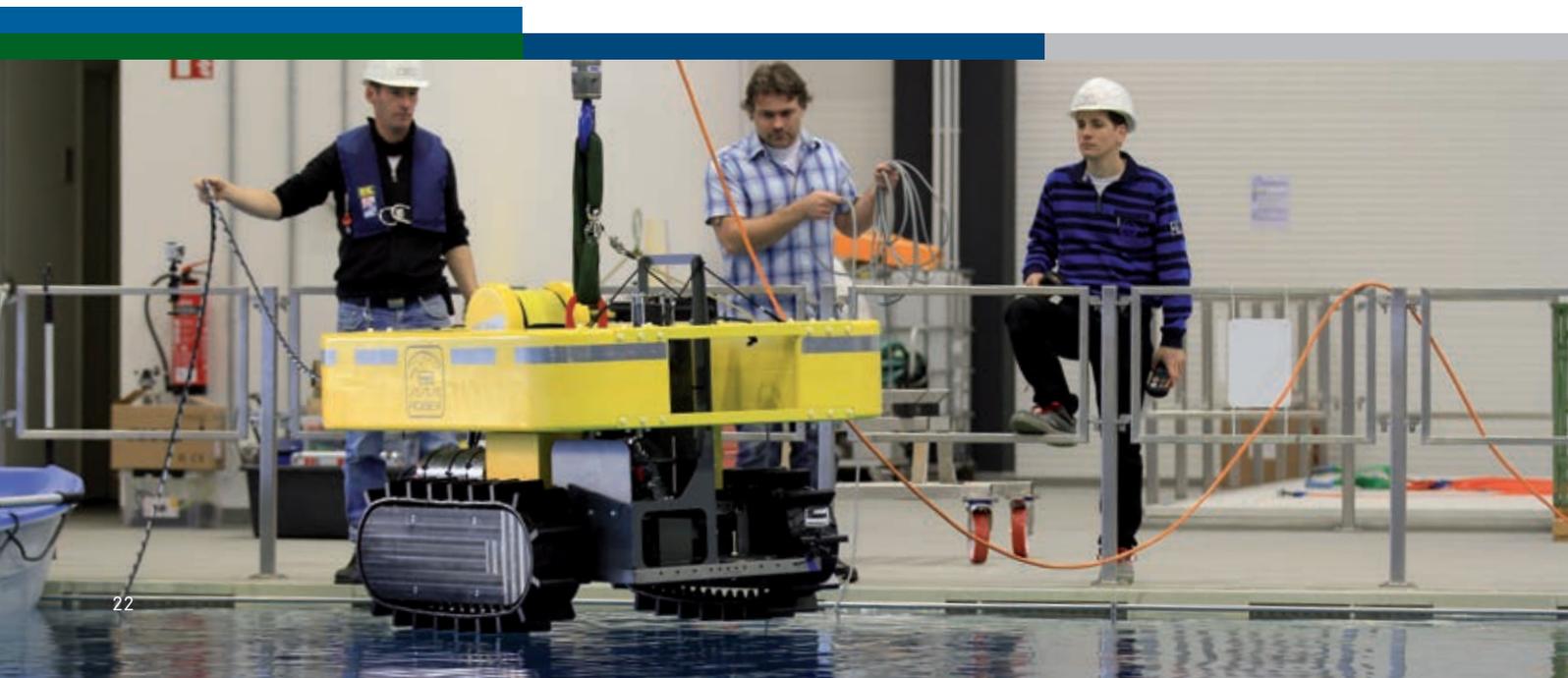
<http://www.robex-allianz.de/>

http://www.awi.de/de/forschung/tiefsee/projekte_und_kooperationen/weitere_projekte/

<http://eurogoos.eu/>

<http://arctic-roos.org/>

<http://www.arcticobserving.org/>



URBAN ENVIRONMENTAL OBSERVATORIES (URBENO)

Für die Erfassung des Einflusses der städtischen Entwicklung auf den Klimawandel und die Rückwirkung des Klimawandels auf urbane Umweltbedingungen (städtisches Klima, städtische Luftqualität, städtischer Wasserhaushalt, innerstädtische Böden und Vegetation) sind längerfristige Untersuchungen notwendig. Sowohl innerhalb der Stadt als auch zwischen der Stadt und ihrer Umgebung sind Messungen und Auswertungen auf einer Zeitskala analog zu TERENO (mindestens 15 Jahre) erforderlich, die so bisher noch nie durchgeführt wurden. Hierzu sollen urbane Observatorien aufgebaut werden.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Das Ökosystem Stadt wird sowohl als Lebensraum des Menschen als auch als primäre Schadstoffquelle im Erdsystem immer wichtiger, u.a. werden weltweit 75 Prozent der energiegewinnungsbedingten Kohlendioxidemissionen aus Städten heraus generiert. Daher muss die Rolle des Ökosystems Stadt im Erdsystem und vor allem der Austausch von Energie, Wasser, Spurengasen und Aerosolen zwischen dem System Stadt und den sie umgebenden Kompartimenten des Erdsystems besser verstanden werden. Dieses Verständnis ist die notwendige Voraussetzung für die Entwicklung von nachhaltigen Anpassungs- und Vermeidungsmaßnahmen.

Nutzenperspektive

UrbENO soll als Forschungsinfrastruktur-Komponente der Nationalen Plattform Zukunftsstadt gesehen werden. Die Aufgabe von UrbENO ist dabei die Schaffung einer langfristigen Datenbasis zur Überprüfung der Wirksamkeit von technischen und planerischen Maßnahmen in Stadtgebieten; UrbENO ist in POF III bereits als geplante Infrastruktur genannt und von den Gutachtern positiv aufgenommen worden. UrbENO soll als Helmholtz-Initiative von verschiedenen Zentren und Instituten vom Forschungsbereich Erde und Umwelt getragen und aufgebaut werden. Der Forschungsbereich hat die Stadtforschung als eines von vier Zukunftsthemen definiert.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2019
- Betrieb: 15 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1 bis 3 Mio. Euro
- Investitionskosten: 15 bis 25 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 1 bis 3 Mio. Euro

Internationale Dimension:

UrbENO ist die notwendige Antwort für die bebaute Umwelt zu bereits existierenden Mess- und Monitoring-Programmen wie TERENO (Deutschland) oder ICOS (Europa) und NEON (USA), die im Wesentlichen auf natürliche und landwirtschaftliche Ökosysteme ausgerichtet sind.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

siehe oben, „Architekten“-Rolle



FORSCHUNGSBEREICH GESUNDHEIT

Unsere Gesellschaft ist durch demographische und sozioökonomische Veränderungen geprägt. Die damit verbundene Zunahme von Volkskrankheiten wie Krebs, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, Lungenerkrankungen und Allergien, Infektionskrankheiten oder Erkrankungen des Nervensystems stellt Medizin, Wirtschaft und Gesundheitssysteme vor immer größere Herausforderungen. Die Helmholtz-Zentren des Forschungsbereichs Gesundheit erforschen zusammen mit Partnern aus Hochschulmedizin, Universitäten und Industrie komplexe und häufig chronisch verlaufende Volkskrankheiten. Dabei wird besonderer Wert auf die effiziente und effektive Translation der Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung in die Klinik gelegt.

Globale Ziele und zukünftige Forschungsschwerpunkte

Ein übergeordnetes Ziel der Helmholtz-Gesundheitsforschung ist es, langfristig die medizinische Versorgung und die Lebensqualität bis ins hohe Alter zu verbessern – unter Berücksichtigung gesundheitsökonomischer Aspekte. Die Programme des Bereichs Gesundheit (Krebsforschung, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, Infektionsforschung, Erkrankungen des Nervensystems, Gen-Umwelteinflüsse auf Volkskrankheiten) sowie die Initiative zur Personalisierten Medizin beinhalten neue, individualisierte Ansätze für Prävention, Früherkennung, Diagnostik und Therapie von Volkskrankheiten. Voraussetzung dafür ist die Aufklärung ihrer molekularen Ursachen und Entstehungsmechanismen durch exzellente biomedizinische Grundlagenforschung. Systembiologische Analysen und die Modellierung von Krankheitsprozessen tragen dazu bei, komplexe Zusammenhänge bei der Krankheitsentstehung besser zu verstehen. Durch die Entwicklung innovativer Diagnose- und Interventionsverfahren in Bereichen wie Immuntherapie, neue Wirkstoffe, Biomarker, Radioonkologie oder bildgebende Verfahren können Erkenntnisse aus der Forschung in die Anwendung am Patienten überführt werden.

Einordnung der geplanten Forschungsinfrastrukturen in die Ziele und Perspektiven des Forschungsbereichs sowie in die vorhandene Infrastrukturlandschaft

Für die frühe Diagnose, das Verfolgen von Krankheitsprozessen und die Entwicklung theranostischer Ansätze mit sowohl diagnostischem als auch therapeutischem Nutzen sind nicht-invasive Bildgebungsverfahren (PET, MRT) essentiell. Mit dem **Imaging Center – Tracer Discovery and Metabolic Imaging** des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft, einem Forschungsgebäude mit Zyklotron, Tracer-Synthese- und GMP-Laboren sowie Räumen für die (prä-)klinische Forschung, wird die experimentelle und klinische molekulare Bildgebung am Standort Berlin-Buch ausgebaut.

Im **Forschungs- und Entwicklungszentrum für Radiopharmazeutische Chemie (FER)**, das vom Deutschen Krebsforschungszentrum in Kooperation mit dem Universitätsklinikum Heidelberg angestrebt wird, werden zur Früherkennung und personalisierten Therapie von Krebserkrankungen innovative Radiopharmaka für molekulare Bildgebung und Radionuklidtherapie entwickelt und produziert.

In der Infektionsmedizin werden personalisierte Ansätze bisher kaum genutzt, was oft zu Über- oder Unterbehandlungen mit assoziierten Risiken führt. Im **Centre for Individualised Infection Medicine (CIIM)** in Hannover werden daher das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung und die Medizinische Hochschule Hannover gemeinsam neue Diagnostika und personalisierte Behandlungen zur Vorsorge und Bekämpfung von Infektionskrankheiten entwickeln. Multizentrische nationale Studien sind essenziell, um Ursachen und Verlauf von Volkskrankheiten zum Zwecke personalisierter Medizin aufzuklären. Das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen baut die **Klinische Forschungsplattform für Neurodegenerative Erkrankungen** als nationale Infrastruktur auf, die klinische Interventionsstudien mit Partnern fördert und virtuell vernetzte Systeme bereitstellt. Langfristig werden weitere Volkskrankheiten integriert.

Der **Helmholtz Pioneer Campus (HPC)** am Helmholtz Zentrum München ist ein Kristallisationspunkt für wissenschaftliche Exzellenz, Innovationen und Wertschöpfung, der unmittelbar Patienten, Ärzten und der Volkswirtschaft nutzt. Hochtalentierte Nachwuchskräfte aus Biologie/Medizin und Physik/Ingenieurwissenschaften erarbeiten in einer kreativen Forschungsatmosphäre gemeinsam neue technische Lösungen für drängende medizinische Probleme.

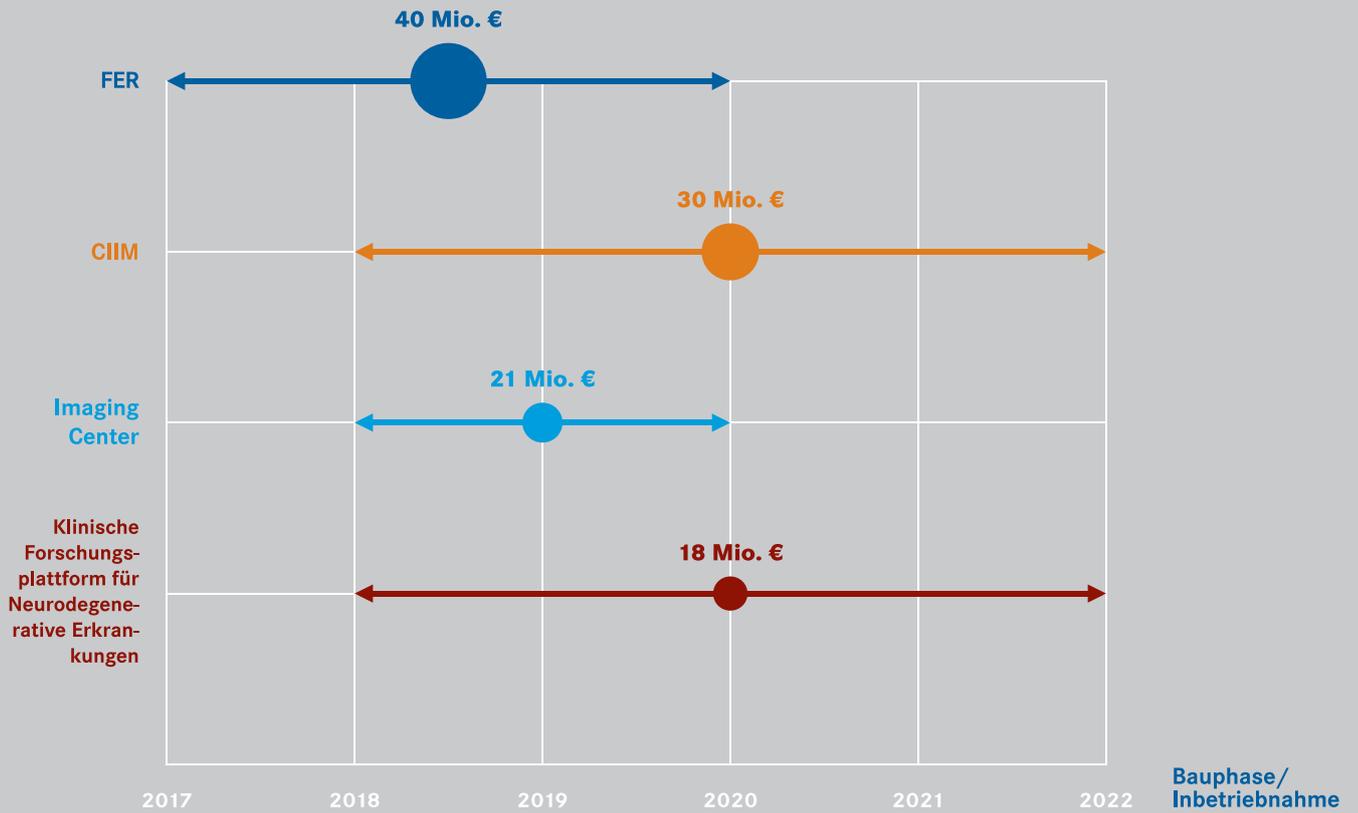
Weiteres strategisches Vorgehen

Zur Realisierung der Roadmap-Vorhaben setzt der Forschungsbereich Gesundheit auf ein eng abgestimmtes Vorgehen, um größtmögliche Synergien zu erzielen. In Abstimmung mit Partnern aus Universitätsmedizin und Industrie werden gemeinsame Ziele definiert, Prioritäten gesetzt und Strategien zur Umsetzung der Ziele entwickelt.

Am Forschungsbereich Gesundheit beteiligte Zentren:

- Deutsches Krebsforschungszentrum
- Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)
- GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung
- Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
- Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
- Helmholtz Zentrum München –
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
- Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft
- Forschungszentrum Jülich

Forschungsbereich Gesundheit



Das Diagramm zeigt die Forschungsinfrastrukturen und deren Bauphase / Inbetriebnahme. Die Größe der Kreise entspricht der Gesamtinvestition.

Abkürzungen

FER – Forschungs- und Entwicklungszentrum für Radiopharmazeutische Chemie

CIIM – Centre for Individualized Infection Medicine

Imaging Center – Tracer Discovery and Metabolic Imaging

FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSZENTRUM FÜR RADIOPHARMAZEUTISCHE CHEMIE (FER)

Das DKFZ plant in Kooperation mit dem Universitätsklinikum Heidelberg ein Zentrum für die radiopharmazeutische, klinische Forschung als Grundvoraussetzung für die Entwicklung und Produktion innovativer Radiopharmaka für die Früherkennung und personalisierte Therapie von Krebserkrankungen auf höchstem wissenschaftlichem Niveau. Das einzigartige Netzwerk auf dem Heidelberger Campus ist mit dem geplanten FER als zentrale Schnittstelle zwischen dem DKFZ, dem Universitätsklinikum Heidelberg, dem Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT), dem Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT), dem Heidelberger Institut für Radioonkologie (HIRO) und dem Radiologischen Forschungszentrum am DKFZ hervorragend aufgestellt, um sich den Herausforderungen der modernen Krebsmedizin zu stellen und die Lücke zwischen präklinischer und klinischer Forschung weiter zu schließen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die Entwicklung neuer Radiopharmaka für (i) die molekulare Bildgebung zur Erkennung früher Krankheitsstadien und Metastasen, (ii) die Beurteilung von Therapieerläufen und (iii) die Kombination diagnostischer und therapeutischer Ansätze ist für das DKFZ-Forschungsprogramm „Bildgebung und Radioonkologie“ von essenzieller Bedeutung, um seine internationale Spitzenposition in dem Feld der Radiopharmazeutischen Wissenschaften beizubehalten. Das neue Zentrum erfüllt die außerordentlich hohen technischen und regulatorischen Anforderungen des Arzneimittelgesetzes und gewährleistet den effizienten Transfer radiopharmazeutischer Forschungserkenntnisse in die klinische Anwendung und zurück.

Nutzenperspektive

In Deutschland erkranken pro Jahr rund 500.000 Menschen neu an Krebs – die Tendenz ist steigend. Trotz enormer Fortschritte in der biomedizinischen Forschung zählen die rechtzeitige Erkennung von Tumoren und spezifische, auf den einzelnen Patienten ausgerichtete Behandlungsoptionen zu den großen Herausforderungen der modernen Krebsmedizin. Mit Hilfe vor Ort hergestellter hochselektiver Radiopharmaka können die personalisierte Medizin, die Früherkennung sowie die rechtzeitige Therapieplanung und -lenkung entscheidend weiterentwickelt werden.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2020
- Betrieb: mind. 20 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Planungskosten: in den Baukosten enthalten
- Investitionskosten: 40 Mio. Euro insgesamt; 34 Mio. Euro sind über die strategischen Ausbauinvestitionen bei der Helmholtz-Gemeinschaft beantragt; 6 Mio. Euro werden durch das Universitätsklinikum Heidelberg finanziert
- Betriebskosten: 1,5 Mio. Euro pro Jahr
- Rückbaukosten: derzeit noch nicht abschätzbar

Internationale Dimension:

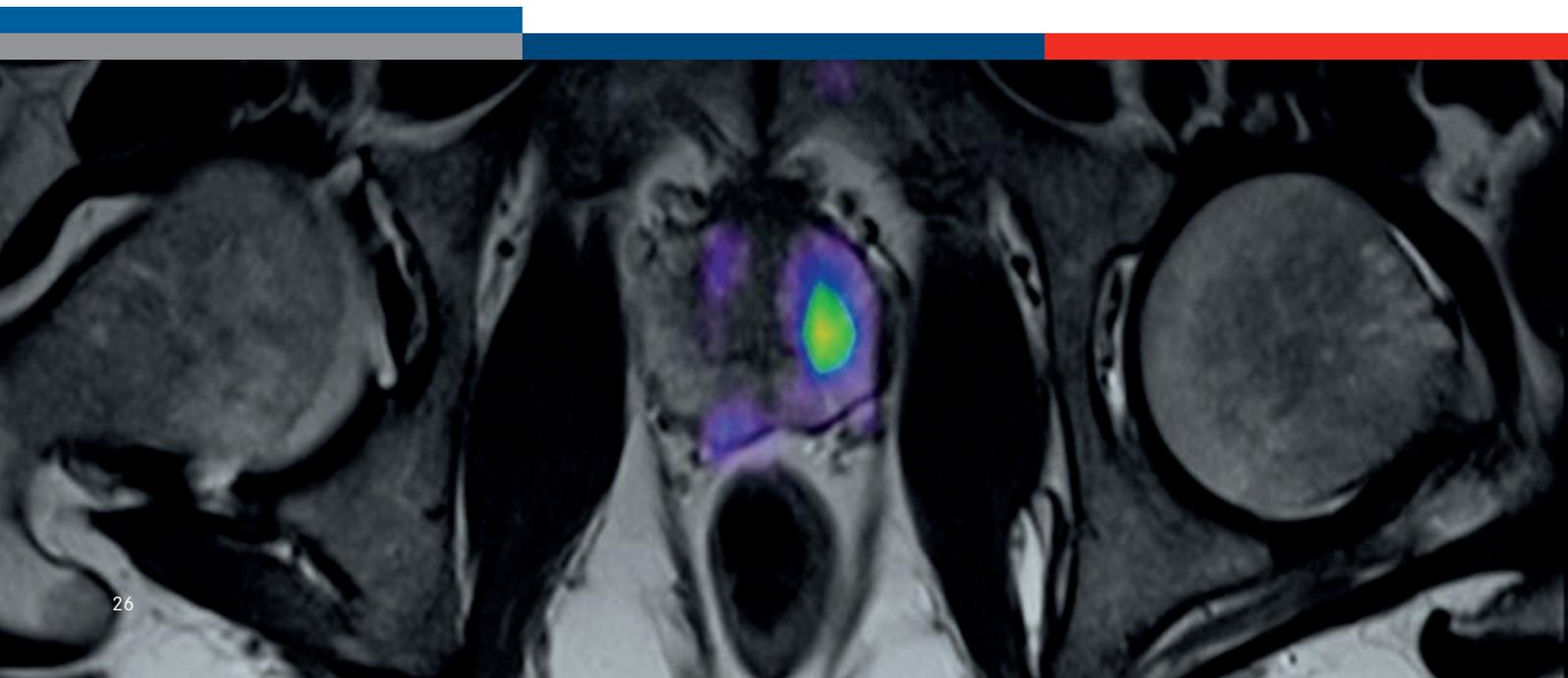
Dem DKFZ und damit auch dem Topic „Bildgebung und Radioonkologie“ des Helmholtz-Krebsforschungsprogramms wurde kürzlich auf dem Gebiet der radioonkologischen Forschung erneut eine weltweit führende Position durch ein renommiertes, internationales Gutachter-Panel attestiert. Um diese Spitzenposition halten zu können, ist der Neubau eines modernen GMP-Gebäudes für radiopharmazeutische Forschung dringend erforderlich.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das DKFZ und seine Partner fungieren international als Architekten einer innovativen molekularen Bildgebung und Radioonkologie. Die momentane Ausstattung entspricht den heutigen Standards für GMP-Bereiche bei Weitem nicht mehr und verhindert die vollständige Ausnutzung der vorhandenen Expertise für hoch leistungsfähige und innovative radiopharmazeutische Forschung. Der steigende Bedarf des DKFZ, des Klinikums, des NCT und des Deutschen Konsortiums für Translationale Krebsforschung (DKTK) kann ohne das neue Zentrum nicht mehr abgedeckt werden.

Weitere Informationen:

www.dkfz.de



CENTRE FOR INDIVIDUALIZED INFECTION MEDICINE (CIIM)

Im CIIM in Hannover werden HZI und Medizinische Hochschule Hannover (MHH) personalisierte Ansätze in der Infektionsmedizin entwickeln, die die Prävention, Therapie und Diagnostik von Infektionskrankheiten entscheidend verbessern können. Entstehen soll ein modernes Laborgebäude (ca. 3000 m²) in unmittelbarer Nachbarschaft zum TWINCORE mit leistungsfähigen Plattformen für molekulare Hochdurchsatz-Omics- und Bildgebungstechnologien, Datenmanagement/-prozessierung und Bioinformatik sowie einem *Research Hotel*. In interdisziplinären translationalen Studien unter Verwendung klinischer Materialien und Daten sollen relevante Parameter auf Ebene von Patient, Pathogen und Mikrobiota identifiziert, validiert und integriert und so die Grundlage für die Etablierung eines *Clinical Decision Making System* geschaffen werden, das mittelfristig zur gezielteren Behandlung von Patienten mit Infektionen beitragen wird.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Verlauf und Schweregrad von Infektionen – Ursache von mehr als 20 Prozent aller Todesfälle weltweit – hängen ebenso wie deren optimale Prävention und Therapie wesentlich von variablen Eigenschaften der zugrundeliegenden Pathogene, der betroffenen Patienten und deren Mikrobiota ab. Anders als in anderen Disziplinen wird das Potenzial personalisierter Ansätze in der Infektionsmedizin noch wenig genutzt, sodass das CIIM mit seiner spezifischen Widmung entscheidende Beiträge zu Weiterentwicklungen und Ausbildung im noch jungen Feld leisten kann. Durch präzise Patienten- und Pathogenstratifizierung sowie Mikrobiotaprofilierung und die umfassende systemmedizinische Integration molekularer und klinischer Daten aus diesen drei Dimensionen sollen spezifische Muster identifiziert werden, die die Entwicklung neuer Diagnostika und personalisierter Interventionen ermöglichen. Vorhandene translationale Expertise und Infrastrukturen inklusive geeigneter Patientenkohorten bieten in Hannover-Braunschweig optimale Voraussetzungen, das CIIM zu einem der führenden Zentren für individualisierte Infektionsmedizin weltweit auszubauen.

