

2025

Bericht zur
wissenschaftsgeleiteten
Bewertung **umfangreicher**
Forschungsinfrastruktur-
vorhaben für das
nationale Priorisierungs-
verfahren

IMPRESSUM

Bericht zur wissenschaftsgeleiteten Bewertung umfangreicher Forschungsinfrastrukturvorhaben für das nationale Priorisierungsverfahren

Herausgeber

Wissenschaftsrat
Scheidtweilerstraße 4
50933 Köln
www.wissenschaftsrat.de
post@wissenschaftsrat.de

Drucksachenummer: Drs. 2836-25

DOI: <https://doi.org/10.57674/gkyb-es17>

Lizenzhinweis: Diese Publikation wird unter der Lizenz Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-SA 4.0) veröffentlicht. Den vollständigen Lizenztext finden Sie unter <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>.



Das diesem Bericht zugrunde liegende Verfahren wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter dem Förderkennzeichen FIS42224 gefördert.

Veröffentlicht

Köln, November 2025

INHALT

Vorbemerkung	5
Kurzfassung	7
A. Das nationale Priorisierungsverfahren für umfangreiche Forschungsinfrastrukturen	9
A.I Übersicht über das Verfahren	12
A.II Wissenschaftsgeleitete Bewertung durch den Wissenschaftsrat	16
II.1 Begutachtung durch Arbeitsgruppen	18
II.2 Bewertung durch den Ausschuss	19
A.III Übersicht über die eingereichten Kurzkonzepte für Forschungsinfrastrukturen und die Arbeitsgruppen	19
III.1 Interdisciplinary Data, Information and Computing Infrastructures	22
III.2 Medical Research, Medical Physics and Biomedicine	24
III.3 Process, Systems and Life Cycle Engineering and Information Technology	25
III.4 Quantum Technologies and Materials Science	27
III.5 Particle Physics and Nuclear Physics	28
III.6 Astrophysics and Astronomy	30
B. Bewertungen und Empfehlungen des Ausschusses	33
B.I Bewertung der empfohlenen Vorhaben	33
I.1 CREATION	35
I.2 DALI	38
I.3 ET	40
I.4 HBS-I	43
I.5 IceCube-Gen2	45
I.6 LEGEND-1000	48
I.7 PETRA IV	50
I.8 RIDLOP	52
I.9 SCALA	55
I.10 SLICES-DE	57
I.11 XLZD	59
B.II Bewertung der weiteren Vorhaben	61
II.1 AMR	62
II.2 DZTO	64
II.3 EBRAINS-D	65
II.4 EST	67
II.5 FlexiPlant	69
II.6 Future-NMR	71

II.7	GRICE-NET	73
II.8	GUFI-14T	75
II.9	KNMR	77
II.10	LARC	79
II.11	MD-MAXI	80
II.12	µe-Bauhaus Erlangen	82
II.13	naProKi	84
II.14	NLP	86
II.15	ORCHEStRa	88
II.16	OSIRIS	90
II.17	PrecFer4innoP	92
II.18	Q-MUC	94
II.19	SKAO	96
II.20	SuperCoHD	97
II.21	TerraNet	99
C.	Ausblick und Empfehlungen	102
C.I	Evaluative Begleitung der Vorhaben auf der Shortlist	102
C.II	Verfahrensreflexion und Empfehlungen	103
Anhang		113
	Abkürzungsverzeichnis	115
	Abbildungsverzeichnis	122
Mitwirkende		123

Vorbemerkung

Der Wissenschaftsrat (WR) ist 2024 vom damaligen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem heutigen Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR), gebeten worden, ein wissenschaftsgeleitetes Bewertungsverfahren von Vorhaben für umfangreiche Forschungsinfrastrukturen im Rahmen eines nationalen Priorisierungsverfahrens durchzuführen. Das Verfahren sollte sich an der 2011 bis 2013 durchgeführten Pilotphase^{| 1} sowie dem 2015 bis 2017 durchgeführten Nationalen Roadmap-Prozess^{| 2} orientieren und den aktuellen Bedürfnissen entsprechend weiterentwickelt werden. Gegenstand waren umfangreiche Investitionen in Forschungsinfrastrukturen aus allen Wissenschaftsgebieten, einschließlich Upgrades und Beteiligungen Deutschlands an internationalen Vorhaben. Für die selbstständige Durchführung des Verfahrens hat der WR einen mandatierten Ausschuss eingesetzt, der aus Mitgliedern des WR sowie weiteren Sachverständigen besteht. Der Ausschuss wurde zudem gebeten, an einer turnusmäßigen Fortschreibung des Verfahrens mitzuwirken.

Der vorliegende Bericht des Ausschusses fasst die Ergebnisse der wissenschaftsgeleiteten Bewertung zusammen und gibt Empfehlungen für die Weiterentwicklung des nationalen Priorisierungsverfahrens ab. In diesem Sinne ist er auch als Dokumentation eines lernenden Verfahrens zu lesen. Neben dem WR sowie dem BMFTR als Auftraggeber richtet er sich an die wissenschaftlichen Einrichtungen, die Kurzkonzepte für umfangreiche Forschungsinfrastrukturen eingereicht haben. Ihnen gilt ein besonderer Dank für die Teilnahme am Priorisierungsverfahren, die eine arbeitsintensive Konzeption von Forschungsinfrastrukturen voraussetzte. Schließlich adressiert der Bewertungsbericht auch die Wissenschaftsorganisationen in Deutschland sowie weitere wissenschaftliche und wissenschaftspolitische Akteure im nationalen, europäischen und weltweiten Rahmen. Neben der wissenschaftsgeleiteten Bewertung wurden im

| 1 Wissenschaftsrat (2013): Bericht zur wissenschaftsgeleiteten Bewertung umfangreicher Forschungsinfrastrukturvorhaben für die Nationale Roadmap (Pilotphase); Köln. URL: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/2841-13.html>

Alle Weblinks in dieser Veröffentlichung wurden zuletzt am 02.10.2025 abgerufen.

| 2 Wissenschaftsrat (2017): Bericht zur wissenschaftsgeleiteten Bewertung umfangreicher Forschungsinfrastrukturvorhaben für die Nationale Roadmap; Köln. URL: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/6410-17.html>

6 Priorisierungsverfahren auch eine Bewertung der Kosten und Risiken sowie eine Bewertung des Potenzials für Innovation und Transfer durchgeführt. Die Berichte zu den Ergebnissen dieser beiden Bewertungsstränge werden separat seitens des BMFTR veröffentlicht.

An den im Begutachtungsverfahren eingesetzten Arbeitsgruppen haben viele Sachverständige mitgewirkt, die nicht Mitglieder des Ausschusses sind. Ihnen sei ein besonderer Dank für die differenzierten Begutachtungen der Vorhaben ausgesprochen.

Der Ausschuss hat den Bewertungsbericht am 25.09.2025 verabschiedet und dem WR während seiner Sitzungen vom 29. bis 31.10.2025 vorgelegt.

Kurzfassung

Der Wissenschaftsrat (WR) ist 2024 vom damaligen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem heutigen Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR), darum gebeten worden, eine wissenschaftsgeleitete Bewertung von Vorhaben für umfangreiche Forschungsinfrastrukturen im Rahmen eines nationalen Priorisierungsverfahrens vorzunehmen und an der Entwicklung des weiteren Verfahrens sowie der Konzeption seiner turnusmäßigen Fortschreibung mitzuwirken. Zu diesem Zweck hat er einen mandatierten Ausschuss eingesetzt, der das Verfahren eigenständig durchführte.

Die Bewertung von eingereichten Vorhaben erfolgte in zwei Stufen: Einer fachspezifischen Begutachtung durch Arbeitsgruppen anhand von vier Dimensionen (Wissenschaftliches Potenzial, Wissenschaftliche Nutzung, Bedeutung für den Wissenschaftsstandort Deutschland und Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive) sowie einer anschließenden fachübergreifenden Bewertung durch den Ausschuss. Ziel war es, dem BMFTR die aussichtsreichsten Vorhaben für die Aufnahme auf eine Shortlist zu empfehlen. Von den 32 zu bewertenden Vorhaben empfahl der Ausschuss dem BMFTR elf, davon zwei alternativ zueinander. Nach Zusammenführung der Ergebnisse der wissenschaftsgeleiteten Bewertung mit den Ergebnissen einer Bewertung der Kosten und Risiken sowie des Innovations- und Transferpotenzials nahm das BMFTR **neun Vorhaben auf die Shortlist** auf, die am 8. Juli 2025 veröffentlicht wurde.

Auf Bitten des BMFTR wird der mandatierte Ausschuss des WR die auf die Shortlist aufgenommenen Vorhaben individuell evaluativ begleiten. Diese **evaluative Begleitung** ist nicht kompetitiv, sondern formativ angelegt und zielt darauf ab, Empfehlungen zur Umsetzung an die jeweiligen Trägereinrichtungen der Vorhaben und das BMFTR zu geben.

Für die weitere Ausgestaltung und Fortführung des Verfahrens empfiehlt der Ausschuss dem BMFTR, das **nationale Priorisierungsverfahren turnusmäßig zu verstetigen**. Die Beteiligung am durchgeführten Verfahren weist auf ein großes Potenzial im deutschen Wissenschaftssystem für national bedeutende Forschungsinfrastrukturen hin, die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit, offene Nutzung und hohe Relevanz für den Wissenschaftsstandort Deutschland vereinen können. Ein verstetigtes Priorisierungsverfahren sollte sowohl regelmäßige

8 kompetitive Auswahlverfahren als auch, im Sinne einer Roadmap, eine inhaltliche Beschäftigung mit Forschungsinfrastrukturen als wissenschaftlicher Leistungsdimension im nationalen und internationalen Kontext umfassen. Als größter europäischer Forschungsstandort braucht Deutschland eine solche strategische und langfristig angelegte Priorisierung umfangreicher Forschungsinfrastrukturen, die große Forschungscommunities adressieren, als (internationale) Bündelungspunkte für wissenschaftliche und technologische Expertise fungieren und Fragmentierungen und unnötige Redundanzen verringern. Das Verfahren sollte in einem Turnus durchgeführt werden, der fachliche und technologische Entwicklungen zeitgerecht berücksichtigen lässt und die Verlässlichkeit einer regelmäßigen Ausschreibung gewährleistet.

Der Ausschuss empfiehlt, die **strukturelle und disziplinäre Offenheit des Verfahrens** beizubehalten. Das Priorisierungsverfahren sollte weiterhin für Vorhaben aus allen Wissenschaftsgebieten zugänglich bleiben und unterschiedliche Infrastrukturtypen sowie Institutionsarten berücksichtigen. Gleichzeitig regt er einen Austausch mit bislang wenig repräsentierten Wissenschaftsbereichen wie den Geistes- und Sozialwissenschaften (GSW), den Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften sowie den Umwelt- und Erdsystemwissenschaften an, um deren Teilhabe am Verfahren zu fördern. Um Kooperationen zwischen vergleichbaren oder sich ergänzenden Vorhaben frühzeitig anzubahnen und Synergien zu fördern, rät der Ausschuss außerdem, den **Austausch zwischen potenziellen Vorhaben** stärker zu forcieren.

Vorhaben sollten auch in Zukunft in Form von **Kurzkonzepten** eingereicht werden, um den Zugang zum Verfahren niedrighschwellig zu gestalten, insbesondere für Vorhaben in frühen Planungsstadien. Zudem sollte es die Möglichkeit zur Einreichung von unverbindlichen Vorhabenskizzen geben. Die **Schwellenwerte** für die initialen Aufbaukosten von 50 Mio. Euro beziehungsweise 20 Mio. Euro für Vorhaben mit Schwerpunkt in den GSW werden weiterhin als sinnvoll bewertet und sollten beibehalten werden.

Besonders betont der Ausschuss die Bedeutung **digitaler und digitalisierter Forschungsinfrastrukturen**. Diese haben einen transformativen Charakter für die wissenschaftliche Arbeit und sind für die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Forschungsstandorts sowie für die Datensouveränität von hoher Bedeutung.

Zusammenfassend zielen die Empfehlungen darauf ab, das Verfahren dauerhaft als strategische Priorisierung von Forschungsinfrastrukturvorhaben fortzuführen, die die Vielfalt des deutschen Wissenschaftssystems berücksichtigt.

A. Das nationale Priorisierungsverfahren für umfangreiche Forschungsinfrastrukturen

Im Jahr 2024 initiierte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das heutige Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR), ein nationales Priorisierungsverfahren für umfangreiche Forschungsinfrastrukturen. Das Ministerium bat den Wissenschaftsrat (WR) darum, als zentralen Bestandteil dieses Priorisierungsverfahrens eine wissenschaftsgeleitete Bewertung der eingereichten Vorhaben vorzunehmen. Außerdem sollte er an der Entwicklung des weiteren Verfahrens und der Konzeption einer turnusmäßigen Fortschreibung mitwirken. Zu diesem Zweck hat der WR einen mandatierten Ausschuss eingesetzt.

Im Rahmen der Bewertung befasste sich der Ausschuss mit einer Vielzahl eingereicherter Vorhaben und gewann Einblicke in aktuelle Entwicklungen zum Aufbau umfangreicher Forschungsinfrastrukturen. In der Gesamtschau wurde ersichtlich, dass es im deutschen Wissenschaftssystem ein großes Potenzial für Forschungsinfrastrukturen gibt, die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit, eine offen angelegte Nutzung und eine hohe Relevanz für den Wissenschaftsstandort Deutschland vereinen können.

Forschungsinfrastrukturen spielen eine Schlüsselrolle für die Leistungsfähigkeit, Innovationskraft und internationale Wettbewerbsfähigkeit des deutschen und europäischen Wissenschafts- und Wirtschaftsstandorts. Ihre Bedeutung für den wissenschaftlichen Fortschritt in einer Vielzahl von Forschungsbereichen, für die Entwicklung von Spitzentechnologien, die Ausbildung von Fachkräften und die Erarbeitung von Lösungen für große gesellschaftliche Herausforderungen ist in den letzten Jahren zunehmend erkannt worden. Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (AUF) sowie Ressortforschungseinrichtungen betreiben Infrastrukturen unterschiedlicher Größe und mit

verschiedenen Zugangsmöglichkeiten. |³ Der WR bezeichnet seit 2013 den Betrieb von wissenschaftlichen Infrastrukturen neben Forschung, Lehre und Transfer als vierte Leistungsdimension des Wissenschaftssystems. |⁴ Auch auf europäischer Ebene wird der Bedeutung von Forschungsinfrastrukturen Rechnung getragen: Das 2002 gegründete European Strategy Forum for Research Infrastructures (ESFRI) veröffentlicht in mehrjährigen Abständen eine Roadmap für europäische Forschungsinfrastrukturen, die sich in Vorbereitung befinden (Projects) oder implementiert wurden (Landmarks). Die aktuelle ESFRI-Roadmap umfasst 63 Infrastrukturen im gesamten wissenschaftlichen Spektrum. |⁵ Zuletzt haben der Letta-|⁶ sowie der Draghi-Report |⁷ die Bedeutung leistungsfähiger Forschungsinfrastrukturen für den europäischen Forschungs- und Innovationsraum unterstrichen.

Anknüpfend an die vorangegangenen Roadmap-Prozesse werden umfangreiche Forschungsinfrastrukturen als Anlagen, Dienstleistungen oder Ressourcen verstanden, die speziell für wissenschaftliche Zwecke errichtet wurden und mittelfristig bis dauerhaft bereitgestellt werden. Für ihren sachgerechten Aufbau, Betrieb und ihre Nutzung sind dabei spezifische fachwissenschaftliche oder interdisziplinäre Kompetenzen erforderlich. |⁸ Forschungsinfrastrukturen können an einem zentralen Standort angesiedelt, über mehrere Standorte verteilt oder virtuell aufgebaut sein. Die Leistungen einer Infrastruktur bzw. die durch sie gewonnenen Forschungsergebnisse und bereitgestellten Daten werden dabei nicht ausschließlich von einzelnen Forschenden oder wissenschaftlichen Gruppen genutzt, sondern stehen prinzipiell einer internationalen Fachcommunity oder mehreren Fachcommunities zur Verfügung. Forschungsinfrastrukturen sind damit grundsätzlich auf eine gemeinsame bzw. offene Nutzung ausgelegt und adressieren größere wissenschaftliche Communities.

|³ Die Leibniz-Gemeinschaft zählt aktuell rund 140 FIS an ihren Instituten: vgl. <https://www.leibniz-gemeinschaft.de/infrastrukturen/forschungsinfrastrukturen-in-der-leibniz-gemeinschaft/uebersicht-der-forschungsinfrastrukturen>. Die Helmholtz-Gemeinschaft zählte 2021 etwa zwei Dutzend Anlagen für den dezidierten Nutzerbetrieb und priorisierte 40 geplante, neue Anlagen: vgl. https://www.helmholtz.de/fileadmin/medien_upload/21_Helmholtz_FIS_Roadmap_Deutsch.pdf. Das Informationsportal der DFG zu FIS, RIsources, führt annähernd 400 FIS mit externer Nutzungsmöglichkeit auf: vgl. <https://risources.dfg.de/>

|⁴ Wissenschaftsrat (2013): Perspektiven des deutschen Wissenschaftssystems; Köln / Bielefeld, S. 25 f. URL: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/3228-13.html>

|⁵ European Strategy Forum on Research Infrastructures (2021): Roadmap 2021. Strategy Report on Research Infrastructures. URL: <https://roadmap2021.esfri.eu/media/1295/esfri-roadmap-2021.pdf>

|⁶ Letta, E. (2024): Much more than a Market. Speed, Security, Solidarity. Empowering the Single Market to deliver a sustainable future and prosperity for all EU Citizens. URL: <https://www.consilium.europa.eu/media/ny3j24sm/much-more-than-a-market-report-by-enrico-letta.pdf>

|⁷ Draghi, M. (2025): The future of European competitiveness; Luxemburg. URL: https://commission.europa.eu/topics/eu-competitiveness/draghi-report_en

|⁸ Wissenschaftsrat (2017): Bericht zur wissenschaftsgeleiteten Bewertung umfangreicher Forschungsinfrastrukturvorhaben für die Nationale Roadmap; Köln, S. 8. URL: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/6410-17.html>

Sie können dabei unterschiedlich breite wissenschaftliche Fragestellungen verfolgen und Nutzende in verschiedener Form adressieren. So können für die Beantwortung einer spezifischen Forschungsfrage erforderliche Großgeräte oder Anlagen erst durch die Kombination wissenschaftlicher und technologischer Expertise mehrerer Einrichtungen sowie eine institutionen- und länderübergreifende Finanzierung aufgebaut und betrieben werden. Die Forschungsergebnisse solcher auf bestimmte Fragen fokussierter Forschungsinfrastrukturen werden in der Regel zunächst von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der beteiligten Institutionen genutzt und nach einer festgelegten Embargoperiode der gesamten wissenschaftlichen Community zur Verfügung gestellt. Als Beispiele hierfür können Versuchsanlagen oder Detektoren in der Astro- oder der Teilchenphysik gelten.

Andere Forschungsinfrastrukturen dienen der Beantwortung von Forschungsfragen aus unterschiedlichen Disziplinen, indem sie externen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ihre Anlagen und Großgeräte für Untersuchungen öffnen. Der Zugang wird häufig durch ein Auswahlverfahren gesteuert, und externe Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden bei der Nutzung in unterschiedlichem Maße von technisch-wissenschaftlichem Personal der Einrichtung unterstützt. Beispiele für Forschungsinfrastrukturen, die Forschung in einer Vielzahl von Disziplinen ermöglichen, sind User Facilities wie Teilchenbeschleuniger, aber auch Forschungsschiffe.

Ein weiterer Typ stellt interessierten Nutzenden digitale Daten, Services oder Ressourcen zur Verfügung, die diese für ihre Forschung nutzen können. Häufig ist der Zugang für bestimmte Nutzendengruppen vorgesehen, teilweise stehen (aufbereitete) Daten allen Interessierten zur Verfügung. Als Beispiele für digitale Dateninfrastrukturen können sozialwissenschaftliche Panels oder medizinische Datenbanken gelten. Mit dem Aufbau der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) seit 2020 ist eine bundesweite, multidisziplinäre Forschungsinfrastruktur etabliert worden, die Forschungsdaten einrichtungsübergreifend sichert und nutzbar macht. |⁹ In den letzten Jahren sind zudem digitale Ressourcen wie Rechenkapazitäten im Rahmen von Forschungsinfrastrukturen aufgebaut worden, beispielsweise für die Forschung zu und mit Künstlicher Intelligenz (KI), High-Performance Computing (HPC) sowie Digitalen Zwillingen.

Schließlich können auch Begegnungs- und Forschungszentren wie etwa Institutes for Advanced Studies oder Synthesezentren, an denen der Austausch und die Diskussion von wissenschaftlichen Fragestellungen im Zentrum stehen, als soziale Forschungsinfrastrukturen verstanden werden.

Die Einrichtung und der Betrieb von umfangreichen Forschungsinfrastrukturen erfordern erhebliche finanzielle Mittel und setzen daher strategische

|⁹ Wissenschaftsrat (2025): Strukturevaluation der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI); Köln. DOI: <https://doi.org/10.57674/wcdc-6d36>

Entscheidungsprozesse voraus. Aus diesem Grund ist die Priorisierung von Forschungsinfrastrukturen ein erprobtes Vorgehen sowohl einzelner Fachcommunitys (etwa der Medizin |¹⁰ oder der Astrophysik |¹¹), fächerübergreifender Wissenschaftsorganisationen (etwa der Helmholtz- |¹² oder der Leibniz-Gemeinschaft |¹³) sowie einer Vielzahl von Ländern (etwa Frankreich |¹⁴, Großbritannien |¹⁵ oder Australien |¹⁶) und internationaler Plattformen wie ESFRI. Mit dem nationalen Priorisierungsverfahren für Forschungsinfrastrukturen führt das Bundesforschungsministerium nun zum dritten Mal ein entsprechendes Verfahren durch.

Im Folgenden werden zunächst das nationale Priorisierungsverfahren für umfangreiche Forschungsinfrastrukturen (A.I) sowie die wissenschaftsgeleitete Bewertung durch den Ausschuss des WR (A.II) vorgestellt. Kapitel A.III gibt eine Übersicht über die eingereichten Kurzkonzepte und stellt die Arbeitsgruppen (AGs) mit ihren inhaltlichen sowie strukturellen Schwerpunkten vor. In Kapitel B folgen die Ergebnisse der Bewertung der eingereichten Kurzkonzepte, aufgeteilt nach empfohlenen und nicht empfohlenen Vorhaben. Daran schließt sich in Kapitel C ein Ausblick an, der auch Empfehlungen zur Weiterentwicklung eines turnusmäßigen Verfahrens beinhaltet.