Nutzenperspektive

Die Entwicklung neuer personalisierter Interventionen und prädiktiver Modelle zur Auswahl gezielter infektionsmedizinischer Präven-

tions- oder Behandlungsregime wird Unter- und Überbehandlungen vermindern, die die Gefahr der Entstehung multiresistenter Pathogene und der Entwicklung sekundärer Komplikationen einschließlich langfristiger Gesundheitsfolgen wie Neurodegeneration und Krebs bergen. Mit seinem systemmedizinischen Ansatz wird das CIIM nicht nur zu einem besseren Verständnis der Pathogenese von Infektionserkrankungen beitragen, sondern eine optimierte Patientenversorgung inklusive der entsprechenden sozialen und ökonomischen Verbesserungen (u.a. Lebensqualität, Gesundheitskosten) ermöglichen.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2018 bis 2022
- Betrieb: mind. 35 Jahre

Geschätzte Kosten:

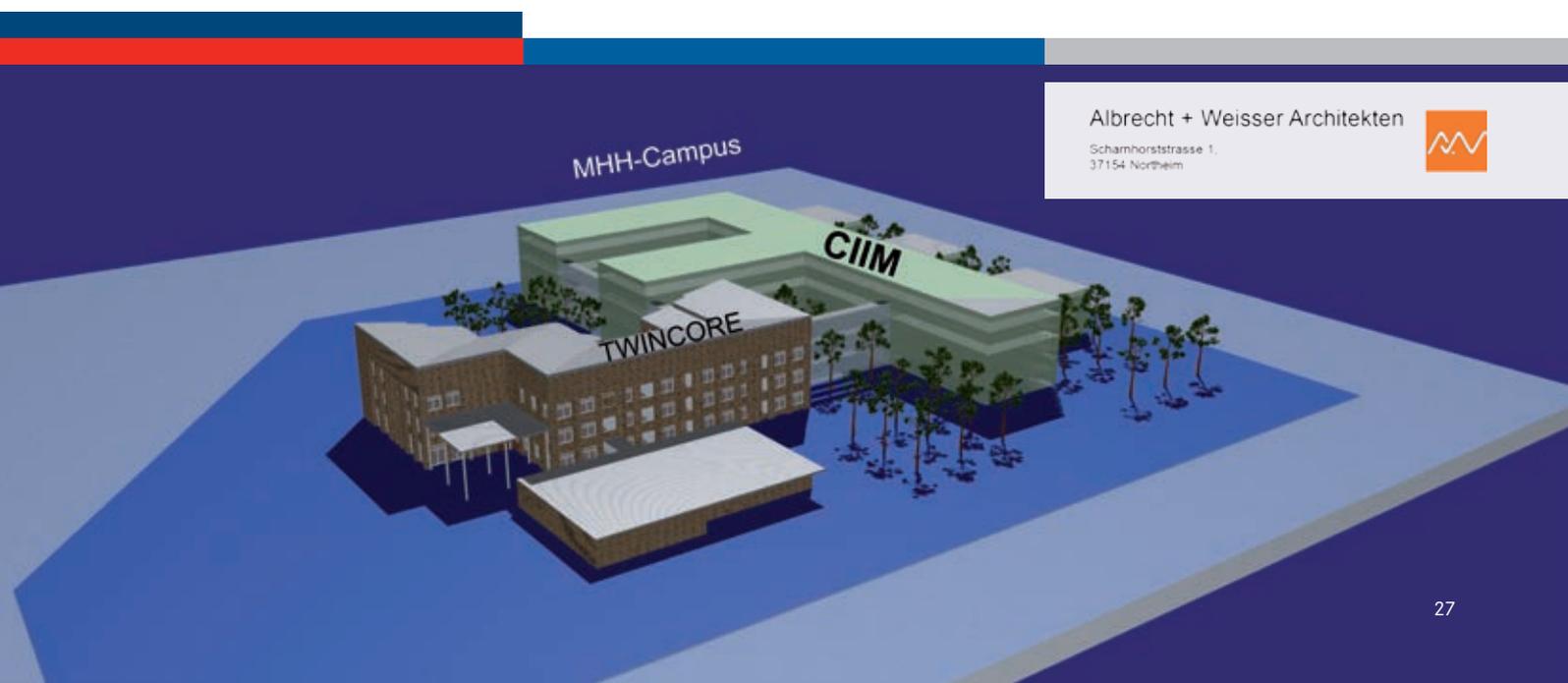
- Investitionskosten: 30 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 0,96 Mio. Euro pro Jahr

Internationale Dimension:

Das CIIM wird wichtiger Bestandteil der regionalen, nationalen (inkl. DZIF, DZL) und internationalen Kooperationsnetzwerke beider Partner werden; das geplante Research Hotel wird den intensiven Austausch befördern.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das HZI übernimmt in Abstimmung mit der MHH Planung und Bauherrenschaft für das CIIM, das auf einem MHH-Grundstück neben dem gemeinsamen Translationszentrum TWINCORE entstehen und wie dieses gemeinsam betrieben werden soll.



Albrecht + Weisser Architekten

Schämhorststrasse 1,
37154 Northem



KLINISCHE FORSCHUNGSPLATTFORM FÜR NEURODEGENERATIVE ERKRANKUNGEN

Neurodegenerative Erkrankungen sind eine heterogene Gruppe von Störungen mit multifaktorieller Ursache, die überwiegend ältere Menschen betreffen. Eine klinische Infrastruktur, die über alle Standorte identische Bedingungen schafft, wird als Pilotprojekt am DZNE etabliert, um multizentrische klinische Interventionsstudien zum Krankheitsbeginn und -verlauf in einer translationalen Strategie und somit personalisierte Medizin zu ermöglichen. Ziel ist das bisher unzureichende Verständnis der Ursachen zu verbessern. Sie wird in Kooperation mit universitären Partnern und unabhängig von Versorgungsstrukturen an Universitätskliniken betrieben. Zentrale Komponenten sind eine Bioprobensammlung mit lokaler sowie zentraler Sicherung in Bonn, die überdies als virtuelles System zur Probenbereitstellung an Externe fungiert, eine BrainBank sowie klinische Forschungseinheiten für die Durchführung von multizentrischen Studien. Bevölkerungsstudien wie die Rheinlandstudie mit großer Anzahl an Probanden und entsprechend Flüssig- und Gewebeproben profitieren ebenfalls. Die BrainBank wird Autopsiematerial aus Längsschnittstudien enthalten und in bestehende lokale Banken als harmonisiertes nationales virtuelles Netzwerk integriert.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Eine Infrastruktur für die Bioprobensammlung und das Brainbanking ist essenziell, um die Translation aus der Grundlagenforschung in die klinische Praxis zu maximieren und die translationale Strategie des Forschungsbereichs Gesundheit auch mit Industriepartnern effizient umzusetzen. Klinische und Bevölkerungsstudien sind ressourcenintensiv und benötigen standardisierte Bedingungen.

Nutzenperspektive

Die Plattform bietet neben den Helmholtz-Zentren im Bereich Gesundheit auch den Universitätskliniken und potenziell den Deutsches Zentrum der Gesundheitsforschung eine standortübergreifende Infrastruktur für klinische Studien. Langfristig wird die Plattform für klinische Studien aller Volkskrankheiten erweitert. Die Infrastruktur wird die klinische Forschung optimal ergänzen und lokale sowie nationale Partnerschaften fördern, indem größere Studien durchgeführt werden können. Die Infrastrukturplattform wird für Koope-

rationen mit Industriepartnern zur Durchführung standardisierter klinischer Studien zur Wirkstoffentwicklung und -testung relevant sein und die translationale Pipeline des Gesundheitsbereichs vervollständigen.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2018 bis 2023
- Betrieb: ab 2019

Geschätzte Kosten:

- Planungskosten: max. 1 Mio. Euro
- Investitionskosten: 18 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 2 Mio. Euro pro Jahr

Internationale Dimension:

Die klinische Forschungsplattform stellt eine nationale Infrastruktur in der Gesundheitsforschung dar. International wird sie für Kooperationen und Studien mit z.B. Pharmafirmen und Investoren essenziell sein.

Rolle des Zentrums:

Das DZNE übernimmt Planung, Bau und die Etablierung der Infrastruktur.

Weitere Informationen:

www.dzne.de



IMAGING CENTER – TRACER DISCOVERY AND METABOLIC IMAGING

Geplant ist ein neues Forschungsgebäude, welches mit Zyklotron, radiopharmazeutischen Syntheselaboren, GMP-Labor und Räumen für (prä)klinische Forschung ausgestattet sein soll. Für die Bildgebung ist die Anschaffung mehrerer MR-PETs vorgesehen, die Magnetresonanz mit X-Kernen unterstützen. Weiterhin sollen auch sehr kurzlebige Nuklide für die Synthese von PET-Tracern produziert werden. Berlin-Buch bietet eine einmalige Ausgangssituation: Zusätzlich zur Expertise von MDC und Charité bestehen Kompetenzen bei FMP – Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (organische (Fluor)Synthese, NMR-Spektroskopie, GC-Chromatographie), Eckert&Ziegler (einer der weltweit größten Hersteller radioaktiver Marker), MRI. Tools (Anbieter PET-tauglicher HF-Spulen) sowie PTB (u.a. Dosimetrie, Quantifizierung).

Wissenschaftlicher Hintergrund

Bei autoimmun-entzündlichen (Kardiomyopathie, Multiple Sklerose) oder degenerativen Erkrankungen (Alzheimer, Parkinson) liegt der Beginn zum Teil Jahre vor der klinischen Manifestation. Daher sind für eine frühe Diagnosestellung bei solchen Pathologien nicht-invasive Bildgebungsverfahren wie die Positronen-Emissions-Tomografie (PET) oder die Magnet-Resonanz-Tomografie (MRT) und die notwendige Expertise entscheidend. PET und MRT sind zwei komplementäre Bildgebungsverfahren, deren besondere Eigenschaften dafür kombiniert werden können. MRT zeichnet sich durch seine anatomischen und molekularen Bildgebungsmöglichkeiten aus, während PET Stoffwechselprozesse im Körper sichtbar machen kann.

Nutzenperspektive

Die tatsächlichen Möglichkeiten der in den letzten Jahren auf den Markt gekommenen kombinierten MR-PET-Geräte werden in der klinischen Forschung noch kaum ausgenutzt. Ursache dafür sind u.a. die Fragmentierung von Expertise, fehlende Integration in Institutionen übergreifende Verbünde sowie methodische und technologische Engpässe. Daher soll hier die gesamte Kaskade vom Screening über Tracerentwicklung bis hin zur PET-Bildgebung, MR-Methodik und Entwicklung von Hochfrequenz-Spulen sowie die Einbindung von Systembiologie, Proteomics und Metabolomics umgesetzt werden.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: von 2018 bis 2020
- Betrieb: Gerät ca. 15 Jahre, Gebäude ca. 30 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 4 Mio. Euro (gesamte Nebenkosten)
- Investitionskosten: 21 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 2,5 Mio. Euro pro Jahr
- Rückbaukosten: noch nicht spezifizierbar

Internationale Dimension:

Der Ausbau als MR-PET-Zentrum und dessen Integration in das Berliner Institut für Gesundheitsforschung/Berlin Institute of Health (BIH) wird dazu führen, die Expertise auch auf andere Organe zu übertragen und die Entwicklungen entscheidend voranzutreiben.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das MDC wird Planung, Bau und Betrieb des neuen Imaging Centers übernehmen.

Weitere Informationen:

Das Ultrahochfeld MR-Zentrum des MDC ist weltweit führend in Methodenentwicklungen und Anwendungen der MR-Tomografie des Herzens. https://www.mdc-berlin.de/13565996/en/ecrc/Ultrahigh_Field_MR



FORSCHUNGSBEREICH LUFTFAHRT, RAUMFAHRT UND VERKEHR

Der Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr trägt mit seiner Forschung zur Bewältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen bei. Die Aktivitäten erstrecken sich von der Grundlagenforschung bis zur angewandten Forschung. Diese Brückenfunktion erlaubt in idealer Weise das Zusammenspiel von Invention und Innovation, um wirksame Konzepte, Einzeltechnologien und Systemlösungen bereitzustellen und die Rolle Deutschlands als Forschungs- und Innovationsstandort international zu stärken und noch sichtbarer zu machen. Damit steht die Forschung in Einklang mit den nationalen Forschungsprogrammen wie dem nationalen Raum- oder Luftfahrtprogramm.

Globale Ziele und zukünftige Forschungsschwerpunkte

Mobilität, Information, Kommunikation, Ressourcenmanagement sowie Umwelt und Sicherheit sind entscheidende Faktoren, zu denen die Inventionen und Innovationen beitragen. Die Aktivitäten werden in die nationalen und europäischen Forschungsagenden eingebracht wie ACARE beyond vision 2020, das ESA-Programm und das EU-Weißbuch wettbewerbsorientiertes und ressourcenschonendes Verkehrssystem.

Die Wahrnehmung der Brückenfunktion von der Grundlagenforschung hin zu innovativen Anwendungen, der Transfer von Wissen und Forschungsergebnissen in Industrie und Politik sowie der Aufbau und Betrieb von Forschungsanlagen prädestiniert den Forschungsbereich, Führungs- und Architektenfunktionen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene zu übernehmen. Die Beteiligung an maßgeblichen Gremien und Plattformen auf europäischer Ebene ermöglicht eine aktive Mitwirkung bei der Ausgestaltung und Umsetzung des aktuellen Forschungsrahmenprogramms Horizon 2020 der Europäischen Kommission. Dabei gilt es auch, Forschung und Industrie sowie nationale und europäische Förderprogramme noch besser zu verzahnen. Die Vernetzung und Kooperation mit Hochschulen, Wissenschaftsorganisationen, Ressortforschungseinrichtungen des BMWi und des BMVBS sowie industriellen Forschungseinrichtungen werden weiter ausgebaut.

Einordnung der geplanten Forschungsinfrastrukturen in die Ziele und Perspektiven des Forschungsbereichs sowie in die vorhandene Infrastrukturlandschaft

Die geplanten Forschungsinfrastrukturen sind sowohl eng mit den aktuellen und zukünftigen Forschungsschwerpunkten als auch mit den nationalen und internationalen Strategien und Roadmaps verbunden. Der Versuchsträger iSTAR dient der Erprobung neuer Luftfahrt-Technologien und der Validierung neuer Flugführungs- und Flugsteuersysteme im direkten Flugbetrieb. Neben klassischen Flugversuchen soll auch das Flugverhalten von neu konzipierten, virtuellen bzw. generischen Flugzeugen nachgebildet werden.

Tandem-L ist eine innovative Radarsatellitenmission, deren einzigartige Leistungsfähigkeit auf den bisherigen, international hoch anerkannten Technologieentwicklungen in der SAR-Fernerkundung in Deutschland beruht. Sie wird einen gewaltigen Fortschritt in der Erforschung unserer Umwelt mit den Prozessen in der Bio-, Kryo-,

Hydro- und Geosphäre ermöglichen. Die Daten von Tandem-L können helfen, Lösungen für die Herausforderungen der Gesellschaft wie Klimawandel, Bevölkerungswachstum und Ressourcenmanagement zu finden.

Mit dem Next Generation Train FT und Next Generation Car FiD sollen herstellerunabhängig und frei von betrieblichen Einschränkungen die in den komplementären Projekten entwickelten Methoden, Verfahren und Technologien für die nächste bzw. übernächste Generation von Schienen- und Straßenfahrzeugen nicht nur in der Simulation und im Labor, sondern unter realistischen Bedingungen erforscht und ihre Funktionstüchtigkeit nachgewiesen werden. Beide Infrastrukturen sind geeignet, theoretisch abgeleitete, systemische Zusammenhänge abzubilden und systemimmanente wie systemübergreifende Wechselwirkungen zu analysieren und zu bewerten.

C-CUBE dient als exzellente Basis für die Entwicklung neuer numerischer Werkzeuge sowie von Verfahrenstechniken, Werkstoffen und Bauweisen. Die spezifischen Daten werden entlang des Entwicklungsprozesses Design-Verfahrenstechnik-Bauteil in einer Datenbasis strukturiert abgelegt.

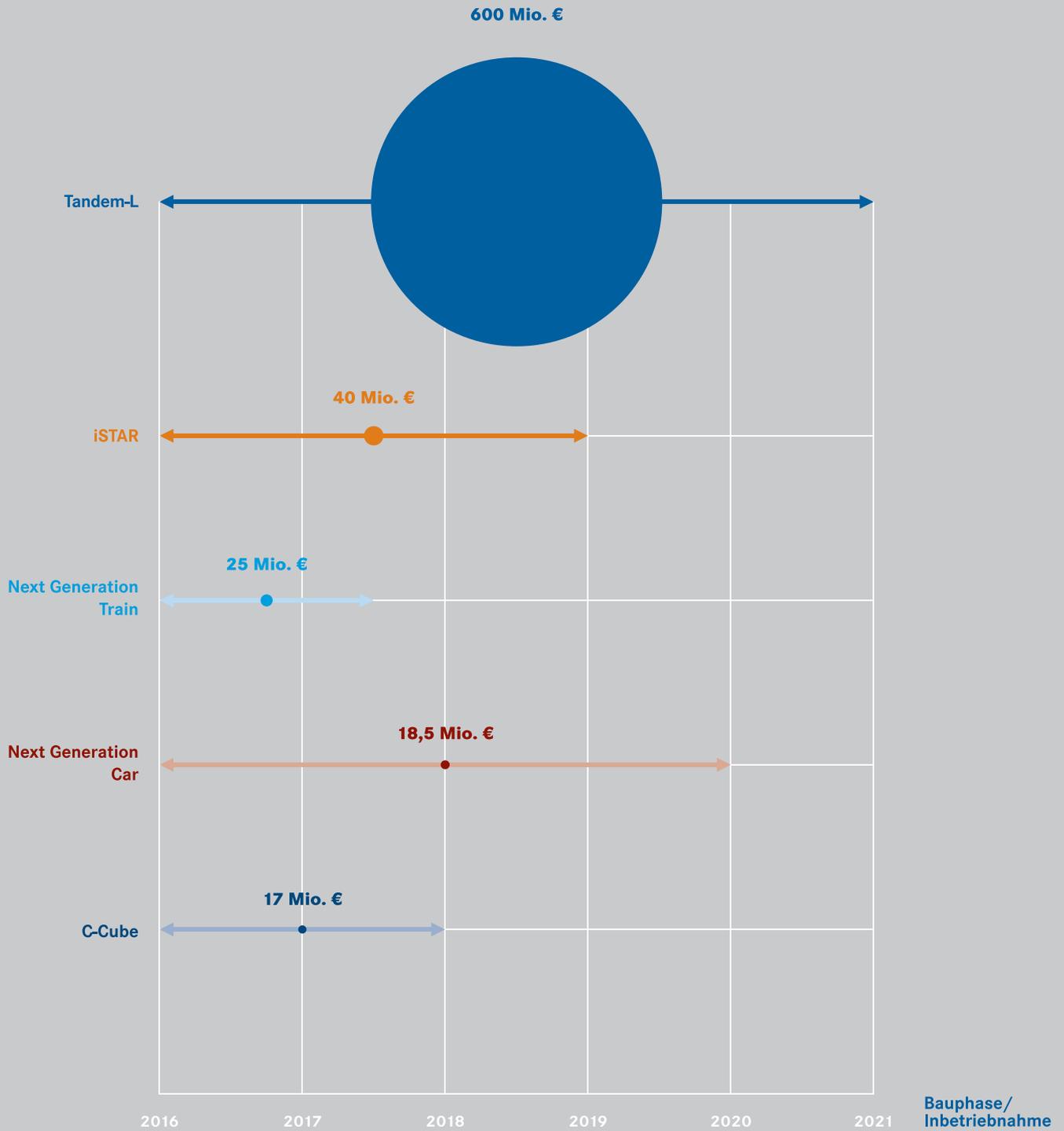
Weiteres strategisches Vorgehen

Für die genannten Vorschläge verhandelt das DLR hinsichtlich der finanziellen Realisierung mit Bundesministerien sowie verschiedenen nationalen und internationalen Partnern aus Forschung, Industrie und Administration.

Am Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr beteiligtes Zentrum:

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr



Das Diagramm zeigt die Forschungsinfrastrukturen und deren Bauphase / Inbetriebnahme. Die Größe der Kreise entspricht der Gesamtinvestition.

Abkürzungen

iSTAR – Inflight Systems & Technology Airborne Research

Next Generation Train – Forschungs-Triebzug Next Generation Train

Next Generation Car – Next Generation Car – Forschungsinfrastruktur und Demonstratoren

C-Cube – Concurrent Certification Centre

TANDEM-L

Tandem-L ist ein Vorschlag für eine hochinnovative Satellitenmission zur globalen Beobachtung von dynamischen Prozessen auf der Erdoberfläche in einer bisher nicht erreichten Qualität und Auflösung. Aufgrund seiner neuartigen Abbildungstechniken und seiner enormen Aufnahmekapazität wird Tandem-L dringend benötigte Informationen zur Lösung aktueller wissenschaftlicher Fragestellungen aus den Bereichen der Bio-, Geo-, Kryo- und Hydrosphäre liefern. Tandem-L soll in enger Kooperation des DLR mit dem Forschungsbereich Erde und Umwelt umgesetzt werden. Durch die gemeinsame Nutzung der jeweils einschlägigen Expertise der beteiligten Helmholtz-Zentren entsteht ein weltweit einzigartiges Radar-Observatorium, das mit seinen hoch aggregierten Datenprodukten einen historischen Meilenstein in der Erdsystemforschung setzt und entscheidend zum besseren Verständnis von Erde und Umwelt beiträgt.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Tandem-L wird wesentlich zur Klima-, Umwelt- und Erdsystemforschung beitragen. Beispiele sind die globale Messung der Waldbiomasse zum besseren Verständnis des Kohlenstoffkreislaufs, die systematische Erfassung von Erddeformationen im Millimeterbereich für Erdbebenforschung und Risikoanalyse, die Quantifizierung von Gletscherbewegungen und Schmelzprozessen in den Polarregionen zum besseren Verständnis des Klimawandels und seiner Auswirkungen sowie die feinskalige Messung von Variationen in der oberflächennahen Bodenfeuchte zur detaillierten Analyse des Wasserkreislaufs. Darüber hinaus wird Tandem-L durch seinen hohen Innovationsgrad die internationale Führungsrolle Deutschlands in der Radarfernerkundung nachhaltig festigen.

Nutzenperspektive

Tandem-L ermöglicht einen neuen Blick auf das System Erde und seine Veränderungen. Die innovativen Tandem-L-Datenprodukte werden nicht nur Analyse, Modellierung und Verständnis der vielfältigen Prozesse in den unterschiedlichen Erdsphären vorantreiben, sondern in Synergie auch deren Zusammenhänge aufzeigen. In Zeiten intensiver wissenschaftlicher und öffentlicher Diskussionen über Ausmaß und Auswirkungen von Klimaänderungen liefert

Tandem-L somit wichtige und bis heute fehlende Informationen für verbesserte wissenschaftliche Prognosen und darauf aufbauend für gesellschaftspolitische Handlungsempfehlungen.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2016 bis 2021
- Betrieb: mind. 6 Jahre (nominelle Betriebszeit, Erweiterung bis 2035 möglich)

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 5 Mio. Euro (bis 2015)
- Investitionskosten: 600 Mio. Euro, davon 30 Mio. Euro Helmholtz-Anteil; deutscher Anteil: 400 Mio. Euro
- Betriebskosten: 8,3 Mio. Euro pro Jahr
- Rückbaukosten: keine

Internationale Dimension:

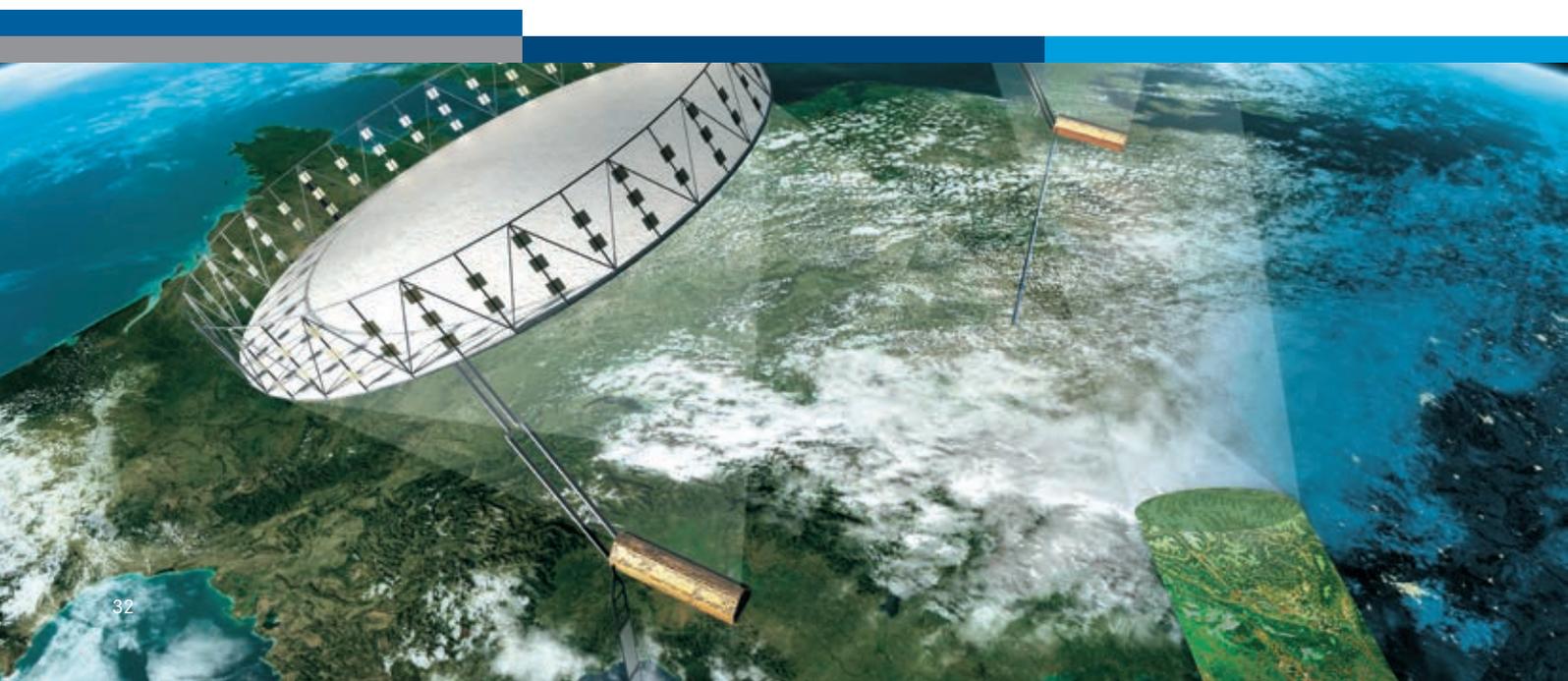
Es ist geplant, die Tandem-L-Mission in Kooperation mit JAXA zu realisieren. Dies ermöglicht die kosteneffiziente Implementierung eines weltweit einzigartigen Fernerkundungssystems zur Beobachtung von Erde und Umwelt.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Tandem-L ist ein forschungsbereichsübergreifendes Projekt. Datenauswertung, Modellierung und Anwendung erfolgen in den Helmholtz-Zentren (UFZ, AWI, GFZ, DLR, FZJ, KIT, HMGU, HZG), Implementierung und Betrieb der Mission liegen in der Zuständigkeit des DLR.

Weitere Informationen:

Ein detaillierter Antrag zu Tandem-L wurde erstellt und kann per E-Mail angefordert werden. Eine Tandem-L-Broschüre ist auf folgender Website verfügbar: www.dlr.de/HR.



FORSCHUNGS-TRIEBZUG NEXT GENERATION TRAIN (NGT FT)

Der NGT FT ist als von Industrieinteressen und betrieblichen Einschränkungen unabhängige Forschungsplattform konzipiert, um Methoden, Verfahren und Technologien für die nächste Generation von Zügen unter realistischen Bedingungen untersuchen zu können. Als Basis für den NGT FT dient ein handelsüblicher (diesel-)elektrischer Triebzug mit Einzelwagen in Differentialbauweise. Letztere werden als Versuchsräume für Experimente genutzt, wobei ein Mittelwagen für Eingriffe in den Wagenkastenaufbau vorgesehen ist. Insgesamt fungiert der Forschungs-Triebzug NGT FT als fahrendes Labor für Messungen innerhalb und außerhalb des Schienenfahrzeuges und kann für unterschiedliche Demonstratoren von Einzelkomponenten oder Baugruppen umgerüstet werden.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Das Helmholtz-Programm Verkehr bearbeitet alle systemtechnischen Fragestellungen eines Schienenfahrzeugs und seiner Integration in das Schienennetz. Durch die ganzheitlich ausgerichtete Forschung werden auch die vielfältigen Schnittstellen zur Umwelt mit in die Untersuchungen integriert. Systemisch umfasst wird der gesamte Produktentstehungsprozess von der Nachfrage und den Kundenanforderungen über betriebliche und technische Lösungen, die sich in Komponenten und Baugruppen ausdrücken, bis hin zu den Fertigungsprozessen. Die erarbeiteten innovativen Lösungen gehen wesentlich in die Gestaltung des zukünftigen Schienenverkehrs ein.

Nutzenperspektive

Der NGT FT bietet Nutzern aus Wissenschaft und Industrie eine europaweit einzigartige Möglichkeit, ihre Forschung aus dem Labormaßstab in die praktische Demonstration zu überführen. Im realen Versuchsträger kann unter realistischen Eisenbahnbedingungen und unabhängig von Wettbewerbern oder potenziellen Kunden geforscht werden.

Mit der praktischen Demonstration herausragender Forschungsergebnisse von Helmholtz-Zentren, Hochschulen sowie Zulieferern der Eisenbahnindustrie wird ein wichtiger Schritt hin zu verwertbaren Innovationen erreicht, um die Spitzenstellung der deutschen Bahnindustrie gegenüber der wachsenden weltweiten Konkurrenz abzusichern.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2016 bis 2017
- Betrieb: 15 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 5 Mio. Euro
- Investitionskosten: 25 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 1 Mio. Euro pro Jahr ab 2018
- Rückbaukosten: keine

Internationale Dimension:

Es gibt unseres Wissens weltweit keinen von einem Forschungszentrum betriebenen Triebzug, mit dem hersteller- oder betreiberunabhängig Versuche durchgeführt werden können.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das DLR betreibt den NGT FT. Der Hersteller oder ein Kunde des Basis-Triebzugs übernimmt die Wartung. Der Wartungsbetrieb unterstützt bei den Forschungsumbauten und beantragt im Auftrag des DLR die notwendige Zulassung.

Weitere Informationen:

DLR Next Generation Train

www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10467/740_read-916/



INFLIGHT SYSTEMS & TECHNOLOGY AIRBORNE RESEARCH (ISTAR)

Zur Erprobung innovativer Konfigurationen und Technologien im Rahmen des Leitkonzepts „Virtuelles Produkt“ bedarf es eines Versuchsträgers mit dem durch In-Flight-Simulation vor einer möglichen Prototypenrealisierung sämtliche Eigenschaften und Leistungen nachgewiesen werden können. Dazu soll mit iSTAR ein neues, möglichst preiswertes, in der Grundversion mechanisches Forschungsflugzeug zur In-Flight-Simulation und Fernführung ertüchtigt werden. Der neue Versuchsträger soll über ca. fünf Jahre mit zusätzlichen Steuerflächen und digitalen Flugregelungs- und Experimentalsystemen ausgerüstet werden sowie von Beginn an zudem für Flugversuche aus den klassischen Fachgebieten Aerodynamik, Aeroelastik, Struktur, Antrieb und Flugführung zur Verfügung stehen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Der neue Versuchsträger wird in der Endausbaustufe in der Lage sein, das Flugverhalten von vorhandenen oder neu konzipierten, realen oder virtuellen Fluggeräten innerhalb des gesamten Bereichs der Flugbereichsgrenzen unter atmosphärischen Bedingungen nachzubilden, inklusive der Simulation unbemannter Systeme. Die Erprobung von neuen Flugsystemen z.B. für Lasten- oder Strömungssteuerung, aber auch von Komponenten wie adaptiven Hochauftriebssystemen oder deren (Teil-)Ausfall wird unter realen Einsatzbedingungen erfolgen. Die dabei im Flugversuch gewonnenen Daten und Erkenntnisse ermöglichen eine allgemeine Optimierung und Bewertung des untersuchten Flugkonzepts bzw. -systems.

Nutzenperspektive

Es besteht sowohl DLR-interner Bedarf als auch von der deutschen Luftfahrt-Schlüsselindustrie ausgewiesenes Interesse an einem neuen, vielseitig einsetzbaren Versuchsträger. iSTAR wird neben Aufgaben in der klassischen Flugversuchstechnik auch benötigt, um die Architektenrolle des DLR auf Systemebene und im Hinblick auf das virtuelle Produkt auf- und auszubauen.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2016 bis 2018
- Betrieb: 10 Jahre

Geschätzte Kosten:

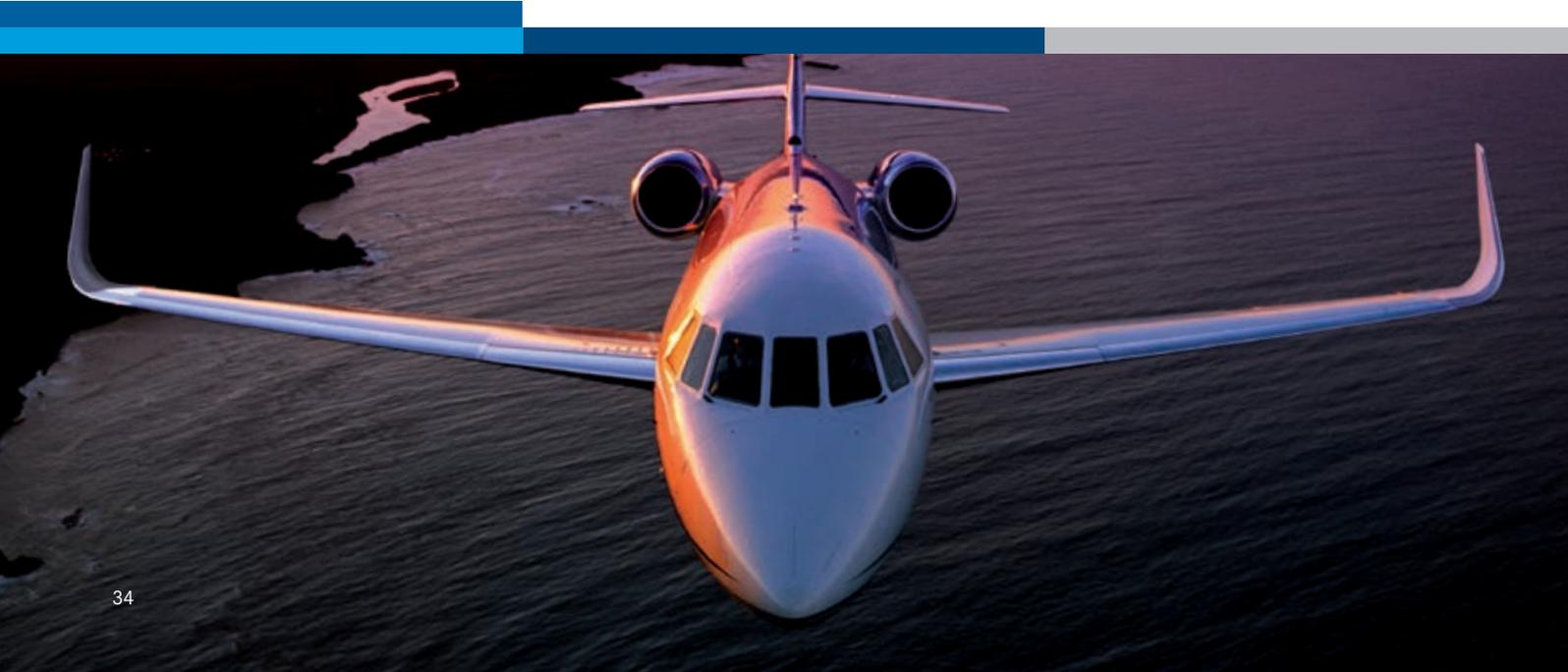
- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1 Mio. Euro
- Investitionskosten: 40 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 2,5 Mio. Euro pro Jahr ab 2019
- Rückbaukosten: keine

Internationale Dimension:

Der neue Versuchsträger wird von DLR-Instituten, von nationalen und europäischen Forschungseinrichtungen sowie Flugzeug-Herstellern und -Ausrüstern genutzt. Er eignet sich ideal für den Einsatz in nationalen und europäischen Forschungsprogrammen.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Die DLR-Einrichtung Flugexperimente ist federführend bei Anschaffung, Umrüstung, Betrieb und Wartung des neuen Versuchsträgers. Die Umrüstung z.B. zur In-Flight-Simulation mit neuen Steuerflächen und Flugsystemen sowie ggf. neue Komponenten werden von den entsprechenden DLR-Instituten spezifiziert und im Zusammenwirken mit dem Hersteller und dem Avionikausrüster umgesetzt.



NEXT GENERATION CAR – FORSCHUNGSINFRASTRUKTUR UND DEMONSTRATOREN (NGC-FID)

Die NGC-Forschungsinfrastruktur ist als modulare, komplementäre und vernetzte Demonstrator- und Prüfstandsumgebung konzipiert. Damit sollen herstellerunabhängig Methoden, Verfahren und Technologien für die übernächste Generation von Straßenfahrzeugen in einem Gesamtkonzept aus Simulation, Labor und realitätsnahen Prototypen zusammengeführt werden. Die NGC-FID besteht sowohl aus der Vernetzung vorhandener Forschungsinfrastrukturen als auch aus modularen, miteinander verbundenen Demonstratoren, die als Plattform realisiert werden und mit virtuellen Modellen und Simulationen zu Mixed-Reality-Demonstratoren verknüpft werden können. Dies ermöglicht eine leichte Integration unterschiedlicher Forschungsleistungen. In der Summe ergibt sich ein durchgängig vernetztes „NGC-Labor“ für die gemeinsame Entwicklung von Fahrzeugen, das die nahtlose Integration virtueller und realer Anteile in möglichst allen Phasen des Entwicklungszyklus unterstützt.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Das Helmholtz-Programm Verkehr erforscht ganzheitliche Fahrzeugkonzepte und bündelt seine interdisziplinären Kompetenzen in den sechs Forschungsfeldern Fahrzeugkonzepte, Fahrzeugstruktur, Antriebsstrang, Thermomanagement, Fahrzeugintelligenz und Fahrwerk. Im Mittelpunkt der Forschung steht die Optimierung des Gesamtfahrzeug-Konzeptes künftiger und insbesondere elektrifizierter Fahrzeuge. Mit der NGC-FID werden systemische Zusammenhänge abgebildet und Wechselwirkungen analysiert, wobei die erzielten Erkenntnisse zur internen Fokussierung und Entwicklung kohärenter Forschungsroadmaps genutzt werden.

Nutzenperspektive

NGC-FID ermöglicht Helmholtz-Zentren, Hochschulen sowie Zulieferern der Automobilindustrie die Überführung ihrer fahrzeugspezifischen Forschung aus dem Labormaßstab in die praktische Demonstration. Damit wird ein wichtiger Schritt hin zu verwertbaren Innovationen erreicht. Der teilweise Rückgriff auf vorhandene Bauteile, Komponenten und Module beim Plattformaufbau fördert die Fokussierung auf wissenschaftlich relevante Fahrzeugkomponenten und zeigt die Integrationsfähigkeit in bereits bestehende Mo-

dulkonzepte der Fahrzeugindustrie. Dies stärkt die externe Sichtbarkeit der Helmholtz-Gemeinschaft nachhaltig.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2016 bis 2019
- Betrieb: 10 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1,5 Mio. Euro
- Investitionskosten: 18,5 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 1 Mio. Euro pro Jahr ab 2020
- Rückbaukosten: keine

Internationale Dimension:

Durch ihre weitere Vernetzung und Ergänzung würde die jetzt schon im Rahmen von EU-Projekten sehr gefragte Helmholtz-Infrastruktur für die Fahrzeugforschung noch mehr an Attraktivität für Partner aus Forschung und Industrie gewinnen lassen.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das DLR entwickelt die Demonstratoren und vernetzte Infrastruktur, baut sie auf und betreibt sie für weitere Forschung.

Weitere Informationen:

DLR Bodengebundene Fahrzeuge

www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10106/194_read-28/

Infrastrukturen im Helmholtz-Programm Verkehr

www.dlr.de/desktopdefault.aspx/tabid-5157/8700_read-15474/

Anwendungsplattform Intelligente Mobilität

http://www.dlr.de/ts/desktopdefault.aspx/tabid-6422/10597_read-37397/



CONCURRENT CERTIFICATION CENTRE (C-CUBE)

In C-CUBE soll der Entwicklungsprozess vom Design über die Verfahrenstechnik bis hin zum Bauteil virtualisiert werden, um rekursive Optimierung und eine vollständige Lebenszyklusanalyse vor der Erstrealisierung eines Bauteils durchführen zu können. C-CUBE wird für den experimentellen Nachweis am realen Bauteil bis zu einer Abmessung von 6m x 3m ausgelegt. Das geschlossene Konzept zielt auf die Rückwärtsoptimierung einer Struktur und aller relevanten Verfahrensparameter und dient damit als umfassende Basis für die Entwicklung und den Nachweis neuer numerischer Werkzeuge und Verfahren, die eine gezielte Entwicklung von Verfahrenstechniken, Werkstoffen und Bauweisen ermöglichen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Mit C-CUBE entsteht eine Plattform zu Entwicklung und Verifikation von Werkzeugen für die virtuelle Zertifizierung von Bauteilen der Luft- und Raumfahrt. Es stellt eine exzellente Basis für die Entwicklung neuer Strukturtechnologien dar. Mit dem System wird das DLR in der Lage sein, Verfahrenstechniken und Strukturen unter Einbezug probabilistischer Effekte über numerische Methoden zu zertifizieren, über den gesamten Lebenszyklus zu bewerten und Risikoprofile zu erstellen. Zudem ist durch die IT-Struktur und die konsequente Erfassung und Synthese aller relevanten Prozessdaten eine Rückwärtsoptimierung eines Bauteils entlang aller Prozessstränge möglich.

Nutzenperspektive

C-CUBE wird einen großen Beitrag zur Reduktion der Entwicklungskosten und zur Bewertung der Leistungsfähigkeit und Robustheit von Bauteilen der Luft- und Raumfahrt leisten, die ein integraler Bestandteil des Leitkonzepts „Virtuelles Produkt“ werden wird und später wiederum in anderen Branchen Verwendung finden kann. In Deutschland und Europa ist kein System bekannt, das dem beschriebenen Konzept des CUBE entspricht, dessen Alleinstellungsmerkmal die Kopplung zwischen Simulation und Test entlang der gesamten Prozesskette inklusive Bauteilherstellung und die Umsetzung in ein virtuelles Zertifizierungswerkzeug sein wird.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2016 bis 2017
- Betrieb: 10 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1 Mio. Euro
- Investitionskosten: 17 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 4 Mio. Euro pro Jahr ab 2019
- Rückbaukosten: keine

Internationale Dimension:

Mit C-CUBE entsteht in Europa eine einzigartige Plattform, die sowohl von internen als auch von externen Partnern aus Forschung und Industrie genutzt werden kann.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Im DLR wird das Institut für Bauweisen- und Strukturtechnologie den Aufbau und für Vermarktung von C-CUBE federführend für den Cluster Werkstoffe und Strukturen übernehmen.



FORSCHUNGSBEREICH MATERIE

Von den Grundbausteinen der Materie über komplexe Materialien bis hin zur Entwicklung des Universums untersucht der Forschungsbereich die Materie in all ihren Erscheinungsformen. Entsprechend reicht das Spektrum der Forschungsaktivitäten von erkenntnisorientierter Grundlagenforschung bis zu anwendungs- und technologieorientierten Projekten.

Globale Ziele und zukünftige Forschungsschwerpunkte

Die strategischen Ziele des Forschungsbereichs Materie orientieren sich an den großen Fragen und Herausforderungen in diesem Gebiet. Dazu zählen:

- Wo liegt der Ursprung der Materie in unserem Universum?
- Welches sind die Bausteine der Materie und ihre Wechselwirkungen?
- Wie lassen sich Formen kosmischer Materie im Labor erzeugen und charakterisieren?
- Lässt sich die Funktion von Materialien auf der Ebene von Atomen und Elektronen durchdringen und kontrollieren?
- Wie lässt sich die Evolution von Komplexität auf der atomaren Ebene gezielt steuern?

Zur Beantwortung dieser Fragen baut, betreibt und nutzt der Forschungsbereich große Forschungsinfrastrukturen, die auch externen, nationalen und internationalen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen zur Verfügung stehen. Das Forschungsprogramm soll künftig eine noch intensivere disziplin- und bereichsübergreifende Wirkung entfalten, strategische Kooperationen mit Universitäten schließen, die internationale Zusammenarbeit ausbauen und stärker für die Industrie offen sein.

Einordnung der geplanten Forschungsinfrastrukturen in die Ziele und Perspektiven des Forschungsbereichs sowie in die vorhandene Infrastrukturlandschaft

Eine wichtige Aufgabe des Forschungsbereichs ist es, zusammen mit der nationalen und internationalen Wissenschafts-Community die künftigen Bedarfe für große Forschungsinfrastrukturen zu ermitteln und vorausdenken. Der Forschungsbereich trägt damit maßgeblich zur künftigen Entwicklung der deutschen und europäischen Forschungslandschaft bei. Die vorliegende Roadmap enthält für den Forschungsbereich Materie elf vorläufige Empfehlungen zu bestehenden und neuen Forschungsinfrastrukturen, wobei für die Bereiche Astroteilchenphysik und Forschung mit Photonen noch eigene Roadmap-Prozesse vorgesehen sind:

Um den Ursprung und die Eigenschaften der hochenergetischen kosmischen Strahlung besser zu verstehen, soll mit den **Global Cosmic Ray Observatories** das bisherige Pierre Auger-Observatorium weiterentwickelt werden.

Für den Ausbau der CERN-LHC-Experimente **ATLAS** und **CMS** zur Suche nach den Grundbausteinen der Materie und ihren fundamentalen Kräften sowie des Experimentes **ALICE** zur Untersuchung der

Quark-„Urmaterie“ wird das Projekt Large Hadron Collider (LHC) – Upgrades der LHC-Detektoren empfohlen.

Zur Untersuchung des Ursprungs der Materie-Antimaterie-Asymmetrie soll das Vorhaben **EDM@COSY** durchgeführt werden, das nach permanenten elektrischen Dipolmomenten (EDM) von geladenen Teilchen sucht.

In der Helmholtz-Gemeinschaft existieren sich hervorragend ergänzende, gut ausgestattete Synchrotron-, Neutronen- und Ionenstrahl-Labore, die hochmoderne Forschung an und für neuartige Materialien ermöglichen. Die Projekte **PETRA IV** und **FLASH Upgrade** versprechen hier dramatische Verbesserungen.

Als wichtige Erweiterung der Forschungsmöglichkeiten am Europäischen Röntgenlaser **XFEL** in Hamburg sollen die Helmholtz International Beamlines realisiert werden, die einzigartige Möglichkeiten für das Studium von Materie bei extrem hohen Temperaturen, Dichten und Feldstärken eröffnen. Die vorgeschlagene Phase II des European XFEL würde die zur Verfügung stehende Messzeit verdoppeln.

Das Projekt **BESSY VSR** soll es zulassen, die chemischen und katalytischen Funktionsweisen und Wirkprinzipien von Materialien zu bestimmen. **BESSY III** soll neue Möglichkeiten bis hin zur gezielten Steuerung der Funktionalität von Materialien erschließen.

Gemäß der aktuellen Neutronenstrategie wird zukünftig die **Hochbrillanz-Spallationsquelle HBS** als die nationale Neutronenquelle in Deutschland eingesetzt. Sie ermöglicht die Neutronenanalytik für viele der modernen Fragestellungen.

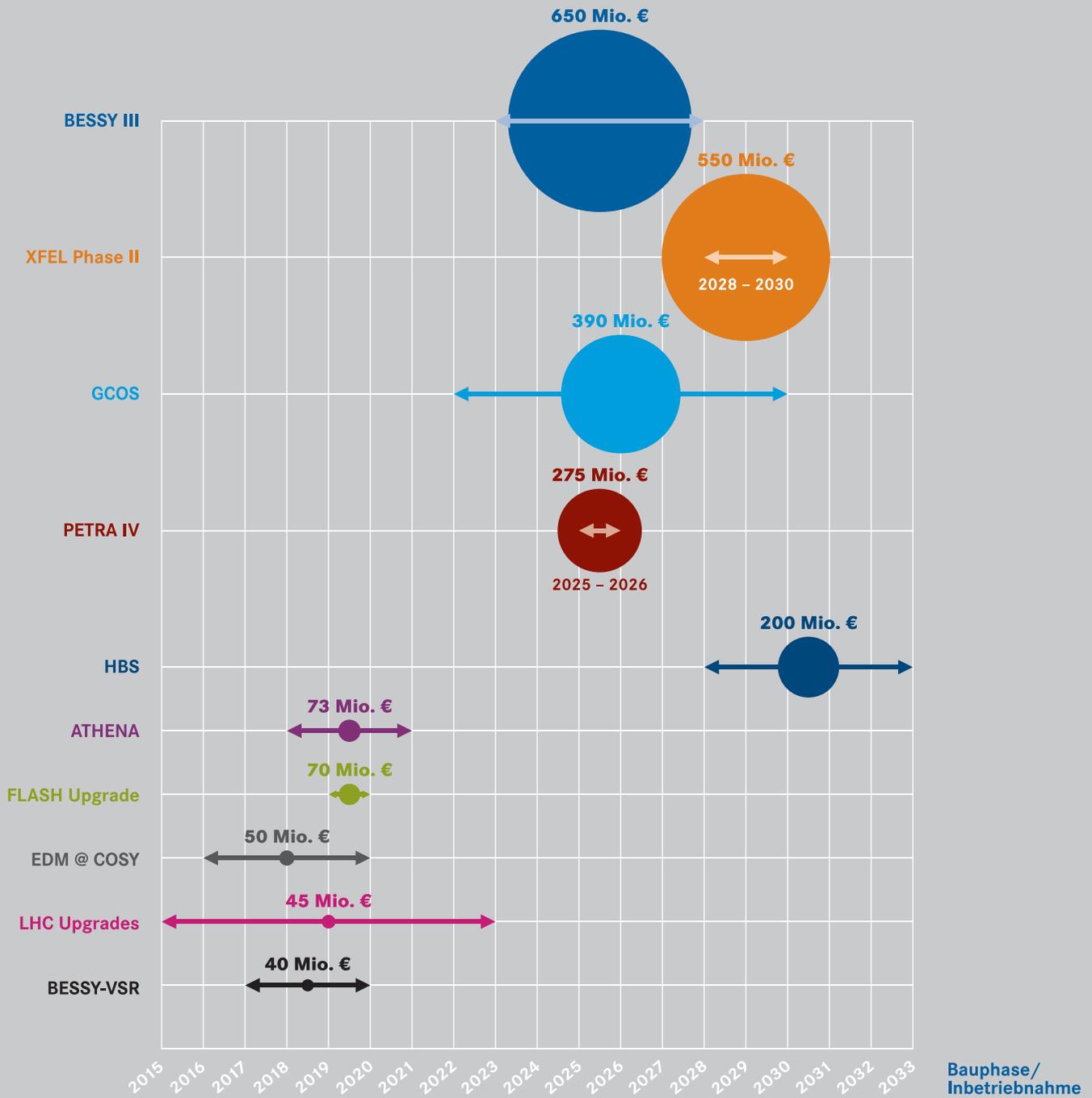
Die Accelerator Technology Helmholtz Infrastruktur (ATHENA) soll künftig neuartige Beschleunigerkonzepte untersuchen und erproben.

Weiteres strategisches Vorgehen

Der Forschungsbereich Materie bindet die Vorhaben in die thematischen Einzelstrategien „Astroteilchen-Roadmap“, „Neutronen-Roadmap“ und „Photonen-Roadmap“ ein. Dabei schließt die „Photonen-Roadmap“ auch Vorhaben anderer Forschungsbereiche in diesem Feld ein, z.B. JuSPARC. Im übergreifenden Fokus dieser Strategien stehen herausragende Forschungsinfrastrukturen für eine breite Nutzerschaft. Eine weitere strategische Komponente bildet die Forschung an Zukunftstechnologien für Beschleuniger und Detektoren.

Am Forschungsbereich Materie beteiligte Zentren:

- Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
- Forschungszentrum Jülich
- GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung
- Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie
- Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht
Zentrum für Material- und Küstenforschung
- Karlsruher Institut für Technologie



Das Diagramm zeigt die Forschungsinfrastrukturen und deren Bauphase / Inbetriebnahme. Die Größe der Kreise entspricht der Gesamtinvestition.

Abkürzungen

- BESSY III** – BESSY III Multi-User Lichtquelle
- XFEL Phase II** – European XFEL Phase II
- GCOS** – The Global Cosmic Ray Observatory
- HBS** – Hochbrillante Neutronenquelle HBS (High Brilliance Neutron Source)
- ATHENA** – Accelerator Technology HEImholtz iNfrAstructure
- LHC Upgrades** – Large Hadron Collider (LHC) – Upgrades der LHC-Detektoren (LHC-Upgrades)
- BESSY-VSR** – BESSY Variabler Pulslängen-Speicherring

LARGE HADRON COLLIDER (LHC) – UPGRADES DER LHC-DETEKTOREN (LHC-UPGRADES)

Der sich seit 2010 in Betrieb befindliche LHC hat mit der Entdeckung eines Higgs-Teilchens im Jahr 2012 einen bedeutenden Meilenstein erreicht. Von der 2015 nach einem Shutdown wieder beginnenden Datennahme werden weitere entscheidende Erkenntnisse zur fundamentalen Struktur der Materie erwartet. Zusammen mit universitären Gruppen werden DESY, GSI und KIT zentrale Beiträge für die Upgrades der Detektoren ALICE, ATLAS und CMS leisten, die vor allem zur Realisierung der Hochluminositätsphase des LHC ab 2023 (für Schwerionen schon ab 2020) wichtig sind. Helmholtz übernimmt damit eine deutschlandweit koordinierende und international führende Rolle.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die Entdeckung fundamental neuer Physik jenseits des Standardmodells der Teilchenphysik erfordert höchste Datenstatistik und Präzision und verlangt damit die Verbesserung oder den Neubau zentraler Detektorkomponenten. Die Planungen von DESY, GSI und KIT sehen den Bau von Spurdetektor-Endkappen für ATLAS und CMS (hier inklusive Triggersystem) für die Hochluminositätsphase ab 2023 sowie den Upgrade der ALICE-Zeitprojektionskammer und des Online-Offline-Systems für die Datennahme ab 2020 vor. Die Arbeiten beziehen viele deutsche Gruppen ein und unterstreichen die Rolle der Helmholtz-Zentren als nationale Labore.