A.1 ÜBERSICHT ÜBER DAS VERFAHREN

Mit einer Investitionsentscheidung der Bundesregierung für neue oder bestehende, national und international relevante Forschungsinfrastrukturen sind langfristige Verpflichtungen verbunden, die öffentliche Mittel in großem Umfang binden. Ein gegenüber allen Disziplinen und Institutionstypen offenes

|¹⁰ Impens, N. et al. (2023): EURAMED rocc-n-roll European Research Roadmap for Medical Applications of Ionising Radiation for Better and Individualised Healthcare to Improve Patients' Lives. URL: <https://roccnroll.euramed.eu/wp-content/uploads/2024/01/EURAMED-rocc-n-roll-Roadmap.pdf>

|¹¹ Saintonge, A. et al. (Hrsg.) (2023): A Strategic Plan for European Astronomy. The ASTRONET Science Vision and Infrastructure Roadmap 2022–2035. URL: https://www.astronet-eu.org/wp-content/uploads/2023/05/Astronet_RoadMap2022-2035_Interactive.pdf

|¹² Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. (2021): Helmholtz Roadmap Forschungsinfrastrukturen 2021; Frankfurt am Main. URL: https://www.helmholtz.de/fileadmin/medien_upload/21_Helmholtz_FIS_Roadmap_Deutsch.pdf

|¹³ Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e.V. (2022): Leibniz-Roadmap für Forschungsinfrastrukturen; Berlin. URL: https://www.leibniz-gemeinschaft.de/fileadmin/user_upload/Bilder_und_Downloads/Forschungsinfrastrukturen/Leibniz-Roadmap/Broschuere_Leibniz_Roadmap_Forschungsinfrastrukturen.pdf

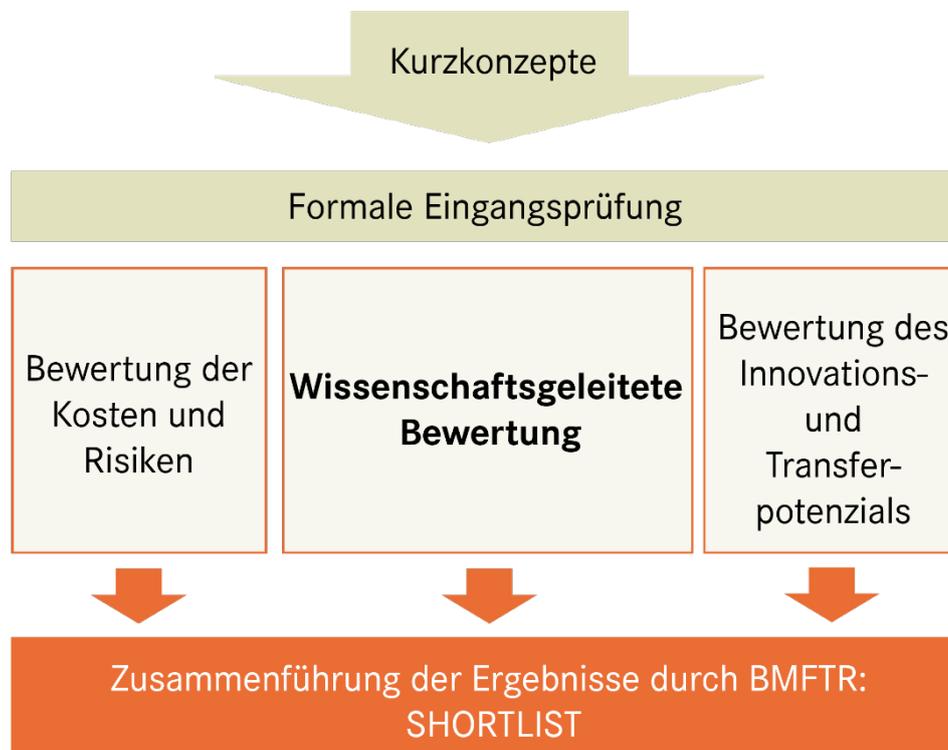
|¹⁴ Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche et de l'innovation (2022): French national strategy on research Infrastructures; Paris. URL: <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/sites/default/files/2023-02/french-national-strategy-on-research-infrastructures—2021-26489.pdf>

|¹⁵ UK Research and Innovation (2019): The UK's research and innovation infrastructure: opportunities to grow our capability; London. URL: <https://www.ukri.org/wp-content/uploads/2020/10/UKRI-201020-UKInfrastructure-opportunities-to-grow-our-capacity-FINAL.pdf>

|¹⁶ Department of Education, Skills and Employment (2022): 2021 National Research Infrastructure Roadmap; Canberra. URL: <https://www.education.gov.au/download/13735/2021-national-research-infrastructure-roadmap/26919/2021-national-research-infrastructure-roadmap/pdf>

sowie kompetitiv gestaltetes, wissenschaftsgeleitetes Verfahren garantiert daher nicht nur die Auswahl der vielversprechendsten Vorhaben, sondern legitimiert entsprechend hohe Mitteleinsätze im Wissenschaftssystem sowie gegenüber Parlament und Öffentlichkeit. 2024 hat das damalige BMBF das weiterentwickelte Verfahren zur Priorisierung national bedeutsamer Forschungsinfrastrukturen initiiert, im Zuge dessen Kurzkonzepte für mögliche umfangreiche Forschungsinfrastrukturen bewertet wurden. Die Bewertung erfolgte in drei parallelen Strängen in Form einer zentralen wissenschaftsgeleiteten Bewertung, einer Bewertung der Kosten und Risiken sowie einer komplementären Bewertung des Potenzials für Innovation und Transfer (Abbildung 1). Wie auch im Nationalen Roadmap-Prozess 2015–2017 stand dieses Verfahren allen interessierten staatlichen und staatlich anerkannten Hochschulen sowie rechtlich selbstständigen, außerhochschulischen Einrichtungen in Deutschland offen.

Abbildung 1: Übersicht über das Verfahren mit den drei Bewertungssträngen



Quelle: Eigene Darstellung.

Ziel des Verfahrens war es in der Kurzkonzeptphase,

- _ die Forschungsinfrastrukturen auszuwählen, die für den Ausbau und Erhalt der deutschen Spitzenposition in Forschung und Innovation im internationalen Wettbewerb und der Leistungsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems als Teil des europäischen Forschungsraums prioritär sind;
- _ die Belastbarkeit der vorgelegten Planungen und erwarteten Mittelbedarfe zu bewerten, um Risiken bei der Umsetzung zu verringern; sowie

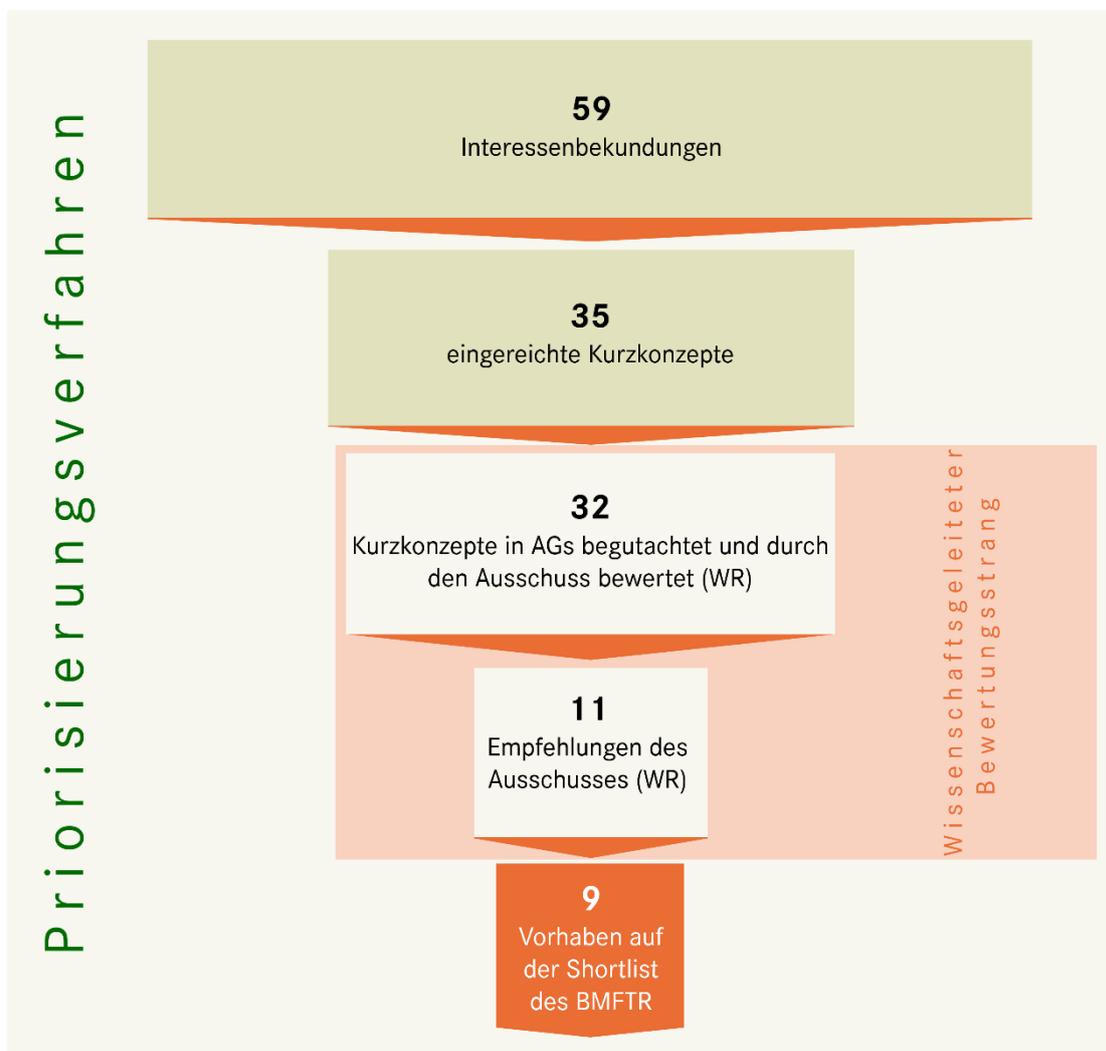
- _ die möglichen Beiträge der geplanten Forschungsinfrastrukturen zu Innovation und Transfer über den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn hinaus herauszustellen und es so zu ermöglichen, diese in den weiteren Entscheidungsprozess einzubeziehen.

Die Voraussetzungen zur Einreichung von Kurzkonzepten für geplante Forschungsinfrastrukturen waren:

- _ Die Planung einer neuen, umfangreichen Forschungsinfrastruktur oder eines substantiellen Upgrades bestehender Forschungsinfrastrukturen, die neue wissenschaftliche Erkenntnisse ermöglichen. Möglich war auch die Einreichung einer neuen Beteiligung an einer internationalen Forschungsinfrastruktur. Maßgeblich war dabei der wissenschaftliche Mehrwert des Vorhabens über bereits bestehende Strukturen hinaus;
- _ die nationale wissenschaftspolitische Bedeutung;
- _ eine lange – mindestens zehnjährige – Nutzungsdauer;
- _ ein offener, wissenschaftsgeleiteter Zugang (im Sinne von Open Science), der überwiegend der Forschung dient;
- _ das Überschreiten der Eingangsschwelle für die initialen Aufbaukosten von 50 Mio. Euro bzw. 20 Mio. Euro für Forschungsinfrastrukturen mit einem Schwerpunkt in den Geistes- und Sozialwissenschaften (GSW); sowie
- _ Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie organisatorische Überlegungen in einem angemessenen Planungsstand, so dass innerhalb von vier Jahren eine Umsetzungsreife erreichbar ist.

Die Ausschreibung des nationalen Priorisierungsverfahrens erfolgte durch das damalige BMBF im Juli 2024. Bis Ende August 2024 musste eine Interessenbekundung für eine geplante Forschungsinfrastruktur eingegangen sein, die Voraussetzung für die Einreichung eines anschließenden Kurzkonzepts war. Insgesamt wurden 59 Interessenbekundungen eingereicht (Abbildung 2). Bis Ende Oktober 2024 mussten die vollständigen Kurzkonzepte inklusive Anlagen eingegangen sein. Grundlage für die Erstellung der Kurzkonzepte war ein Leitfaden, der zeitgleich mit der Ankündigung des Priorisierungsverfahrens veröffentlicht wurde. |¹⁷ Die einzureichenden Unterlagen bestanden neben dem 30-seitigen Kurzkonzept aus elf Anlagen, die u. a. ein Finanzierungskonzept sowie eine Risikoanalyse beinhalteten. Insgesamt wurden 35 Kurzkonzepte eingereicht. Nach einer Prüfung der formalen Kriterien wurden 32 Vorhaben für das Verfahren zugelassen und in die Bewertung gegeben.

|¹⁷ Vgl. zur Ankündigung des Priorisierungsverfahrens: https://www.bmfr.bund.de/DE/Forschung/Wissenschaftssystem/Forschungsinfrastrukturen/InternationaleEinrichtungen/_documents/240617_priorisierungsverfahren_fis.html; sowie zum Download des Leitfadens: https://www.bmfr.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/2024/fis_priorisierung_unterlagen.zip



Quelle: Eigene Darstellung.

Die eingereichten Forschungsinfrastrukturvorhaben durchliefen nach einer formalen Eingangsprüfung ein Verfahren, das aus drei parallelen Bewertungssträngen bestand, wobei die wissenschaftsgeleitete Bewertung den zentralen Strang bildete (Abbildung 1). Daneben waren dies, organisiert durch das BMFTR:

- _ Eine Bewertung der Kosten und Risiken durch ein Panel aus Expertinnen und Experten, die die Belastbarkeit der vorgelegten Mittelplanungen und Finanzierungskonzepte über den gesamten Lebenszyklus (Aufbau, Betrieb und ggf. Rückbau) bewerteten und die technischen, organisatorischen und finanziellen Risiken sowie das Risikomanagement analysierten. Auch Nachhaltigkeitsaspekte bei Aufbau, Betrieb und ggf. Rückbau der Forschungsinfrastrukturen wurden berücksichtigt.
- _ Eine komplementäre Bewertung des Innovations- und Transferpotenzials durch ein Gremium aus internationalen Expertinnen und Experten. Dabei wurde ein umfassender Transferbegriff zugrunde gelegt, um das Wirkungspotenzial der Forschungsinfrastrukturen über das wissenschaftliche Potenzial

hinaus für den Standort Deutschland als Teil der europäischen Community zu bewerten. Dieser Transferbegriff umfasste, neben den gesellschaftlichen Wirkungen, auch zu erwartende Beiträge zur Zukunftsvorsorge und Transformation sowie zur technologischen Souveränität in Deutschland und Europa. Die Bewertung des Innovations- und Transferpotenzials erfolgte für eine Auswahl von Vorhaben, die im Zuge der wissenschaftsgeleiteten Bewertung zur näheren Betrachtung für eine mögliche Empfehlung für die Shortlist herangezogen wurden.

Die wissenschaftsgeleitete Bewertung erfolgte durch einen mandatierten Ausschuss des WR auf Basis einer Begutachtung durch externe Sachverständige (vgl. A.II). Im Ergebnis empfahl der Ausschuss dem BMFTR elf Vorhaben zur Aufnahme auf die Shortlist, davon zwei als Alternativen zueinander. Nach Zusammenführung mit den Ergebnissen der beiden anderen Bewertungsstränge nahm das BMFTR neun Vorhaben auf die Shortlist auf (Abbildung 2). Eine Aufnahme auf die Shortlist bedeutet, dass die ausgewählten Forschungsinfrastrukturen hervorragend geeignet sind, zur Zukunftsfähigkeit Deutschlands beizutragen und damit aus forschungspolitischer Sicht zu den prioritär umzusetzenden Vorhaben gehören.

Die Veröffentlichung der auf Basis aller drei Bewertungsstränge erstellten Shortlist im Juli 2025 markierte den Abschluss der Kurzkonzeptphase des Priorisierungsverfahrens sowie den Beginn einer evaluativen Begleitung der erfolgreichen Vorhaben durch den Ausschuss des WR. In dieser zweiten Phase werden die Vorhaben der Shortlist individuell begutachtet. Ziel ist es, Empfehlungen zur weiteren Umsetzung sowie zur grundsätzlichen Finanzierung der Vorhaben abzugeben.

A.II WISSENSCHAFTSGELEITETE BEWERTUNG DURCH DEN WISSENSCHAFTSRAT

Ziel der wissenschaftsgeleiteten Bewertung der Kurzkonzepte durch den dafür mandatierten Ausschuss des WR war es, die Vorhaben zu identifizieren, die für die Leistungsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems und den Ausbau und Erhalt seiner internationalen Spitzenposition prioritär sind. Dafür wurde auf Grundlage einheitlicher Kriterien eine differenzierte, wissenschaftsgeleitete Einschätzung der Vorhaben vorgenommen. Diese erfolgte in zwei Stufen: Begutachtung und Bewertung. Zunächst wurden die 32 Konzepte auf Basis ihrer fachlichen oder strukturellen Verwandtschaft in sechs AGs geclustert (vgl. A.III) und begutachtet (Abbildung 3). Auf dieser Grundlage nahm der Ausschuss eine Bewertung aller Vorhaben vor und sprach gegenüber dem BMFTR Empfehlungen zur Aufnahme auf die Shortlist aus.

Die Begutachtung und Bewertung orientierten sich an vier Dimensionen:

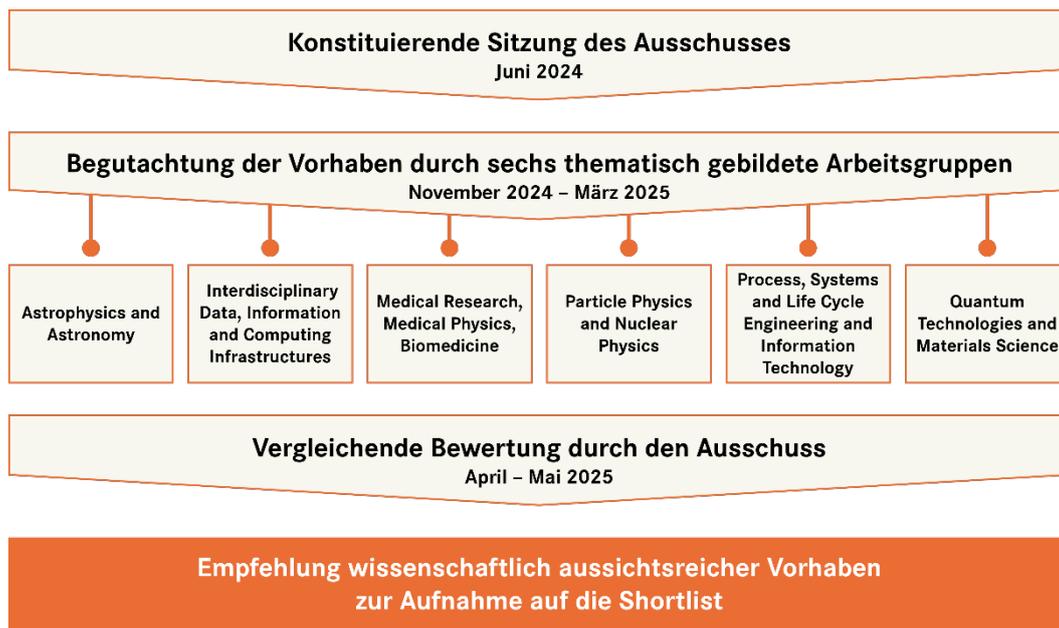
1 – Die Dimension **Wissenschaftliches Potenzial** erfasste die Bedeutung der zu adressierenden wissenschaftlichen Fragestellungen, den Mehrwert, den die Forschungsinfrastrukturen zu deren Beantwortung bieten, die Vielfalt und Breite der adressierten Forschungsfelder, das Potenzial für inter- und transdisziplinäre Kooperationen sowie die Anpassungsfähigkeit an neu entstehende Fragestellungen.

2 – In der Dimension **Wissenschaftliche Nutzung** wurden die erwartete Nachfrage durch Nutzendengruppen sowie die Gestaltung des Zugangs zur geplanten Forschungsinfrastruktur beurteilt. Die institutionelle und disziplinäre Vielfalt sowie Internationalität der Nutzenden fanden hierbei ebenfalls Berücksichtigung. Zudem wurden das Forschungsdatenmanagement (FDM) und Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Nutzung sowie Standards guter wissenschaftlicher Praxis im Umgang mit Forschungsdaten, wie Nach- und Zweitnutzung der Daten, geprüft.

3 – In der Dimension **Bedeutung für den Wissenschaftsstandort Deutschland** wurde die Relevanz des Vorhabens für die Forschung in Deutschland, Europa und weltweit betrachtet. Maßgeblich war, inwieweit die Forschungsinfrastruktur einen Beitrag zur Attraktivität, Sichtbarkeit und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wissenschaft leisten kann. Dies umfasst Deutschland als Standort wissenschaftlicher Exzellenz sowie als Kooperationspartner.

4 – Die Dimension **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** berücksichtigte technische sowie personelle und institutionelle Voraussetzungen des Vorhabens (einschließlich der Organisationsstruktur und Governance) sowie Konsequenzen aus damit verbundenen Risiken. Beurteilt wurde, inwieweit die Forschungsinfrastruktur die Umsetzbarkeit der wissenschaftlichen und technischen Lösungen sowie der wissenschaftlichen Meilensteine gewährleisten kann. Dabei spielte auch der Planungs- und Realisierungsstand eine Rolle.

Abbildung 3: Ablauf der wissenschaftsgeleiteten Bewertung durch den Ausschuss des Wissenschaftsrats



Quelle: Eigene Darstellung.

II.1 Begutachtung durch Arbeitsgruppen

Die gebildeten AGs setzten sich zusammen aus einem AG-Vorsitz, fachnaher und fachferner Berichterstattung sowie mehreren Sachverständigen. Der AG-Vorsitz wurde mit einem Ausschussmitglied besetzt, das zudem die fachnahe Berichterstattung in den Ausschuss übernommen hat oder durch ein zweites Mitglied darin unterstützt wurde. Ein weiteres Mitglied des Ausschusses, das keine engen fachlichen Bezüge zum Wissenschaftsgebiet der AG hat, übernahm die Rolle der fachfernen Berichterstattung. Für jedes Konzept wurden zwei fachlich ausgewiesene Sachverständige – größtenteils aus dem Ausland – gewonnen. Die Begutachtung der AGs erfolgte auf zweitägigen Präsenzsitzungen auf der Grundlage von schriftlichen Vorabeschatzungen dieser Sachverständiger. Nach der gemeinsamen, ausführlichen Diskussion eines Vorhabens bewerteten alle Sachverständigen die vier genannten Dimensionen für das Vorhaben, zunächst individuell und abschließend als gemeinsame Bewertung auf einer Skala von „nicht ausreichend“ bis „exzellent“:

- „**Exzellent**“ bedeutete, dass das Vorhaben die Erwartungen und Standards in der jeweiligen Dimension deutlich übertrifft, in einer überaus klaren und überzeugenden Weise präsentiert wird und einen herausragenden Wirkungsgrad erwarten lässt.
- „**Sehr gut**“ bedeutete, dass das Vorhaben sehr hohe Erwartungen und Standards erfüllt, gut strukturiert und verständlich präsentiert wird und eine sehr positive Wirkung erwarten lässt.

- _ „Gut“ bedeutete, dass das Vorhaben die grundlegenden Erwartungen und Standards hinreichend erfüllt, verständlich präsentiert wird, aber überzeugender – auch in der Darstellung – sein könnte, und eine positive, aber begrenzte Wirkung haben wird.
- _ „Nicht ausreichend“ bedeutete, dass das Vorhaben die grundlegenden Erwartungen und Standards nicht erfüllt, unklar, unstrukturiert oder unverständlich dargestellt wird und nur eine geringe oder keine positive Wirkung erwarten lässt.