Nutzenperspektive

Der LHC ist ein internationales Großprojekt der physikalischen Grundlagenforschung, an dem Deutschland mit ca. 20 Prozent beteiligt ist. Die Hochluminositätsphase ist ein Projekt höchster Priorität nationaler und internationaler Roadmaps der Teilchenphysik, insbesondere der vom CERN Council verabschiedeten europäischen Strategie der Teilchenphysik.

Die LHC-Upgrades bieten Helmholtz einzigartige Möglichkeiten, die spezifische Expertise der Zentren einzubringen und internationale Sichtbarkeit zu erlangen. Die Arbeiten schließen nahtlos an die Ziele der Helmholtz-Programme Materie und das Universum und Materie und Technologien an.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Upgrade Zeitprojektionskammer und Online-Offline-System (ALICE): 2015 bis 19
- Bau Spurdetektor-Endkappen (ATLAS und CMS): 2017 bis 23
- Design und Bau Spurkammer-Triggersystem (CMS): 2017 bis 23
- Betrieb der LHC-Detektoren: bis mindestens 2035

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: keine
- Baukosten: 17 Mio. Euro aus Eigenmitteln
- Investitionskosten: 45 Mio. Euro insgesamt, davon 28 Mio. Euro Helmholtz-Anteil
- Betriebskosten (pro Jahr): 1,2 Mio. Euro pro Jahr
- Rückbaukosten: keine

Internationale Dimension:

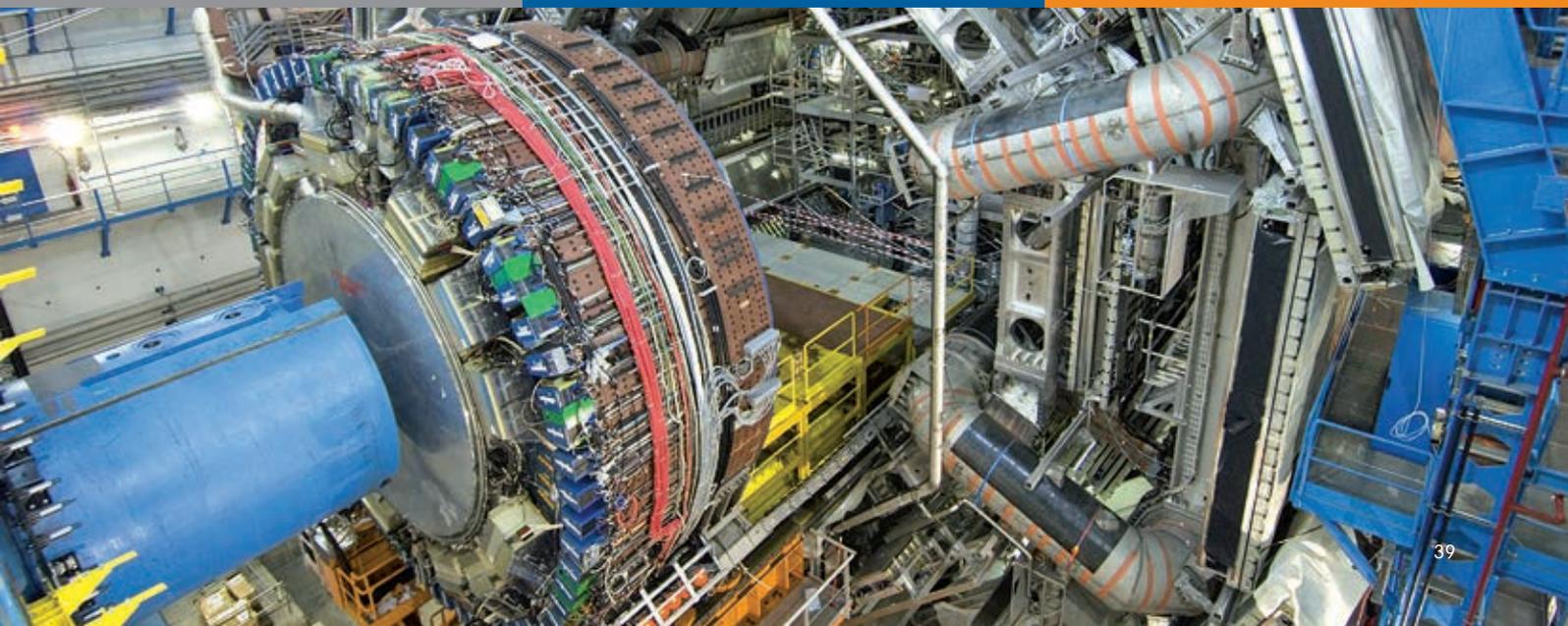
ATLAS, ALICE und CMS sind Kollaborationen mit je bis zu 3000 Mitgliedern aus über 40 Ländern. In ihnen sind alle führenden Institute der Teilchenphysik vertreten. Helmholtz wird im Rahmen dieser FIS seine führende Rolle am LHC stärken.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Mithilfe der FIS werden die Helmholtz-Zentren in der Teilchenphysik weiterhin eine führende Rolle spielen und ihre Rolle als nationale Labore ausbauen. Helmholtz wird somit zum Architekten künftiger Projekte der Teilchenphysik.

Weitere Informationen:

www.desy.de
www.gsi.de
www.kit.edu
www.cern.ch



THE GLOBAL COSMIC RAY OBSERVATORY (GCOS)

Das Pierre Auger-Observatorium in Argentinien hat – unter Federführung von Helmholtz-Gruppen – die Erforschung der energiereichsten kosmischen Strahlung einen Riesenschritt voran gebracht und zahlreiche Überraschungen geliefert. Das Global Cosmic Ray Observatory GCOS soll mithilfe eines Technologiesprungs die Fragen nach den Quellen, Mechanismen und Transportwegen der kosmischen Strahlung innerhalb und außerhalb der Milchstraße beantworten. Mit einer instrumentierten Fläche von 90.000 Quadratkilometern in mehreren Ländern der Nord- und Südhemisphäre wird die Beobachtung des gesamten Himmels möglich. Jede Teilfläche steht den Klima- und Geowissenschaften als erweiterbares Sensornetzwerk zur Verfügung.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Kosmische Strahlung besteht aus ionisierten Atomkernen mit Energien bis über 1020 eV – hundertmillionen Mal höher als in Teilchenbeschleunigern erreichbar. Sie werden in den extremsten physikalischen Beschleunigungsprozessen des Universums produziert. Ziel der Messungen ist es, die Energien, Herkunftsrichtungen und Teilchenarten mit möglichst großer Statistik zu bestimmen und den kosmischen Quellen zuzuordnen. GCOS öffnet ein Fenster zu Neuer Physik, z.B. für die Suche nach extra-Dimensionen, nach Verletzung der Lorentz-Invarianz und zum Verständnis von hadronischen Wechselwirkungen.

Nutzenperspektive

Das Global Cosmic Ray Observatory GCOS wird als weltweites Netz von interdisziplinär genutzten Infrastrukturen konzipiert. Für Planung, Bau und Betrieb wird eine internationale Interessengemeinschaft gebildet, die Grundlagenforschung, Technologieentwicklung und gemeinsame Arbeiten in den Bereichen Klima- und Geoforschung, Stadt- und Landplanung sowie Energie vereint. GCOS wird mehrere Hundert internationale Promotionen in der Projektlaufzeit von 30 Jahren liefern. Die erwarteten Erkenntnisse lassen sich auf absehbare Zeit mit keiner anderen Methode erreichen.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2022 bis 2030
- Betrieb: 30 Jahre

Geschätzte Kosten: (gesamtes Projekt; Helmholtz-Anteil ca. 10 bis 15 Prozent)

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 8 Mio. Euro bis 2022; Helmholtz-Anteil 10 bis 15 Prozent
- Investitionskosten: 390 Mio. Euro insgesamt, davon 40 bis 45 Mio. Euro Helmholtz-Anteil
- Betriebskosten: 15 Mio. Euro pro Jahr; Helmholtz-Anteil <1,5 Mio. Euro pro Jahr

Internationale Dimension:

Die Helmholtz-Forschungsbereiche Materie, Schlüsseltechnologien und Erde und Umwelt tragen entscheidend zu GCOS bei, das ca. 1000 Wissenschaftler und Ingenieure aus 25 Ländern umfassen wird.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das KIT und seine Partner liefern einen umfassenden Systemansatz für innovative Technologien, Energieversorgung, Datenkommunikation, Klimaforschung, Geowissenschaften und Raumplanung/Umwelt.



Der Präzisionsspeicherring mit zwei gegenläufigen polarisierten (p -, d - oder 3He -)Strahlen ist ein neuartiger Ansatz zur Suche nach EDMs, der eine Sensitivitätssteigerung um mehrere Größenordnungen verspricht und hohes Entdeckungspotenzial für Physik jenseits des Standardmodells der Teilchenphysik besitzt. Neben dem Ring aus elektrischen Ablenk- und Fokussierungselementen (für p) oder einer Kombination von E- und B-Feldern (für p , d , 3He) werden Mess- und Abschirmtechniken des neuesten Stands der Technik oder darüber hinaus benötigt. Die Herausforderungen für diese weltweit einmalige FIS lassen sich nur in einer internationalen Zusammenarbeit von Wissenschaftlern, Ingenieuren und der Industrie lösen. Der Speicherring COSY für die polarisierten Strahlen soll als Injektor verwendet und die FIS im vorhandenen Gebäude realisiert werden.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die bislang erfolglose Suche nach einem permanenten EDM von Teilchen (z.B. e , n , p) ist von grundlegendem physikalischen Interesse, da EDMs die Parität (P) und Zeitumkehrinvarianz (T) verletzen und – über das CPT-Theorem – auch die Kombination CP. Diese Verletzung manifestiert sich in der Materie-Antimaterie-Asymmetrie in unserem Universum, welche das Standardmodell nicht im Entferntesten erklären kann, d.h. es muss zusätzliche Quellen geben. Sie zu finden bedeutet, Physik jenseits des Standardmodells zu etablieren und dem Rätsel unserer Existenz nachzugehen. Diese Präzisionsmessung ist komplementär zu Hochenergieexperimenten am LHC.

Nutzenperspektive

Da der EDM-Effekt – die zeitliche Änderung der Polarisationsausrichtung der Strahlen im E-Feld – extrem klein ist, sind die apparativen und messtechnischen Herausforderungen gewaltig. Neben dem grundlegend neuartigen Speicherring, in dem die polarisierten Teilchen möglichst lange möglichst großen E-Feldern ausgesetzt sind, müssen u.a. extrem genaue und stabile Polarimeter und Strahlpositions-Monitore sowie effiziente Abschirmtechniken für externe E- und B-Felder entwickelt werden. Diese Entwicklungen sowie notwendige Strahlsimulationen werden Beschleuniger- und Messtechnologie befruchten.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: nach 2020
- Betrieb: nach 2020

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 2,85 Mio. Euro
- Investitionskosten: 50 Mio. Euro insgesamt
- Betriebskosten: 5 Mio. Euro pro Jahr

Internationale Dimension:

Das Projekt ist von internationalem Interesse und wird in weltweiter Zusammenarbeit vorangetrieben. Es ist national eingebettet in JARA-FAME. 2011 wurde die JEDI-Kollaboration gegründet, die mittlerweile aus etwa 100 Mitgliedern aus 10 Ländern besteht.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

COSY bietet die weltweit beste Ausgangsposition für Voruntersuchungen und ein Vorexperiment. Die Expertise der Beschleuniger- und Polarisationsphysiker am IKP ist für das Projekt unverzichtbar, ebenso die FZJ-Zentralinstitute und die Zusammenarbeit in JARA.

Weitere Informationen:

<http://collaborations.fz-juelich.de/ikp/jedi/>



BESSY VARIABLER PULSLÄNGEN-SPEICHERRING (BESSY-VSR)

Der Upgrade BESSY-VSR erhält die hohe mittlere Brillanz der bestehenden Synchrotronstrahlungsquelle BESSY II und fügt zusätzlich kurze Röntgenpulse von wenigen Pikosekunden bis hinunter zu einigen 100 Femtosekunden hinzu. Bestehende statische Methoden werden dadurch an jedem Messplatz in einzigartiger Weise um dynamische Informationen bereichert. Die Kombination von MHz-Repetitionsrate und variabler Pulslänge erlaubt zudem neuartige hocheffiziente Detektionsverfahren für strahlungsempfindliche funktionale und organische Materialien. BESSY-VSR stellt einen wissenschaftsgetriebenen Paradigmenwechsel hinsichtlich des Betriebsmodus von Multi-User-Speicherringen dar. Darüber hinaus eröffnet dieser Ansatz den komplementären Parameterraum zu beugungsbegrenzten Speicherringen und Freie-Elektronen-Lasern.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Mit BESSY-VSR wird der breiten nationalen und internationalen Nutzerschaft an Synchrotronstrahlungsquellen die Möglichkeit zur Erfassung und Steuerung von Dynamik in funktionalen Systemen eröffnet. Insbesondere der direkte Vergleich statischer Eigenschaften und dynamischer Aspekte in einem einzigartigen Multi-User-Großgerät mit dafür optimierten Instrumenten befördert den Paradigmenwechsel hin zur Steuerung relevanter Prozesse auf Gebieten wie der Energiewandlung und Speicherung, der Informationstechnologie und der Entwicklung neuartiger Materialien.

Nutzenperspektive

BESSY-VSR erlaubt es erstmalig, in einem Speicherring die Länge der Lichtpulse in weiten Grenzen, bis hinab zu wenigen 100fs, zu variieren und gleichzeitig einen Betrieb mit höchster mittlerer Brillanz anzubieten. Damit wird die deutsche Landschaft der Synchrotronstrahlungsquellen um ein weltweit einmaliges Großgerät ergänzt. BESSY-VSR ist dabei nicht nur komplementär zu Labor-Laserquellen, sondern schließt auch die Lücke zwischen den Lichtquellen höchster mittlerer Brillanz (wie PETRA III) und Freie-Elektronen-Lasern (wie X-FEL).

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Planung: 2015 bis 2016
- Bau: 2017 bis 2020
- Betrieb: 10 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 4 Mio. Euro (HZB-finanziertes Vorprojekt)
- Investitionskosten:
 - Phase 1: 20 Mio. Euro insgesamt, davon 17,5 Mio. Euro Helmholtz-Anteile; 2,5 Mio. Euro HZB
 - Phase 2: 20 Mio. Euro insgesamt, davon 12,5 Mio. Euro Helmholtz-Anteile; 7,5 Mio. Euro HZB
- Betriebskosten: 42 Mio. Euro pro Jahr, davon 40 Mio. Euro pro Jahr bisherige Betriebskosten BESSY II, Finanzierung aus HZB-Mitteln
- Rückbaukosten: im Rahmen von Rückbau BESSY II, keine Erhöhung der Rückbaukosten

Internationale Dimension:

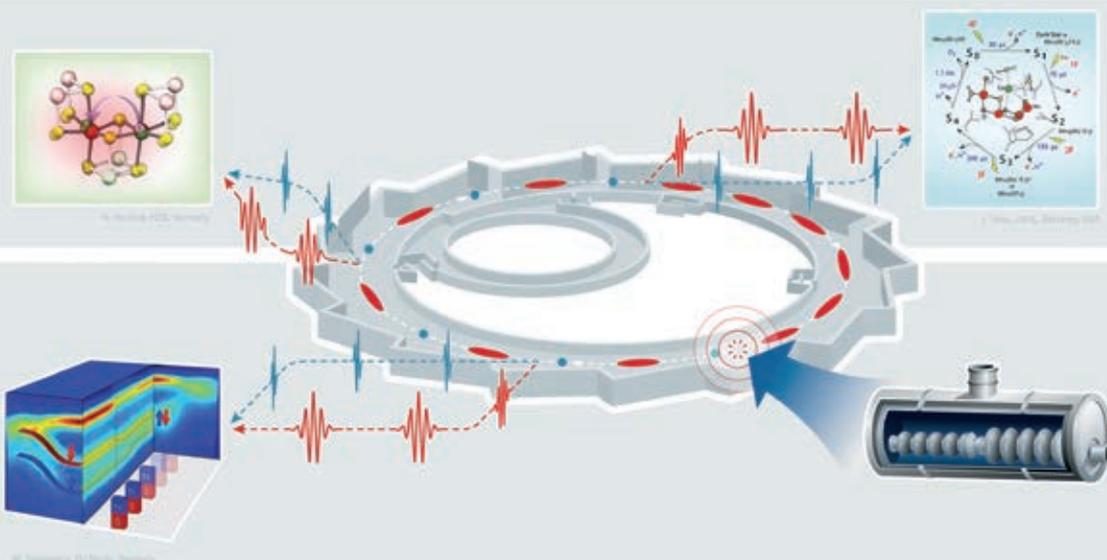
BESSY-VSR ergänzt und rundet nicht nur das Portfolio der Photonquellen der Helmholtz-Gemeinschaft in idealer Weise ab, sondern wird auch weltweiten Einfluss auf die Entwicklung bestehender und zukünftiger speicherringgestützter Lichtquellen haben.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das HZB verfügt über erwiesene Kompetenzen in der Beschleunigerphysik kurzer Pulse und im Feld kontinuierlich arbeitender supraleitender Kavitäten. HZB-Wissenschaftler sind führend in der Methodentwicklung für Kurzpulseexperimente an Speicherringen.

Weitere Informationen:

http://www.helmholtz-berlin.de/forschung/zukunftsprojekte/bessy-vsr_de.html



FLASH UPGRADE

Bei FLASH handelt es sich um einen Freien-Elektronen-Laser (FEL), der extrem intensive, gebündelte und ultra-kurze Lichtpulse im vakuumultravioletten und weichen Röntgenbereich erzeugt. FLASH war die erste Anlage dieser Art weltweit, die den Nutzerbetrieb aufgenommen hat. Bedingt durch den supraleitenden Linearbeschleuniger können bei FLASH ca. 50 bis 60 mal mehr Lichtpulse pro Sekunde erzeugt werden als an vergleichbaren Installationen. Um auch in Zukunft international kompetitiv bleiben zu können, sind für FLASH mehrere Verbesserungen geplant: i) Erneuerung der mehr als 10 Jahre alten Undulatoren an FLASH1 auf den Stand der Technik, ii) Implementierung eines Dauerstrich-Betriebsmodus für die Pulsfolge, iii) geringförmige Erhöhung der Teilchenenergie.

Wissenschaftlicher Hintergrund

FELs sind hervorragend dazu geeignet, die Dynamik von Materie auf atomaren Zeitskalen zu studieren. Dieses Wissen ist unabdingbar für ein tieferes Verständnis z.B. von Reaktions-Mechanismen und für Nichtgleichgewichtszustände. Bedingt durch die hohe Pulswiederholrate nimmt FLASH bereits jetzt weltweit eine Spitzenstellung ein. Der Ausbau von FLASH im Rahmen des FLASH II-Projektes wird das Potenzial der Anlage weiter ausbauen. Das vorgeschlagene Upgrade wird zum einen den Durchsatz der Anlage deutlich erhöhen und neue Wissenschaftsgebiete im Bereich der Biologie, Oxidmaterialien und magnetischer Werkstoffe erschließen.

Nutzenperspektive

Neben FERMI@ELETRA ist FLASH der einzige FEL im weichen Röntgenbereich. Bis zur Fertigstellung des European XFELs wird FLASH der FEL mit der weltweit höchsten Pulswiederholrate sein. In seinem Anwendungsspektrum wird FLASH komplementär zum European XFEL sein. Die hohe Pulswiederholrate ist vor allem für Experimente in hoch verdünnten Systemen oder mit sehr kleinen Messsignalen von großer Bedeutung. Die Anwendungen an FELs stehen nicht in direkter Konkurrenz zu Experimenten an Speicherringquellen. Ein FEL ist immer dann notwendig, wenn eine extrem hohe Zeitauflösung oder eine sehr hohe Intensität gefordert wird.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2019/2020
- Betrieb: mind. 15 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 2 Mio. Euro
- Investitionskosten: 60 bis 80 Mio. Euro
- Betriebskosten: 52.2 Mio. Euro (Preisbasis 2019; keine zusätzlichen Betriebskosten)

Internationale Dimension:

Als Nutzereinrichtung wird FLASH zurzeit von ca. 250 Wissenschaftlern/-innen pro Jahr genutzt, von denen ca. 30 Prozent aus dem Ausland kommen. Durch die Inbetriebnahme von FLASH2 sollte sich die Gesamtnutzerzahl nahezu verdoppeln.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

DESY hat die FLASH-Anlage konzipiert, gebaut und ist alleiniger Betreiber.

Weitere Informationen:

http://photon-science.desy.de/facilities/flash/index_eng.html



PETRA IV

Bei PETRA IV handelt es sich um den Ausbau der am DESY betriebenen Synchrotron-Strahlungsquelle für hochenergetische Röntgenstrahlung PETRA III in Richtung einer Quelle mit einer Emittanz nahe am Diffraktionslimit. PETRA III ist zur Zeit die Quelle mit der weltweit kleinsten horizontalen Emittanz, die entscheidend für Röntgennanoanalytik ist. Weltweit gibt es bereits Projekte, die Emittanz bestehender Quellen deutlich zu verringern. Bedingt durch den großen Umfang von PETRA III wird sich durch einen Ausbau die einzigartige Möglichkeit ergeben, auch langfristig weltweit einzigartige Messbedingungen für die Nano-Analytik zur Verfügung zu stellen. PETRA III wird jährlich von ca. 2200 bis 2800 Wissenschaftlern/-innen aus einem breiten Spektrum von Wissenschaftsgebieten genutzt, welche zu ca. 40 Prozent aus dem Ausland kommen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die angestrebte deutliche Verringerung der Emittanz des PETRA-Speicherrings wird sich in einer um den Faktor 20 bis 50 höheren Brillanz (Leuchtdichte) niederschlagen. Davon werden vor allem Experimentiertechniken profitieren, die kohärente Röntgenstrahlung benötigen oder solche, die auf einen extrem kleinen Fokus (< 50 nm) angewiesen sind. Besonders zu erwähnen sind hier alle Röntgentechniken für die Nano- und Biowissenschaften einschließlich eines hochaufgelösten Röntgenmikroskops, welche die Lücke in der Auflösung zwischen optischen und Elektronenmikroskopen schließen.

Nutzenperspektive

Die weiterhin steigenden Nutzerzahlen für Experimente mit Synchrotronstrahlung und deren breite Anwendung in neuen Forschungsgebieten, lassen die Bedeutung und die Nachfrage nach diesen analytischen Einrichtungen weiter wachsen. Die Entwicklung neuer Werkstoffe oder nanostrukturierter (Bio-)Materialien verlangt nach analytischen Methoden, die in der Lage sind, diese auch unter einsatznahen Bedingungen charakterisieren zu können. Dafür sind nanofokussierte Synchrotronstrahlen hervorragend geeignet. Eine Verbesserung der Strahleigenschaften von PETRA wird einer breiten Nutzergemeinde u.a. in Materialwissenschaften und Biologie zugutekommen.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2025/2026
- Betrieb: mind. 15 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 5 Mio. Euro
- Investitionskosten: 250 bis 300 Mio. Euro insgesamt
- Betriebskosten: 71,6 Mio. Euro (Preisbasis: 2019, 3,5 Mio. Euro zusätzliche Betriebskosten)

Internationale Dimension:

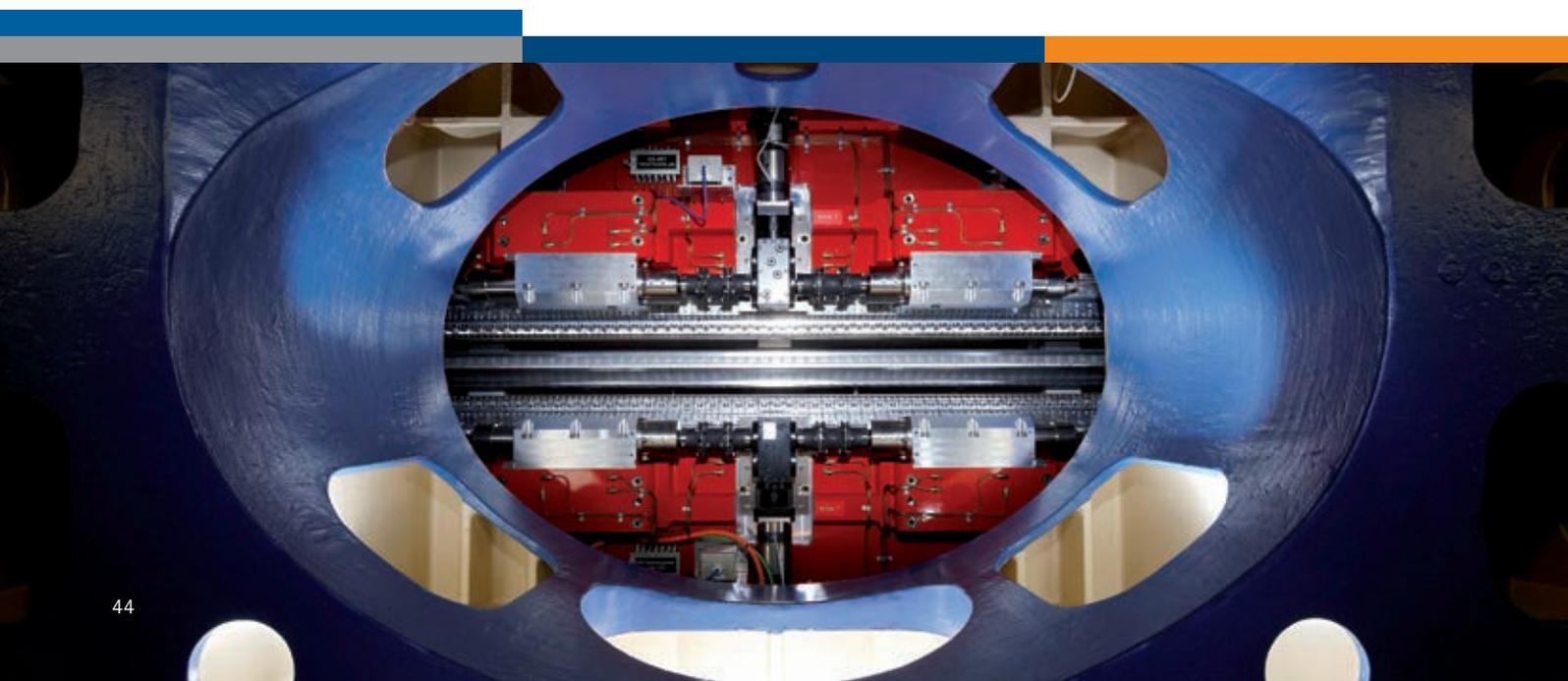
Neben der ESRF ist PETRA III die einzige nationale Quelle in Europa, die bei höheren Energien betrieben wird. Die daraus resultierenden höheren Photonenenergien sind vor allem in den Materialwissenschaften und für *in-situ* Untersuchungen notwendig.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

DESY baut und betreibt die Synchrotronstrahlungsquelle PETRA III. Verschiedene Experimentierstationen werden von Partnerinstitutionen wie dem EMBL und HZG auch für die nationale und internationale Nutzergemeinde betrieben.

Weitere Informationen:

<http://photon-science.desy.de>



BESSY III MULTI-USER LICHTQUELLE (BESSY III)

Wissenschaft mit Röntgenlicht muss den Schritt zu maßgeschneiderten Lichtfeldern vollziehen. Für zukünftige Experimente wird die erreichte exzeptionelle Kontrolle von Photonenenergie und Polarisation ergänzt durch einen variabel aufgespannten Parameterraum aus Kohärenz, Pulslänge und zeitlicher Pulsstruktur. Mit der neuen Multi-User Quelle BESSY III wird dies erstmalig für den zentralen Energiebereich von 100 eV bis zu 8 keV realisiert. Eckwerte sind eine mindestens 10000-fache Erhöhung der Brillanz über BESSY II und MHz CW Pulsfolgen bei wählbaren langen und kurzen Pulslängen. Aufbauend auf dem BESSY-VSR Upgrade werden hierzu die führenden Entwicklungen im Bereich Elektronenoptiken, supraleitender CW Hochstromkavitäten sowie Elektronenquellen niedrigster Emittanz in einer neuartigen Beschleunigeranlage kombiniert.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Fortschritte in der effizienten Energiewandlung und -speicherung, eine energieeffiziente Informationstechnologie sowie maßgeschneiderte (bio-)chemische Systeme sind zentrale Herausforderungen der Zukunft. Der durch BESSY III bereitgestellte variable Parameterraum ermöglicht energetische, räumliche und dynamische Einblicke zur Funktion und Steuerung von Prozessen auf atomarer Skala bis hin zu makroskopischen Eigenschaften von Materialien über alle beteiligten Energie-, Größen- und Zeitskalen. Dies bedeutet einen Paradigmenwechsel, von der reinen Beobachtung elementarer Prozesse hin zur gezielten Steuerung von Funktionalität.

Nutzenperspektive

Durch die einmalige Kombination von höchster, nutzbarer mittlerer Brillanz, bei gleichzeitiger Bereitstellung von hoher Spitzenbrillanz in kurzen, hochrepetitiven Pulsen wird die Multi-User Quelle BESSY III von großer Bedeutung für die nationale und internationale Nutzergemeinschaft von Lichtquellen sein. Dabei wird der Fokus auf den zu den SASE FELs und beugungsbegrenzten Speicherringen komplementären Energiebereich der Soft und Tender X-Rays gelegt. Die Fähigkeiten von BESSY III sind einzigartig und komplementär zu Ansätzen, welche an Universitäten, außeruniversitären Zentren, Laser- und FEL-Forschungszentren verfolgt werden.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Planung 2018 bis 2023
- Bau: 2023 bis 2028
- Betrieb: mind. 30 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 5 Mio. Euro (HZB-finanziertes Vorprojekt)
- Investitionskosten: zwischen 550 und 750 Mio. Euro ¹⁾ insgesamt
- Betriebskosten: zwischen 55 und 75 Mio. Euro pro Jahr
- Rückbaukosten: Vergleichbar zu BESSY II Rückbau

Internationale Dimension:

Als nationale Quelle der nächsten Generation für den Soft und Tender X-Ray Bereich wird BESSY III eine internationale Nutzer-Community anziehen. Die an BESSY III angebotenen Möglichkeiten werden für den abgedeckten Energiebereich weltweit einmalig sein.

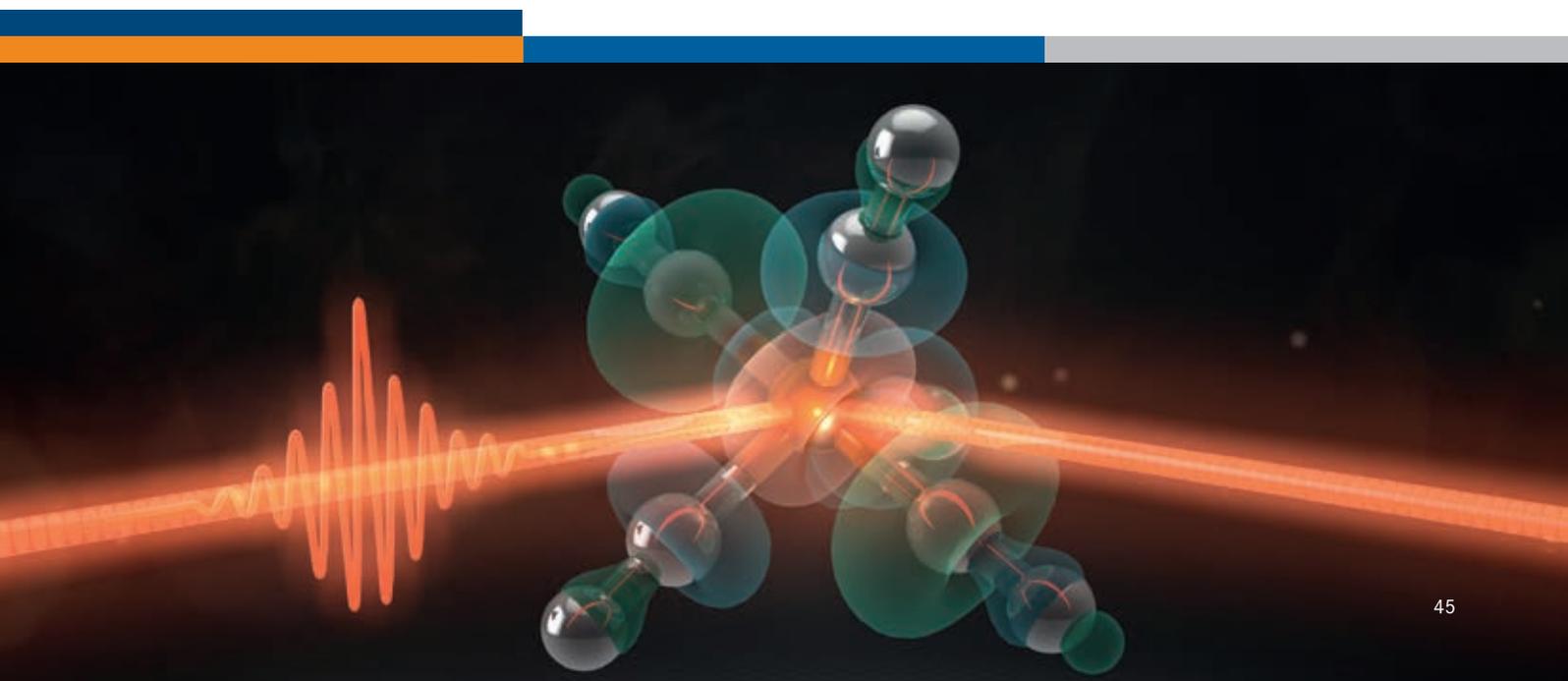
Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das HZB, eingebettet in die Helmholtz-Landschaft und sein Netzwerk von universitären und institutionellen Partnern, wird hier seiner demonstrierten Architektenrolle bei der Realisierung von „Nächste Generation Multi-User Lichtquellen“ für weiche Röntgenstrahlung gerecht.

Weitere Informationen:

Das HZB wird auf der Seite <http://www.helmholtz-berlin.de/bessyiii> weiterführende Informationen veröffentlichen.

¹⁾ Kostenschätzung, basierend auf Kosten bzw. Kostenschätzungen von bereits im Bau oder der Planung befindlichen Anlagen, jeweils unter Annahme von 10 ausgebauten Strahlrohren zum Betriebsbeginn.



EUROPEAN XFEL PHASE II

Bedingt durch die supraleitende Technik können bis zu 27.000 Elektronenpakete im European XFEL Linearbeschleuniger beschleunigt werden, wodurch eine größere Anzahl von FEL-Undulatoren parallel versorgt werden kann. In der Phase II des European XFEL sollen die verfügbare Messzeit und die Messmöglichkeiten durch den Aufbau einer zweiten Experimentierhalle mit 10 bis 15 Experimenten und weiteren fünf FEL-Undulatoren um mehr als den Faktor zwei erweitert werden. Damit verbunden wäre der Ausbau des Beschleunigers auf einen kontinuierlichen Betrieb mit zeitlich gleichförmiger Abfolge der Photonenpulse. Die Entwicklung und Erprobung dieser sog. supraleitenden CW-Hochfrequenztechnologie wird bei DESY im Rahmen des Beschleunigerforschungsprogramms ARD vorangetrieben und soll zunächst bei FLASH zum Einsatz kommen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Bereits die gepulste Version des European XFEL Linearbeschleunigers erreicht eine mittlere Photonenintensität, die etwa um den Faktor 100 über der in konventionellen Anlagen wie LCLS liegt. Vor allem die Untersuchung ultraschneller Dynamiken mittels Anregungs-Abfrageexperimenten würde davon stark profitieren, wenn die hohe Zahl von Photonenpulsen nicht als Pulszug über einen kurzen Zeitraum, sondern gleichmäßig verteilt im Dauerstrich-Modus zur Verfügung stünden. Die supraleitende Technologie würde damit ihr ultimatives Potenzial ausspielen, wengleich einer solchen Erweiterung noch eine Reihe von Entwicklungsarbeiten vorausgeht.

Nutzenperspektive

Der XFEL wird als Röntgenlaser Photonenstrahlen mit weltweit einmaligen Parametern liefern. Bedingt durch die extrem kurzen Photonenpulse wird die Untersuchung der Funktion und Dynamik von Materie auf Zeitskalen bis in den fs-Bereich möglich sein. Diese Eigenschaften werden es ermöglichen z. B. chemische Reaktionen und deren Übergangszustände auf atomarer Längenskala quasi „zu filmen“. Mit diesem Wissen wird es gelingen, diese Reaktionen gezielt zu steuern und zu optimieren. Die Kohärenzeigenschaften von FEL-Licht wird es ermöglichen, auch nichtkristalline Materie bis in den atomaren Bereich abzubilden.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2028 bis 2030
- Betrieb: mind. 20 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 10 Mio. Euro ab 2023
- Investitionskosten: 550 Mio. Euro insgesamt
- Betriebskosten: 15 bis 20 Mio. Euro (zusätzliche Betriebskosten)

Internationale Dimension:

Als weltweit einzigartige Einrichtung wird am European XFEL nach Inbetriebnahme der Phase I ein starker Anstieg der Nachfrage von Europäischen Nutzern nach Strahlzeit erwartet. Damit verbunden sollte auch das Interesse von internationalen Partnern an einem Ausbau der Anlage weiter wachsen.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Die Phase II beim European XFEL wird von der European XFEL GmbH in Zusammenarbeit mit DESY koordiniert und organisiert.

Weitere Informationen:

www.xfel.eu

www.desy.de



HOCHBRILLANTE NEUTRONENQUELLE HBS (HIGH BRILLIANCE NEUTRON SOURCE)

Die hochbrillante beschleunigerbasierte Neutronenquelle HBS stellt eine einzigartige Infrastruktur zur Neutronenanalytik (bildgebende Verfahren und Streuung) für eine Vielzahl von Wissenschaftsdisziplinen wie Physik, Chemie, Biologie, Geologie, Material- und Ingenieurwissenschaften dar. Unter Nutzung der neuesten Entwicklungen im Bereich Target, Moderator, Strahlextraktion, Strahlführung und Neutronenoptik lässt sich eine extrem kompakte Neutronenquelle mit Beschleunigern relativ niedriger Endenergie realisieren. Durch für spezifische Anwendungen dedizierte Targetstationen und die Optimierung auf die Untersuchung von kleinen Proben ergänzt sie die großen internationalen Anlagen wie die zukünftige Europäische Spallationsquelle ESS in idealer Weise.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Mit ihren einzigartigen Eigenschaften sind Neutronen die idealen Sonden in kondensierter Materie. Sie sagen uns, wo die Atome sind, welchen Spin sie tragen, und wie sie sich bewegen. Die Anwendung der Neutronenanalytik ist im Wesentlichen zählratenlimitiert. Eine brillanzoptimierte Quelle, die intensive kleine Strahlen für angepasste Instrumentierung bereitstellt, wird die Neutronenanalytik für viele der modernen Fragestellungen an nanostrukturierten oder biologischen Materialien erschließen und eine räumliche Auflösung bieten, die den Systemen der Energietechnik oder Strukturmaterialien angepasst ist.

Nutzenperspektive

Die Entwicklung neuer Materialien und Materialsysteme, die die rasanten Fortschritte moderner Technologien ermöglichen und damit unseren Wohlstand begründen, ist eng an die Verfügbarkeit von leistungsfähigen mikroskopischen Analysemethoden geknüpft. Neutronen sind für Wissenschaftler vieler Disziplinen unverzichtbar. Die Vielfalt und Komplexität der Fragestellungen erfordert ein Netzwerk unterschiedlicher Quellen für Ausbildung, Methodenentwicklung und Spezialisierung. In diesem Netzwerk spielt die HBS eine zentrale Rolle. Gemäß dem „Strategiepapier zur Neutronenforschung in Deutschland 2015 bis 2045“ des Forschungsbereichs „Materie“ stellt die HBS langfristig die nationale Neutronenquelle dar.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2028 bis 2033
- Betrieb: 35 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 10 Mio. Euro
- Investitionskosten: 200 Mio. Euro insgesamt (Stand 2014)
- Betriebskosten: 20 Mio. Euro pro Jahr

Internationale Dimension:

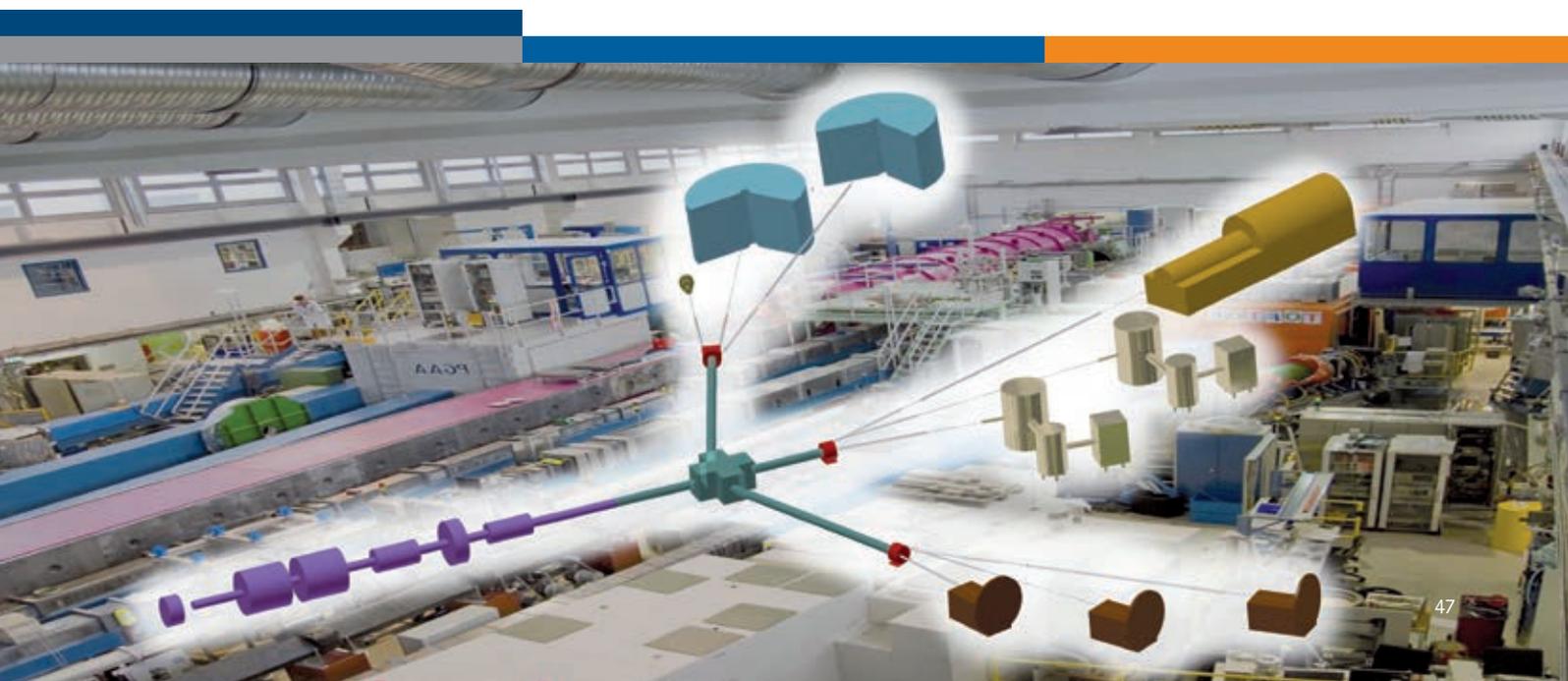
Die HBS wird eine wichtige Rolle im internationalen Netzwerk von Neutronenquellen spielen. Die Entwicklung kompakter Quellen gewinnt im Rahmen der „International Collaboration on Advanced Neutron Sources“ ICANS an Bedeutung.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das Forschungszentrum Jülich ist alleiniger Antragsteller. Der Standort für die HBS wird das Forschungszentrum Jülich sein.

Weitere Informationen:

Strategiepapier zur Neutronenforschung in Deutschland: 2015 bis 2045:
http://www.helmholtz.de/forschung/struktur_der_materie/forschung_mit_photonen_neutronen_und_ionen_pni/neutronen/



ACCELERATOR TECHNOLOGY HELMHOLTZ INFRASTRUCTURE (ATHENA)

ATHENA realisiert die gemeinsame Entwicklung ultra-kompakter und hoch-innovativer Hadronen- und Elektronenbeschleuniger an zwei zentralen Standorten (Dresden und Hamburg). Dabei werden die Kompetenzen und existierenden Forschungsinfrastrukturen von 6 Helmholtz Zentren (DESY, GSI mit HI-Jena, FZJ, HZB, HZDR, KIT) und kooperierenden Universitäten eingebracht. Die durch neue Technologie ermöglichten Nutzeranwendungen werden in den beteiligten Zentren entwickelt, u.a. Freie-Elektronen Laser (FEL) in Laborgröße, neuartige Strahlungsquellen für das Studium ultra-schneller Prozesse und kompakte medizinische Beschleuniger. Die Zusammenarbeit der Helmholtz Zentren in ATHENA kombiniert Kompetenzen, die so in keinem einzelnen Helmholtz Zentrum oder einem anderen Labor realisierbar sind.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Durch Laserpulse erzeugte Plasmaanregungen erlauben die Beschleunigung von Elektronen, Protonen oder Ionen mit bis zu 100 Milliarden Volt pro Meter. Messungen zu GeV Elektronenstrahlen aus cm-langen Beschleunigern sind z.B. in Nature veröffentlicht. Damit rücken ultra-kompakte Teilchenbeschleuniger und vielfältige neue Nutzungsanwendungen in Reichweite. ATHENA führt die etablierte Hochtechnologie der Helmholtz Großforschungszentren, die Methoden der lasergetriebenen Plasmabeschleunigung und Nutzerexpertise in einer koordinierten Forschungsinfrastruktur zusammen, die so weltweit einmalig ist.

Nutzenperspektive

Ausgehend von dem ersten RF Beschleuniger, der 1927 in Aachen realisiert wurde, verrichten heute rund 30,000 Teilchenbeschleuniger weltweit ihren Dienst für Wissenschaft, Industrie und Gesundheit. ATHENA nutzt die gebündelte Expertise von 6 Helmholtz Zentren um ultra-kompakte Laser-Beschleunigertechnologien zu entwickeln und erstmalig für Anwendungen nutzbar zu machen. Angestrebt werden u.a. FEL's in Laborgröße für Universitäten, neuartige Strahlungsquellen für die medizinische Bildgebung und ultra-kompakte Protonenbeschleuniger für die Onkologie. Denkbar sind darüber hinaus preiswertere Strahlungsquellen für Cargo-Inspektion und kostenreduzierte Beschleuniger für die Teilchenphysik.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2018 bis 2021
- Betrieb: mind. 10 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1,2 Mio. Euro
- Investitionskosten: 73,1 Mio. Euro, davon 30 Mio. Euro Helmholtz-Anteil
- Betriebskosten: 2,2 Mio. Euro pro Jahr

Internationale Dimension:

ATHENA bindet 5 nationale Universitäten, sowie Novosibirsk und Strathclyde als internationale Partner ein. ATHENA ist im EU Netzwerk für Neuartige Beschleuniger („EuroNNAc2“) vertreten.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

DESY und HZDR beherbergen die technischen Leuchtturmprojekte für Elektronen und Hadronen. GSI mit HI-Jena, FZJ, HZB und KIT führen Arbeitspakete aus und entwickeln Nutzungsanwendungen an eigenen Infrastrukturen.

Weitere Informationen:

<https://www.helmholtz-ard.de/e234535/>



FORSCHUNGSBEREICH SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN

Im Fokus des Forschungsbereichs Schlüsseltechnologien stehen die Erforschung und Entwicklung generischer Technologien als Grundlage zukünftiger Innovationen und Lösungsansätze. Diese adressieren insbesondere die sechs prioritären Zukunftsaufgaben der Hightech-Strategie. Um das leisten zu können, deckt der Forschungsbereich eine große Bandbreite ab: von anwendungsorientierter Grundlagenforschung über Technologieentwicklung bis hin zum Betrieb herausragender und großforschungsspezifischer Infrastrukturen.

Globale Ziele und zukünftige Forschungsschwerpunkte

Der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien verfolgt das Ziel, Impulsgeber für Innovationen zu sein und die Funktion eines Taktgebers zu übernehmen. So trägt der Bereich dazu bei, Deutschlands Spitzenplatz als Wissenschaftsstandort zu erhalten. Die Forschungsprogramme werden im Dialog mit Wissenschaft und Politik, Gesellschaft und Wirtschaft sowie in Wechselwirkung mit den anderen Helmholtz-Forschungsbereichen dynamisch weiterentwickelt. Wesentliche Elemente für diese Weiterentwicklung und zukünftige Ausrichtung sind:

- Forschung und Methodenentwicklung auf atomaren bis hin zu makroskopischen Längenskalen
- Material- und Nanowissenschaften, Informations- und Kommunikationstechnologien und Lebenswissenschaften
- Erforschung elektronischer und photonischer Grundbausteine zukünftiger Technologien für Höchstleistungsrechner und Datenübertragung
- Simulation, Datenmanagement und -analyse im ExaFlop- und ExaByte-Bereich
- Entwicklung realistischer Modelle zum Verständnis des menschlichen Gehirns
- Beherrschung biologischer Grenzflächen für Anwendungen in Biotechnologie und regenerativer Medizin
- Nachhaltige Bioökonomie
- Systemanalyse, Technikfolgenabschätzung und Innovation

Der Forschungsbereich wird wesentliche Beiträge zu diesen Themen auf nationaler und internationaler Ebene in voller Bandbreite von der Grundlagenforschung bis in die Anwendung leisten.

Einordnung der geplanten Forschungsinfrastrukturen in die Ziele und Perspektiven des Forschungsbereichs sowie in die vorhandene Infrastrukturlandschaft

Die im Forschungsbereich Schlüsseltechnologien geplanten Forschungsinfrastrukturen sind sowohl eng mit den Forschungsschwerpunkten als auch mit den nationalen und internationalen Strategien und Roadmaps verknüpft.

Genutzt werden können diese Infrastrukturen beispielsweise zur Erforschung neuer Materialien, die ihre Anwendung unter anderem in der Verkehrs- und Energietechnik oder in der zukünftigen Wasserstoff- und Medizintechnik finden.

In diesem Bereich ist zum einen das „**Jülich Short-Pulsed Particle and Radiation Centre**“ (**JuSPARC**) geplant mit dem Fokus auf Fem-

tosekunden-Pulse von Röntgen- und Teilchenstrahlung, zum anderen die Infrastruktur „**Large Scale European Facilities in Electron Microscopy**“ mit dem Schwerpunkt auf der Elektronenmikroskopie. Ergänzt werden können diese Untersuchungen der Materialsysteme durch *in-situ* Prozessproben in der „**Innovationsplattform für lasttragende und multifunktionale Materialsysteme**“. Diese wird die grundlegenden Beziehungen zwischen Herstellungsprozessen, den daraus resultierenden Mikrostrukturen und den erzielbaren makroskopischen Eigenschaften erfassen können.

Die internationale Infrastruktur „**European Multi-environment Plant pHenomics And Simulation InfraStructure**“ (**EMPHASIS**) wird zur quantitativen Analyse von Pflanzen in Wechselwirkung mit der Umwelt (Phänotypisierung) errichtet, um Züchtungen zu beschleunigen und so zur Sicherung der Welternährung und Entwicklung einer funktionierenden Bioökonomie beizutragen.

Der Forschungsbereich wird die bereits bestehende „**High-Performance-Computing Infrastruktur**“ auf den Exascale-Bereich erweitern sowie eine Forschungsdaten-Infrastruktur im ExaByte-Bereich, die „**Helmholtz Data Federation (HDF)**“, aufbauen. Die HDF als Forschungsdaten-Infrastruktur im ExaByte-Bereich wird eine sichere Föderation multi-thematischer Datenzentren auf Basis effizienter Daten-Management-Methoden mit Verbindungen zu nationalen und internationalen Partnern und Initiativen. Mit diesen beiden Infrastrukturen können wissenschaftliche Simulationen realisiert oder große Datenmengen gespeichert und analysiert werden.