Diese Form der Benotung diente dem internen Verständigungsprozess und war ein wichtiger erster Ausgangspunkt für die vergleichende Diskussion. Ergebnis dieser ersten Stufe der wissenschaftsgeleiteten Bewertung waren somit gemeinsame Gutachten der AG (Joint Reviews), in der jedes Vorhaben eine Beurteilung zu jeder Bewertungsdimension erhielt. |¹⁸

II.2 Bewertung durch den Ausschuss

Ziel der zweiten Stufe war die AG-übergreifende Bewertung aller Vorhaben durch den Ausschuss und die Empfehlung der aussichtsreichsten Vorhaben für die Aufnahme auf die Shortlist. Die fachnahen und fachfernen Berichterstattenden informierten den Ausschuss über die Vorhaben, den Diskussionsprozess und die Joint Reviews der jeweiligen AGs. Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Vorhaben, Kritikpunkte sowie Fragen der AG zu den Kurzkzepten flossen hier ebenfalls ein. Der Ausschuss diskutierte und bewertete die Vorhaben über alle Wissenschaftsgebiete hinweg, kalibrierte dabei bei Bedarf die Begutachtungsergebnisse aus den verschiedenen Fachbereichen und berücksichtigte Stärken und Schwächen der einzelnen Konzepte, auch vor dem Hintergrund ihrer jeweiligen Fachgebiete. Damit kam der Ausschuss zu einer Beurteilung jedes Vorhabens als für die Aufnahme auf die Shortlist „empfohlen“ oder „nicht empfohlen“. Die daraus entstandene Empfehlungsliste bildete das abschließende Ergebnis des wissenschaftsgeleiteten Bewertungsverfahrens in der Kurzkzeptphase und wurde dem BMFTR im Juni 2025 übermittelt.

A.III ÜBERSICHT ÜBER DIE EINGEREICHTEN KURZKONZEPTE FÜR FORSCHUNGSINFRASTRUKTUREN UND DIE ARBEITSGRUPPEN

An den 32 Kurzkzepten für Forschungsinfrastrukturvorhaben, die im Rahmen des Verfahrens begutachtet und bewertet wurden, waren insgesamt 61 verschiedene Trägereinrichtungen beteiligt (Abbildung 4). Etwa die Hälfte der Vorhaben wurde von einer einzelnen Trägereinrichtung eingereicht, während die andere Hälfte durch Konsortien oder Kooperationen mehrerer Einrichtungen

| ¹⁸ Die Ergebnisse dieser Beurteilung wurden den Trägereinrichtungen nach Abschluss der Kurzkzeptphase individuell übermittelt, sind jedoch nicht Teil dieses Bewertungsberichts.

getragen wird. Die Hälfte der kooperativ eingereichten Vorhaben werden gemeinsam von AUFs |¹⁹ und Universitäten/Universitätskliniken verantwortet.

Einige große Einrichtungen beteiligten sich mit unterschiedlichen Instituten oder Fachbereichen an mehreren Vorhaben.

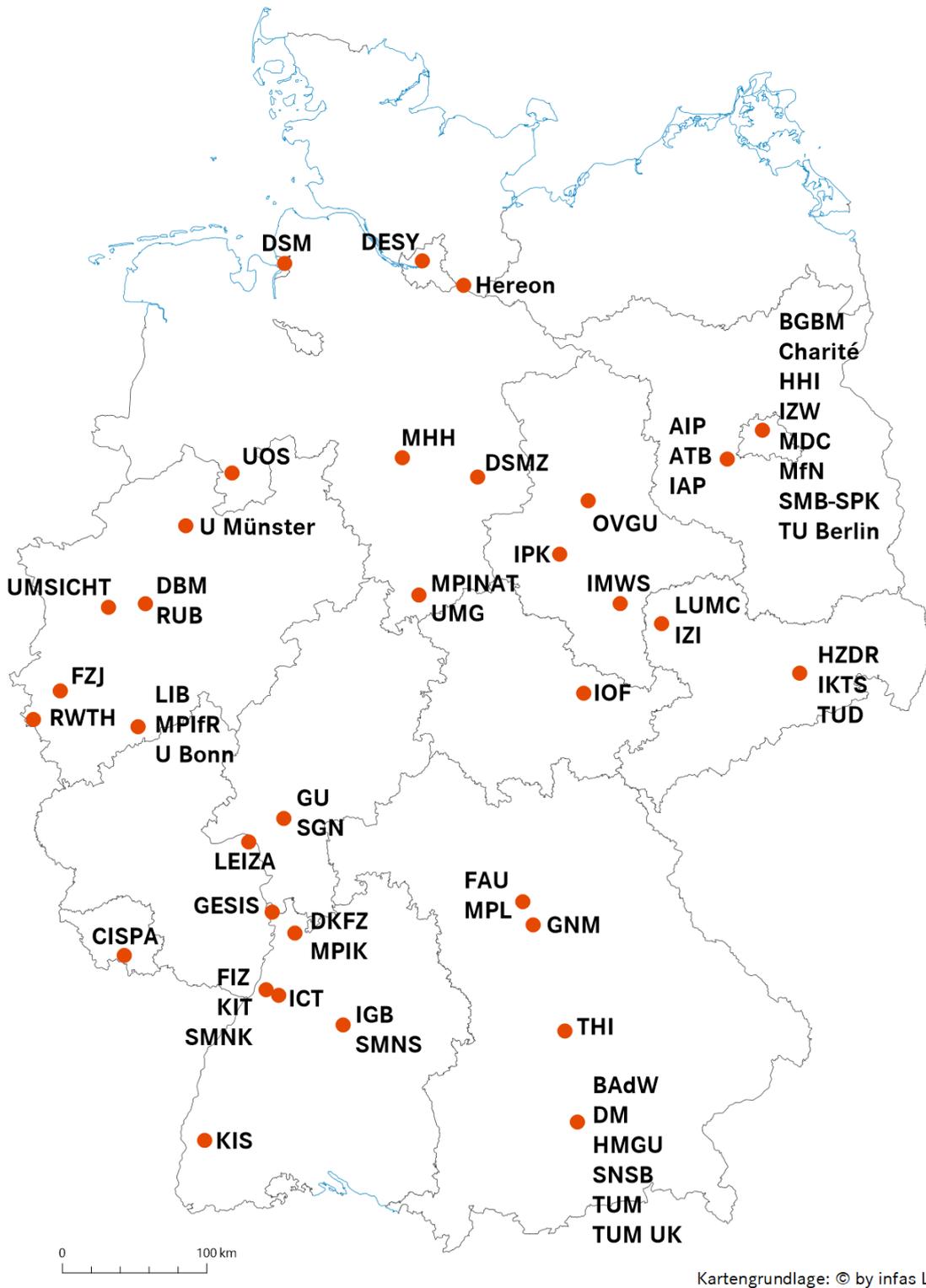
Abbildung 4: Verteilung der Trägereinrichtungen nach Typus



Quelle: Eigene Darstellung.

Mit 37 AUFs hat dieser Institutionstyp dabei den größten Anteil an den Trägereinrichtungen. Universitäten bzw. Universitätskliniken sind 18-mal vertreten. Darüber hinaus traten fünf Akademien oder weitere Einrichtungen sowie eine Hochschule für angewandte Wissenschaft (HAW) als Trägereinrichtung auf. Aus nahezu allen Bundesländern wurden Kurzkonzepte eingereicht, wobei die meisten Trägereinrichtungen aus Bayern, Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg stammen (Abbildung 5). Die Aufbaukosten der Vorhaben bewegten sich zwischen 50 Mio. und 1,8 Mrd. Euro. Mit 21 Vorhaben kalkulierte der Großteil Aufbaukosten zwischen 51 und 200 Mio. Euro. In der Summe beliefen sich die Aufbaukosten aller 32 Vorhaben auf ca. 8,5 Mrd. Euro.

| ¹⁹ Max-Planck-Institute sowie Fraunhofer-Institute werden im Folgenden als Trägereinrichtungen gewertet, obgleich sie nicht rechtlich selbstständig sind und die Max-Planck-Gesellschaft bzw. die Fraunhofer-Gesellschaft als einreichungsberechtigte Organisation galt.



Quelle: Eigene Darstellung (siehe Abkürzungsverzeichnis zur Auflösung der Einrichtungen).

Die 32 Kurzkonzepte wurden vom Ausschuss den folgenden sechs AGs zugeordnet:

- 1 – Interdisciplinary Data, Information and Computing Infrastructures
- 2 – Medical Research, Medical Physics and Biomedicine
- 3 – Process, Systems and Life Cycle Engineering and Information Technology
- 4 – Quantum Technologies and Materials Science
- 5 – Particle Physics and Nuclear Physics
- 6 – Astrophysics and Astronomy

Bei der Zuordnung der Kurzkonzepte zu den AGs wurden verschiedene Aspekte berücksichtigt, etwa die fachliche und methodische Verwandtschaft der Vorhaben sowie Ähnlichkeiten bezüglich der Fragestellungen, der Anwendungsbereiche oder der geplanten Strukturen. Mit der vergleichsweise hohen Anzahl an Vorhaben ging in Teilen auch eine stärkere thematische Ausdifferenzierung bestimmter Wissenschaftsgebiete einher. So konnten beispielsweise im Bereich der Natur- und Technikwissenschaften, in denen sich 21 Vorhaben verorten ließen, allein die Vorhaben aus der Physik zwei verschiedenen AGs mit den Schwerpunkten Astrophysik und Astronomie sowie Teilchenphysik zugeordnet werden.

Für die Begutachtung der Kurzkonzepte wurden Sachverständige gemäß den etablierten Standards wissenschaftlicher Bewertungsverfahren gewonnen. Hierdurch wurde zum einen gewährleistet, dass die erforderliche Fachexpertise in den für die jeweilige AG relevanten Bereichen und Disziplinen vorhanden war; zum anderen wurde sichergestellt, dass jede AG mit Sachverständigen besetzt werden konnte, die mit den Strukturen im deutschen Wissenschaftssystem sowie den aktuellen fach- und einrichtungsbezogenen Dynamiken in Deutschland, insbesondere hinsichtlich des Formats der Forschungsinfrastruktur, vertraut sind und auch die internationale Fachlandschaft kennen. Jede AG wurde dabei mit sechs bis zehn zumeist internationalen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus verschiedenen Fachbereichen besetzt.

Die folgenden Unterkapitel (A.III.1–A.III.6) beschreiben die Zusammensetzung der AGs sowie die darin aufgenommenen Vorhaben.

III.1 Interdisciplinary Data, Information and Computing Infrastructures

Die AG *Interdisciplinary Data, Information and Computing Infrastructures* behandelte sechs Vorhaben für digitale Forschungsinfrastrukturen aus den Lebens-, Natur-, Technik- sowie Geistes- und Sozialwissenschaften. Dabei handelte es sich um geplante Infrastrukturen, die Informations- und/oder Kommunikationstechnologien in Form von Soft- und Hardware kombinieren und für spezifische Forschungsgebiete nutzbar machen möchten. Größtenteils als dezentrale oder

virtuelle Forschungsinfrastruktur geplant, sollen sie umfassende Daten-, Informations- oder Recheninfrastrukturen aufbauen und zur digitalen Erhebung, Aufbereitung, Bereitstellung und/oder Nutzung von unterschiedlichsten Forschungsdaten beitragen. Die Vorhaben planen einen offenen Zugang zu vielfältigen und umfangreichen Datenbeständen oder die Durchführung und Reproduktion von digitalen Forschungsexperimenten und möchten damit einen Beitrag zur Digitalisierung in der Wissenschaft und der Verbesserung des Forschungsdatenmanagements leisten.

Den Vorhaben gemeinsam ist die Verknüpfung verschiedener Wissenschaftsbereiche sowie ihre interdisziplinäre Ausrichtung. Vorgesehen ist die Verbindung spezifischer Forschungsfelder mit Teilbereichen der Informatik wie Machine Learning (ML), Datenmanagement oder Bild- und Sprachverarbeitung sowie die Einbindung von Disziplinen wie Computerlinguistik oder neuromorphes Computing. Die Mehrheit der Vorhaben setzt auf die Unterstützung von KI; zum Teil zielen sie darauf ab, zu deren Weiterentwicklung beizutragen. Einige Vorhaben zeichnen sich zusätzlich durch eine transdisziplinäre Komponente aus, mit der sie in Politik und Gesellschaft, wie etwa in die Klimapolitik oder den Gesundheitssektor, hineinwirken wollen. Durch die Nutzbarmachung wissenschaftlicher Daten sollen u. a. gesellschaftliche, digitale und gesundheitliche Herausforderungen adressiert oder Mensch-Umwelt-Beziehungen untersucht werden.

Die Stärkung des Forschungsstandorts Deutschland wird angestrebt u. a. mit Blick auf die Computational Social Sciences, die Netzwerktechnologie, die Neurowissenschaften oder die Klimaforschung. Bei den Vorhaben handelt es sich um Forschungsinfrastrukturen, die eine starke nationale, aber auch internationale (vor allem europäische) Vernetzung aufweisen, was sich an einer großen Anzahl an Partner- und teils auch Trägereinrichtungen sowie der Verbindung von zwei Vorhaben zu ESFRI-Forschungsinfrastrukturen zeigt.

Folgende Vorhaben wurden in der AG begutachtet:

- _ EBRAINS-D: *EBRAINS Deutschland* ist eine geplante digitale Forschungsinfrastruktur für neuartige, hochdetaillierte KI-Basismodelle zur Erforschung der Funktionsweisen des menschlichen Gehirns.
- _ OSIRIS: Die *Open Science Information and Research Infrastructure* soll in Form einer digitalen Wissensinfrastruktur entstehen, die deutsche naturwissenschaftliche, technische und kulturelle Sammlungen zusammenführt.
- _ RIDLOP: Die *Research Infrastructure for Data from Large Online Platforms* ist eine geplante digitale Plattform, die Zugriff auf Daten von großen Online-Plattformen bietet und deren Analyse ermöglicht.
- _ SLICES-DE: Die *Scientific Large Scale Infrastructure for Computing/Communication Experimental Studies* sieht die deutsche Beteiligung an einer digitalen

europäischen Forschungsinfrastruktur für experimentelle Forschung im Bereich der Datenverarbeitung und Kommunikation vor.

- _ SuperCoHD: Die *High-Performance Computing Infrastructure for Health Data* ist als hochperformante Recheninfrastruktur für Gesundheitsforschung in einem integrierten Datenraum geplant.
- _ TerraNet: *Toward a terrestrial digital twin of Germany for sustainable use and management of the land surface* ist ein Vorhaben zur Entwicklung eines terrestrischen Digitalen Zwillings, der aus Umweltbeobachtungsdaten besteht.

III.2 Medical Research, Medical Physics and Biomedicine

Die AG *Medical Research, Medical Physics and Biomedicine* behandelte sechs Vorhaben mit den Schwerpunkten Zell- und Gentherapie, Organoidforschung, bildgebende Verfahren sowie disziplinübergreifende Großtierforschung. Im Fokus standen dabei die Entwicklung, Translation und klinische Anwendung neuer Diagnostik- und Behandlungsmethoden mit dem Ziel, Fortschritte in der medizinischen Forschung, der personalisierten Behandlung sowie der Versorgung zu erzielen. Die Vorhaben sind mehrheitlich interdisziplinär angelegt, wobei methodische und inhaltliche Schnittstellen zwischen biomedizinischen Fragestellungen, physikalisch-technischen Methoden sowie zum Teil den Agrar- und Veterinärwissenschaften bestehen. Entsprechend sieht ein Großteil der Vorhaben eine Kooperation von Forschenden aus der Medizin, Biologie, Physik, Informatik, dem Veterinärwesen oder den Ingenieurwissenschaften vor. Einen Schwerpunkt, insbesondere innerhalb der Organoid-, Gen- und Zelltherapie-Vorhaben, stellt die (klinische) KI-Nutzung dar. Dabei soll KI beispielsweise für die automatisierte Produktion und Entwicklung der Therapien, für Datenverarbeitung und -analyse sowie für diagnostische Abläufe eingesetzt werden.

Zum Kontext der AG stellte der Ausschuss fest, dass Deutschland in einigen der genannten wissenschaftlichen Schwerpunkten bereits eine internationale Führungsposition innehat und wissenschaftliche Einrichtungen exzellente Leistungen erbringen. Dies gilt beispielsweise für die Technologie der Hochfeldbildung oder die Zell- und Gentherapien. In anderen Bereichen besteht Handlungsbedarf – so werden in der Biomedizin und in der translationalen Forschung beispielsweise transdisziplinäre zentralisierte Forschungsinfrastrukturen für Großtierstudien auf internationaler Ebene und speziell in Deutschland für Fortschritte in der Produktion und medizinischen Anwendung von Zell- und Gentherapien benötigt.

In der medizinischen Forschung gilt der Betrieb von Forschungsinfrastrukturen als wissenschaftliche Leistungsdimension als vergleichsweise gut etabliert, was sich auf europäischer Ebene beispielsweise in der ESFRI-Roadmap widerspiegelt, in der Forschungsinfrastrukturen im Bereich Gesundheit und Ernährung eine

eigene Sektion bilden. |²⁰ Lebenswissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen sind in Deutschland und Europa aufgrund der Forschung an Lebewesen jedoch vor besondere regulatorische, sicherheitsbezogene und gesellschaftliche Herausforderungen gestellt. Innerhalb dieser AG wird dies insbesondere in der von starker internationaler Konkurrenz geprägten Organoid- sowie Zell- und Gentherapieforchung deutlich – beispielhaft sind hier die Herausforderungen bei der Standardisierung von Arzneimitteln für neuartige Therapien (ATMPs) zu nennen – sowie in der translationalen Großtierforschung, die ebenfalls einer besonderen ethischen Sensibilität unterliegt.

Folgende Vorhaben wurden in der AG begutachtet:

- _ CREATION: Das geplante *Zentrum für Gen- und Zelltherapie in Regeneration und Transplantation* zielt auf die Verbesserung von Gen- und genetisch modifizierten Zelltherapien (CGTs) sowie auf die Beschleunigung ihrer Produktionsprozesse ab.
- _ DZTO: Das *Deutsche Zentrum für Translationale Organoidforschung* ist ein geplanter virtueller Service-Hub, der darauf abzielt, Organoidtechnologie in die klinische Anwendung zu überführen.
- _ GRICE-NET: Das *Deutsche Forschungsinfrastrukturnetzwerk für zellbasierte Medizin* soll als ein nationales Forschungsnetzwerk zur schnellen Entwicklung zellbasierter Therapien, insbesondere von ATMPs, etabliert werden.
- _ GUF1-14T: Das *Deutsche Ultrahochfeld-Bildgebungszentrum 14-Tesla-MRT* soll Ganzkörper-Magnetresonanztomographie (MRT) am Menschen bei einer Magnetfeldstärke von 14 T ermöglichen.
- _ LARC: Das *Large Animal Research and Care Center* ist ein geplanter Forschungshub für Großtierstudien an der Schnittstelle von Agrarwissenschaften, Veterinärwissenschaften und translationaler Medizin.
- _ MD-MAXI: Das *Magdeburg Center for (Bio-)Medical Advanced X-Ray Imaging* plant die Anwendung neuartiger brillanter Röntgenstrahlung für biomedizinische Bildgebungsverfahren.

III.3 Process, Systems and Life Cycle Engineering and Information Technology

Die sechs Vorhaben der AG *Process, Systems and Life Cycle Engineering and Information Technology* zeichnen sich durch ingenieurwissenschaftliche Schwerpunkte aus – von der (System-)Verfahrenstechnik und Elektrotechnik über Verkehrstechnik bis hin zu Technischer Chemie. Ein missionsorientierter Fokus, der sich auch als übergeordnetes, gesellschaftlich relevantes Ziel niederschlägt, liegt in der Ressourcenschonung und -effizienz. Ein Teil der Vorhaben plant, hierfür

|²⁰ European Strategy Forum on Research Infrastructures (2024): ESFRI Landscape Analysis 2024; Mailand, S. 61–75. URL: https://landscape2024.esfri.eu/media/coqdoq0q/20240604_la2024.pdf

entsprechende technologische und prozessorientierte Lösungen anzubieten. Dazu zählen zum einen optimierte und nachhaltige Produktionsprozesse von Chemikalien und anderen Materialien sowie die Verwertung von Biomasse. Zum anderen sollen Recycling- und Aufbereitungsprozesse – beispielsweise in der Elektronik- oder Automobilproduktion – zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft beitragen, in der Ressourcen effizient genutzt und nicht lediglich verbraucht werden. Eines der zentralen Ziele in der Geräte-, Prozess- und Bauelemententwicklung der Vorhaben ist die verbesserte Energieeffizienz. Neben der Optimierung von Produktions- und Prozessstandards sollen zudem im Bereich der Mobilität die Verkehrsräume mithilfe von Sensoren und anderen Technologien effizienter und sicherer gestaltet werden. Methodisch gemeinsam ist den Vorhaben dieser AG der geplante umfangreiche Einsatz von KI, insbesondere ML, Digitalen Zwillingen und anderen Instrumenten der Industrie 4.0. Diese digitalen Tools sollen durch umfangreiche Analysen und Simulationen die Weiterentwicklung und Optimierung von Prozessen und Verfahren unterstützen. Insbesondere die Anwendung eines Digitalen Zwillinges soll zudem auch externen Nutzenden einen niedrigschwelligen offenen Zugang zur Forschungsinfrastruktur ermöglichen.

Für die Umsetzung ihrer Ziele planen die Vorhaben meist Infrastrukturen in Form von Pilot- und Demonstrationsanlagen sowie Entwicklungslabore, die sich an bestimmte Technology Readiness Level (TRL) richten und Nutzenden aus Forschung und Industrie Skalierungsmöglichkeiten für ihre Technologien und Prozesse bieten sollen. Dementsprechend liegt der Fokus oftmals auf (industrieller) Forschung und Entwicklung (FuE).

Im Kontext dieser AG stellte der Ausschuss fest, dass in einigen der vertretenen Disziplinen Deutschland bereits eine starke internationale Position einnimmt – beispielsweise in der Recyclingindustrie, der chemischen Verfahrenstechnik oder im Bereich Intelligent Transportation Systems. In anderen besteht dringender Handlungsbedarf, um den Anschluss nicht zu verlieren, wie beispielsweise in der Halbleiterforschung. Der Betrieb von Forschungsinfrastrukturen als wissenschaftliche Leistungsdimension ist allerdings in einigen der hier vertretenen ingenieurwissenschaftlichen Fächern nicht in mit anderen Wissenschaftsgebieten vergleichbarer Weise gegeben. |²¹ Es fällt auf, dass sich die Vorhaben dieser AG auf maximal zwei Trägereinrichtungen beschränken und sich oftmals nicht in größere nationale oder internationale Forschungsnetzwerke eingliedern oder auf Planungen für entsprechende Kooperationen hinweisen.

|²¹ Dies spiegelt sich auch auf europäischer Ebene in dem Umstand wider, dass sich auf der ESFRI-Roadmap kaum Vorhaben mit einem entsprechenden Schwerpunkt finden; siehe dazu European Strategy Forum on Research Infrastructures (2021): Roadmap 2021. Strategy Report on Research Infrastructures; Mailand. URL: <https://roadmap2021.esfri.eu/media/1295/esfri-roadmap-2021.pdf>

Folgende Vorhaben wurden in der AG begutachtet:

- _ FlexiPlant: Die *Forschungsinfrastruktur zur adaptiven Aufbereitung komplexer Rohstoffe* plant den Prototyp einer vollautomatisierten Pilotanlage zur Rohstoffaufbereitung mit dem Ziel einer digitalisierten und agilen Recyclingindustrie.
- _ μ e-Bauhaus Erlangen: Das *Mikroelektronik-Bauhaus Erlangen* sieht eine Forschungs- und Innovationsinfrastruktur mit Fokus auf Leistungshalbleitern mit (ultra-)großer Bandlücke und der Vernetzung von Forschung, Ausbildung und Industrie vor.
- _ naProKi: Das *Forschungszentrum für nachhaltige Produktion und Kreislaufwirtschaft* verfolgt das Ziel, Energie- und Materialverbrauch durch die Entwicklung ressourcenschonender Fertigungsverfahren und Recyclingstrategien zu reduzieren.
- _ ORCHEStRa: Das *Open Research Center for the Holistic Exploration of Safety and Efficiency in Real Traffic* soll der hochauflösenden Erfassung und Verarbeitung von Echtzeit-Verkehrsdaten in Form einer modularen Hardware- und Software-Architektur dienen.
- _ PrecFer4innoP: Das Vorhaben *Precision Fermentation for innovative Products* hat zum Ziel, Innovationen in der nachhaltigen Bioökonomie durch Präzisionsfermentations- und intelligente Bioraffinerieysteme voranzutreiben.
- _ SCALA: *Scale-up Green Chemistry* ist als Forschungsplattform mit Langzeittest- und Validierungsinfrastruktur für die Skalierung und den Transfer von nachhaltigen Prozessen in der Chemie konzipiert.

III.4 Quantum Technologies and Materials Science

Die vier Vorhaben der AG *Quantum Technologies and Materials Science* versammeln natur- und technikkwissenschaftliche Schwerpunkte aus der Biologie, Chemie, Physik, den Materialwissenschaften, der Werkstofftechnik sowie den Quanten- und Informationstechnologien. Im Zentrum der geplanten interdisziplinären Forschungsinfrastrukturen stehen die Charakterisierung und Entwicklung neuartiger Quantenbauelemente, die Analyse quantenphysikalischer und materialbezogener Eigenschaften sowie die Entwicklung multifunktionaler Materialien mit gezielt steuerbaren Eigenschaften. Ein Ziel ist es, durch den Einsatz quantentechnologischer Methoden und materialanalytischer Technologien wie Kernspinresonanzspektroskopie (NMR) und Hochfeldstrahlungsquellen einen substantziellen Beitrag zur Lösung gesellschaftlich relevanter Herausforderungen in Bereichen wie Quantencomputing, Energie- und Medizintechnik sowie Arzneimittelentwicklung, Gesundheits-, Energie- und Klimaforschung zu leisten. In der NMR-Forschung adressieren zwei der Vorhaben fachspezifische Herausforderungen, indem sie die Überwindung der klassischen Grenzen zwischen Bio- und Materialwissenschaften sowie zwischen Festkörper- und Flüssig-NMR

anstreben. Zudem wird in beiden Vorhaben auf eine nahezu identische NMR-Technologie mit vergleichbaren Magnetfeldstärken und Frequenzen zurückgegriffen. Die Analyse dynamischer Prozesse und atomarer Strukturen in einem breiten Spektrum von Materialien sowie die Erforschung von Quantenphänomenen sind weitere Kernthemen der Vorhaben, die sich weitestgehend als Brücke zwischen Grundlagenforschung und industrieller Anwendung verstehen.

Methodisch zeichnen sich die Vorhaben durch eine starke Integration digitaler Werkzeuge aus. Die Nutzung und Entwicklung KI-gestützter Ansätze zur Datenanalyse und -verwaltung sowie zur intelligenten Steuerung experimenteller Prozesse sollen dazu in der Umsetzung der Vorhaben verankert werden.

Der Ausschuss stellte fest, dass Deutschland im Bereich der NMR- sowie der Hochfeldforschung bereits eine international anerkannte und in Teilen führende Position einnimmt, insbesondere mit Blick auf Anwendungen in den Lebenswissenschaften. Im Bereich der Quantentechnologien hingegen besteht noch erheblicher Bedarf, bestehende Forschungslücken zu adressieren und das vorhandene wissenschaftliche Potenzial gezielt zu erschließen.

Folgende Vorhaben wurden in der AG begutachtet:

- _ Future-NMR: Die *NMR high-field spectrometer for bio- and material sciences* sollen drei Ultra-Hochfeld-Kernmagnetresonanz-Spektrometer zur Durchführung von Atomstrukturanalysen in den Bio-, Gesundheits- und Materialwissenschaften umfassen.
- _ KNMR: Die *Karlsruhe Nuclear Magnetic Resonance Facility* ist eine geplante digitale, analytische Materialwissenschaftseinrichtung, die der Charakterisierung von Materialien sowie der Analyse quantenmechanischer Strukturen dient.
- _ Q-MUC: Die *Quantum Munich Labs* sind als nationales Deep-Tech-Innovationszentrum konzipiert für neuartige festkörperbasierte Quantenbauelemente sowie hardware-spezifische Software zur Produktion und Charakterisierung von Quantensensoren und -prozessoren.
- _ DALI: Die *Dresden Advanced Light Infrastructure* umfasst eine Reihe geplanter beschleunigerbasierter THz-Lichtquellen zur Analyse von Materie unter dem Einfluss hochintensiver elektromagnetischer THz-Felder, mit dem Ziel, ein physikalisches, chemisches und biologisches Verständnis neuartiger, kurzlebiger Zustände der Materie auf ultraschnellen Zeitskalen zu gewinnen.

III.5 Particle Physics and Nuclear Physics

Die AG *Particle Physics and Nuclear Physics* behandelte vier Forschungsinfrastrukturvorhaben, die zentrale Felder der modernen Physik adressieren. Im Fokus stehen Röntgen- und Neutronentechnologien für atomare Analysen und Materialforschung, photonische Technologien sowie Energielösungen. Auch diese AG

zeichnet sich durch eine interdisziplinäre Ausrichtung der Vorhaben aus, die eine Brücke zwischen physikalischer Grundlagenforschung und Fragestellungen angewandter Forschung schlagen möchten.

Eine besondere inhaltliche Überschneidung zeigt sich in der Weiterentwicklung und Nutzung von Großforschungsanlagen zur Charakterisierung von Materie auf atomarer und molekularer Ebene. Beabsichtigt ist, durch innovative Strahlungsquellen und geeignete Methoden tiefere Einblicke in die Struktur und Dynamik verschiedener Materialien sowie biologischer und technischer Systeme zu ermöglichen. Dabei spiegeln die Vorhaben eine große Bandbreite technologischer Ansätze wider, die unterschiedliche wissenschaftliche Zielsetzungen und Anwendungsfelder adressieren. Sie reichen von hochauflösender, zeitaufgelöster Bildgebung zur Analyse dynamischer Prozesse über die Entwicklung neuartiger Quellen für material- und lebenswissenschaftliche Anwendungen bis hin zu Technologien für optische Informationsverarbeitung, Quantenkommunikation und Sensorik. Methodische Innovationen sollen dabei für technologische Schlüsselbereiche wie Energie, Kommunikation, Computertechnologie und Medizintechnik nutzbar gemacht werden.

Ein zentrales Element der Vorhaben ist die stark datengetriebene Ausrichtung. Alle technologischen Anlagen und Großgeräte der Vorhaben versprechen, teilweise außergewöhnlich hohe Datenmengen zu generieren, deren Auswertung zunehmend durch KI-gestützte Methoden und komplexe Datenmanagementsysteme erfolgt und die konkrete Maßnahmen in der Verwertung, Verwendung und Bereitstellung erfordern. Zwischen den Vorhaben zeigen sich entsprechend deutliche Parallelen in der Entwicklung und Anwendung neuer Analyse- und Auswertungsverfahren, die für die Material- und Lebenswissenschaften sowie für industrielle Innovationen relevant sind. Fachspezifisch sind zudem die hohen Anforderungen an Sicherheit, Regulierung und gesellschaftliche Akzeptanz, insbesondere bei kerntechnischen Anlagen. Die Vorhaben sind vor Herausforderungen gestellt, die zum einen komplexe Genehmigungsverfahren und strenge Regularien und zum anderen das internationale Wettbewerbsumfeld betreffen.

Umfangreiche Forschungsinfrastrukturen sind in der Kern- und Teilchenphysik ein etabliertes Format und stehen in der Tradition des naturwissenschaftlich orientierten Begriffs der Großgeräte; darüber hinaus werden in dieser AG bislang in Deutschland oder Europa nicht realisierte Konzepte verfolgt, was besondere Herausforderungen in der Planung, im Risikomanagement und in der Governance mit sich bringt. Die Vorhaben sind überwiegend als nationale Forschungsinfrastrukturen konzipiert. Während einige Vorhaben durch große, etablierte Trägereinrichtungen getragen werden, setzen andere auf die Kooperation mehrerer Institute oder Universitäten.

Folgende Vorhaben wurden in der AG begutachtet:

- _ AMR: Der *Advanced Modular Reactor* ist als Generation-IV-Forschungsreaktor konzipiert, der emissionsarme Energieversorgung, medizinische Isotopenproduktion sowie Forschung in Fusionstechnologie, Neutronenbildgebung und Materialwissenschaften vereinen soll.
- _ HBS-I: Die *High Brilliance Neutron Source – Phase I* ist eine Neutronenquelle mit gepulsten Hochstrom-Protonenstrahlen mit dem Ziel, den Zugang zu Neutronenexperimenten für Wissenschaft und Industrie zu sichern sowie medizinische Radioisotope bereitzustellen.
- _ NLP: Das *National Laboratory for Photonic Science and Technology* soll durch die Entwicklung photonischer Schlüsseltechnologien eine Plattform für Innovationen in Kommunikation, Quantencomputing, Sensorik und Medizintechnik schaffen.
- _ PETRA IV: *The ultimate 4D X-ray Microscope* ist ein geplantes Upgrade der PETRA-III-Anlage am DESY und soll als 4D-Röntgenmikroskop Materialanalysen, Echtzeit-Visualisierung und datengetriebenes Materialdesign ermöglichen.

III.6 Astrophysics and Astronomy

Die sechs Vorhaben der AG *Astrophysics and Astronomy* widmen sich zentralen Fragestellungen der Astrophysik, Astronomie, (Astro-)Teilchenphysik und Kosmologie. Im Fokus stehen dabei die Entdeckung und Erforschung von astronomischen Objekten sowie astrophysikalischen, kosmischen und solaren Phänomenen, die mitunter über das Standardmodell der Physik hinausgehen. Die Bandbreite der in der AG versammelten Forschungsvorhaben umfasst dabei u. a. die Suche nach Dunkler Materie und dem sog. neutrinolosen Doppelbeta-Zerfall sowie die Untersuchung von Schwarzen Löchern, Neutronensternen und Materie unter extremen Bedingungen sowie der Dynamik des solaren Magnetfelds. Zudem sollen mittels verschiedener Methoden und Technologien Neutrinos, Radio- und Gravitationswellen sowie Licht detektiert werden. Zu diesem Zweck sehen die Vorhaben den Auf- bzw. Ausbau von Observatorien, Teleskopen und Experimenten vor, die in bestimmten Fragestellungen im Sinne der Multi-Messenger-Astrophysik/Astronomie als komplementär zu betrachten sind. Das übergeordnete Ziel besteht darin, das Verständnis des Universums in seinen Ursprüngen, Strukturen und Wechselwirkungen grundsätzlich zu vertiefen.

Im Vergleich zu bestehenden Forschungsinfrastrukturen im Feld erfordern die Forschungsprogramme der Vorhaben grundsätzlich eine signifikante Steigerung der Leistungsfähigkeit bzw. Empfindlichkeit der Systeme, die über die Entwicklung und Implementierung von innovativen Technologien erreicht werden soll. Die Entwicklung von leistungsstarken Methoden zur Verbesserung der Detektionssysteme und zur Unterdrückung von Hintergrundsignalen betrifft dabei

etwa die Bereiche der Halbleitertechnologie, Mikroelektronik, Kryotechnik, Quantenoptik und Materialwissenschaften, woraus sich zahlreiche interdisziplinäre Bezüge ergeben. Aufgrund der umfangreichen Datensätze, die im Zuge der jeweiligen Detektionsaktivitäten generiert werden, kommt zudem dem Einsatz von KI und der Entwicklung von Algorithmen zur Reduktion und weiteren Verarbeitung von Daten eine zentrale Rolle zu.

Bei den Vorhaben der AG handelt es sich durchweg um deutsche Beteiligungen an großen internationalen Forschungsinfrastrukturen. Derartige Kollaborationen sind in der Astrophysik und Astronomie etabliert, was nicht zuletzt dadurch begründet ist, dass die für diese Bereiche zentralen Observatorien bzw. Teleskope oder Experimente hinsichtlich ihrer technischen Komplexität, ihrer finanziellen Dimensionen sowie der vielfachen Notwendigkeit für besondere Standorte (etwa aufgrund idealer Bedingungen für bestimmte Beobachtungen) nur in der Zusammenarbeit verschiedener internationaler Akteure zu realisieren sind. Seit dem Beginn der zweiten Präsidentschaft Donald Trumps stehen zahlreiche Beteiligungen der USA an internationalen Forschungsprojekten aufgrund von Budgetkürzungen und dem Rückzug aus internationalen Kooperationen zur Disposition. Dies setzt einige Vorhaben dieser AG einem Umsetzungsrisiko aus, da sie mit einem wesentlichen Finanzierungsbeitrag der USA rechnen oder auf die Kooperation mit US-amerikanischen wissenschaftlichen und staatlichen Stellen angewiesen sind. Da Einreichung und Begutachtung der Kurzkonzepte zum Teil vor Amtsantritt der derzeitigen US-Regierung erfolgten, war dieses Risiko seitens der Trägereinrichtungen bzw. Gutachtenden nicht zu berücksichtigen. Die Bewertung dieser Vorhaben erfolgte daher ungeachtet eines möglichen Ausfalls der USA als Kooperationspartner. Gleichwohl wird es bei künftigen Investitionsentscheidungen wichtig sein, Risiken durch wissenschaftliche Abhängigkeiten sorgfältig zu prüfen. |²²

In den Bereichen, in denen die Forschungsinfrastrukturvorhaben der AG vorangetrieben sind, nehmen deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Sicht des Ausschusses schon jetzt eine internationale Führungsposition ein. Dies gilt sowohl für die Astronomie – insbesondere für die Radio- und Gravitationswellenastronomie – als auch für die Neutrinoforschung und Sonnenphysik. Die Akteurinnen und Akteure der beteiligten Träger- und Partnereinrichtungen verfügen über eine Expertise, die für den Erfolg des jeweiligen Vorhabens entscheidend ist. Dies ergibt sich nicht zuletzt aus früheren oder bestehenden Beteiligungen an Forschungsinfrastrukturen, auf die die eingereichten Vorhaben der AG aufbauen.

|²² Vgl. Wissenschaftsrat (2025): Wissenschaft und Sicherheit in Zeiten weltpolitischer Umbrüche | Positionspapier; Köln, S. 26. DOI: <https://doi.org/10.57674/9tr5-kn29>

Folgende Vorhaben wurden in der AG begutachtet:

- _ EST: Beim *European Solar Telescope* handelt es sich um ein geplantes Sonnen-Observatorium auf La Palma (Spanien), dessen Hauptteleskop eine Öffnung von 4,2 m Durchmesser aufweist.
- _ ET: Das *Einstein-Teleskop* ist ein geplantes Gravitationswellen-Observatorium, das Signale von Verschmelzungen kompakter Objekte von Schwarzen Löchern und Neutronensternen über kosmische Zeiten hinweg beobachten soll.
- _ IceCube-Gen2: Das Vorhaben sieht die Erweiterung eines bestehenden Neutrino-Observatoriums am Südpol zur Verbesserung der Nachweisfähigkeiten vor.
- _ LEGEND-1000: Das *Large Enriched Germanium Experiment for Neutrinoless Double Beta Decay* soll fundamentale Eigenschaften von Neutrinos erforschen und zentrale Fragen der Teilchenphysik und Kosmologie beantworten.
- _ SKAO: Das *Square Kilometre Array Observatory* zielt auf den erweiterten Aufbau eines Netzwerks von radioastronomischen und rechentechnischen Einrichtungen in Afrika, Australien und Europa ab.
- _ XLZD: *A xenon-based low-background observatory for astroparticle physics* ist darauf ausgelegt, nach Dunkler Materie und dem neutrinolosen Doppel-Betazerfall zu suchen sowie zentrale Fragen der Teilchenphysik und Kosmologie zu beantworten.

B. Bewertungen und Empfehlungen des Ausschusses

Im Folgenden werden zunächst die vom Ausschuss zur Aufnahme auf die Shortlist empfohlenen Vorhaben für Forschungsinfrastrukturen (FIS) genannt und die vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) erstellte Shortlist gezeigt. Darauf folgen die Bewertungen der empfohlenen (B.I.1–B.I.11) bzw. nicht empfohlenen Vorhaben (B.II.1–B.II.21).

B.I BEWERTUNG DER EMPFOHLENE VORHABEN

Folgende elf Vorhaben hat der Ausschuss dem BMFTR zur Aufnahme auf die Shortlist empfohlen:

- _ *Zentrum für Gen- und Zelltherapie in Regeneration und Transplantation* – CREATION, als Forschungszentrum für Gen- und Zelltherapie aus dem Bereich der medizinischen Forschung.
- _ *Dresden Advanced Light Infrastructure* – DALI, als Hochfeld-Strahlungsquelle in Form einer User Facility aus dem Bereich der experimentellen Physik.
- _ *Einstein-Teleskop* – ET, als Gravitationswellen-Observatorium für Forschung im Bereich Astrophysik.
- _ *High Brilliance Neutron Source – Phase I* – HBS-I, als hochstrombeschleunigerbetriebene Neutronenquelle in Form einer User Facility aus dem Bereich der experimentellen Physik.
- _ *IceCube-Gen2*, als Neutrino-Observatorium für Forschung im Bereich der Astrophysik.
- _ *The ultimate 4D X-ray Microscope* – PETRA IV, als Röntgenlichtquelle in Form einer User Facility aus dem Bereich der experimentellen Physik.

- _ *Research Infrastructure for Data from Large Online Platforms* – RIDLOP, als digitale Plattform zur Analyse von Daten großer Online-Plattformen im Bereich der Sozialwissenschaften.
- _ *Scale-Up Green Chemistry* – SCALA, als Langzeittest- und Validierungsinfrastruktur im Bereich angewandte grüne Chemie.
- _ *Scientific Large Scale Infrastructure for Computing/Communication Experimental Studies* – SLICES-DE, als digitale experimentelle Plattform im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie.
- _ *Large Enriched Germanium Experiment for Neutrinoless Double Beta Decay* – LEGEND-1000, als Experiment zur Suche nach dem neutrinolosen Doppelbeta-Zerfall im Bereich der Astroteilchenphysik.
- _ *A xenon-based low-background observatory for astroparticle physics* – XLZD, als Xenon-Observatorium zur Suche nach dem neutrinolosen Doppelbeta-Zerfall im Bereich der Astroteilchenphysik.

LEGEND-1000 und XLZD setzen mit der Erforschung von Neutrinos denselben inhaltlichen Schwerpunkt. Daher hat der Ausschuss dem BMFTR empfohlen, lediglich eines dieser Vorhaben unter Berücksichtigung der Kosten- und Risikobewertung sowie des Innovations- und Transferpotenzials auf die Shortlist aufzunehmen.

Die Liste von empfohlenen Vorhaben stellt kein Ranking dar, sondern ist als gleichberechtigte Empfehlung zu verstehen. Sie zeigt, dass Vorhaben aus allen sechs AGs den Ausschuss überzeugen konnten und dass in der Empfehlung an das BMFTR ein breites fachliches Spektrum sowie eine heterogene Auswahl an Infrastrukturen abgedeckt wird. Obgleich die übergeordnete Fächergruppe der Physik, deren Forschung zu großen Teilen auf der Arbeit mit Großgeräten und umfangreichen Anlagen basiert, stark vertreten ist, sind auch die Sozialwissenschaften, die Medizin, die Materialwissenschaften und die Informationswissenschaften vertreten.

Das Ergebnis der wissenschaftsgeleiteten Bewertung in Form der elf genannten Empfehlungen durch den Ausschuss des WR wurde vom BMFTR mit den beiden Strängen zur Bewertung der Kosten und Risiken sowie des Innovations- und Transferpotenzials zusammengeführt. |²³ Die auf dieser Grundlage erstellte **Shortlist** wurde am 8. Juli 2025 vom BMFTR gemeinsam mit dem WR öffentlich vorgestellt. |²⁴ Die Shortlist repräsentiert die aussichtsreichsten FIS mit potenziell großem Beitrag zur Leistungsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems. Es handelt sich um neun zur prioritären Weiterverfolgung ausgewählte

|²³ Die Ergebnisse dieser beiden Bewertungsstränge werden seitens des BMFTR in separaten Berichten veröffentlicht.

|²⁴ Vgl. https://www.bmftr.bund.de/DE/Forschung/Wissenschaftssystem/Forschungsinfrastrukturen/Priorisierungsverfahren/priorisierungsverfahren_node.html

Vorhaben mit einem Investitionsvolumen von über 2,5 Mrd. Euro für den Aufbau. Die Shortlist umfasst:

_ CREATION

_ DALI

_ Vorphase für das ET

_ HBS-I

_ IceCube-Gen2

_ LEGEND-1000

_ PETRA IV

_ RIDLOP

_ SLICES-DE

Es folgt die Bewertung der elf vom Ausschuss empfohlenen Vorhaben, wobei die jeweiligen Ergebnisse nach einer kurzen Vorhabenbeschreibung entlang der vier Dimensionen **Wissenschaftliches Potenzial, Wissenschaftliche Nutzung, Bedeutung für den Wissenschaftsstandort Deutschland** sowie **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** dargelegt werden.