Nutzereinrichtungen an der Schnittstelle von Biologie, Physik, Chemie, Ingenieurwissenschaften und IT, wie das geplante „**Interdisciplinary Centre for Biomaterials and Biotechnologies Research**“ (**ICBBR**) oder das „**Karlsruhe Center for Optics & Photonics**“ (**KCOP**) ermöglichen es, gewonnene Erkenntnisse in neue Verfahren, Technologien und Materialien umzusetzen. Beim ICBBR ist der Leitgedanke: die Untersuchung von Systemen von makro- zu nano-skalierten Bereichen sowie von lebenden Zellen in Tieren und deren biologischen Prozessen. Das KCOP wird in Zukunft eine Schlüsselrolle spielen bei den grundlegenden Fragestellungen der Lebenswissenschaften und Anwendungen in Medizin, Mess- und Kommunikationstechnik.

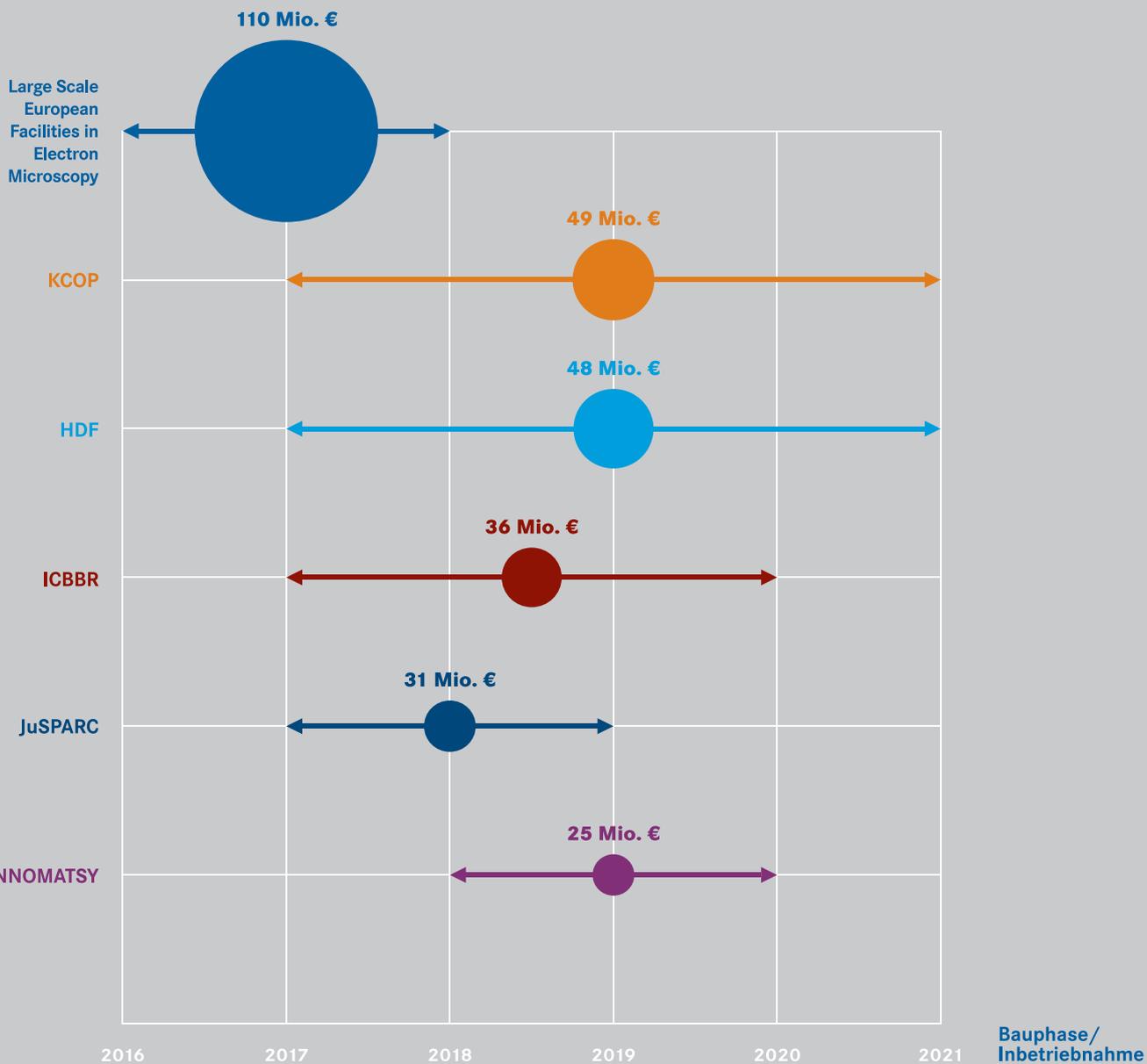
Weiteres strategisches Vorgehen:

Nach einer länger andauernden Wachstumsphase wird der Forschungsbereich Schlüsseltechnologien im Rahmen der strategischen Fortentwicklung sein wissenschaftliches Profil weiter schärfen. Aus den inhaltlichen Zielsetzungen der Programme leiten sich die zukünftigen Infrastrukturbedarfe ab. Der Forschungsbereich wird auch vor diesem Hintergrund verstärkt darauf achten, dass sich diese Profilschärfung im Einklang mit dem Ziel umsetzen lässt, das Portfolio an attraktiven Nutzerplattformen konsequent erweitern zu können.

Am Forschungsbereich Schlüsseltechnologien beteiligte Zentren:

- Forschungszentrum Jülich
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht
Zentrum für Material- und Küstenforschung
- Karlsruher Institut für Technologie

Forschungsbereich Schlüsseltechnologien



Das Diagramm zeigt die Forschungsinfrastrukturen und deren Bauphase / Inbetriebnahme. Die Größe der Kreise entspricht der Gesamtinvestition.

Abkürzungen

KCOP – Karlsruhe Centre of Optics & Photonics

HDF – Helmholtz Data Federation

ICBBR – Interdisciplinary Centre for Biomaterials and Biotechnologies Research

JuSPARC – Jülich Short-Pulsed Particle and Radiation Centre

InnoMatSy – Innovationsplattform für lasttragende und multifunktionale Materialsysteme

JÜLICH SHORT-PULSED PARTICLE AND RADIATION CENTRE (JUSPARC)

Das große Anwendungspotenzial von Höchstleistungslasern als Quellen brillanter, kurzwelliger Strahlung sowie als kompakte Teilchenbeschleuniger wird heutzutage weltweit erkannt. In vielen Industrienationen werden entsprechende strategische Forschungsprogramme initiiert, um diese Technologie für Spitzenforschung nutzbar zu machen. Mit JuSPARC soll am Forschungszentrum Jülich ein interdisziplinäres Zentrum für Forschung mit Femtosekundenpulsen von Röntgen- und Teilchenstrahlung realisiert werden. Diese sollen mittels kommerzieller Höchstleistungslaser bei maximaler Repetitionsrate unter Verwendung innovativer Targetkonzepte erzeugt werden. JuSPARC wird als user facility eine wichtige Forschungsinfrastruktur am FZJ auf den Gebieten der Festkörper- und Beschleunigerphysik sein, mit Anwendungen z.B. im Bereich der Materialwissenschaften, der Festkörperphysik, der Strukturbiochemie sowie der Plasma- und Kernphysik.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Kurze Pulse von Photonen-, Elektronen-, Neutronen und Protonenstrahlen können als Sonden für die Erforschung verschiedenster Phänomene auf kürzesten Zeitskalen genutzt werden, wie z.B. elektronische Phasenübergänge und elektronische oder hadronische Spinanregungen. Sie erlauben ebenso den Zugang zu nicht-linearen Phänomenen bis hinunter zu Attosekunden-Zeitskalen, welche idealerweise in pump-probe-Experimenten erforscht werden können. Dies erlaubt z.B. das Verständnis von elektronisch korrelierten Materialien im nm-Bereich. Mögliche Anwendungen liegen im Bereich der Energiespeicherung und -konversion sowie der Informationstechnologie.

Nutzenperspektive

Das herausragende Potenzial von JuSPARC besteht darin, Femtosekunden-Pulse verschiedener Strahlungsarten (wie Licht, Röntgenstrahlung, Neutronen, polarisierte Ionen) in Kombination für Streu- und Spektroskopieexperimente zu nutzen. Die Expertise für solche Experimente ist im FZJ vorhanden; weitere Synergieeffekte sind durch begleitende Simulationen auf den Supercomputern des FZJ gegeben. JuSPARC ist im Rahmen des Athena-Projekts

(Helmholtz ARD Distributed Test Facility) ein wichtiger Teil der Beschleuniger-Infrastruktur der HGF. Die Nutzung von JuSPARC wird darüber hinaus im Rahmen einer AG von NRW-Universitäten (z.Zt. Aachen, Bonn, Dortmund, Duisburg/Essen, Düsseldorf, Münster) erfolgen.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2019
- Betrieb: 20 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1 Mio. Euro
- Investitionskosten: 31 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 3 Mio. Euro pro Jahr (bei Vollausbau)
- Rückbaukosten: <3 Mio. Euro (bei Vollausbau)

Internationale Dimension:

JuSPARC ist über das Peter Grünberg Institut (PGI-6), das Institut für Kernphysik (IKP-4) und das Jülicher Zentrum für Forschung mit Neutronen (JCNS-2) eng in die internationalen Communities für Forschung mit Synchrotronstrahlung und mit Neutronen sowie für Beschleunigerphysik eingebunden.

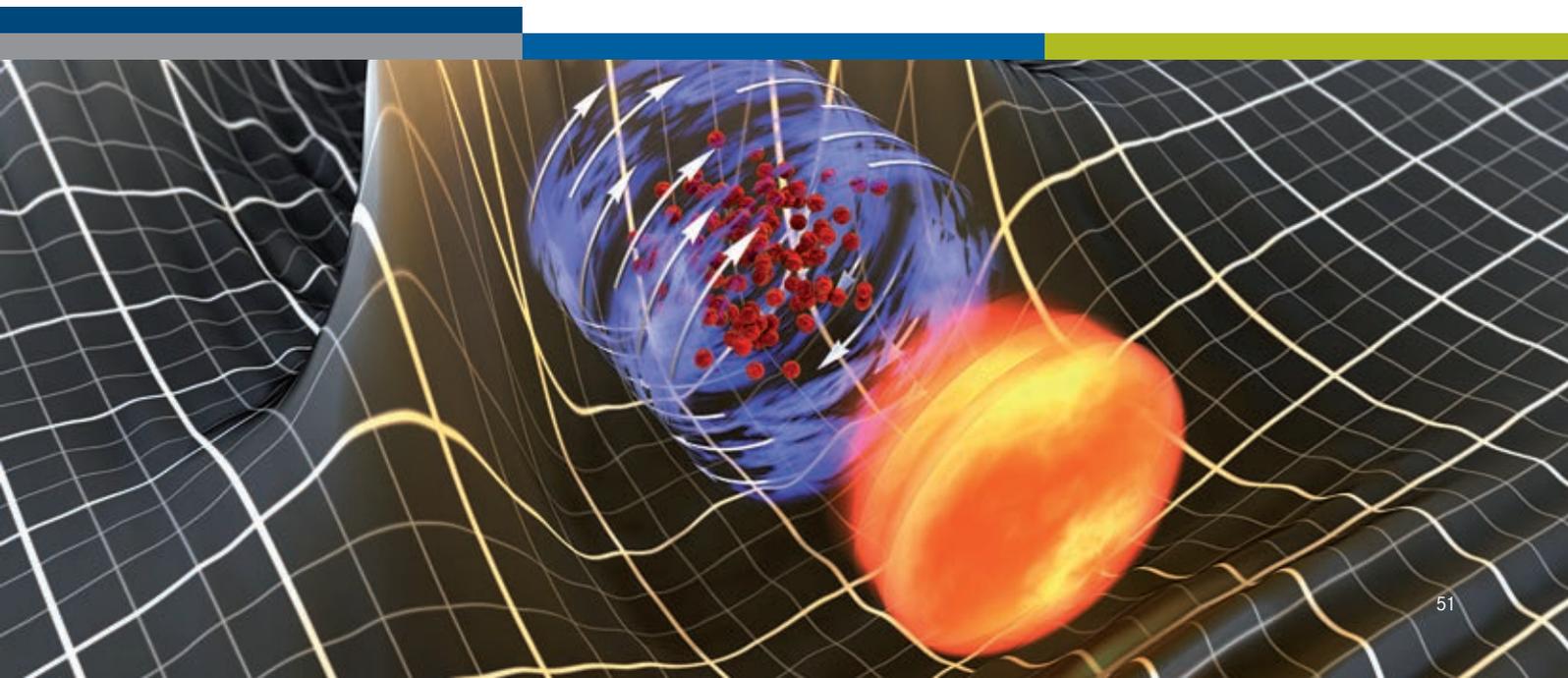
Rolle des Zentrums/der Zentren:

JuSPARC ist ein essenzieller Baustein für das Programm Future Information Technologies und den Bereich Schlüsseltechnologie und soll umliegenden Universitäten die Möglichkeit geben, Experimente mit fs-Strahlungs- und Teilchenpulsen durchzuführen.

Weitere Informationen:

www.fz-juelich.de/jusparc

<https://www.helmholtz-ard.de/e234535/>



LARGE SCALE EUROPEAN FACILITIES IN ELECTRON MICROSCOPY

Das neue Zentrum für höchauflösende Elektronenstrahlinstrumente wird die bereits existierenden nationalen Einrichtungen für Elektronenmikroskopie ergänzen. Ziel ist es, durch Geräteentwicklung die besten Instrumente im User-Betrieb bereitstellen zu können. Für die verteilte Infrastruktur werden Standorte mit führender Expertise auf dem Gebiet der Elektronenmikroskopie oder Synchrotron Strahlung ausgewählt um Anwendern aus den Natur- und Lebenswissenschaften ein breites Spektrum an Strahlmethoden zur Analyse zu bieten.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die aberrationskorrigierte Elektronenmikroskopie (EM) komplementiert andere strahlungsbasierte Materialcharakterisierungsmethoden, durch zwei Größenordnungen kleinere Sonden (≤ 100 pm) bei vergleichbarer Energieauflösung (≤ 10 meV) und einer Zeitauflösung bis in den Pikosekundenbereich. Die zunehmende Breite der Methodik durch Möglichkeiten für *in situ*-Untersuchungen, 3D-Rekonstruktion und Elektronenholographie sowie der parallelen Abbildungsmöglichkeit in unterschiedlichen Aufnahmemodi eröffnen zunehmend neue Anwendungsfelder. Bedarfsorientiert betreiben wir die Entwicklung dreier neuartiger Instrumente,

- zur Verringerung der Strahlschäden bei HR-TEM
- Kombination der EM mit zeitaufgelöster Spektroskopie
- Kombination der EM mit orts aufgelöster Spektroskopie über 6 Größenordnungen

Nutzenperspektive

Um auch zukünftig Nutzern aus unterschiedlichsten Forschungsfeldern den Zugang zu führenden Materialuntersuchungsmethoden bereitstellen zu können, wird im europäischen Verbund die Weiterentwicklung der Instrumente und Methoden vorangetrieben. Die ESFRI erweitert bestehende Initiativen zur Kombination optischer Laser mit Synchrotronstrahlenquellen um eine weitere Methode. Helmholtz stellt bereits heute führende Instrumente der Materialcharakterisierung einer breiten wissenschaftlichen Community aus Material- und Lebenswissenschaften zur Verfügung. Im Wechselspiel mit den Anwendern wird die Instrumentenentwicklung bedarfsorientiert fortgeführt.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Sept 2015 Einreichung der Designstudie
- Sept 2016 Vorbereitungsphase
- Sept 2018 Implementierung
- Betrieb: 15 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Investitionskosten: 110 Mio. Euro insgesamt, davon 25 Mio. Euro Helmholtz-Anteil
- Betriebskosten: 5 Mio. Euro pro Jahr im FZJ

Internationale Dimension:

Kooperationspartner: Oxford University (UK), CNRS (Frankreich), University of Antwerp (Belgien), Ernst Ruska Center (Deutschland), MPI Stuttgart, Cambridge University (UK), Orsay (Frankreich), Lubljana (Slowenien).

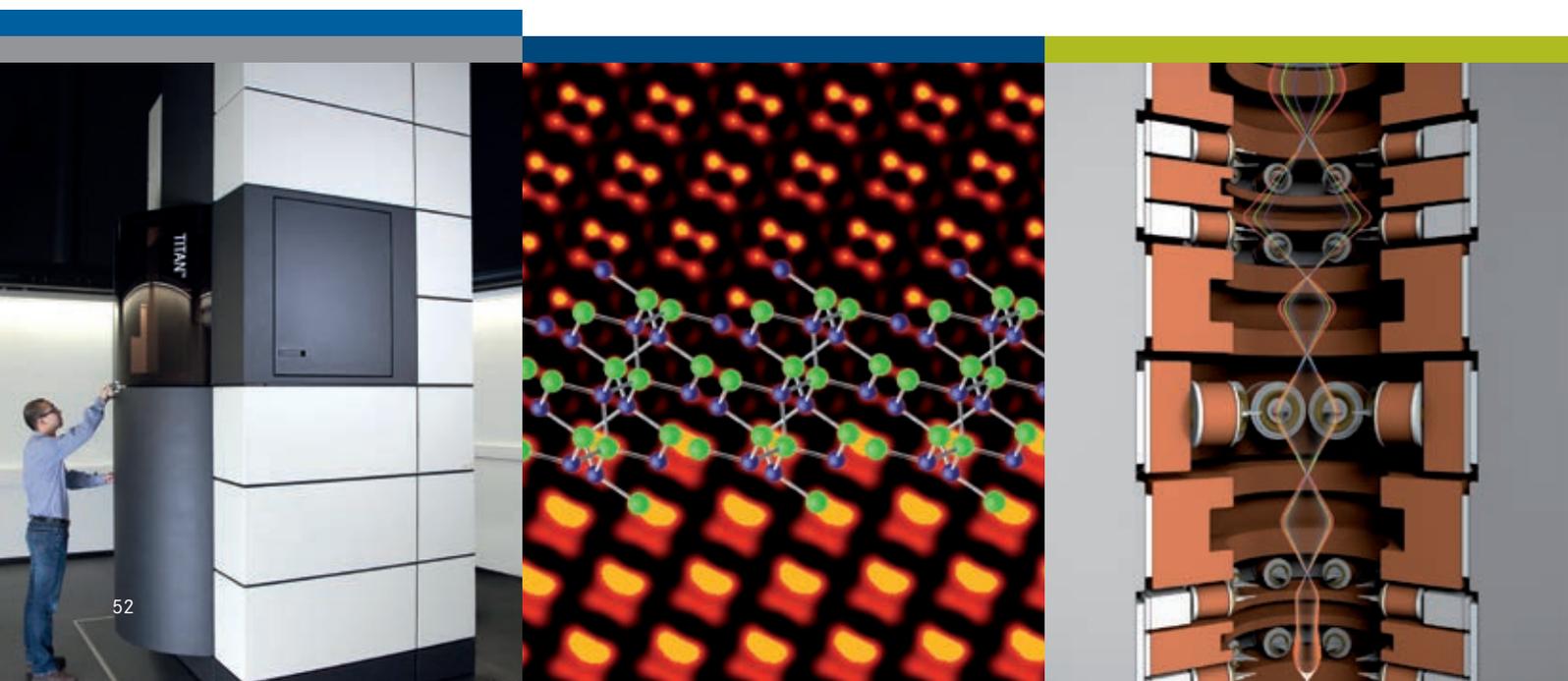
Rolle des Zentrums/der Zentren:

Auf Grund der herausragenden Expertise bei Entwicklung und Betrieb der leistungsfähigsten Elektronenmikroskope wird sich das Ernst Ruska Center als Teil der verteilten Infrastruktur an der Entwicklung der neuen Gerätegenerationen maßgeblich beteiligen. Darüber hinaus ist es als Standort für eines der beiden TEM/STEM-Geräte bestens geeignet, mit Schwerpunkten in der Weiterentwicklung der Aberrationskorrektur und *in situ* Experimenten für Untersuchungen an Festkörpern und weicher Materie aus Natur-, Material- und Lebenswissenschaften sowie industrierelevanten Anwendungen.

Weitere Informationen:

<http://www.er-c.org>

<http://esteem2.eu/>



KARLSRUHE CENTRE OF OPTICS & PHOTONICS (KCOP)

Optik & Photonik (O&P) ist neben der Mikroelektronik die bedeutendste Schlüsseltechnologie in der weltweiten High-Tech-Industrie. Durch die direkte Relevanz von O&P für Medizintechnik und Lebenswissenschaften, die effiziente Nutzung der Solarenergie sowie für die energieeffiziente Informationstechnik ist O&P auch hinsichtlich der gesellschaftlichen Nachhaltigkeits- und Effizienzziele von größter Wichtigkeit. Mit der Einrichtung des „Karlsruhe Centre of Optics & Photonics (KCOP)“ am KIT soll ein neues multidisziplinäres Forschungszentrum entstehen, das von der Grundlagenforschung bis zur gemeinsamen Umsetzung mit industriellen Partnern die komplette Forschungs- und Innovationskette abdeckt.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Neue photonische Materialien, Bauelemente und Systeme revolutionieren Forschung und Anwendung (z.B. Nobelpreise 2014), neuartige optische Instrumente und Verfahren erlauben neue Erkenntnisse in der Grundlagenforschung. Im KCOP sollen gezielt disruptive Grundlagentechnologien und wirtschaftlich bedeutsame Anwendungsfelder eng verzahnt erforscht werden. Folgende Themen der anwendungsrelevanten Grundlagenforschung sind vorgesehen:

- Optische Lithographie und Mikroskopie jenseits der Abbe-Grenze
- Röntgenoptische Komponenten und Systeme für Medizin und Materialforschung
- Nanophotonik für die nächste Generation von Solarenergie-Systemen
- Silizium-Photonik, hochintegrierte Photonik und Teratronik für energieeffiziente optische Hochgeschwindigkeitskommunikation
- Photonische Systeme für Sensorik, Kommunikation und Metrologie

Nutzenperspektive

Das KCOP bietet vielfältige Möglichkeiten zur Einbindung wissenschaftlicher und industrieller Partner. Durch die bahnbrechenden schon erzielten und noch zu erwartenden Fortschritte in den

Bereichen Lithografie, Mikroskopie und Nanophotonik können grundlegende Fragestellungen der Lebenswissenschaften erforscht und Anwendungen in Medizin, Mess- und Kommunikationstechnik mit nie dagewesener Leistungsfähigkeit realisiert werden.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2021
- Betrieb: mind. 15 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1 Mio. Euro
- Investitionskosten: 49 Mio. Euro insgesamt, davon 40 Mio. Euro Helmholtz-Anteil
- Betriebskosten: insgesamt 7,9 Mio. Euro pro Jahr
- Betriebskosten gesamt ohne Personal: 3 Mio. Euro pro Jahr

Internationale Dimension:

Der Wissenschaftsstandort Deutschland und die international führende deutsche O&P-Industrie werden nachhaltig gestärkt. Durch Vernetzung mit der Internationalen Graduiertenschule KSOP entsteht ein international sichtbares Forschungs- und Ausbildungszentrum.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

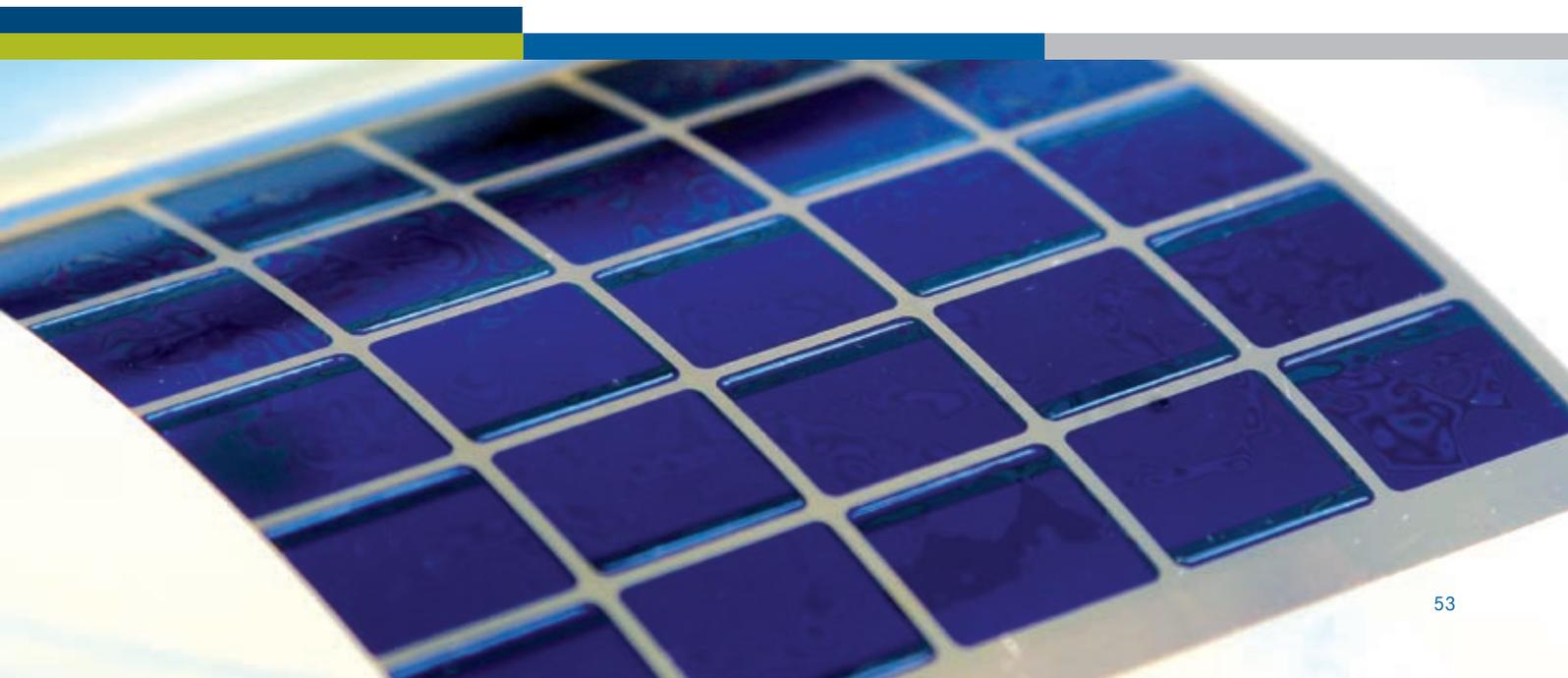
In Kombination mit dem Institut für Nanotechnologie und den herausragenden Charakterisierungsmöglichkeiten innerhalb der KNMF bietet das KIT ein weltweit sichtbares und führendes Zentrum der Nanowissenschaften und Photonik.