I.1 CREATION

Zentrum für Gen- und Zelltherapie in Regeneration und Transplantation (CREATION)

Trägereinrichtungen: Medizinische Hochschule Hannover (MHH) | Universitätsmedizin Göttingen (UMG) | Universitätsklinikum Leipzig (LUMC) | Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie (IZI) |²⁵

Aufbaukosten: ca. 85 Mio. Euro

CREATION ist eine kollaborative Initiative, die Expertise aus den Bereichen der Immunologie, regenerativen Medizin, Molekularbiologie und der klinischen Translation vereint und darauf ausgelegt ist, innovative Zell- und Gentherapien (CGT) zu entwickeln – sowohl durch ex-vivo- als auch in-vivo-Ansätze. Das Ziel besteht darin, breit zugängliche „off-the-Shelf“-Therapien anzubieten und die Herstellungsprozesse durch KI-gesteuerte Automatisierung zu verbessern. Dadurch werden große gesundheitliche Herausforderungen wie Krebs, genetische Erkrankungen und Organversagen adressiert. Um die derzeitige Fragmentierung in der CGT-Entwicklung zu überwinden, plant CREATION die Eta-

²⁵ Hier und im Folgenden werden Max-Planck- und Fraunhofer-Institute als Trägereinrichtungen gelistet, obgleich die Max-Planck-Gesellschaft bzw. die Fraunhofer-Gesellschaft als Träger fungieren.

blierung einer Infrastruktur, die Forschung, Produktion und klinische Anwendungen vereint und die strategisch auf die Standorte Hannover, Göttingen und Leipzig verteilt ist, wobei Good Manufacturing Practice (GMP)-Einrichtungen in Hannover und Leipzig erweitert werden sollen.

Bewertung

Mit Blick auf das **wissenschaftliche Potenzial** stellt CREATION eine vielversprechende FIS von herausragender Bedeutung für den Wissenschaftsstandort Deutschland dar. Das Vorhaben überzeugt durch die in Aussicht gestellte Beschleunigung der Großserienproduktion von Gentherapie-Medikamenten sowie durch zukünftige Anwendungsmöglichkeiten entwickelter Vektoren und Technologien in den Bereichen Krebs, Autoimmunerkrankungen, Organversagen und Geweberegeneration. Das Vorhaben hat somit das Potenzial, ex-vivo- und in-vivo-Therapien in Deutschland zu verbessern und einen Wandel von den ex-vivo- zu in-vivo-Therapien zu begünstigen. Der Fokus auf monogene Erkrankungen ist ein Alleinstellungsmerkmal von CREATION; besonders aussichtsreich sind die Ansätze für Anwendungsbereiche wie Taubheit und Transplantation. Das Vorhaben adressiert mehrere Handlungsfelder aus der Nationalen Strategie für gen- und zellbasierte Therapien, wie den Technologietransfer, den Ausbau von Qualität und Kapazitäten im Bereich der GMP-Produktion sowie FuE. |²⁶ Da die Verbesserung von Infrastruktur für Forschung und Translation in den CGTs essenziell ist, trägt CREATION als FIS wesentlich zu diesem Ziel bei. Der zweite Forschungsstrang, der sich auf die Entwicklung neuer Therapien bezieht, die Neuartigkeit der voraussichtlichen wissenschaftlichen Leistungen von CREATION in Relation zu anderen Forschungseinrichtungen sowie der Auswahlprozess der Kooperationspartner und deren Zusammensetzung sollten weiter ausgearbeitet werden.

Das **wissenschaftliche Nutzungskonzept** von CREATION beschreibt potenzielle Nutzendengruppen sowie die Nutzbarkeit von Dienstleistungen an verschiedenen Standorten auf überzeugende Weise. Angesichts des großen Bedarfs an FIS in den CGTs ist der Zugang zu CREATION sehr attraktiv für eine breite und vielfältige Forschungscommunity aus der Molekularbiologie, Immunologie, Onkologie und der regenerativen Medizin. Der Fokus auf die Bereitstellung von Dienstleistungen sowohl für interne als auch für externe Nutzende, die Kapazitäten und die kompakte Struktur der FIS besitzen einen hohen Nutzungswert. Die geplante enge Zusammenarbeit der Trägereinrichtungen verspricht einen Beitrag zu einer geringeren Fragmentierung der derzeitigen CGT-Entwicklung. Bezüglich der geplanten 200 bis 300 externen Nutzenden pro Jahr wäre es wünschenswert, die Berechnung dieser Nutzungszahl, die Zugangsprozesse sowie die

|²⁶ Berlin Institute of Health at Charité (BIH), Translationsforschungsbereich der Charité - Universitätsmedizin Berlin (2024): Nationale Strategie für gen- und zellbasierte Therapien; Berlin. URL: https://www.bi-health.org/fileadmin/GZT/NationaleStrategie_GCT_DE.pdf

adäquate Deckung der Nutzungsbedarfe weiter zu konkretisieren. Eingehendere Erläuterungen zum Monitoring des Exekutivausschusses, zur Anzahl der zu bauenden Anlagen und zu der spezifischen Anzahl der produzierten Gentherapie-Medikamente pro Jahr sind ebenfalls notwendig.

Das Vorhaben ist von Bedeutung für den **Wissenschaftsstandort Deutschland**: Aufgrund des internationalen Wettbewerbs und der Bedeutung von CGTs ist es dringend erforderlich, dass Deutschland weitere Schritte in der Gen- und Zelltherapieforschung unternimmt. Während die USA, China, Großbritannien und einige Länder der Europäischen Union (EU) bereits effektive Ökosysteme für die Entwicklung von gen- und zellbasierten Therapien geschaffen haben, bestehen in Deutschland nach wie vor spezifische Herausforderungen in der Koordination der relevanten Akteure sowie beim Transfer in die medizinische Versorgung. CREATION hat das Potenzial, Deutschland in der internationalen Forschung durch die verbesserte Produktion und medizinische Anwendung von CGTs einen Vorsprung zu verschaffen und seine Position in diesem Feld nachdrücklich zu stärken. Das Vorhaben wirkt dem Mangel an spezialisierten und gut vernetzten großen FIS in Europa entgegen. CREATION adressiert zudem aktuelle und auch auf europäischer Ebene hochrelevante Fragestellungen und Ziele, wie etwa die Entwicklung von Werkzeugen, Technologien und digitalen Gesundheitslösungen für die personalisierte Medizin. |²⁷ CREATION ist außerdem in der Position, Patientinnen und Patienten weltweit einen erschwinglicheren Zugang zu den resultierenden innovativen Behandlungen zu ermöglichen. Eine stärkere Einbettung des Vorhabens in die nationale und internationale Forschungslandschaft mit Bezug zu weiteren FIS und Forschungseinrichtungen im Feld käme CREATION zusätzlich zugute.

Die große Expertise der vier Trägereinrichtungen und ihre bereits bestehende Zusammenarbeit sowie das Netzwerk institutioneller Partner lassen eine erfolgreiche **Umsetzung** des Vorhabens aus **wissenschaftlicher Perspektive** erwarten. Das Vorhaben ist nicht auf eine einzige Technologie angewiesen, was seine Anpassungsfähigkeit an sich verändernde oder neue Fragestellungen zusätzlich erhöht. Obwohl die Entwicklung neuer Therapien mit erheblichen finanziellen, regulatorischen und ethischen Risiken verbunden ist, adressieren die Trägereinrichtungen diese Risiken wissenschaftlich sehr überzeugend. Der Plan, Investitionen in Produktionsanlagen zu erhöhen, um eine ökonomischere Fertigung von Therapien zu erzielen, ist plausibel. Weitere Details zum geplanten Einsatz von KI in der Produktion von Gentherapie-Medikamenten (mit Blick darauf, dass sicherheits- und gesundheitsrelevante Aspekte des Menschen berührt werden) können das Konzept noch weiter schärfen.

|²⁷ Zu den drängendsten Fragen der Medizin aus Sicht der EU vgl. Europäische Kommission (2025): Horizon Europe Work Programme 2025. 4. Health; Brüssel. URL: https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2025/wp-4-health_horizon-2025_en.pdf

Vor dem Hintergrund des internationalen Wettbewerbs und des in Deutschland notwendigen Fortschritts in der Produktion und medizinischen Anwendung von Gen- und Zelltherapien hat der Ausschuss CREATION als ambitioniertes und vielversprechendes Vorhaben mit herausragender Bedeutung für den Wissenschafts- und Forschungsstandort Deutschland empfohlen. Mit der Aufnahme auf die Shortlist ist das BMFTR dieser Empfehlung nachgekommen.

1.2 DALI

Dresden Advanced Light Infrastructure (DALI)

Trägereinrichtung: Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

Aufbaukosten: ca. 292 Mio. Euro

DALI ist eine beschleunigerbasierte Anlage, die THz-Lichtquellen für die Erforschung der Zustände und Funktionen von Materie unter hochintensiven elektromagnetischen THz-Feldern und auf ultrakurzen Zeitskalen bieten wird. Durch die Kombination von hohen Feldstärken, Wiederholraten und voller Durchstimbarkeit in Verbindung mit ultrakurzen Elektronen- und Positronenpulsen soll DALI neue Forschungsmöglichkeiten in den Materialwissenschaften und der Halbleiterforschung eröffnen und so das Verständnis in zahlreichen physikalischen, chemischen und biologischen Bereichen fördern. Es ist zu erwarten, dass die Ergebnisse einen wichtigen Beitrag zu medizinischen Anwendungen, KI und sicherer Quantenkommunikation leisten werden. Forschungsschwerpunkte liegen u. a. auf der Untersuchung und Entwicklung von Materialien und Bauelementen unter dem Einfluss von THz-Feldern. DALI umfasst zwei supraleitende Elektronenbeschleuniger, die gekoppelt kohärente, hochintensive THz-Strahlung erzeugen. Die Anlage ist als internationale Forschungseinrichtung für Forschende aus den Bereichen der Materialwissenschaften, Festkörperphysik, Chemie und Elektronik konzipiert. Basierend auf den experimentellen Konzepten der bereits etablierten THz-Quelle TELBE wird DALI künftig die bestehende ELBE-Anlage am HZDR ablösen.

Bewertung

DALI stellt eine aussichtsreiche FIS mit herausragendem **wissenschaftlichem Potenzial** für Durchbrüche in der Biologie, Chemie, Physik, Medizin, den Materialwissenschaften und der Halbleiterforschung dar. Das Vorhaben ist von hoher wissenschaftlicher Relevanz und verfügt über die Möglichkeit, ein breites Spektrum an Fragestellungen interdisziplinär zu adressieren. Es überzeugt durch ein vielseitiges Leistungsspektrum in den Bereichen Photoemissionspektroskopie, ultraschnelle Elektronenbeugung und Positronenstrahlen für Defektkinematik, wodurch bahnbrechende Experimente zur Analyse von Quantenmaterialien, biomolekularen Prozessen und chemischen Reaktionen zu erwarten sind. DALI bietet die Aussicht auf substanzielle Fortschritte im Verständnis komplexer dynamischer Prozesse – etwa im Bereich der Energieableitung

oder der Dynamik topologischer Materialien. DALI bringt gute Voraussetzungen mit, um neue Forschungsansätze zu etablieren und langfristig einen Beitrag zur wissenschaftlichen Exzellenz zu leisten. Es ist zu erwarten, dass sich DALI als Nachfolger der bestehenden ELBE-Anlage und mit einem technologisch ambitionierten Konzept als zentrale Einrichtung in der THz-Forschung etablieren wird. Mit einem klaren Fokus auf sowohl theoretische als auch anwendungsbezogene Fragestellungen ist DALI prädestiniert dafür, innovative Ansätze zu fördern und neue Impulse für die THz-Forschung zu setzen.

Das vorgelegte **wissenschaftliche Nutzungskonzept** berücksichtigt höchste Standards in Bezug auf Funktionalität, Benutzungsfreundlichkeit und Zugänglichkeit. DALI zielt darauf ab, dynamische Prozesse in unterschiedlichsten Materialien zu analysieren, wodurch sich Perspektiven für die Erschließung neuer Nutzendengruppen eröffnen – insbesondere aus bislang in der THz-Forschung unterrepräsentierten Disziplinen. Obgleich der Großteil der Nutzenden aus Europa erwartet wird, eröffnen die vorgesehenen Zugangsmodalitäten die Möglichkeit zu intensiver internationaler Kooperation und könnten dazu beitragen, dass DALI sich als zentrale Einrichtung der globalen THz-Forschung etabliert. Die voraussichtlich 8.000 Nutzungsbetriebsstunden pro Jahr legen nahe, dass der interdisziplinäre Fokus der FIS auf Materialwissenschaften, Lebenswissenschaften und Elektrotechnik nicht nur die translationale Forschung in den Lebenswissenschaften vorantreiben, sondern auch industrielle Anwendungen ermöglichen wird. Es wird erwartet, dass die deutsche Wissenschaftscommunity rund 50 % der Nutzung ausmachen wird, wobei Nutzendengruppen aus dem europäischen und internationalen Umfeld das Nutzungsspektrum wesentlich erweitern. Angesiedelt am HZDR bringt DALI darüber hinaus gute Voraussetzungen mit, enge Verbindungen zu akademischen Institutionen weltweit zu stärken und sich als führende Einrichtung in der globalen THz-Forschung zu etablieren. Dazu tragen ein leistungsfähiges Forschungsdatenmanagement und eine effektive Kommunikation bei – gestützt auf die langjährige Betriebserfahrung der ELBE-Anlage. Auch wenn der Fokus des Vorhabens klar auf der Grundlagenforschung liegt, ist DALI prädestiniert dafür, insbesondere den Communitys der Photoemissionsspektroskopie und Elektronenbeugung neue Impulse zu geben. Die FIS könnte sich als leistungsfähige Plattform für internationale Kooperationen erweisen und die Forschung in zahlreichen Fachdisziplinen nachhaltig stimulieren.

DALI birgt das Potenzial, die Attraktivität des **Wissenschaftsstandorts Deutschland** im internationalen Vergleich nachhaltig zu steigern und bestehende Photonenforschungsinitiativen auf nationaler und europäischer Ebene ideal zu komplementieren. Trotz bestehender internationaler Infrastrukturen wie FELIX (Niederlande) und CLIO (Frankreich) besitzt DALI aufgrund seiner einzigartigen Charakteristika, hohen Feldstärke und thematischen Breite das Vermögen, eine herausragende internationale Sichtbarkeit zu erlangen. DALI verspricht, sich als bevorzugte Einrichtung für die wachsende globale THz-Community zu

etablieren. Darüber hinaus besitzt das Vorhaben das Potenzial, Innovationen in verschiedenen lebens- und materialwissenschaftlichen Disziplinen gezielt zu fördern. Die dem Vorhaben zugrunde liegende wissenschaftliche Expertise sowie ein enges europäisches Netzwerk bringen gute Voraussetzungen mit, um eine tragfähige Konzeption und erfolgreiche Inbetriebnahme sicherzustellen. Langfristig bietet DALI die Aussicht auf wirtschaftliche Kommerzialisierung und die Adressierung komplexer ingenieurtechnischer Herausforderungen – Aspekte, die zur Festigung der deutschen Position im globalen Forschungsumfeld der THz-Wissenschaft beitragen können.

Die positive Einschätzung der **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** werden durch die nachgewiesene Expertise und Erfolgsbilanz der Träger-einrichtung untermauert. Das Design beruht auf erprobten Konzepten der Vorgängeranlage ELBE und wird durch eine stringente und vorbildliche Risikomanagementstrategie gestützt. Die enge Verbindung von Facility-Know-how und wissenschaftlicher Exzellenz legt nahe, dass das Vorhaben die THz-Forschung substantiell bereichern wird. Das Vorhaben ist technisch fundiert, exzellent geplant und verfügt über ein robustes und realistisch umsetzbares Gesamtkonzept mit klarer Zeitplanung. Dies lässt eine erfolgreiche Umsetzbarkeit in hohem Maße erwarten und stellt eine weitere Stärkung des HZDR als wissenschaftliche Einrichtung in Aussicht.

Vor dem Hintergrund dieser Bewertung hat der Ausschuss DALI als äußerst vielversprechendes, interdisziplinäres Vorhaben mit herausragender Bedeutung für die THz-Forschung am Wissenschafts- und Forschungsstandort Deutschland empfohlen. Mit der Aufnahme auf die Shortlist ist das BMFTR dieser Empfehlung nachgekommen.

1.3 ET

Einstein-Teleskop (ET)

Trägereinrichtungen: RWTH Aachen | Universität Münster (U Münster) | Ruhr-Universität Bochum (RUB) | Technische Universität Dresden (TUD) (in Vertretung des Deutschen Zentrums für Astrophysik [DZA])

Aufbaukosten: ca. 635 Mio. Euro (deutscher Anteil)

Das ET hat das Ziel, die bestehenden astronomischen Beobachtungskapazitäten zu erweitern, indem die elektromagnetische Astronomie durch Gravitationswellendetektion ergänzt wird. Das ET soll Signale von Verschmelzungen kompakter Objekte von Schwarzen Löchern und Neutronensternen über kosmische Zeiten hinweg beobachten und andere kosmologische Signaturen untersuchen und damit neue Erkenntnisse in der Grundlagenphysik fördern. Es wird erwartet, dass diese Beobachtungen vertiefte Einblicke in Schwarze Löcher, Materie unter extremen Bedingungen und kosmologische Phänomene liefern. Um dies zu erreichen, werden das ET und seine Industriepartner technologische Fortschritte

in der Präzisionsinterferometrie und Quantentechnologien für eine Anlage nutzen, die tief unter der Erdoberfläche errichtet werden soll, um Störungen zu minimieren. Als internationales Großprojekt vereint das ET ein interdisziplinäres europäisches Team aus den Bereichen Physik, Geologie, Ingenieurwesen sowie Material- und Umweltwissenschaften. Durch seine Beiträge zur Multi-Messenger-Astrophysik/Astronomie soll das ET eine zentrale Rolle in der Astronomie, Astrophysik, Astroteilchenphysik und Kosmologie einnehmen.

Bewertung

Das ET verfügt über außergewöhnliches **wissenschaftliches Potenzial** und markiert einen bedeutenden Fortschritt in der Gravitationswellenastronomie. Als eines von nur zwei geplanten Observatorien der nächsten Generation – neben dem U.S. Cosmic Explorer – soll das ET die Leistungsfähigkeit der Instrumente der aktuellen Generation von Gravitationswellenobservatorien in den zentralen Parametern um drei Größenordnungen übertreffen. Es ist zu erwarten, dass aufgrund der verwendeten innovativen Technologie detaillierte Untersuchungen der Geschichte des Universums, Materie unter extremen Bedingungen und Dunkler Energie möglich werden. Anders als derzeitige Observatorien soll das ET Verschmelzungen von Schwarzen Löchern mit stellarer Masse und darüber hinaus nahezu alle Neutronensternverschmelzungen im nahen Universum beobachten können. Das Potenzial des Vorhabens ist als transformativ zu bezeichnen – mit Auswirkungen auf die Astrophysik, Quantenwissenschaften, Laserphysik, ML und KI – und verspricht revolutionäre Beiträge zum Verständnis des Kosmos.

Das Vorhaben lässt außergewöhnliche **Nutzungsmöglichkeiten** erwarten und verfügt über das Potenzial, umfangreiche und hochqualitative Daten zu generieren. Auch wenn das operative Team klein sein wird, ist zu erwarten, dass große Forschungsgruppen die Daten nutzen und somit eine weltweite Gruppe von mehreren Tausend Nutzenden bilden werden. Die Datenmanagementstrategie ist überzeugend und stellt eine effektive Handhabung sicher, was einen entscheidenden Faktor für den Erfolg der FIS darstellt. Es ist zu erwarten, dass das ET die globale Gravitationswellenforschung stärken und darüber hinaus auch die internationale Zusammenarbeit in der Beobachtung des gesamten elektromagnetischen Spektrums fördern wird.

Die Beteiligung am ET bietet **Deutschland** eine einzigartige Möglichkeit, seine wissenschaftliche und technische Vorrangstellung in der Gravitationswellenastronomie zu sichern und seine Position als **Wissenschaftsstandort** weiter zu stärken. Als große europäische FIS erfordert die Realisierung des ET eine enge multinationale Zusammenarbeit. Mit einer geplanten Beteiligung von ca. 25 % an den Gesamtkosten des Vorhabens wird Deutschland dabei eine Schlüsselrolle für die Planungs-, Bau- und Betriebsphase zukommen. Es ist zu erwarten, dass die deutsche Expertise im Bereich der Ingenieurwissenschaften, der Informatik und weiterer, für das Vorhaben zentraler Forschungsfelder den technologischen

Fortschritt des ET vorantreiben und Deutschlands internationale Position in der Gravitationswellenforschung festigen wird. Die einzigartigen Fähigkeiten des ET werden Deutschlands globale Sichtbarkeit voraussichtlich weiter erhöhen. Ein Standort innerhalb der Euregio Maas-Rhein oder der Lausitz in Sachsen würde eine optimale Einbindung und Rückkopplung zur deutschen Gemeinschaft gewährleisten, aber auch der weiter entfernte Standort auf Sardinien würde die Führungsrolle Deutschlands in der wissenschaftlichen Innovation und der Gravitationswellenforschung stärken. Unabhängig von der noch nicht geklärten Standortfrage wird das Vorhaben die internationale Kooperation weiter stärken und Deutschlands Führungsposition in der Gravitationswellenforschung nachhaltig festigen.

Hinsichtlich der **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** ist das Vorhaben als äußerst ambitioniert zu bezeichnen. Trotz des frühen Entwicklungsstadiums wurde bereits eine sorgfältige Bewertung der wissenschaftlichen und technischen Umsetzbarkeit durchgeführt, wobei zentrale Parameter wie die Laserleistung eingehend analysiert wurden. Der laufende Prozess zur Auswahl des Standorts wird durch detaillierte geologische Untersuchungen unterstützt. Geotechnische Risiken im Zusammenhang mit der Anlage von Tunneln und Kavernen sind jedoch nach wie vor schwer einzuschätzen. Alternative Konfigurationen, wie etwa zwei getrennte L-förmige Interferometer, die 1.000 km voneinander entfernt sind, könnten diese technologischen Risiken mindern, allerdings auf Kosten einer geringeren Empfindlichkeit bei niedrigen Frequenzen. Es bleiben einige technische Herausforderungen zu bewältigen, an deren Lösung bereits gearbeitet wird – etwa in den Bereichen der Spiegelkühlung, der Entwicklung von speziellen Glasfasertechnologien und der Rauschreduktion. Zuletzt bestehen bei der Risikostrategie noch einige Defizite, die zu adressieren sind; dies betrifft etwa die unklare Meilensteinplanung sowie fehlende detaillierte Kostenschätzungen.

Es ist zu erwarten, dass das ET durch neue Beobachtungen nicht nur die Gravitationswellenastronomie, sondern auch die Grundlagenphysik voranbringen wird. Das komplexe Design der FIS fördert bedeutende technische und wissenschaftliche Innovationen. Vor diesem Hintergrund hat der Ausschuss das Vorhaben empfohlen.

Nach Zusammenführung der Ergebnisse der drei Bewertungsstränge hat das BMFTR eine Vorphase für das ET auf die Shortlist aufgenommen, innerhalb derer u. a. der Standort sowie die Konfiguration geklärt werden sollen. Der Ausschuss begrüßt dies und empfiehlt eine evaluative Befassung mit dem ET zum Ende der Vorphase, um Empfehlungen zur weiteren deutschen Beteiligung am ET abzugeben. Mit Blick auf die Standortfrage weist der Ausschuss darauf hin, dass diese nach wissenschaftlichen Kriterien entschieden werden sollte.

High Brilliance Neutron Source – Phase I (HBS-I)

Trägereinrichtungen: Forschungszentrum Jülich (FZJ) | Helmholtz-Zentrum Hereon

Aufbaukosten: ca. 118 Mio. Euro

HBS-I hat das Ziel, eine innovative kompakte beschleunigergetriebene Neutronenquelle zu entwickeln. Das Projekt nutzt gepulste Hochstrom-Protonenstrahlen zur Erzeugung von Neutronen durch eine niederenergetische Kernreaktion in einem Target-Material, was im Vergleich zu konventionellen Neutronenquellen weniger Strahlungsabschirmung und Moderator Kühlung erfordert. Die Anlage ist für die Erzeugung von Neutronenstrahlen mit kleinem Durchmesser ausgelegt, was Experimente mit kleineren Probenvolumina ermöglicht. Hierdurch soll die Forschung in den Material- und Lebenswissenschaften, einschließlich Materialien zur Energieumwandlung und -speicherung, Nanomaterialien, Quantenmaterialien, Proteinstrukturen und Biomaterialien, unterstützt werden. Darüber hinaus soll HBS-I die Versorgung mit wichtigen medizinischen Radioisotopen sicherstellen. Durch einen flexiblen, bedarfsorientierten Zugang zu Experimenten sollen Innovationen in der Chemie-, Automobil- und Pharmaindustrie beschleunigt werden. Die Anlage ist als Nutzendeneinrichtung konzipiert, die einer multidisziplinären Gemeinschaft aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und der Industrie offensteht.

Bewertung

HBS-I besitzt exzellentes **wissenschaftliches Potenzial** und adressiert einen kritischen Bedarf an Neutronenquellen in Deutschland und Europa. Insbesondere angesichts der bevorstehenden Abschaltung bestehender Großanlagen wird es eine bedeutende Lücke in der europäischen Forschungslandschaft schließen. Die Bereitstellung hochintensiver Neutronenstrahlen wird erhebliche Fortschritte für zahlreiche Wissenschaftsdisziplinen ermöglichen. HBS-I nutzt die Eigenschaften von Neutronen zur Erforschung von Magnetismus, Quantenmaterialien, Biomaterialien und Energiespeicherung und steht damit wissenschaftlich auf Augenhöhe mit bestehenden Neutronenquellen. Die technischen Parameter – insbesondere die Zeitstruktur, die Strahlgröße und die Zugänglichkeit – machen HBS-I zu einer komplementären Ergänzung zu Großanlagen wie ILL, FRM II, ESS, PSI und ISIS. Besonders hervorzuheben ist das Innovationspotenzial im Bereich der Target-, Moderator- und Neutroneninstrumentenkonzepte, das die Entwicklung neuer Neutronentechniken und Anwendungen ermöglichen könnte. Allerdings ist zu beachten, dass die Produktion von Radioisotopen an HBS-I aufgrund des vergleichsweise geringeren Neutronenflusses potenziell limitiert sein könnte.

Mit Blick auf die **wissenschaftliche Nutzung** der FIS nimmt HBS-I eine zentrale Rolle an der Schnittstelle zwischen Forschung und Industrie ein und bietet mit seinem Design verschiedene Neutronenstreuexperimente und -techniken, wodurch Spitzenforschung in den Material- und Lebenswissenschaften ermöglicht wird. Die anwendungsfreundliche Konzeption für Nutzende sowie das ausgeprägte industrielle Anwendungspotenzial sind besonders hervorzuheben. HBS-I stellt einen wichtigen Baustein zur Förderung der Neutronenforschung in vielfältigen wissenschaftlichen Disziplinen dar und leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Überwindung des aktuellen Mangels an zugänglichen Neutronenquellen. In der internationalen Wissenschaftscommunity besteht ein großes Interesse an HBS-I, sofern ausreichende Ressourcen für die Instrumentierung und den Betrieb bereitgestellt werden. Die interdisziplinäre Ausrichtung von HBS-I bietet zudem das Potenzial, neue Nutzendengruppen für die Neutronencharakterisierung zu gewinnen – insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung innovativer Materialien und pharmazeutischer Wirkstoffe.

HBS-I ist von zentraler Bedeutung für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** mit Blick auf eine wissenschaftlich-technologische Führungsposition in der Neutronenforschung und den Materialwissenschaften. Insbesondere im Kontext etwaiger Wartungspausen wie aktuell am FRM II ist das Vorhaben unverzichtbar, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in diesem Forschungsfeld zu erhalten. Es ist zu erwarten, dass HBS-I einen wichtigen Beitrag zur Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses leisten und die langfristige Expertise Deutschlands im Bereich der Neutronenforschung sichern wird. HBS-I kann als entscheidend für die technologische Souveränität Deutschlands bezeichnet werden mit dem Potenzial, zur leistungsstärksten nicht-fissionsbasierten, nicht-spallationsbasierten Neutronenquelle zu werden. HBS-I sollte dabei nicht ausschließlich als Alternative zu bestehenden Neutronenquellen verstanden werden, sondern gezielt als Erweiterung der Verfügbarkeit von Neutronen für die Forschung und damit als Bereicherung der europäischen Forschungslandschaft. HBS-I ergänzt die einzige verbleibende deutsche Neutronenquelle FRM II in Garching, die durch technische und regulatorische Herausforderungen immer wieder im Betrieb eingeschränkt ist. Im Unterschied zu reaktorbasierten Quellen bietet HBS-I mit einer flexiblen Pulsstruktur, hohen Brillanz und kleinen Strahlquerschnitten neuartige experimentelle Möglichkeiten und einen vereinfachten, risikoärmeren Zugang für Wissenschaft und Industrie. Damit soll HBS-I eine zentrale Lücke in der deutschen und europäischen Forschungslandschaft schließen und die nachhaltige Versorgung mit Neutronen stärken. Im europäischen Kontext erweitert HBS-I das Netzwerk der Großanlagen – neben ILL, SINQ, ISIS und künftig ESS – um eine leistungsfähige, national verfügbare Hochstrom-Beschleuniger-Neutronenquellen (HiCANS). Die enge Verzahnung mit komplementären Anlagen wie Synchrotronstrahlungsquellen (PETRA III/IV, BESSY-II/III, ESRF) und Elektronenmikroskopie (ER-C) macht HBS-I zu einem zentralen Baustein der nationalen und europäischen Forschungsstrategie mit

der Fähigkeit, Deutschlands Sichtbarkeit und Wettbewerbsfähigkeit in der Neutronenforschung zu sichern.

Die **Umsetzbarkeit** von HBS-I aus **wissenschaftlicher Perspektive** ist sehr hoch. Der ambitionierte Zeitplan gilt als realistisch, da er auf der vorhandenen Infrastruktur und der umfassenden Expertise des FZJ aufbaut. Das FZJ ist international als Vorreiter in der Entwicklung von HiCANS anerkannt. Die Kosteneffizienz von HBS-I stellt gegenüber größeren Neutronenquellen einen besonderen Vorteil dar. Kritische technologische Herausforderungen wurden bereits gelöst, sodass an der technischen Realisierbarkeit keine Zweifel bestehen. Die Personalkapazitäten sind möglicherweise zu gering bemessen, daher sollte die Planung entsprechend überarbeitet werden. Zusätzlich ist eine umfassendere Risikoanalyse notwendig, insbesondere hinsichtlich finanzieller Unsicherheiten wie schwankende Rohstoff- und Strompreise, die sich auf die Zahl der Betriebstage auswirken könnten. Darüber hinaus kann das Vorhaben durch eine kontinuierliche Anpassung der Planung, eine Präzisierung der Forschungsziele sowie die Optimierung der Dokumentation weiter verbessert werden.

HBS-I stellt eine kosteneffiziente, zukunftssichere Lösung für den akuten Neutronenmangel dar. Die kompakte Bauweise und Fokussierung auf praktische Anwendungen machen es zu einem unverzichtbaren Baustein im europäischen Forschungsökosystem. Der Ausschuss erwartet, dass Deutschland seine Führungsrolle in der Neutronenforschung mit der Umsetzung von HBS-I weiter ausbauen und Innovationen im Bereich der Material- und Lebenswissenschaften ermöglichen kann und hat HBS-I aus diesem Grund empfohlen. Mit der Aufnahme auf die Shortlist ist das BMFTR dieser Empfehlung nachgekommen.

1.5 IceCube-Gen2

Trägereinrichtungen: Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) | Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Aufbaukosten: ca. 71 Mio. Euro (deutscher Anteil)

IceCube-Gen2 ist eine von einem internationalen Konsortium geplante Erweiterung von IceCube, dem derzeitigen Neutrino-Observatorium am Südpol, mit der die Nachweisfähigkeiten von Neutrinos in einem größeren Energiebereich erheblich verbessert werden sollen. IceCube-Gen2 wird optische und Radio-Detektion mit einem Oberflächendetektor für kosmische Luftschauer kombinieren. Durch optimierte Technologie sollen das Nachweisvolumen und die Empfindlichkeit erhöht werden, so dass sich die jährliche Nachweisrate kosmischer Neutrinos verzehnfacht und fünfmal schwächere Quellen identifiziert werden können. Der Radio-Detektor soll die Empfindlichkeit für die energiereichsten Neutrinos um zwei Größenordnungen steigern. Informationen über ausgewählte Neutrinoereignisse werden in Echtzeit öffentlich zugänglich sein, vollständige Datensätze werden in regelmäßigen Abständen veröffentlicht.

IceCube-Gen2 soll die Neutrinforschung von der Entdeckungsphase in die Phase der Präzisionsmessung überführen und gleichzeitig einen Beitrag zu den Geowissenschaften leisten.

Bewertung

IceCube-Gen2 bietet als transformatives Upgrade des bestehenden Neutrino-Observatoriums am Südpol außergewöhnliches **wissenschaftliches Potenzial**. Mit der erhöhten Empfindlichkeit soll es möglich sein, bisher unentdeckte Quellen hochenergetischer kosmischer Strahlung zu erforschen – darunter auch aktive galaktische Kerne. Diese Steigerung der Leistungsfähigkeit würde einen wesentlichen Fortschritt in der Detektion von Neutrinos bedeuten. Weltweit sind derzeit einige Neutrino-Observatorien in Bau befindlich, die teilweise schon Daten sammeln – in Europa (z. B. KM3NeT), Nordamerika (z. B. P-One) und Asien (z. B. Baikal-GVD). Aufgrund ihrer Lage auf der Nordhalbkugel sind sie als komplementär zu IceCube-Gen2 anzusehen, da sie unterschiedliche Bereiche des Himmels abdecken. Die meisten dieser Observatorien nutzen Wasser als Detektionsmedium und werden gemäß den aktuellen Planungen das Nachweisvolumen von IceCube, nicht aber das von IceCube-Gen2 erreichen, das nach seiner Fertigstellung als weltweit größtes Neutrino-Observatorium zu gelten hätte. Es ist davon auszugehen, dass das Design von IceCube-Gen2 – nicht zuletzt aufgrund seiner Verortung am Südpol – über die Astrophysik hinaus Synergien mit anderen Wissenschaftsfeldern wie etwa der Geophysik, Glaziologie und Klimaforschung ermöglichen wird. Aufgrund der einzigartigen Energieabdeckung und der verbesserten Himmelabdeckung sind wichtige Beiträge zur Neutrino-Astronomie, zur Multi-Messenger-Astrophysik/Astronomie sowie zur Erforschung von Dunkler Materie und Neuer Physik zu erwarten. Dieser multidisziplinäre Ansatz verspricht neue Erkenntnisse und Entdeckungen. Insgesamt stellt IceCube-Gen2 eine große Chance für bahnbrechende Forschungen im Bereich der Hochenergie-Astrophysik dar – mit dem Potenzial, das Verständnis von kosmischen Phänomenen grundlegend zu erweitern und die internationale Zusammenarbeit innerhalb der wissenschaftlichen Fachcommunity zu fördern.

Das Potenzial der **wissenschaftlichen Nutzung** von IceCube-Gen2 zeichnet sich durch hohe Nutzungsstandards sowie eine klare und effektive Zugangsstrategie aus. Die gewonnenen Daten sollen einer breiten und interdisziplinären wissenschaftlichen Community zugutekommen, vor allem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus der (Astro-)Teilchenphysik, der Astronomie und der Glaziologie. Das Datennutzungsmodell ist effizient, flexibel und gut durchdacht: Die kontinuierlich erfassten Daten sollen direkt an Einrichtungen in den USA und Deutschland übertragen werden, sodass Mitglieder der Kollaboration priorisierten Zugang erhalten; in regelmäßigen Abständen sollen der Öffentlichkeit zudem umfassende Datensätze samt Analysewerkzeugen zur Verfügung gestellt werden. Dazu ist beabsichtigt, Multi-Messenger-Alarme für bedeutende Neutrino-Ereignisse auszugeben, um sofortige Folgebeobachtungen durch

astronomische Observatorien weltweit zu ermöglichen. Die Konzepte zur Öffentlichkeitsarbeit sind vorbildlich; es ist zu erwarten, dass die geplanten Bemühungen in diesem Punkt das öffentliche Verständnis für Forschung und das Interesse an entsprechenden Forschungsfragen und -erkenntnissen fördern werden.

Angesichts des substanziellen deutschen Beitrags durch das DESY und das KIT sowie der hohen internationalen Sichtbarkeit des Vorhabens ist die **Bedeutung für den Wissenschaftsstandort Deutschland** als außerordentlich einzuschätzen. Als zweitgrößter Projektpartner nach den USA ist Deutschland in der Position, seine internationale Stellung in der wissenschaftlichen Community der Neutrinoforschung weiter zu stärken. Angesichts der verbesserten Detektionskapazitäten von IceCube-Gen2 wird die Beteiligung führender deutscher Einrichtungen am Vorhaben die Sichtbarkeit der deutschen Forschungslandschaft erhöhen und ihre herausragende Rolle in diesem Gebiet voraussichtlich noch weiter festigen. Insgesamt ist zu erwarten, dass die Beteiligung an IceCube-Gen2 die Attraktivität Deutschlands als Wissenschafts- und Forschungsstandort deutlich erhöhen wird.

Die **Umsetzbarkeit** des Vorhabens ist aus **wissenschaftlicher Perspektive** gegeben, da die erforderlichen technischen Voraussetzungen grundsätzlich vorhanden sind. Es bestehen jedoch einige Herausforderungen, die zu adressieren sind, insbesondere hinsichtlich der Energieversorgung, der notwendigen Aufrüstung der Südpolstation und des engen Zeitplans für die Konstruktionsarbeiten. Der Zeitplan für das Vorhaben kann aufgrund der Erfahrungen mit IceCube als grundsätzlich realisierbar gelten, allerdings stellt der Stromverbrauch, vor allem für Bohrungen und Installationen, eine große Herausforderung dar. Das aufgrund der extremen Witterungsbedingungen am Südpol enge zeitliche Fenster für Bautätigkeiten bildet einen weiteren kritischen Faktor, der zu Verzögerungen bei der Produktion oder Finanzierung führen kann und somit das Risiko birgt, den gesamten Zeitplan für die Installation zu gefährden. Vor diesem Hintergrund werden effektive Strategien zur Erhöhung der Arbeitsschichten und zur Lösung finanzieller Unsicherheiten nötig sein. Wichtig erscheint außerdem die Simulation der Bedingungen am Südpol, um die Geräte und ihre Zuverlässigkeit zu testen. Darüber hinaus ist eine Modernisierung der Südpolstation erforderlich, da die derzeitige Infrastruktur nicht ausreicht, um IceCube-Gen2 angemessen zu unterstützen.

IceCube-Gen2 stellt einen wesentlichen Fortschritt in der Detektion von Neutrinos dar und kann durch den Bau und Betrieb unter den extremen Bedingungen am Südpol technische und wissenschaftliche Innovationen befördern. Vor diesem Hintergrund hat der Ausschuss IceCube-Gen2 empfohlen. Mit der Aufnahme auf die Shortlist ist das BMFTR dieser Empfehlung nachgekommen.

Large Enriched Germanium Experiment for Neutrinoless Double Beta Decay (LEGEND-1000)

Trägereinrichtungen: Max-Planck-Institut für Kernphysik (MPIK) | Technische Universität München (TUM)

Aufbaukosten: ca. 67 Mio. Euro (deutscher Anteil)

LEGEND-1000 ist ein internationales Forschungsvorhaben, das fundamentale Eigenschaften von Neutrinos erforschen und zentrale Fragen der Teilchenphysik und Kosmologie beantworten soll. Das Hauptziel des internationalen Projekts besteht im Nachweis des neutrinolosen Doppelbeta-Zerfalls – ein Prozess, der zeigen würde, dass Neutrinos ihre eigenen Antiteilchen sind, und zudem Informationen über die Neutrinomasse sowie Einblicke in die Materie-Antimaterie-Asymmetrie im Universum bieten würde. Durch die Anwendung von innovativen Technologien sollen zudem die Suche nach Dunkler Materie und die Erforschung von Physik jenseits des Standardmodells ermöglicht werden. Zu diesem Zweck sollen große, hochempfindliche Germanium-Halbleiterdetektoren, fortschrittliche Mikroelektronik und leistungsstarke Methoden zur Unterdrückung von Hintergrundsignalen verwendet werden, einschließlich KI, wovon auch Anwendungen in anderen Wissenschaftsgebieten wie der Medizin sowie der Industrie profitieren sollen.

Bewertung

Mit dem Versuch, den neutrinolosen doppelten Betazerfall nachzuweisen, besitzt das Vorhaben außergewöhnliches **wissenschaftliches Potenzial**. Für die Astroteilchenphysik wäre ein derartiger Nachweis bahnbrechend und könnte Antworten auf zentrale Fragen zur Beschaffenheit der Neutrinos, ihrer effektiven Masse und den Ursprüngen der Materie-Antimaterie-Asymmetrie des Universums liefern. Die Auswirkungen dieser Entdeckung würden weit über die Teilchenphysik hinaus reichen und auch die Astrophysik und Kosmologie betreffen. Aufgrund dieser Tragweite sind derzeit mehrere große Experimente zum Nachweis des neutrinolosen doppelten Betazerfalls in Betrieb oder geplant – sowohl in Europa als auch in Nordamerika und Asien, beispielsweise CUPID, nEXO oder CDEX. Diese Vorhaben verwenden unterschiedliche Isotope und Techniken, um die Zerfallsenergien der Elektronen zu messen, und setzen dabei verschiedene Methoden zur Reduzierung von Hintergrundstrahlung ein, womit sie in Teilen als komplementär zu betrachten sind. Mit Blick auf LEGEND-1000 ist zu erwarten, dass die experimentelle Anlage des Vorhabens die Entwicklung von ultrasensitiven Detektoren, kryogenen Systemen, strahlungsarmen Materialien und innovativen Analysemethoden vorantreibt. Diese Fortschritte könnten weitere Anwendung in Bereichen wie der Strahlungsdetektion, der medizinischen Bildgebung, der Umweltüberwachung und dem Quanten-Computing finden.

Hinsichtlich der **wissenschaftlichen Nutzung** profitiert das Vorhaben von der Bereitschaft zu einer breiten internationalen Zusammenarbeit, insbesondere in Europa und mit den USA. Auch wenn der Forschungsschwerpunkt auf der Suche nach dem neutrinolosen doppelten Betazerfall liegt, ist seitens der Teilchen- und Astroteilchenphysik ein großes Interesse an der FIS zu erwarten. Eine große Stärke des Vorhabens besteht im fortschrittlichen Forschungsdatenmanagement, das den Prinzipien von Open Science und FAIR entspricht. Es ist vorgesehen, die Daten zunächst den Kollaborationspartnern zugänglich zu machen und nach einer zweijährigen Embargophase der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Dieser Ansatz gewährleistet hohe Nutzungsstandards, fördert die wissenschaftliche Inklusivität und schafft vielversprechende Nutzungsmöglichkeiten. Angesichts der überzeugenden Zugangsstrategie, eines Fokus auf hoher Nutzungsfreundlichkeit und eines klar strukturierten Konzepts zum Austausch von Daten verspricht LEGEND-1000 der adressierten wissenschaftlichen Community erhebliche Vorteile.

Das Vorhaben ist von großer Bedeutung für den **Wissenschaftsstandort Deutschland**: Es baut auf der großen Expertise Deutschlands in Schlüsselbereichen wie der Germaniumtechnologie, Kristallzüchtung und Elektronik auf. Entscheidend für den Erfolg des Vorhabens sind insbesondere Beiträge des MPIK und der TUM zur (Weiter-)Entwicklung der Germaniumdetektoren, die für die Detektion von Licht und Teilchen verwendet werden. Die Beteiligung deutscher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Entwicklung zentraler Hardware-Komponenten ist essenziell für die experimentelle Arbeit des Vorhabens und unterstreicht zugleich Deutschlands führende Rolle in den Spitzentechnologien. Es ist daher zu erwarten, dass diese Beiträge die Attraktivität und Bedeutung Deutschlands als Wissenschafts- und Innovationsstandort weiter festigen werden.

Hinsichtlich seiner **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** profitiert das Vorhaben von Erfahrungen aus vorangegangenen Experimenten, die eine solide Grundlage für eine erfolgreiche Implementierung bilden. Der Großteil der identifizierten Risiken erscheint gut handhabbar, was insbesondere einer proaktiven und gut strukturierten Risikomanagementstrategie zu verdanken ist. Eine große Herausforderung besteht im engen Zeitplan, wobei die ausstehende Annahme des Technical Design Reports (TDR) durch das Gran Sasso National Laboratory einen kritischen Meilenstein darstellt. Ein erhebliches wissenschaftliches Risiko besteht zudem im möglichen Ausbleiben eines Signals. Sollte dies eintreten, könnten Anpassungen an der Skalierung des Vorhabens erforderlich werden, was die Notwendigkeit der Flexibilität über den gesamten Lebenszyklus hinweg unterstreicht. Auch angesichts der rasanten Fortschritte im Feld der Neutrinophysik ist eine gewisse Anpassungsfähigkeit von entscheidender Bedeutung, um auf neue Entwicklungen reagieren zu können und eine langfristige Relevanz des Vorhabens zu gewährleisten. Insgesamt ist die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Umsetzung aufgrund der soliden Planung, des

robusten Risikomanagements und der starken institutionellen Unterstützung als hoch einzuschätzen.

Aufbauend auf den Erfahrungen vorangegangener Experimente ist die Kollaboration für eine erfolgreiche Umsetzung des anspruchsvollen Vorhabens gut aufgestellt; der deutschen Beteiligung kommt aufgrund der großen Expertise in Schlüsselbereichen wie der Germaniumtechnologie, Kristallzüchtung und Elektronik eine entscheidende Bedeutung zu. Vor diesem Hintergrund hat der Ausschuss LEGEND-1000 als eines der beiden alternativ zueinanderstehenden Vorhaben zur Neutrinoforschung (s.o. B.I) empfohlen. Mit der Aufnahme von LEGEND-1000 auf die Shortlist ist das BMFTR dieser Empfehlung nachgekommen.