Weitere Informationen:

<http://www.stn.kit.edu/168.php>

www.ksop.de

<http://www.teratronics.kit.edu/>



HELMHOLTZ DATA FEDERATION (HDF)

Die HDF als langfristige Forschungsdaten-Infrastruktur im ExaByte-Bereich besteht aus einer Föderation leistungsstarker, multi-thematischer Datenzentren, die durch effiziente Methoden des Forschungsdatenmanagements und mit einer sicheren Netz-Infrastruktur untereinander, mit den übrigen Helmholtz-Zentren und universitären Partnern verbunden sind. Die multi-thematischen Datenzentren bei AWI, DESY, DKFZ, FZJ, GSI, KIT mit ihren komplementären Profilen sind durch modernste Speicher- und Analyse-Ressourcen sowie Konnektivität so auszubauen, dass einerseits die stetig steigenden Datenvolumina in allen Wissenschaftsdisziplinen gespeichert und archiviert werden können. Andererseits sollen grundlegend neue Perspektiven durch intra- und interdisziplinäre Transformation der Daten hin zu neuen Erkenntnissen mit hoher Relevanz für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft eröffnet werden.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die moderne Wissenschaft schöpft ihr Potenzial an neuem Erkenntnisgewinn mehr als je zuvor aus der Analyse groß-skaliger Daten, sei es aus Großexperimenten, Beobachtungen, Studien oder Simulationen. Ziel der HDF ist der Aufbau einer Datenföderation, die offen ist für die gesamte deutsche Wissenschaft, mit nach internationalen Maßstäben herausragender Leistungsfähigkeit. Der Zugang zu diesen föderierten Datenspeichern in Verbindung mit der Bündelung von Expertise im Forschungsdatenmanagement der Partner bildet eine einzigartige Forschungsinfrastruktur, die Spitzenforschung für ganz Deutschland und darüber hinaus befördern wird.

Nutzenperspektive

Die Helmholtz-Gemeinschaft übernimmt entsprechend ihrer Mission eine Vorreiter- und Führungsrolle bei der Bewältigung der wissenschaftlichen Datenflut für die gesamte deutsche Wissenschaft. Mit der HDF entsteht eine erweiterbare Dateninfrastruktur von internationaler Relevanz, die allen Forschungsdisziplinen in Helmholtz und anderen Forschungseinrichtungen in Deutschland offensteht. Zudem bietet die Helmholtz-Gemeinschaft mit den Data Life Cycle Labs und dem Querschnittsverbund „Large Scale Data Management and Analysis“ bereits eine Plattform für interdisziplinäre

Forschungsaktivitäten mit daten-intensiven Methoden für verschiedene Wissenschaftsdisziplinen.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2021 (kontinuierlicher Ausbau)
- Betrieb: mind. 20 Jahre (bei regelmäßiger Erneuerung)

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: keine
- Investitionskosten: 48 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten: 7 Mio. Euro
- Rückbaukosten: keine

Internationale Dimension:

Auf europäischer Ebene werden die Anstrengungen in den Initiativen EUDAT und EU-T0 gebündelt, an denen DESY, FZJ und KIT beteiligt sind. Weiterhin sind Schnittstellen zum National Data Service (NDS) in den USA vorgesehen.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Die multi-thematischen Datenzentren werden von allen beteiligten Partnern in gleicher Form betrieben. Das Programm „Supercomputing & Big Data“ (FZJ & KIT) übernimmt die Rolle des Koordinators und Architekten für die Datenföderation und das verteilte Datenmanagement.

Weitere Informationen:

<http://it.desy.de/>

<http://www.dkfz.de/de/itcf/>

<http://www.fz-juelich.de/ias/jsc/>

<http://www.gsi.de/>

<http://www.scc.kit.edu/>

http://www.awi.de/en/infrastructure/computing_and_data_centre/

<http://www.helmholtz-isdma.de/>



INTERDISCIPLINARY CENTRE FOR BIOMATERIALS AND BIOTECHNOLOGIES RESEARCH (ICBBR)

Das ICBBR ist als einzigartige Forschungsinfrastruktur für transdisziplinäre Forschung, Innovation und Lehre im Bereich Biomaterialien und Biotechnologie konzipiert. Das Zentrum vereint User Facilities, Technologie-Plattformen und Expertise aus Lebenswissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Chemie und IT, um aus dem Verständnis der komplexen Eigenschaften lebender Systeme innovative Materialien und Technologien zu entwickeln. Die Forschung an der Schnittstelle von Biologie und Ingenieurwissenschaften gilt weltweit als Basis innovativer Produkte und Technologien mit hohem Wertschöpfungspotenzial. Das ICBBR wird offen für externe Nutzer sein und damit ein Fokus für neue (inter-)nationale akademische und industrielle Kooperationen darstellen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Ziel ist die gezielte und effiziente Steuerung von Zellen (z.B. Stammzellen, Biofilme) für biomedizinische und biotechnologische Anwendungen und die Übertragung von Eigenschaften lebender Zellen (wie Selbstorganisation und Reparatur) in zellfreie Systeme. Gegenüber vergleichbaren internationalen Infrastrukturen wird das ICBBR ein einzigartig umfassendes Portfolio an Expertise und „cutting-edge“ Technologien aufweisen und damit die notwendigen Synergien für internationale Spitzenforschung generieren.

Nutzenperspektive

Mit seinen Anwendungsfeldern trägt das ICBBR zur Entwicklung neuer Therapien sowie zu den Zielen der nationalen Forschungsprogramme (Bioökonomie, Biotech 2020+, HighTech Strategie) bei. Die Kombination führender Expertise in Biologie, synthetischer Chemie und Ingenieurwesen mit „state-of-the-art“ Technologie-Plattformen erlauben Forschung und Entwicklung in weltweit fast einzigartigem Maßstab. Mit der Offenheit für externe akademische und industrielle Nutzer werden die bestehenden Kooperationen (DKFZ, HZG Teltow) gestärkt und neue Netzwerke mit internationalen Partnern möglich.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2017 bis 2020
- Betrieb: mind. 50 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Investitionskosten: 36 Mio. Euro insgesamt, davon 23 Mio. Euro Helmholtz-Anteil
- Betriebskosten (dazu zählen Sachkosten wie Energie, Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffe, Wartung, Abschreibungen der FIS): 2,2 Mio. Euro pro Jahr

Internationale Dimension:

Weltweit gibt es bereits einige Zentren mit ähnlicher Ausrichtung, die spezifische Kombination von Technologie-Plattformen und wissenschaftlicher Expertise im ICBBR ist jedoch international einzigartig.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das KIT schafft mit dem ICBBR eine zentrale Forschungsinfrastruktur als Basis für neue Impulse und wissenschaftliche Ergebnisse in der Biotechnologie sowie für neue internationale Kooperationen.

Weitere Informationen:

<http://www.bif.kit.edu>

<http://www.ezrc.kit.edu>

<http://www.complat.kit.edu>



INNOVATIONSPLATTFORM FÜR LASTTRAGENDE UND MULTIFUNKTIONALE MATERIALSYSTEME (INNOMATSY)

Optimierung von Materialsystemen und deren Prozessierung wird weltweit als ein Schlüsselement im globalen Wettbewerb gesehen. Die grundlegenden Beziehungen zwischen Herstellungsprozessen und den erzielbaren makroskopischen Eigenschaften können derzeit nur bruchstückhaft angegeben werden. Mittels weltweit einzigartiger *in-situ* Prozessproben-Umgebungen im Laborbereich und an Hochleistungsgrößgeräten für Synchrotron- und Neutronenstrahlung (z.B. PETRA III, XFEL, ESS, FRM II) werden rasch ablaufende Vorgänge im Inneren der Materialien qualitativ und quantitativ erfassbar sein. Die Kopplung mit Computersimulationen erlaubt die Verifikation der materialwissenschaftlichen Modelle und damit künftig eine gezielte modell- und simulationsgestützte Entwicklung von Materialsystemen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Zugrunde liegen Fragestellungen zur Erfassung der grundlegenden morphologischen und kinetischen Vorgänge beim Erstarren von Materialien sowie bei der plastischen Verformung während des Prozessierens, um darauf aufbauend entscheidend verbesserte Modelle für die Prozessoptimierung abzuleiten. Die simultane Erfassung von Spannungszuständen und Verformung bei Plastizität, Phasenumwandlungen, Schädigung und Rissbildung, Biokompatibilität und -abbauverhalten liefern die Grundlagen für das Verständnis der resultierenden Eigenschaften, die für die Umsetzbarkeit in Anwendungen wesentlich sind.

Nutzenperspektive

Die FIS leistet konkrete Beiträge für die gesellschaftlich relevanten Anwendungsbereiche Leichtbau und mobile Zukunft (Einsparung von Gewicht, Erhöhung der Sicherheit), Ressourcenschonung (energieeffiziente Produktion, Recycling), Energiespeicherung und -umsetzung (Entwicklung von Speichermaterialien für regenerativ erzeugte Energie), alternative Trenntechniken (effiziente Stofftrennung mit Membrantechnologien) sowie zur regenerativen Medizin (bioabbaubarer Knochenersatz). Die geplante FIS unterstützt mit diesen und weiteren Anwendungen wesentliche Themen der High-Tech Strategie des BMBF.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: 2018 bis 2020
- Betrieb: 20 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 1 Mio. Euro
- Investitionskosten: 25 Mio. Euro insgesamt, getragen von Helmholtz
- Betriebskosten ohne Abschreibungen: 2 Mio. Euro pro Jahr, Abschreibungen: 1,25 Mio. Euro pro Jahr
- Rückbaukosten: keine

Internationale Dimension:

Die InnoMatSy wird ab 2020 als eine weltweit einzigartige Forschungsplattform für lasttragende und multifunktionale Materialsysteme einer internationalen Nutzergemeinde zur Verfügung stehen.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

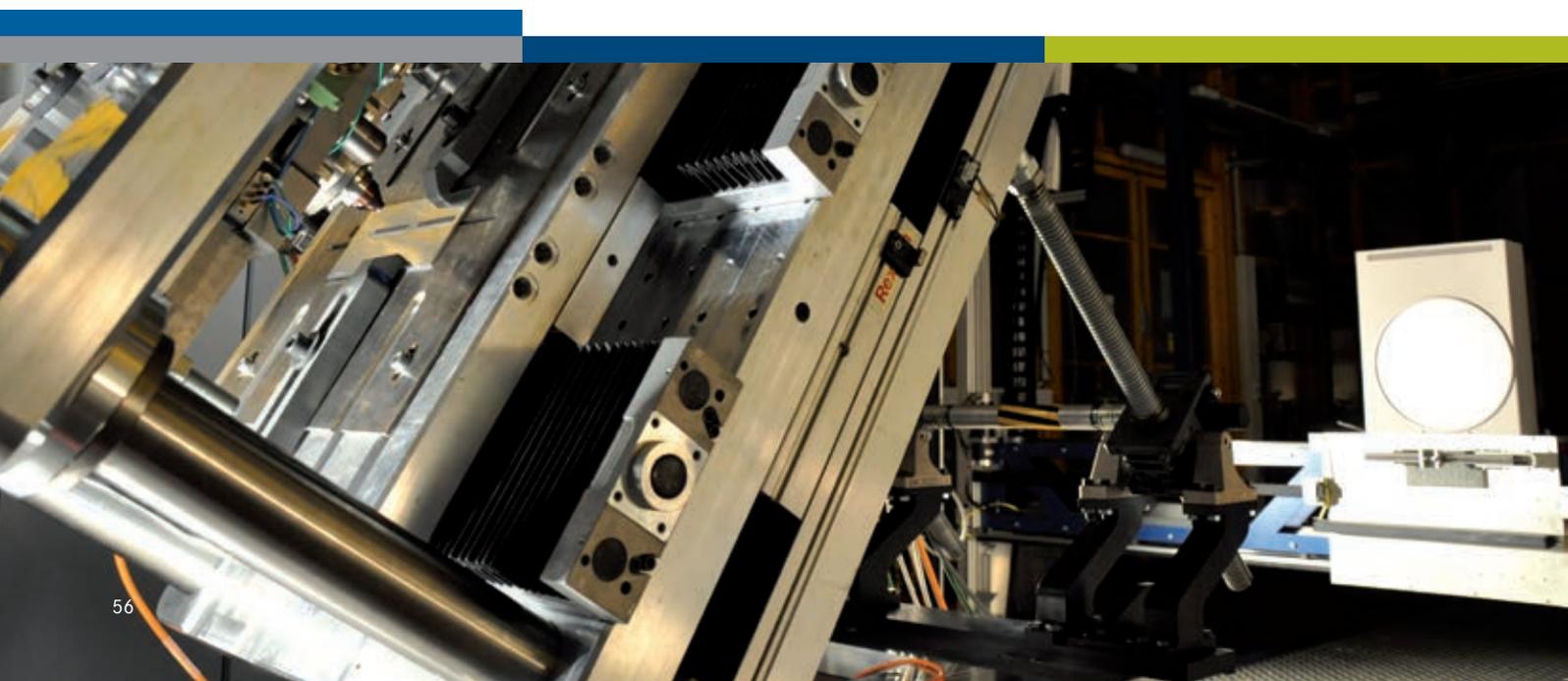
Basierend auf den Ergebnissen der wegweisenden Vorarbeiten am HZG in den Programmen Advanced Engineering Materials und From Matter to Materials and Life wird sich mit der InnoMatSy eine einzigartige Forschungsplattform etablieren (Architektenrolle).

Weitere Informationen:

http://www.hzg.de/institutes_platforms/materials_research/index.php.de

http://www.hzg.de/institutes_platforms/polymer_research/index.php.de

http://www.hzg.de/institutes_platforms/gems/index.php.de



BETEILIGUNG DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT AN ESFRI-PROJEKTEN

ESFRI leistet einen Beitrag zur europäischen Strategie der Forschungsinfrastrukturen. Es bietet den Delegierten der europäischen Ministerien (EU und assoziierte Partner) ein Forum, sich über angehende Projekte auszutauschen, die aufgrund ihrer Größe eine europäische Dimension annehmen werden – unabhängig von den geplanten nationalen Forschungsinfrastrukturen. Die Helmholtz-Gemeinschaft und ihre 18 Forschungszentren bringen sich sowohl in den Prozess zur Ausgestaltung der ESFRI-Roadmap als auch in die europaweit koordinierten Aktivitäten zu ihrer Umsetzung ein. Dabei ist ihnen das BMBF, das im ESFRI-Prozess die deutsche Position vertritt, ein zuverlässiger und unterstützender Partner. Im Rahmen der Aktualisierung der ESFRI-Roadmap 2016 bringt die Helmholtz-Gemeinschaft zwei von ihr koordinierte neue Vorhaben ein, die dem ESFRI Executive Board vorgeschlagen und von strategischen Arbeitsgruppen evaluiert werden. Ob diese Projekte in die ESFRI-Roadmap 2016 aufgenommen werden, entscheidet nach Vorbereitung durch das Executive Board das ESFRI Forum.

Die von Helmholtz eingebrachten ESFRI-Projekte,

- European Multi-environment Plant pHenomics And Simulation InfraStructure (EMPHASIS) und
- Integrated European Long-term ecosystem and critical zone research infrastructure (eLTER),

durchliefen dasselbe Auswahlverfahren in den Forschungsbereichen der Gemeinschaft wie die anderen im Rahmen der Helmholtz-Roadmap priorisierten Projekte (siehe Anhang). Das heißt: die hier aufgelisteten Projekte wurden von den Forschungsbereichen der Helmholtz-Gemeinschaft zukünftig als prioritär eingestuft. Diese Projekte, an denen Helmholtz-Zentren maßgeblich beteiligt sind, sind hoch relevant für die Forschungsthemen der Helmholtz-Gemeinschaft.

Die Helmholtz-Zentren sind an vielen Vorhaben der ESFRI-Roadmap beteiligt. Einige wurden bzw. werden in die Implementierungsphase überführt, darunter

- EU-Openscreen
- European Magnetic Field Laboratory (EMFL)
- European Spallation Source (ESS)
- European XFEL
- Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR)
- FELs OF EUROPE/EUROFEL
- INFRAFRONTIER Research Infrastructure for phenotyping and archiving of model mammalian genomes
- Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE)

Auch in zwei der drei ESFRI-Projekte auf der der Nationalen Roadmap des BMBF sind Helmholtz-Zentren präsent:

- die Cherenkov-Teleskop-Anlage (CTA), die das Verständnis über die komplexen Strukturen in der Milchstraße und von extragalaktischen Quellen wesentlich erhöhen wird; und
- IAGOS (In-service Aircraft for a Global Observing System), das mithilfe ziviler Verkehrsflugzeuge Atmosphärendaten aus der Höhe der Flugkorridore gewinnen wird und auf dieser Basis genauere Klimavorhersagen treffen sowie die Auswirkungen der Luftverschmutzung feststellen kann.

Weitere Projekte, die sich derzeit noch in der Planungsphase befinden, sollen in der überarbeiteten ESFRI-Roadmap bestehen bleiben. Insbesondere

- EPOS – Infrastructure for the study of tectonics and Earth surface dynamics und
- Euro Bioimaging

werden von den beteiligten Zentren unterstützt.

	Forschungsinfrastruktur	Beteiligte Zentren	beteiligte Programme	Investitionskosten insgesamt / Anteil Helmholtz in Mio. €	Betriebskosten p.a in Mio. €	Projektbeginn und -ende
Erde und Umwelt	Integrated European Long-term ecosystem and critical zone research infrastructure (eLTER)	UFZ; FZJ	Geosystems, Atmosphere and Climate, Terrestrial Environment	1,8 / 1,6 (Phase I) 12,4 / 8,0 (Phase II)	3,9 / 2,9 (Phase I) 23,1 / 7,4 (Phase II)	Vorbereitung: 2016 – 2018; Betrieb: 10 Jahre
Schlüsseltechnologien	European Multi-environment Plant pHenomics And Simulation InfraStructure (EMPHASIS)	FZJ, HMGU	Key Technologies for the Bioeconomy	15 / 10	5 / 2	Bau: 2017 – 2019; Betrieb: 9 Jahre

INTEGRATED EUROPEAN LONG-TERM ECOSYSTEM AND CRITICAL ZONE RESEARCH INFRASTRUCTURE (eLTER)

Es ist geplant, gemeinsam mit Partnern aus Deutschland und Europa, ein von Wissenschaft und Anwendung dringend gefordertes Netzwerk zur Harmonisierung und Integration der europäischen Langzeitökosystemforschung einzurichten. Dieses umfasst insbesondere Maßnahmen zur Verknüpfung der Langzeitforschungen zur Biosphäre mit denen zur Pedosphäre, sowie ggf. Hydrosphäre und Atmosphäre. Die Initiative soll durch ein gemeinsames Projekt der Netzwerke „European Long Term Ecological Research (LTER-Europe)“ und „Critical Zones Observatories (CZO)“ im Rahmen einer Europäischen strategischen Forschungsinfrastruktur (ESFRI) gestartet werden und schon vorhandene Forschungsplattformen ausbauen und verknüpfen. Kernelement (und Blaupause) sind die TERENO-Observatorien von Helmholtz, die auf bestehende Ökosystemforschungs-Standorte in Europa möglichst in einem Nord-Süd-Transekt (ggf. auch Ost-West) angeordnet sein sollen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Die wissenschaftlichen Herausforderungen durch den Globalen Wandel erfordern eine ganzheitliche Betrachtung des Umweltsystems. Hierzu muss ein langfristiges Monitoring der relevanten Umweltparameter ermöglicht sein, das flexibel genug ist, um ereignisbezogene Umweltbeobachtung zu integrieren und nicht zuletzt experimentelle Komponenten einzuschließen.

Die Infrastruktur dient der Beantwortung folgender wissenschaftliche Kernfragen vor den Hintergrund von Ökosystemdienstleistungen hinsichtlich der (1) wichtigsten Treiber, die Ökosysteme beeinträchtigen, und der Faktoren, die die Resilienz der Ökosysteme beeinflussen; (2) „tipping points“ von Ökosystemen (3) der Rückkopplungsmechanismen bei Stoffflüssen und (4) Ableitung von Pufferungsmöglichkeiten sowie Handlungsoptionen.

Strategische Bedeutung im (inter-)nationalen Kontext

LTER/CZO soll Grundlagen liefern, damit in Zukunft gesellschaftlich notwendige Ökosystemleistungen gesichert werden können die der Reinhaltung von Boden, Wasser und Luft sowie Nahrung und Biomasse dienen. Auf Grund der Ergebnisse sollen Optionen

zur Nachhaltigen Nutzung der Ökosysteme erarbeitet werden können. Weiterhin wird mit LTER/CZO ein entscheidender Beitrag zur globalen Vernetzung der Umweltforschung geschaffen und die in Europa bisher fehlende Schnittstelle zu außereuropäischen Initiativen wie NEON (National Ecological Observatory Network, USA) oder TERN (Terrestrial Ecosystem Research Network, Australien) geschaffen.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Vorbereitungsphase: 2016 bis 2018
- Betrieb: 10 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Investitionskosten:
 - 1,8 Mio. Euro, davon 1,6 Mio. Euro Helmholtz-Anteil (Phase I)
 - 12,4 Mio. Euro, davon 8,0 Mio. Euro Helmholtz-Anteil (Phase II)
- Betriebskosten:
 - 3,9 Mio. Euro, davon 2,9 Mio. Euro Helmholtz-Anteil (Phase I)
 - 23,1 Mio. Euro, davon 7,4 Mio. Euro Helmholtz-Anteil (Phase II)
- Rückbaukosten: keine

Internationale Dimension:

National würde TERENO gestärkt, international (Europa) würden vergleichbare Langzeituntersuchungsflächen auf den TERENO-Standard gebracht werden. Partner sind u.a. CEH (UK), CSIC (Spanien) und SYKE (Finnland).

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ würde die Leitung des Konsortiums übernehmen und erhält somit, gemeinsam mit den an TERENO beteiligten Helmholtz-Zentren auch die Architektenrolle.



EUROPEAN MULTI-ENVIRONMENT PLANT PHENOMICS AND SIMULATION INFRASTRUCTURE (EMPHASIS)

Zur Sicherung der Welternährung und der nachhaltigen Produktion für die Bioindustrie muss die Züchtung beschleunigt werden. Neben molekularen Methoden ist die quantitative Analyse von Pflanzen in Wechselwirkung mit der Umwelt (Phänotypisierung) die zentrale Schlüsseltechnologie. EMPHASIS schafft die europäische Infrastruktur zur Phänotypisierung züchterisch relevanter Kulturpflanzen unter kontrollierten Gewächshaus- und simulierten Umweltbedingungen im Freiland und in Zuchtgärten. EMPHASIS stellt IT-Kompetenz bereit, um phänotypische mit omics-Daten zu verknüpfen und durch die Simulation pflanzlicher Reaktionen auf Umweltbedingungen die Züchtung zu verbessern. EMPHASIS wird die weltweit führende Position deutscher und europäischer Phänotypisierung erhalten und ausbauen.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Pflanzenphänotypisierung nutzt nicht-invasive Technologien, um Strukturen und Physiologie von Pflanzen zu quantifizieren. Innovative Sensorik entschlüsselt neue züchterisch relevante Merkmale; Automatisierung etabliert Hochdurchsatz-Screening. Durch Simulation dynamischer Umwelt in Gewächshaus und Freiland (z.B. CO₂ (FACE), Boden-/ Lufttemperatur) wird die Interaktion von Genotyp und Umwelt analysiert. Die phänotypischen Daten werden zur Parametrisierung von Modellen eingesetzt, die durch die Integration mit omics-Daten prädiktive Züchtung ermöglichen wird.

Nutzenperspektive

EMPHASIS etabliert Synergien in Technologieentwicklung zwischen nationalen Plattformen in Europa, schafft ein Netzwerk von modernsten Infrastrukturen, Datenintegration zwischen nationalen Plattformen und transparenten Zugang zu High-end-Technologien für Wissenschaft und Praxis. EMPHASIS bildet die Basis für die Interaktion mit Wirtschaftszweigen (Sensorik, Robotik, etc.) über die Landwirtschaft hinaus und fördert die Umsetzung der Fortschritte in Genetik und Molekularbiologie in Innovationen. EMPHASIS begründet die grenzüberschreitende Kooperation zwischen Universitäten und Industrie.

Daten und Zahlen

Zeitplan:

- Bau: von 2017 bis 2019
- Betrieb: 9 Jahre

Geschätzte Kosten:

- Vorbereitungs-/Planungskosten: 4 Mio. Euro
- Investitionskosten: 15 Mio. Euro insgesamt, davon 10 Mio. Euro Helmholtz-Anteil
- Betriebskosten: max. 2 Mio. Euro (Helmholtz-Anteil)
- Rückbaukosten: noch nicht spezifizierbar

Internationale Dimension:

Europa ist bei dem Thema weltweit führend. Mit dem Deutsches Pflanzen Phänotypisierungsnetzwerk (DPPN) und dem French plant phenomic network (FPPN) sind nationale Netze als Basis etabliert. Die nationalen Konzepte aus Belgien, Dänemark und UK sollen einbezogen werden.

Rolle des Zentrums/der Zentren:

Das Forschungszentrum Jülich übernimmt die Koordination von EMPHASIS und koordiniert derzeit sowohl das Deutsche-, als auch das Europäische Netzwerk sowie die weltweite Initiative (IPPN).

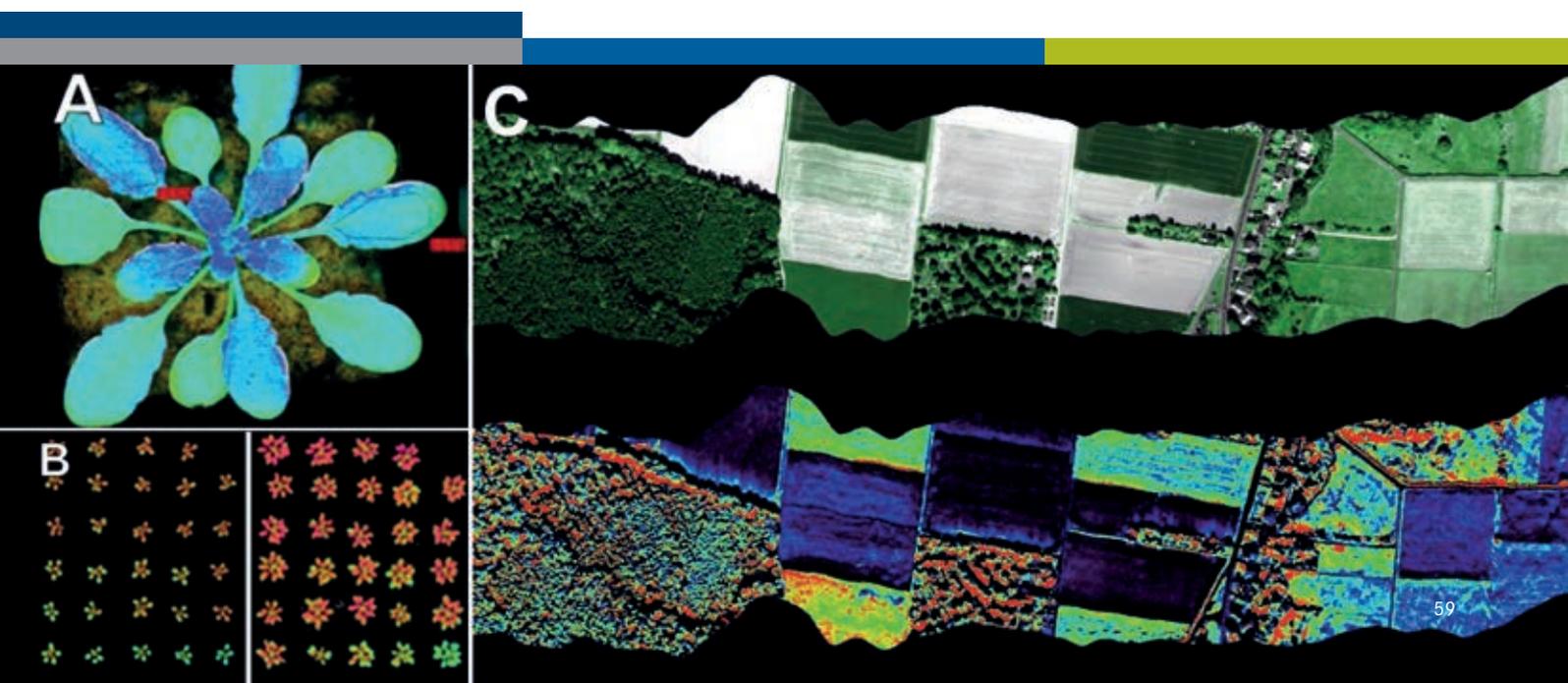
Weitere Informationen:

FZJ-koordinierte Phänotypisierungsnetzwerke:

Deutschland: Entwicklung und Aufbau www.dppn.de

EU: Nutzung bestehender Anlagen www.plant-phenotyping-network.eu

Globale Initiative: www.plant-phenotyping.org



SEPARAT FINANZIERT PROJEKTE

In Ergänzung zu den bisher vorgestellten Projekten betreibt die Helmholtz-Gemeinschaft Forschungsinfrastrukturen im nationalen Interesse, die durch Sonderfinanzierungen der Zuwendungsgeber ermöglicht werden.

Ein Beispiel ist die Meeres- und Küstenforschung, für die Deutschland über eine sehr leistungsfähige Flotte von Forschungsschiffen verfügt. Diese stellen universelle Plattformen dar und ermöglichen die Forschung in allen meereswissenschaftlichen Disziplinen und in allen Ozeanen. Die Betriebskosten für die Schiffe werden von den Helmholtz-Zentren finanziert.

In den nächsten Jahren müssen mehrere Forschungsschiffe erneuert und ein Höchstleistungsrechner der Exascale-Klasse realisiert werden.

Neubau Forschungsschiff Polarstern (AWI)

Die neue Polarstern ist ein multifunktionales Forschungsschiff für alle marinen Forschungsbereiche im Freiwasser und vor allem in eisbedeckten Gebieten. Grundvoraussetzung ist dafür die Tauglichkeit als Eisbrecher. Ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal des neuen Forschungsschiffes stellt die Versorgung von Forschungsstationen in der Antarktis sowie die Unterstützung landgebundener Forschungsarbeiten dar.

Die neue Polarstern soll ein energieeffizientes, ökonomisches, umweltfreundliches, zuverlässiges, vibrationsfreies, geräuscharmes und hydroakustisch leises Forschungsschiff werden, das alle wissenschaftlichen Anforderungen der nächsten 30 Jahre erfüllen kann.

Nachfolge Forschungsschiff Poseidon (GEOMAR)

Das aktuelle Forschungsschiff Poseidon wurde bereits 1976 in Dienst gestellt und ist damit eines der ältesten deutschen Forschungsschiffe. Während der letzten 20 Jahre wurde das Schiff immer wieder auf den neuesten Stand gebracht. Aufgrund seiner angegriffenen schiffbaulichen Struktur und eines Teils der maschinen-technischen Einrichtungen wird das Schiff nur noch bis Ende 2019 die notwendige Zulassung erhalten und danach als Forschungsschiff nicht mehr zur Verfügung stehen. Entsprechend wird ein Ersatzbau geplant, der als ozeanisches Forschungsschiff die Lücke zwischen den vorhandenen globalen und den regionalen Forschungsschiffen füllen soll.

Angestrebt wird der Bau eines Tiefseeforschungsschiffes, das alle ökologischen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Anforderungen der nächsten 20 bis 30 Jahre erfüllen kann. Vor allem im Hinblick auf Energieeffizienz und Umweltschutz werden für das neue Forschungsschiff innovative technische „Green-Ship“-Konzepte verfolgt.

Forschungsschiff für Küsten- und Schelfmeere: Nachfolge Ludwig Prandtl

Das Flachwasserforschungsschiff Ludwig Prandtl wird für umfangreiche Messaufgaben in der Küstenforschung, insbesondere dem COSYNA Observatorium eingesetzt. Dazu zählen die Arbeitspakete „Biogeochemical provinces of sea floors in the German North Sea sector“ und „Interface processes and physical dynamics of the coastal ocean“. Das Forschungsschiff wurde und wird intensiv für die Kooperation mit Universitäten und Forschungseinrichtungen der Küstenregionen von Nord- und Ostsee genutzt.

Die Ludwig Prandtl ist aufgrund ihrer Bauweise nur bei geringen Windgeschwindigkeiten und entsprechendem Seegang für die Küstenforschung verwendbar. Diese Einschränkung bedeutet eine erhebliche Begrenzung der Einsetzbarkeit des Schiffes für die Küstenforschung. Aufgrund ihres Alters, neuer Aufgaben und der damit verbundenen höheren Anforderungen muss die Ludwig Prandtl durch einen Neubau ersetzt werden.

Exascale Computer

Das Forschungszentrum Jülich hat durch stetigen Ausbau seiner HPC-Infrastruktur, seine maßgeblichen Beiträge zur Entwicklung der Supercomputertechnologie und durch Koordination des europäischen HPC-Infrastrukturprojektes Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE) eine Spitzenposition unter den Supercomputerzentren in Europa erreicht.

Im Co-Design werden mit führenden Herstellern Prototypen energieeffizienter, neuer Hochleistungsrechnerarchitekturen entwickelt. Ziel ist es, den Nutzern ein weltweit führendes Instrument der Exascale-Klasse für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn zur Verfügung zu stellen. Ein solches System kann nur im Rahmen eines Gesamtkonzeptes der Helmholtz-Gemeinschaft und des Gauß Center for Supercomputing realisiert werden. Mit zusätzlicher Unterstützung durch die EU-Kommission soll der Exascale Computer auch das zentrale Großgerät der geplanten Jülicher Human Brain Facility werden.

DER ROADMAP-PROZESS IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Der Roadmap-Prozess ist innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft als *bottom-up* Prozess konzipiert: Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler bringen die Vorhaben auf Basis von breit angelegten Diskussionen in der Gemeinschaft ein. Im Mittelpunkt steht die Frage, mit welchen Infrastrukturen die Forschung vorangetrieben werden kann, um im internationalen Umfeld führend und exzellent forschen zu können. Dieser Prozess ist inhaltlich und zeitlich mit dem Portfolioprozess und den entsprechenden Diskussionen in den Forschungsbereichen verbunden, die unter anderem auf dem Abgleich der jeweiligen Roadmaps basieren. Naturgemäß sind die Zeitskalen in den Forschungsbereichen unterschiedlich: Ein neues Synchrotron bedarf einer längeren Planungs- und Bauzeit als ein Großlabor für die Forschung zum Energienetz. Bei allen Vorhaben wird die nationale und internationale Dimension – insbesondere die Beteiligung an international geplanten Infrastrukturen – berücksichtigt.

Die Helmholtz-Roadmap versteht sich als „Eingangstor“ sowohl hinsichtlich der Roadmap auf nationaler und europäischer Ebene als auch für die Helmholtz-interne Entscheidung für strategische Ausbauinvestitionen. Daher beinhaltet die Roadmap nur Projekte, zu denen noch keine Finanzierungsentscheidung getroffen wurde, zu denen allerdings belastbare Finanzierungskonzepte für die Betriebsphase vorliegen. Die Kriterien sind mit dem Verfahren zur Priorisierung der strategischen Ausbauinvestitionen abgestimmt; dazu gehört eine Untergrenze bei den Investitionskosten i.H.v. 15 Mio. Euro. Alle Forschungsbereiche können bis zu sechs Vorhaben einbringen; der Forschungsbereich Materie aufgrund der vielen Nutzergeräte bis zu zwölf. Das Investitionsvolumen orientiert sich an dem Umfang der verfügbaren Helmholtz-Mittel für strategische Ausbauinvestitionen in den kommenden zehn Jahren und beträgt etwa das Doppelte dieser Investitionssumme. Damit erhält die Liste den notwendigen Grad an Verbindlichkeit und stellt eine realistische Basis für weitere Diskussionen mit den Forschungspartnern und dem Zuwendungsgeber dar. Ein besonderes Augenmerk gilt auch den Betriebskosten der Forschungsinfrastrukturen, die von den Zentren zu erbringen sind. Bei allen Anträgen bis auf den „European XFEL Phase II“ und die „Hochbrillanz Spallationsquelle“ sagen die antragstellenden Zentren zu, die anteiligen Betriebskosten aus ihrem Zentrumsbudget finanzieren zu können.

Die Priorisierung in den Forschungsbereichen erfolgt aufgrund:

- des *scientific case*, der wissenschaftlichen **Qualität** der Fragestellung, die mit der Forschungsinfrastruktur bearbeitet wird, und der
- **strategischen Bedeutung** der Forschungsinfrastruktur für die Weiterentwicklung der Helmholtz-Gemeinschaft sowie hinsichtlich der forschungspolitischen Ziele in den einzelnen Bereichen.

Die Kriterien sind im folgenden Abschnitt ausgeführt.

Nach den forschungsbereichsinternen Diskussionen findet schließlich die übergreifende Betrachtung statt. Zunächst innerhalb der Gemeinschaft, dann mit Vertretern von Universitäten und den an-

deren außeruniversitären Forschungsorganisationen. Die Beiträge der Partner, vor allem hinsichtlich der Nutzergeräte und Vorhaben für die nationale Roadmap, fließen entsprechend in die abschließende Betrachtung sowie die Darstellung in dieser Roadmap-Broschüre ein.

Kriterien für die Auswahl der FIS-Vorhaben

Wie bei den Auswahlkriterien zu den strategischen Ausbauinvestitionen gilt auch für die Roadmap eine Unterteilung in A- und B-Kriterien. Nur wenn die Kriterien mit sehr gut bis hervorragend bewertet werden, bleibt eine Forschungsinfrastruktur im Auswahlverfahren. Ist diese Bedingung erfüllt, werden die Maßnahmen anhand der B-Kriterien beurteilt. Für Nutzergeräte und Netzwerke bzw. Plattformen kommen zusätzliche Faktoren zur Anwendung. Als Bewertungsskala werden die folgenden vier Stufen (ebenfalls in Analogie zum Investitionsverfahren) festgelegt:

- hervorragend
- gut
- hinreichend
- nicht hinreichend

A-KRITERIEN

A.1 Wissenschaftliche Qualität der Fragestellung, die mit der Forschungsinfrastruktur bearbeitet wird

Darunter fallen:

- die Perspektive und nachhaltige Relevanz des Forschungsgebietes, auf dem die Forschungsinfrastruktur eingesetzt werden wird;
- das Potenzial der Forschungsinfrastruktur und des wissenschaftlichen Konzeptes, um damit Spitzenforschung zu realisieren;
- die Expertise der Beteiligten auf dem betreffenden Wissensschaftsgebiet bzw. zum Bau und Betrieb der Forschungsinfrastruktur.

A.2 Strategische Bedeutung der Forschungsinfrastruktur für die Weiterentwicklung der Helmholtz-Gemeinschaft

Darunter fallen:

- nationale und internationale Bedeutung der Forschungsinfrastruktur, Alleinstellungsmerkmal;
- Verstärkung der Sichtbarkeit der Helmholtz-Gemeinschaft;
- Beitrag zur Lösung großer gesellschaftlicher Fragen (auch reiner Erkenntnisgewinn);
- forschungspolitische Ziele in den Forschungsbereichen.

B-KRITERIEN

B.1 Projektreife

Darunter fallen:

- Dringlichkeit der Umsetzung der Forschungsinfrastruktur
- Konkretisierungsgrad der Planung

B.2 Folgeabschätzung

Darunter fallen:

- regionaler und überregionaler wirtschaftlicher Faktor
- Akzeptanz in der Öffentlichkeit
- Planungen für den Rückbau

B.3 Für Nutzergeräte: Bedarf und Nutzung von und durch Dritte

Darunter fallen:

- der Bedarf für eine Nutzung und der damit verbundene Zugang für Dritte
- ein konsolidiertes Konzept für die Nutzung

B.4 Für Netzwerke oder Plattformen: Mehrwert durch Netzwerk- oder Plattformbildung

Hier wird dargestellt, ob das Netzwerk bzw. die Plattform:

- einen Mehrwert und funktionalen Zusammenhang durch die Zusammenführung von räumlich verteilten Geräten zu einer Forschungsinfrastruktur ergibt;
- das erforderliche Minimum an synoptisch arbeitenden Stationen oder Geräten enthält, um die Aufgaben der vernetzten Forschungsinfrastruktur zu erfüllen;
- als eine Forschungsinfrastruktur durch gemeinsame Koordination und Management geplant wird.

AUSBLICK

Mit der Helmholtz-Roadmap für Forschungsinfrastrukturen leistet die Gemeinschaft einen Beitrag zum vertieften Dialog mit den Zuwendungsgebern über die zukünftigen Forschungsperspektiven von Helmholtz und die für deren Umsetzung notwendigen Forschungsinfrastrukturen. Die Errichtung der hier dargestellten Infrastrukturen wird in den kommenden Jahren in Abstimmung mit den Zuwendungsgebern und unter Einbeziehung unserer Partner höchste Priorität haben. In regelmäßigen Abständen und im engen Zusammenspiel mit den weiteren Strategie-Prozessen in der Helmholtz-Gemeinschaft, wird die vorliegende Roadmap für Forschungsinfrastrukturen überarbeitet.

FORSCHUNGSINFRASTRUKTUREN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT – NUTZERGERÄTE

Die Helmholtz-Gemeinschaft betreibt eine Vielzahl von Forschungsinfrastrukturen als Nutzergeräte für Forscher aus dem In- und Ausland. Mehr als 50 Prozent der verfügbaren Messzeit steht für die Nutzer auf Basis eines *peer review*-Verfahrens zur Verfügung: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stellen Anträge, die von Fachexperten begutachtet werden. Die Helmholtz-Zentren als Betreiber der Forschungsinfrastrukturen unterstützen die Forscher bei der Durchführung ihrer ausgewählten Experimente.

In der dritten Periode der Programmorientierten Förderung (2014 bis 2018 bzw. 2015 bis 2019) betreibt die Helmholtz-Gemeinschaft insgesamt 20 Nutzergeräte.

Forschungsbereich Erde und Umwelt

Das Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) und das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel betreiben vier Forschungsschiffe im Nutzerbetrieb: **Polarstern** und **Heincke** (AWI) sowie **Poseidon** und **Alkor** (GEOMAR). Sie gehören zu den acht deutschen Schiffen, die speziell für die Meeresforschung konstruiert wurden und für Arbeiten in der Biologie, Geologie, Geophysik, Glaziologie, Geochemie, Ozeanographie und Meteorologie ausgerüstet sind.

Neben den Forschungsschiffen betreiben die Helmholtz-Zentren im Forschungsbereich die **Neumayer-Station** als Zentrum der deutschen Antarktisforschung (AWI) sowie die Modular Earth Science Infrastructure **MESI** zur Bereitstellung wissenschaftlicher Infrastrukturleistungen in den Geowissenschaften (Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ).

Forschungsbereich Gesundheit

Für die individuelle Risikobewertung und Entwicklung persönlicher Präventionsstrategien hat Helmholtz eine bundesweite Gesundheitsstudie, die **Nationale Kohorte**, initiiert (Deutsches Krebsforschungszentrum, Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung, Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft). Die Langzeit-Bevölkerungsstudie wird von Helmholtz gemeinsam mit Universitäten, der Leibniz-Gemeinschaft und der Ressortforschung aufgebaut, um die Ursachen von Volkskrankheiten aufzuklären, Risikofaktoren zu identifizieren, Wege einer wirksamen Vorbeugung aufzuzeigen sowie Möglichkeiten der Früherkennung von Krankheiten zu identifizieren.

Forschungsbereich Materie

Eine wichtige Aufgabe des Forschungsbereichs sind Entwicklung, Aufbau und Betrieb von wissenschaftlichen Großgeräten und Forschungsinfrastrukturen. Aus diesem Grund sind 12 der 20 aktuellen Nutzergeräte in diesem Forschungsbereich angesiedelt.

Helmholtz betreibt in internationaler Kollaboration im Rahmen des Worldwide LHC Computing Grid zwei Computing-Zentren: das Grid Computing Centre Karlsruhe **GridKa** (Karlsruher Institut für Technologie) und das **Tier II**-Zentrum am Deutsches Elektronen-

Synchrotron DESY für die Datenanalyse der Experimente am LHC (Large Hadron Collider, CERN).

Zur Untersuchung der Strukturen und dynamischen Vorgänge von und in Materie und Materialien sowie ihren Funktionsweisen stellt die Helmholtz-Gemeinschaft zehn Forschungsinfrastrukturen zur Verfügung. Vier davon sind Photonenquellen: der Freie-Elektronen-Laser **FLASH** (DESY), die Röntgenstrahlungsquelle **PETRA III** (DESY), der Berliner Elektronenspeicherring für Synchrotronstrahlung **BESSY II** (Helmholtz-Zentrum Berlin/HZB) und die Angströmquelle Karlsruhe **ANKA** (Karlsruher Institut für Technologie). In wenigen Jahren kommt der European X-Ray Free-Electron Laser **XFEL** (DESY) hinzu. Neutronenquellen können über den Berliner Experimentier-Reaktor **BER II** (HZB) und das Jülich Centre for Neutron Research **JCNS** (Forschungszentrum Jülich) genutzt werden. Das German Engineering Materials Science Centre **GEMS** (Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung) ist die zentrale Nutzerplattform für die komplementäre Forschung mit sowohl Photonen als auch Neutronen. Ionenstrahlen können am Ion Beam Centre **IBC** (Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf) genutzt werden. Die Strahlungsquelle **ELBE** (HZDR) stellt neben einem primären Elektronenstrahl großer Brillanz und geringer Emitanz auch Photonen und Teilchenstrahlen als Sekundärstrahlen für Experimente zur Verfügung. Das Hochfeld-Magnetlabor Dresden **HLD** (HZDR) schließlich bietet höchste gepulste Magnetfelder für die Materialforschung.

Forschungsbereich Schlüsseltechnologien

Für die Forschung im Bereich Mikro- und Nanostrukturen bietet die Karlsruhe Nano Micro Facility **KNMF** (KIT) Zugang zu modernsten Technologien zur Mikro- und Nanostrukturierung, Mikroskopie und Spektroskopie sowie Synchrotron-Charakterisierung.

MITGLIEDER DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Alfred-Wegener-Institut

Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung

Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven
Telefon: +49 (0) 471 48 31 -0, Telefax: +49 (0) 471 48 31 - 1149
E-Mail: info@awi.de
www.awi.de

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Notkestraße 85, 22607 Hamburg
Telefon: +49 (0) 40 89 98-0, Telefax: +49 (0) 40 89 98-3282
E-Mail: desyinfo@desy.de
www.desy.de

Deutsches Krebsforschungszentrum

Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg
Telefon: +49 (0) 6221 42-0, Telefax: +49 (0) 6221 42-2995
E-Mail: presse@dkfz.de
www.dkfz.de

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Linder Höhe, 51147 Köln
Telefon: +49 (0) 2203 601-0, Telefax: +49 (0) 2203 67 310
E-Mail: contact-dlr@dlr.de
www.dlr.de

Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE)

Ludwig-Erhard-Allee 2, 53175 Bonn
Telefon: +49 (0) 228 43 302-0, Telefax: +49 (0) 228 43 302-279
E-Mail: information@dzne.de
www.dzne.de

Forschungszentrum Jülich

Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich
Telefon: +49 (0) 2461 61-0, Telefax: +49 (0) 2461 61-8100
E-Mail: info@fz-juelich.de
www.fz-juelich.de

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Wischhofstraße 1-3, 24148 Kiel
Telefon: +49 (0) 431 600-0, Telefax: +49 (0) 431 600-2805
E-Mail: info@geomar.de
www.geomar.de

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

Planckstraße 1, 64291 Darmstadt
Telefon: +49 (0) 6159 71-0, Telefax: +49 (0) 6159 71-2785
E-Mail: info@gsi.de
www.gsi.de

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

Hahn-Meitner-Platz 1, 14109 Berlin
Telefon: +49 (0) 30 80 62-0, Telefax: +49 (0) 30 80 62-42181
E-Mail: info@helmholtz-berlin.de
www.helmholtz-berlin.de

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Bautzner Landstraße 400, 01328 Dresden
Telefon: +49 (0) 351 260-0, Telefax: +49 (0) 351 269-0461
E-Mail: kontakt@hzdr.de
www.hzdr.de

Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung

Inhoffenstraße 7, 38124 Braunschweig
Telefon: +49 (0) 531 61 81-0, Telefax: +49 (0) 531 61 81-2655
E-Mail: info@helmholtz-hzi.de
www.helmholtz-hzi.de

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341 235-0, Telefax: +49 (0) 341 235-451269
E-Mail: info@ufz.de
www.ufz.de

Helmholtz-Zentrum Geesthacht

Zentrum für Material- und Küstenforschung
Max-Planck-Straße 1, 21502 Geesthacht
Telefon: +49 (0) 4152 87-0, Telefax: +49 (0) 4152 87-1403
E-Mail: contact@hzg.de
www.hzg.de

Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg
Telefon: +49 (0) 89 31 87-0, Telefax: +49 (0) 89 31 87-3322
E-Mail: presse@helmholtz-muenchen.de
www.helmholtz-muenchen.de

Helmholtz-Zentrum Potsdam

Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
Telegrafenberg, 14473 Potsdam
Telefon: +49 (0) 331 288-0, Telefax: +49 (0) 331 288-1600
E-Mail: presse@gfz-potsdam.de
www.gfz-potsdam.de

Karlsruher Institut für Technologie

Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe; Campus Nord:
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Telefon: +49 (0) 721 608-0, Telefax: +49 (0) 721 608-46123
E-Mail: info@kit.edu
www.kit.edu

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC)

Robert-Rössle-Straße 10, 13125 Berlin-Buch
Telefon: +49 (0) 30 94 06-0, Telefax: +49 (0) 30 949-4161
E-Mail: presse@mdc-berlin.de
www.mdc-berlin.de

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

(assoziiertes Mitglied)
Boltzmannstraße 2, 85748 Garching
Telefon: +49 (0) 89 3299-01, Telefax: +49 (0) 89 32 99-2200
E-Mail: info@ipp.mpg.de
www.ipp.mpg.de

Impressum

Herausgeber

Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren e.V.

Sitz der Helmholtz-Gemeinschaft

Ahrstraße 45, 53175 Bonn
Telefon 0228 30818-0, Telefax 0228 30818-30
E-Mail info@helmholtz.de, www.helmholtz.de

Kommunikation und Medien

Geschäftsstelle Berlin
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2, 10178 Berlin
Telefon 030 206329-57, Telefax 030 206329-60

V.i.S.d.P.

Jan-Martin Wiarda

Redaktion

Janine Tychsen, Dr. Sören Wiesenfeldt

Artdirektion

Franziska Roeder

Fotonachweis:

Titel: Markus Breig/KIT – Inneres des KATRIN Hauptspektrometers; S. 5: Helmholtz/D. Meckel; S. 12: KIT; S. 13: FZJ; S. 14: KIT; S. 15: KIT; S. 16: IPP/ Bernhard Ludewig; S. 19: Reto Stockli, NASA Blue Marble, published by the NASA Earth Observatory (Hintergrund), AWI, GEOMAR, UFZ, UFZ (Vordergrund vlnr.); S. 20: Peter Preusse; S. 21: KIT; S. 22: Alfred-Wegener-Institut/Lars Grübner; S. 23: Epizentrum (CC-BY-SA 3.0); S. 26: DKFZ; S. 27: Albrecht + Weisser Architekten Scharnhorststraße 1, 37154 Northeim; S. 28: DZNE/www.schmelz-fotodesign.de; S. 29: Werner Huthmacher/MDC; S. 32: DLR; S. 33: DLR; S. 34: Dassault Aviation/P. Bowen; S. 35: DLR; S. 36: DLR; S. 39: CERN; S. 40: Helmholtz Alliance for Astroparticle Physics/ A. Chantelauze (Collage), Pierre Auger Observatory/ S. Saffi (Bild), ASPERA/Novapix/L. Bret (Cosmic Shower), CC-BY-NC 4.0; S. 41: DESY; S. 42: HZB/E. Strickert; S. 43: DESY; S. 44: DESY; S. 45: HZB; S. 46: DESY; S. 47: FZJ; S. 48: Helmholtz/Bierstedt; S. 51: Christian Hackenberger/Ludwig-Maximilians-Universität München; S. 52: NRW.invest/FZJ/Tricklabor Berlin; S. 53: KIT/Alexander Colsmann; S. 54: KIT/Rainer Stotzka; S. 55: Kohlbecker/Architekten & Ingenieure 2012; S. 56: HZG; S. 58: FZJ; S. 59: FZJ

Gestaltung

unicom Werbeagentur GmbH, Berlin

Druckerei

Druckerei ARNOLD, Großbeeren

Auflage

1.000 Exemplare

Stand: Juni 2015