1.7 PETRA IV

The ultimate 4D X-ray Microscope (PETRA IV)

Trägereinrichtung: Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)

Aufbaukosten: ca. 1,8 Mrd. Euro

PETRA IV ist das Upgrade des bestehenden PETRA III-Komplexes am DESY mit dem Ziel, die für die nächsten Jahrzehnte hellste Röntgenquelle der Welt zu schaffen. Im Rahmen des Upgrades soll der derzeitige 6 GeV-Speicherring mit einer Länge von 2,3 km durch einen Neubau ersetzt werden, der eine horizontale Emittanz von 20 pm rad haben soll. Dieses Upgrade soll eine hochauflösende 3D-Visualisierung von Materialien in Echtzeit ermöglichen und 4D-Informationen mit räumlicher Auflösung bis in den atomaren Bereich liefern. Die neue Anlage soll als 4D-Röntgenmikroskop für biologische, chemische und physikalische Prozesse dienen und sowohl die akademische als auch die industrielle Forschung unterstützen. Das Leistungsvermögen von PETRA IV zielt darauf ab, KI-gestütztes Materialdesign und die Entwicklung von Medikamenten voranzutreiben, indem hochpräzise Daten als Grundlage für ML und KI-Modelle bereitgestellt werden. Ziel ist es, dadurch den Wandel von empirischen Ansätzen zu einem wissensbasierten Design von neuartigen, multifunktionalen Materialien und verbesserten Arzneimitteln zu ermöglichen.

Bewertung

Durch die geplante Röntgenquelle, die eine 500-fach höhere Brillanz hochenergetischer Photonen bietet, zeichnet sich PETRA IV durch ein außergewöhnliches **wissenschaftliches Potenzial** aus. Die geplanten 4D-Aufnahmen größerer Proben mit atomarer Auflösung sowie die deutlich verbesserte zeitliche Auflösung dynamischer Prozesse ermöglichen die Beantwortung zahlreicher neuer Forschungsfragen. Des Weiteren ist die Entwicklung von KI-basierten Modellen durch die Qualität der erzeugten Daten ein zentrales Ziel, das signifikanten Fortschritt im Materialdesign sowie in der Entwicklung von Arzneimitteln erwarten

lässt. Die multidisziplinäre Ausrichtung von PETRA IV adressiert eine Vielzahl von Wissenschaftsbereichen – von der Grundlagenphysik über die angewandte Materialforschung bis hin zur biomedizinischen Forschung. Durch die Integration modernster Beschleunigertechnologien hat PETRA IV das Potenzial, die Grenzen der Röntgenwissenschaft erheblich zu erweitern sowie Echtzeit-, in-situ- und Operando-Messungen auf der Nanoskala zu ermöglichen. Dadurch eröffnen sich neue Perspektiven für die Untersuchung komplexer Systeme unter realistischen Bedingungen.

Das **wissenschaftliche Nutzungskonzept** von PETRA IV überzeugt durch eine präzise Identifikation der relevanten Nutzendengruppen sowie durch die strategische Ausrichtung auf die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten der angebotenen Dienstleistungen. PETRA IV adressiert eine breite und interdisziplinäre Nutzencommunity aus Wissenschaft und Industrie und eröffnet darüber hinaus neuen Nutzendengruppen Zugang zu innovativen FIS. Die außergewöhnlich großen und hochwertigen Datensätze, die durch Experimente in der FIS generiert werden, können wertvolle Informationen für Akteurinnen und Akteure aus Wissenschaft, Kliniken und Industrie liefern und stellen somit einen herausragenden Mehrwert für diese Sektoren dar. Durch die Integration von KI-basierten Analysewerkzeugen werden komplexe Experimente für ein breiteres Spektrum an Nutzenden zugänglich gemacht und der Wissenstransfer zwischen Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Wissenschaft gezielt gefördert.

Der Ausbau von PETRA IV ist von essenzieller Bedeutung für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** und für die Sicherung und Weiterentwicklung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas in zentralen Zukunftsfeldern wie Halbleitertechnologie, Klimaschutz, nachhaltige Mobilität und Präzisionsmedizin. Die Anlage hat das Potenzial, Innovationen in Schlüsselindustrien maßgeblich voranzutreiben und die wissenschaftlich-industrielle Zusammenarbeit zu stärken. Durch die weltweit einzigartige Technologie ist zu erwarten, dass PETRA IV die Attraktivität des deutschen Wissenschaftsstandorts für internationale Forschende steigert und entscheidend dazu beiträgt, die führende Position Deutschlands auf dem Gebiet der Röntgenanalytik nachhaltig zu sichern. Darüber hinaus kann PETRA IV die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas in Wissenschaft und Technologie fördern und neue, interdisziplinäre sowie internationale Kooperationsnetzwerke initiieren. Gemäß aktueller Planung soll PETRA IV nach Inbetriebnahme die brillianteste Synchrotronstrahlungsquelle weltweit sein und mit nur wenigen internationalen Anlagen konkurrieren. Innerhalb der nationalen und europäischen Forschungslandschaft ergänzt PETRA IV die Röntgen-Freie-Elektronen-Laser (XFELs) wie European XFEL und FLASH sowie weitere Photonenquellen wie BESSY III und perspektivisch DALI (vgl. B.I.2). Gemeinsam decken sie den gesamten Bedarf an beschleunigerbasierten Photonenquellen ab. Im europäischen Netzwerk LEAPS wird PETRA IV eine Schlüsselrolle einnehmen und maßgeblich dazu beitragen, Europas Führungsrolle bei der Nutzung hochbrillanter Synchrotronstrahlung zu sichern.

Diese Alleinstellungsmerkmale machen PETRA IV zu einem unverzichtbaren Instrument für Spitzenforschung und Innovation in Deutschland und Europa.

Das Kurzkonzept zeugt sowohl vom ambitionierten Umfang des Vorhabens als auch von einer sorgfältig durchdachten Planung, was für eine hohe **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** spricht. Trotz der hohen Komplexität des Projekts stimmt die umfangreiche Erfahrung von DESY im Betrieb großer FIS wie dem European XFEL hinsichtlich einer erfolgreichen Umsetzung besonders zuversichtlich. Während der Umrüstungsphase wird der bestehende PETRA-Komplex voraussichtlich für etwa zwei Jahre außer Betrieb sein („Dunkelphase“) und für Nutzende demnach nicht zur Verfügung stehen. Die vergleichsweise hohen veranschlagten Kosten stehen in einem angemessenen Verhältnis zum wissenschaftlichen Potenzial und sind durch den transformativen Nutzen für Forschung, Industrie und Gesellschaft gerechtfertigt.

Insgesamt vereint PETRA IV exzellentes wissenschaftliches Potenzial, herausragende Nutzungsorientierung und strategische nationale Relevanz. Mit der geplanten Umsetzung bis 2030 setzt DESY ein klares Zeichen für die Zukunftsfähigkeit des Wissenschaftsstandorts Deutschland. Vor diesem Hintergrund hat der Ausschuss PETRA IV empfohlen. Mit der Aufnahme auf die Shortlist ist das BMFTR dieser Empfehlung nachgekommen.

1.8 RIDLOP

Research Infrastructure for Data from Large Online Platforms (RIDLOP)

Trägereinrichtung: Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften – GESIS

Aufbaukosten: ca. 50 Mio. Euro

RIDLOP ist eine geplante digitale FIS, die neue Möglichkeiten in der Forschung zur Rolle großer Online-Plattformen (Large Online Platforms, LOPs) in der modernen Gesellschaft schaffen soll. Zu diesem Zweck plant RIDLOP den Aufbau eines Datenportfolios, das auf drei verschiedenen Wegen des Dateneingangs basiert: 1) Daten, die von den Plattformanbietern bereitgestellt werden, 2) Datenspenden, die von Plattformnutzenden für wissenschaftliche Zwecke bereitgestellt werden, und 3) Daten, die von Forschenden erhoben und zur Nachnutzung bereitgestellt werden. RIDLOP wird einen zentralen Zugang zu Daten von LOPs ermöglichen und hierzu auf Grundlage des Digital Services Act (DSA) der EU mit den Plattformanbietern verhandeln und als Treuhänder für die Datenübermittlung fungieren. Das Vorhaben soll eine skalierbare Recheninfrastruktur mit einem Data Lake zur Speicherung, Archivierung und zum Abruf von Daten sowie eine virtuelle sichere Umgebung zur Datenbereitstellung und -analyse umfassen. Zudem plant es, qualitätsgesicherte und nachhaltige Zugangswege zu Daten von LOPs zu schaffen. Die Hauptzielgruppe sind Forschende, wobei auch Datenprodukte erstellt werden, die für Journalistinnen und Journalisten sowie die breite Öffentlichkeit von Interesse sind.

RIDLOP hat das **wissenschaftliche Potenzial**, die unabhängige Forschung bezüglich Funktionen und Auswirkungen großer Online-Plattformen auf wichtige gesellschaftliche Fragen zu erleichtern und ein besseres Verständnis der Dynamiken innerhalb der Online-Sphäre zu ermöglichen, z. B. in Bezug auf Desinformation, Beleidigung und Hetze im Netz, gesellschaftliche Fragmentierung oder Vertrauen in staatliche Institutionen. RIDLOP kann die notwendige Zusammenarbeit zwischen Forschung und großen Plattformbetreibern hinsichtlich der Bereitstellung von Daten entscheidend voranbringen. Damit verspricht das Vorhaben einen großen interdisziplinären Mehrwert für Forschende aus den Sozial-, Rechts- und Politikwissenschaften sowie der Informatik. Das Kurzkonzept fokussiert vor allem den Datenzugang, da dessen Sicherstellung eine entscheidende Herausforderung für die adressierten Forschungsfragen darstellt. Eine Erläuterung der primären Forschungsziele und der zu verwendenden Methoden sollte bei der weiteren Ausarbeitung des Konzepts allerdings erfolgen. Auch hinsichtlich der Sicherstellung der Datenqualität, die im Kurzkonzept erwähnt wird, sind mehr Details zur Umsetzung wünschenswert.

Mit Blick auf die **wissenschaftliche Nutzung** kann RIDLOP einen drängenden Bedarf in den Sozialwissenschaften decken. Es ist davon auszugehen, dass das Vorhaben die Forschung in verschiedenen Disziplinen erleichtern und so ein breites Spektrum von Nutzenden anziehen wird. Eine wichtige Nutzengruppe kommt aus den Computational Social Sciences, die sehr interdisziplinär ausgerichtet sind. Für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler früherer Karrierestufen verspricht RIDLOP besonders attraktiv zu sein, wobei der Ausbildungsaspekt in der weiteren Ausarbeitung des Vorhabens noch stärker adressiert werden sollte. Des Weiteren birgt die Tatsache, dass eine einzige Trägereinrichtung anstelle eines Konsortiums den Datenzugang mit den Plattformbetreibern aushandelt, ein gewisses Risiko. Die Einrichtung könnte von den Plattformbetreibern als Gatekeeper instrumentalisiert werden, was dem erklärten Ziel, den Zugang zu Daten zu gewährleisten, entgegenwirken würde.

Für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** in Bezug auf die Sozialwissenschaften ist RIDLOP von hoher Bedeutung. Es handelt sich um ein Vorhaben mit internationaler Alleinstellung, das mit dem Ziel einer ganzheitlichen Erhebung von Daten an Stelle von Sammlungen einzelner Individuen eine von ESFRI identifizierte Lücke in den GSW schließen soll. |²⁸ Im europäischen Vergleich existiert derzeit keine FIS, welche Dienste, wie sie RIDLOP vorschlägt, anbietet. Pläne auf europäischer Ebene für ein DSA Data Access Portal wurden im Juli 2025 von der Europäischen Kommission konkretisiert und das Portal ins Leben

|²⁸ European Strategy Forum on Research Infrastructures (2024): ESFRI Landscape Analysis 2024; Mailand, S. 105. URL: https://landscape2024.esfri.eu/media/coqdoq0q/20240604_la2024.pdf

gerufen. |²⁹ Im weiteren Verlauf wird empfohlen, dass sich RIDLOP mit den angebotenen Diensten des Portals auseinandersetzt und das eigene Leistungsspektrum komplementär gestaltet. Auf globaler Ebene gibt es in den USA zwar ähnliche FIS (beispielsweise NIO), von denen sich RIDLOP jedoch klar in Bezug auf die Form der Datengewinnung und die Quantität und Qualität der Daten, die bereitgestellt werden sollen, unterscheidet. Einen Wettbewerbsvorteil verspricht zudem die Einbindung der notwendigen Expertise im Umgang mit LOPs und ihren Daten. Die FIS hat somit das Potenzial, die Wettbewerbsfähigkeit und Sichtbarkeit Deutschlands und Europas insbesondere in Bezug auf die Computational Social Sciences zu erhöhen und die Erforschung der Dynamiken und Informationsflüsse in den globalen Online-Öffentlichkeiten zu fördern. RIDLOP wird dafür von einem starken Netzwerk relevanter Institutionen und Akteure aus Deutschland und Europa unterstützt.

Die **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** wird positiv bewertet, da das Vorhaben mit GESIS von einem starken und etablierten Akteur mit umfangreicher Erfahrung im Umgang mit sozialwissenschaftlichen Daten getragen wird. Außerdem verfügt das Kurzkonzzept über einen detaillierten schrittweisen Plan, eine Risikoanalyse sowie Maßnahmen zur Risikominderung. Ein bedeutendes Risiko für die Umsetzbarkeit liegt im potenziell unkooperativen Verhalten von Plattformbetreibern, obgleich diese sich in der Vergangenheit nicht unisono dem Forschungszugang verweigert und bereits durch Application Programming Interfaces (APIs) – wenn auch problembehaftete – Zugänge zu Daten geschaffen haben. Auch ohne die Zusammenarbeit der großen Plattformbetreiber wäre ein vielversprechender Betrieb der FIS durch andere Datensammlungsmethoden, wie Datenspenden von Nutzenden oder Forschenden sowie Web Scraping, möglich. Allerdings würde die FIS ihren hohen Anspruch, ihre Einzigartigkeit und einen Teil ihrer Wirkung einbüßen. Dennoch bliebe der Vorteil einer zentralen digitalen FIS und der verbesserten Archivierung bestehender Datensätze für Forschende in Europa. Es sollte zudem beachtet werden, dass die Einführung dieser FIS den Druck auf die Unternehmen erhöhen könnte, die Vorschriften des DSA in transparenter und zuverlässiger Art umzusetzen.

Als digitale FIS mit internationaler Alleinstellung, die einen erleichterten Zugang für die Forschung zu LOP-Daten ermöglicht, hat der Ausschuss RIDLOP empfohlen. Mit der Aufnahme auf die Shortlist ist das BMFTR dieser Empfehlung nachgekommen.

|²⁹ Vgl. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/delegated-act-data-access-under-digital-services-act-dsa>

Scale-Up Green Chemistry (SCALA)

Trägereinrichtungen: Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB) | Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) | Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen (IMWS) | Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP) | Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT) | Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT)

Aufbaukosten: ca. 128 Mio. Euro

SCALA ist eine Forschungsplattform für die Skalierung und den Transfer innovativer und nachhaltiger Prozesse in der Chemie, die als Langzeit-Test- und Validierungsinfrastruktur für die Bewertung der Effizienz und Wirtschaftlichkeit chemischer Produkte und Prozesse dienen soll. Damit sollen die Bedürfnisse der Wissenschaft wie auch industrieller Akteure im Chemiesektor adressiert werden. SCALA ist als verteilte FIS konzipiert, die an sechs Fraunhofer-Instituten – allesamt Teil der Fraunhofer-Allianz Chemie – aufgebaut wird. Kompetenzen, Technologien und Systemkomponenten der einzelnen Forschungsstandorte sollen zusammengeführt und gemeinsam weiterentwickelt werden. Das Ziel des Vorhabens besteht im Aufbau innovativer Technologiepfade hinsichtlich Energie- und Ressourceneffizienz – von der Rohstoffbereitstellung über die Synthese und Materialentwicklung bis hin zu nachhaltigen Produkten. Die zusätzliche Ausstattung umfasst Demonstrationsplattformen und strategische Erweiterungen von existierenden Pilotanlagen für chemische und biotechnologische Prozesse sowie im Bereich der Separations- und Aufreinigungstechnologien. Eine gemeinsame virtuelle IT-Infrastruktur verbindet die verschiedenen Standorte und dient als Forschungsdateninfrastruktur.

Bewertung

SCALA ist ein ambitioniertes Vorhaben, das die zentralen Herausforderungen des chemischen Forschungs- und Entwicklungssektors in Deutschland adressiert. Das **wissenschaftliche Potenzial** liegt insbesondere in der gezielten Erschließung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in den Bereichen nachhaltige Chemie, Kreislaufwirtschaft, Klimatechnologie und Materialherstellung. Die Integration verschiedener Forschungsbereiche, repräsentiert durch die beteiligten renommierten Fraunhofer-Institute, hat die Bündelung von Fachwissen sowie die gezielte und effiziente Nutzung von Technologien zum Ziel. Unter diesen optimierten strukturellen Voraussetzungen soll die FIS die Erforschung und Entwicklung innovativer Technologien und Prozesse z. B. für das Kunststoffrecycling oder die Synthese nachhaltiger Kraftstoffe und Biochemikalien ermöglichen. Diese neuen Lösungen und Verfahren können einen bedeutenden Schritt hin zur grünen Chemie darstellen. Dabei verspricht SCALA, einen Beitrag zu leisten, die Lücke zwischen der Grundlagen- und angewandten Forschung an

deutschen Hochschulen und Forschungseinrichtungen und den kommerziellen Aktivitäten der Industrie zu schließen. Der geplante Einsatz von KI-Werkzeugen in der Prozessentwicklung ist ein Aspekt, der der weiteren Ausarbeitung bedarf.

Die Möglichkeiten zur **wissenschaftlichen Nutzung** von SCALA überzeugen, da das Vorhaben die Nachfrage nach Demonstrations- und Pilotanlagen für neue Technologien und Prozesse auf den Technologie-Reifegraden 5–8 bedienen soll. SCALA ist damit für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von Interesse, deren Einrichtung keine eigenen vergleichbaren Anlagen unterhält, sowie für Forschende aus Industrie, kleinen und mittleren Unternehmen und Start-Ups, die aus Kostengründen und Risikoabwägungen in ihrer Forschung eingeschränkt sind. Bezüglich des sowohl thematisch als auch örtlich benachbarten, im Aufbau befindlichen Center for the Transformation of Chemistry (CTC) müsste SCALA seinem Anspruch nachkommen, Forschung und Infrastruktur komplementär zu gestalten und keine Doppelstrukturen aufzubauen. Das betrifft auch die offene Nutzung, die bei SCALA auf dem Fraunhofer-Modell |³⁰ basieren soll. Aufgrund von hohen Finanzierungsanforderungen könnte dies die Zugangsmöglichkeiten für Forschende von Hochschulen einschränken. Daher wäre es essenziell, einen gleichberechtigten und bezahlbaren Zugang auch für diese wissenschaftlichen Nutzenden zu gewährleisten.

SCALA hat das Potenzial, einen wesentlichen Beitrag zur wissenschaftlichen Unterstützung des Strukturwandels in der chemischen Industrie hin zu nachhaltigen und grünen Prozessen zu leisten. Es ist zu erwarten, dass die angebotenen Ressourcen und Leistungen, sofern sie in der Breite zugänglich sind, die Attraktivität des **Wissenschaftsstandorts Deutschland** deutlich erhöhen werden. Das Vorhaben verspricht, Innovationen in der Branche voranzutreiben und in besonderer Weise zu Ausgründungen beizutragen. Dadurch kann die internationale Wettbewerbsfähigkeit der ohnehin starken deutschen FuE im Bereich der angewandten Chemie noch erhöht werden. So zielt SCALA regional vor allem auf das mitteldeutsche Chemiedreieck ab, das als Deutschlands Ballungsraum für die chemische Industrie gilt und in dem zukünftig auch Forschungsinstitute und -plattformen beheimatet sind (etwa das bereits genannte CTC sowie das Reallabor Zeitz und die Technologieplattform Power-to-Liquid-Kraftstoffe [TPP]). Durch die Bündelung interdisziplinärer wissenschaftlicher Expertise aus den Fraunhofer-Instituten, gepaart mit moderner technologischer Ausstattung und Infrastruktur sieht SCALA sich gegenüber diesen Einrichtungen in der Lage, sowohl ein breiteres Themenspektrum als auch ein übergreifendes Funktionsnetzwerk anzubieten.

|³⁰ Die Finanzierung der Fraunhofer-Gesellschaft setzt sich zusammen aus maximal einem Drittel Grundfinanzierung von Bund und Ländern und mindestens zwei Dritteln wettbewerblich eingeworbener Gelder sowie Aufträge der freien Wirtschaft oder öffentlicher Auftraggeber: vgl. <https://www.fraunhofer.de/de/ueber-fraunhofer/profil-struktur/zahlen-und-fakten/finanzen.html>

Bezüglich der **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** bringt SCALA als auf mehrere Institute verteilte FIS ein gesteigertes Maß an Komplexität mit sich, die Integration und ein gutes Kooperationsmanagement erfordert. Die beteiligten Fraunhofer-Institute verfügen jedoch über eine hohe Expertise mit einer starken Erfolgsbilanz und der Fähigkeit, bestehende Infrastrukturen effektiv zu nutzen. So ist die Allianzbildung von Fraunhofer-Instituten bereits ein etabliertes und aussichtsreiches Konzept. Darüber hinaus trägt der integrative Ansatz unter Einbeziehung aller relevanten Stakeholder aus dem Chemiesektor und ihrer Bedürfnisse dazu bei, Innovationen und neue Standards in der grünen Chemie zu ermöglichen. Vielversprechend sind hierbei auch die zahlreichen geplanten oder bereits bestehenden Kooperationen wie beispielsweise mit IBISBA, einer pan-europäischen FIS auf der ESFRI-Roadmap mit Schwerpunkt industrieller Biotechnologie.

Aufgrund der starken beteiligten Institute und dem Potenzial, essenzielle Beiträge zur Skalierung von Technologien und Prozessen der grünen Chemie für Wissenschaft und Industrie zu leisten, wurde SCALA vom Ausschuss als ambitionierte und innovationsfördernde FIS empfohlen. Nach Zusammenführung der Ergebnisse der drei Bewertungsstränge ist SCALA vom BMFTR nicht auf die Shortlist aufgenommen worden.

I.10 SLICES-DE

Scientific Large Scale Infrastructure for Computing/Communication Experimental Studies (SLICES-DE)

Trägereinrichtung: Technische Universität München (TUM)

Aufbaukosten: ca. 60 Mio. Euro

SLICES-DE ist eine digitale FIS für Datenverarbeitung und Kommunikation. Das Vorhaben soll den deutschen Beitrag zur europäischen Infrastruktur SLICES-RI darstellen, die die Schaffung einer europaweiten FIS mit Beteiligungen aus 16 Ländern anstrebt. SLICES-DE zielt darauf ab, eine experimentelle Plattform für Forschende im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zu etablieren, die per Fernzugriff genutzt werden kann. Das Vorhaben soll eine Testumgebung mit einem strukturierten Experiment-Workflow bieten, der die Erstellung reproduzierbarer Experimente ermöglicht. Darüber hinaus soll die Langzeitarchivierung experimenteller Daten und Versuchsaufbauten gewährleistet werden. Die Weiterentwicklung der Plattform soll anhand umfangreicher Beispielerperimente erfolgen, der sog. Blueprints. Durch ihren modularen Aufbau soll sich die FIS an unterschiedliche Forschungsbedürfnisse und -anforderungen flexibel anpassen lassen. Das Vorhaben verspricht, experimentelle Forschung in relevanten Bereichen wie Netzwerk- und Kommunikationssystemen (insb. 6G-Mobilfunknetze), KI, HPC, Internet of Things (IoT), Cloud-to-Edge- und Quantencomputing voranzubringen. Die FIS richtet sich in erster Linie an

deutsche Hochschulen und Forschungseinrichtungen im IKT-Bereich, bietet aber auch verschiedene Kooperationsmodelle für Industriepartner an.

Bewertung

Mit Blick auf das **wissenschaftliche Potenzial** verspricht SLICES-DE, mithilfe modernster Hard- und Software im Bereich der IKT-Forschung einen erheblichen Mehrwert zu schaffen und Fortschritte und Innovationen in Bezug auf Kommunikationsinfrastrukturen oder IKT-FIS zu ermöglichen. Es ist davon auszugehen, dass SLICES-DE die reproduzierbare Durchführung von Experimenten unter realen Bedingungen erleichtern wird, die aufgrund der ihnen inhärenten Risiken nicht in den bestehenden und in allgemeiner Nutzung befindlichen Kommunikationsstrukturen durchgeführt werden können. Herausforderungen, die sich durch die zunehmende Komplexität und den Umfang von Kommunikationssystemen sowie den steigenden Anforderungen an Zuverlässigkeit, Sicherheit und Effizienz stellen, können damit angegangen werden. Das Vorhaben kann zudem Forschung zu wichtigen Problemen wie der Post-Quantum-Security ermöglichen. Zu erwarten ist, dass SLICES-DE den Grundstein für viele zukünftige Anwendungen in Bereichen der Informatik, wie etwa der KI oder dem IoT, sowie anderen Disziplinen wie den Ingenieurwissenschaften legen wird. Das Potenzial für weitere interdisziplinäre Zusammenarbeit sollte in einer umfänglichen Ausarbeitung des Konzepts eingehender behandelt werden.

In der **wissenschaftlichen Nutzung** zeichnet sich das Vorhaben durch einen offenen Zugang für die Nutzenden und einen überzeugenden Datenmanagementplan aus. Es antwortet auf eine erhebliche Nachfrage nach experimentellen Testbeds in der Forschungscommunity zu Netzwerktechnologien. Als FIS mit vielen Nutzungsmöglichkeiten wird SLICES-DE für deutsche und europäische Forschende der IKT von großem Nutzen sein und eine Alternative zu bestehenden kommerziellen oder fragmentierten lokalen Lösungen schaffen, denen es an Umfang und Flexibilität mangelt. Während das Kurzkonzept die Relevanz und Attraktivität für die IKT-Community deutlich macht, sollte in der weiteren Ausarbeitung die Attraktivität für Forschende aus anderen Bereichen besser dargelegt werden.

SLICES-DE verspricht, eine wesentliche und kritische FIS von großer Bedeutung für die Forschung sowie die Autarkie und Wettbewerbsfähigkeit des **Wissenschaftsstandorts Deutschland** in den Bereichen Kommunikation und Informatik zu sein. Das Vorhaben zielt darauf ab, eine bedeutende Lücke bei der Durchführbarkeit und Reproduzierbarkeit von Experimenten zu Netzwerk- und Kommunikationssystemen zu schließen. Im nationalen Kontext bestehen derzeit keine direkt vergleichbaren Einrichtungen. Auf europäischer Ebene verfolgt SLICES-RI das Ziel, eine europaweite digitale FIS für experimentelle Forschung in Datenverarbeitungs- und Kommunikationssystemen zu etablieren und damit einen Rahmen für die Zusammenarbeit und den Austausch von Ressourcen zu bieten. Als Teil von SLICES-RI wird SLICES-DE von dessen Entwicklungen, den

Expertisen der beteiligten Partner sowie den bislang getätigten Investitionen profitieren können. Mit Blick auf mögliche Synergien mit europäischen KI- und HPC-Initiativen könnten die vorhandenen Potenziale jedoch noch besser in den Blick genommen werden. Im globalen Kontext gibt es in den USA vergleichbare experimentelle Plattformen, von denen sich SLICES-DE jedoch durch das Angebot weiterreichender Dienstleistungen zur Experimentgestaltung und -reproduktion abgrenzt. SLICES-DE steht bereits im Austausch mit diesen Plattformen (beispielsweise Chameleon) und hält somit Anschluss an internationale Entwicklungen und Standards im Bereich der experimentellen IT-Forschung. Bestehende kommerzielle Lösungen aus den USA, die weltweit skalierbare Cloud-Infrastrukturen für FuE bieten, weisen einige Beschränkungen für eine wissenschaftliche Nutzung auf, da sie teils mit hohen Kosten verbunden sind und die Dienste nur begrenzt für die experimentelle Forschung kontrollier- und konfigurierbar sind. SLICES-DE ist zwar nur begrenzt mit diesen kommerziellen Lösungen vergleichbar, wird aber als eine attraktive Alternative bewertet, die Deutschland im IKT-Bereich in eine Spitzenposition bringen kann und einen wichtigen und wesentlichen Schritt darstellt, um die technologische Souveränität Deutschlands zu stärken.

Eine erfolgreiche Implementierung des Vorhabens ist sehr wahrscheinlich. Es befindet sich in einem sehr ausgereiften Planungsstadium und stellt eine umfassende Risikoanalyse bereit. Die Expertise des verantwortlichen Konsortiums trägt entschieden zur **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** bei. Die FIS ist modular gedacht, um sich an neue Technologietrends und neu entstehenden Forschungsbedarf anpassen zu können. Allerdings könnte der Umgang mit möglicher Veralterung von Hardware oder dem Erlöschen von Produktgarantien während der Betriebsphase in der weiteren Ausarbeitung noch klarer behandelt werden.

Der Ausschuss hat SLICES-DE in der Erwartung wissenschaftlicher Fortschritte und Innovationen, insbesondere in der IKT-Forschung, empfohlen. Es handelt sich um eine wesentliche und kritische Infrastruktur zur Sicherung der digitalen Souveränität Deutschlands und dessen Spitzenposition in den Bereichen Kommunikation und Informatik. Mit der Aufnahme auf die Shortlist ist das BMFTR dieser Empfehlung nachgekommen.

l.11 XLZD

A xenon-based low-background observatory for astroparticle physics (XLZD)

Trägereinrichtung: Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Aufbaukosten: ca. 96 Mio. Euro (deutscher Anteil)

Bei XLZD handelt es sich um eine internationale Kollaboration, die drei Vorhaben zur Suche nach Dunkler Materie und dem neutrinolosen Doppel-Betazerfall vereint: XENONnT, LUX-ZEPLIN und DARWIN. Die geplante FIS soll sich mit

ungelösten Fragen der Grundlagenphysik und Kosmologie befassen, darunter der Natur der Dunklen Materie, die eine entscheidende Rolle bei der Bildung kosmischer Strukturen wie Galaxien und Galaxienhaufen spielt, sowie grundlegenden Eigenschaften von Neutrinos, die eng mit der Materie-Antimaterie-Asymmetrie des Universums verknüpft sind. Ein geplanter Detektor wird 60 Tonnen kryogenes flüssiges Xenon verwenden, ein gut geeignetes Medium zur Detektion seltener Teilchenwechselwirkungen. Mit der Fähigkeit zu hochempfindlichen Messungen, einer äußerst niedrigen Energieschwelle und einem äußerst geringen Untergrundniveau soll XLZD Forschung zu grundlegenden physikalischen Fragestellungen ermöglichen. Mittels seines breiten wissenschaftlichen Programms zielt das Vorhaben darauf ab, XLZD als multifunktionales Observatorium der nächsten Generation in der Astroteilchenphysik zu etablieren.

Bewertung

Das Vorhaben weist ein außergewöhnliches **wissenschaftliches Potenzial** auf und lässt bedeutende Fortschritte in der Astroteilchenphysik erwarten durch gebündelte und umfangreiche Anstrengungen bei der Suche nach Dunkler Materie und dem neutrinolosen Doppelbeta-Zerfall. In diesem Bereich arbeiten derzeit mehrere multinationale Kollaborationen daran, einen Detektor der nächsten Generation zu schaffen – ein Observatorium mit niedrigster Hintergrundstrahlung und ambitioniertem wissenschaftlichen Programm, das sich mit der Physik der Dunklen Materie und der Neutrinos befasst. In diesem Zusammenhang zeichnen sich die Forschungskapazitäten von XLZD durch ein breites experimentelles Spektrum aus, wobei zentrale offene Fragen der (Astro-)Teilchenphysik, Astrophysik und Kosmologie mit herausragendem Entdeckungspotenzial adressiert werden. Aufgrund des Designs, aus dem sich vielseitige Anwendungsmöglichkeiten ergeben und Synergien mit weiteren Experimenten geschaffen werden können, die andere Detektormedien verwenden, ist davon auszugehen, dass XLZD äußerst wertvolle Daten bieten wird. Als Observatorium der nächsten Generation hat das Vorhaben das Potenzial, bahnbrechende Erkenntnisse von höchster wissenschaftlicher Relevanz zu liefern und das Verständnis des Universums grundlegend zu vertiefen.

Hinsichtlich der **wissenschaftlichen Nutzung** ist zu erwarten, dass das Vorhaben der nationalen und internationalen wissenschaftlichen Fachcommunity erhebliche Vorteile bieten wird. Aus Deutschlands führender Rolle in vorangegangenen Experimenten ergibt sich eine Nutzendenbasis, die etwa 250 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den XENONnT-, LUX-ZEPLIN- und DARWIN-Experimenten vereint. Neben dieser bereits etablierten Nutzendenbasis bietet das weite Anwendungsspektrum von XLZD weiteren Forschungsgruppen Möglichkeiten zur Beteiligung. Die Gewährleistung eines offenen Datenzugangs gemäß den FAIR-Prinzipien ist vorgesehen: Während die Rohdaten innerhalb der Kollaboration verbleiben, werden aufbereitete Analysedaten nach

einer Embargophase veröffentlicht. Hierdurch können die wissenschaftliche Zusammenarbeit gefördert und theoretische Modelle gemeinschaftlich weiterentwickelt werden. XLZD bietet somit eine durchdachte Datennutzungsstrategie, hohe Nutzungsstandards und einen beträchtlichen Mehrwert für die adressierte wissenschaftliche Community.

XLZD hat eine hohe Relevanz für **Deutschland als Wissenschaftsstandort**. Durch die vorgesehene substantielle Beteiligung an den Kosten der FIS und die große Expertise in der Erforschung von Dunkler Materie und Experimenten mit extrem niedriger Hintergrundstrahlung kommt der deutschen Beteiligung für den Erfolg des Vorhabens eine zentrale Rolle zu. Die Führungsrolle deutscher Forschender und Institutionen bei den verschiedenen Vorgängerexperimenten ist als wichtiger Grundstein für XLZD anzusehen und sichert dem KIT eine große Sichtbarkeit und Führungsmöglichkeiten. Dadurch ist zu erwarten, dass diese Beteiligung maßgeblich zur langfristigen Stärkung Deutschlands als international führender Forschungsstandort beitragen und dessen Stellung im Kontext der globalen Forschung unterstreichen wird.

Die **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** ist angesichts einer soliden technologischen Basis sowie eines realistischen Zeitplans als sehr positiv einzuschätzen. Durch die Nutzung erprobter Technologien aus den Vorgängerexperimenten wird sich der Bedarf an umfassender Entwicklungsarbeit voraussichtlich erheblich minimieren. Da es sich um eine neue Kollaboration handelt, die das Vorhaben trägt, bestehen naturgemäß einige inhärente Risiken. Hinsichtlich der geplanten Bereitstellung von eigens aufbereiteten Analysedaten nach der Embargophase werden erhebliche Ressourcen benötigt werden. Die erfolgreiche Umsetzung von XLZD setzt zudem eine enge Zusammenarbeit mit der Industrie auf verschiedenen Ebenen voraus.

Aufbauend auf den Erfahrungen vorangegangener Experimente ist die Kollaboration für eine erfolgreiche Umsetzung des anspruchsvollen Vorhabens XLZD gut aufgestellt, wobei der deutschen Beteiligung aufgrund der großen Expertise in der Erforschung von Dunkler Materie und Experimenten mit extrem niedriger Hintergrundstrahlung eine entscheidende Bedeutung zukommt. Vor diesem Hintergrund hat der Ausschuss XLZD als eines der beiden alternativ zueinanderstehenden Vorhaben zur Neutrinoforschung (s.o. B.I) zur Aufnahme auf die Shortlist empfohlen. Nach Zusammenführung der Ergebnisse der drei Bewertungsstränge ist XLZD vom BMFTR nicht auf die Shortlist aufgenommen worden.

B.II BEWERTUNG DER WEITEREN VORHABEN

Im Folgenden sind die 21 Vorhaben aufgeführt, die vom Ausschuss nicht zur Aufnahme auf die Shortlist empfohlen wurden. Bei vielen Vorhaben hat der Ausschuss aussichtsreiche Ansätze und Potenziale gesehen, sodass die ausgebliebene Empfehlung zur Aufnahme auf die Shortlist nicht mit einer Ablehnung der

den Vorhaben zugrunde liegenden Ideen und Konzepte gleichzusetzen ist. Vielmehr führte die Auswahl einer begrenzten Anzahl an Vorhaben durch den Ausschuss dazu, dass teilweise auch sehr gut bewertete Vorhaben nicht berücksichtigt werden konnten, da andere Vorhaben in der Gesamtschau noch vielversprechender bewertet wurden.

II.1 AMR

Advanced Modular Reactor (AMR)

Trägereinrichtung: Technische Universität München (TUM)

Aufbaukosten: ca. 1,8 Mrd. Euro

AMR ist eine Initiative zur Weiterentwicklung der Kerntechnik, mit besonderem Schwerpunkt auf der Unterstützung der Fusionsforschung durch Bestrahlung mit schnellen Neutronen mit hohem Fluss. AMR ist als Forschungsreaktor der Vierten Generation mit einer elektrischen Leistung von 30 MWe und einer thermischen Leistung von 90 MWth konzipiert. Geplant ist der Einsatz von Bleikühlung, um extreme Bestrahlungsumgebungen zu ermöglichen, die für Materialtests unter den Bedingungen eines Fusionsreaktors unerlässlich sind. AMR soll einen intensiven, schnellen Neutronenfluss liefern und somit zur Untersuchung von Strahlungsschäden in Struktur- und Funktionsmaterialien, der Tritiumproduktion und der Transmutation beitragen. Neben seinem Schwerpunkt auf der Fusionsmaterialforschung plant AMR die Unterstützung weiterer Anwendungen wie die emissionsarme Energieversorgung des Campus Garching, Bildgebung mit Neutronen sowie fortschrittliche Materialanalysen. Die FIS soll auch zur Produktion medizinischer Isotope beitragen und damit Beiträge zur Krebsdiagnostik und -therapie leisten. AMR ist als komplementäre Anlage zum bestehenden FRM II-Reaktor der TUM geplant und soll dessen experimentelle Möglichkeiten erweitern. Das Konzept sieht zudem vor, im Rahmen einer interdisziplinären Zusammenarbeit mit der TUM School of Social Sciences and Technology soziale, politische und ethische Bedenken in Bezug auf Kerntechnik zu adressieren.

Bewertung

Mit Blick auf das **wissenschaftliche Potenzial** verfolgt AMR einen multifunktionalen Ansatz, der Chancen für Fortschritte in der Integration von Energieforschung, Medizintechnik und Materialwissenschaften bietet. Die Nutzung von Bleikühltechnologie und schnellen Neutronen verspricht darüber hinaus neuartige Studien zu Fusionsmaterialien und Kernbrennstoffen. Die wissenschaftlichen Ziele des Vorhabens sind jedoch nicht hinreichend präzise definiert; insbesondere das Verhältnis zwischen Forschung und Isotopenproduktion bedarf weiterer Klärung – ein Aspekt, der für die Einordnung von AMR als Forschungseinrichtung von zentraler Bedeutung ist. Zwar lässt sich die ambitionierte Vision einer reaktorbasierten Neutronenquelle mit wertvollen Zielen in Forschung, Radioisotopenproduktion und Entwicklung fortschrittlicher Reaktortechnologien

hervorheben, doch fehlt dem Konzept eine konkrete Diskussion aktueller wissenschaftlicher Herausforderungen und spezifischer Beiträge zu zukünftigen wissenschaftlichen Entwicklungen. Die internationale Konkurrenz – etwa durch fortgeschrittene Projekte wie den Jules-Horowitz-Reaktor in Frankreich oder das MYRRHA-Projekt in Belgien – ist in die Konzeption eines Forschungsreaktors einzubeziehen, ebenso die Tatsache, dass wesentliche Reaktortechnologien importiert werden müssen.

Das **wissenschaftliche Nutzungskonzept** von AMR adressiert ein breites Spektrum von Nutzenden von der Kernphysik bis zur Medizinforschung, doch fehlt es an einer überzeugenden Strategie zur Einbindung externer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Industriepartner. Das Potenzial für nukleartechnische Forschung ist zwar gegeben, die Wettbewerbsfähigkeit für Neutronenstreuexperimente im Vergleich zum FRM II wird jedoch als zweifelhaft eingeschätzt. Auch das Ausmaß und die Möglichkeiten der akademischen Beteiligung sowie die Zugangsmöglichkeiten externer Nutzender bleiben unklar. Die internationale Nutzungsmöglichkeit ist ebenfalls kritisch zu betrachten, insbesondere im Hinblick auf die Konkurrenz durch Spallationsquellen und HiCANS.

AMR hat grundsätzlich das Potenzial, zum Erhalt nuklearer Expertise am **Wissenschaftsstandort Deutschland** beizutragen – insbesondere vor dem Hintergrund des Kernenergieausstiegs – und strategisch wichtige Bereiche wie Medizintechnik und Energieforschung zu stärken. Die geplanten Bildungsinitiativen, wie die Einrichtung neuer Professuren und eines Master-Studiengangs, können dem gegenwärtigen Fachkräftemangel in relevanten Bereichen entgegenwirken. Allerdings bleiben Fragen zur energiepolitischen Ausrichtung und zur öffentlichen Akzeptanz offen. Zwar lässt sich die Relevanz von AMR als Quelle schneller Neutronen hervorheben, gleichzeitig kann aber auf die bereits bestehende internationale Konkurrenz und den kommerziellen Charakter des Radioisotopenmarkts verwiesen werden. Das Konzept macht nicht deutlich, in welchem Verhältnis die wissenschaftliche gegenüber der wirtschaftlichen Motivation steht.

Die **Umsetzbarkeit** des Vorhabens wirft **aus wissenschaftlicher Perspektive** Fragen auf. Trotz vorhandener Expertise an der TUM bestehen Bedenken hinsichtlich der Komplexität, der Kosten (vor allem im Vergleich mit ähnlichen Projekten) und des Zeitplans. Die geplante Fertigstellung bis 2034 wird als unrealistisch angesehen, und das Budget steht in keinem Verhältnis zum wissenschaftlichen Mehrwert. Darüber hinaus werden regulatorische Hürden und politische Rahmenbedingungen in Deutschland nicht ausreichend berücksichtigt. Auch die institutionellen Voraussetzungen lassen Zweifel an der Durchführbarkeit entstehen, insbesondere vor dem Hintergrund fehlender Erfahrung mit der Konstruktion und dem Betrieb bleigekühlter Schnellreaktoren sowie des komplexen Genehmigungsprozesses für neue Kerntechnologien. Ebenfalls zu bemängeln sind die schwache Risikoanalyse sowie das Fehlen eines überzeugenden Finanzkonzepts. Letzteres sollte die Kosten für Bau, Betrieb und Stilllegung

hinreichend berücksichtigen, sie aber auch zum wissenschaftlichen Mehrwert in ein adäquates Verhältnis setzen. Eine detailliertere Auseinandersetzung mit den wissenschaftlichen und technologischen Herausforderungen sowie eine klarere Darstellung der Risiken und Umsetzungsstrategien sind für den Fall einer geplanten Weiterentwicklung des Vorhabens dringend zu empfehlen.

II.2 DZTO

Deutsches Zentrum für Translationale Organoidforschung (DZTO)

Trägereinrichtungen: Technische Universität München (TUM) |
TUM Universitätsklinikum, Klinikum rechts der Isar (TUM UK)

Aufbaukosten: ca. 169 Mio. Euro

Das DZTO ist als interdisziplinäres Forschungs- und Servicezentrum geplant, das Expertinnen und Experten aus den Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, dem Bioingenieurwesen und der Medizin zusammenbringt, um Organoidtechnologien in die klinische Anwendung zu überführen. Ziel ist es, eine integrierte Plattform-Infrastruktur zu etablieren; als koordinierende Einrichtung fungiert dabei das TUM Center for Organoid Systems (COS). Das DZTO will Dienstleistungen wie standardisierte Protokolle und Plattformen für die Forschung zu Organoiden, Unterstützung für organoidbasierte klinische Studien, eine deutschlandweite Biobank, Hochdurchsatz-Wirkstoffscreening und Core Facilities für organoidbasierte translationale Forschung anbieten.

Bewertung

Das DZTO hat das **wissenschaftliche Potenzial**, Organoide für die präklinische Forschung nutzbar zu machen und die inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit relevanter Forschungsfelder zu fördern. Die Harmonisierung von Organoid-Protokollen und die Entwicklung eines virtuellen Hubs versprechen Alleinstellungsmerkmale. Die Bedeutung und Relevanz interdisziplinärer Forschung zu Entwicklung und Einsatz von Organoiden sind unstrittig. Angesichts der derzeit nur eingeschränkten Nutzbarkeit von Organoiden für bestimmte Erkrankungen wie Krebs liegt das Ziel des DZTO, Organoide in klinischen Studien einzusetzen, allerdings noch in weiter Ferne. Das Konzept würde von mehr Klarheit bezüglich der übergeordneten Ziele, den Alleinstellungsmerkmalen sowie den geplanten Strukturen und Prozessen, z. B. hinsichtlich der durchzuführenden klinischen Studien oder der geplanten Biobank, profitieren. Eine umfangreiche FIS im Sinne des Priorisierungsverfahrens zu etablieren, lässt sich mit dem Hauptziel des DZTO, der Harmonisierung von Organoid-Protokollen, nicht hinreichend begründen. Eine weitere Ausdifferenzierung wesentlicher Details zur Forschungsprogrammatisierung sowie eine Fokussierung auf erste Schritte in der Organoidforschung, statt auf ihre Anwendung, wären notwendig, um das Vorhaben überzeugender zu gestalten.

Die **wissenschaftliche Nutzbarkeit** des DZTO ist vielversprechend für die präklinische Forschung sowie potenziell für die Pharma- und Ernährungsindustrie. Darüber hinaus hat das DZTO das Potenzial, eine einzigartige und nützliche Biobank für verschiedenste Erkrankungen und genetisches Material zu etablieren, sofern es mit Krankenhäusern und nationalen Sammlungen kooperiert. Das beschriebene Datenmanagementkonzept ist solide. Die mögliche Nutzbarkeit des DZTO wird dadurch eingeschränkt, dass unklar bleibt, worin die spezifischen Barrieren für die inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit, die das DZTO zu fördern beabsichtigt, bestehen. Darüber hinaus bleibt unklar, ob in Forschungskreisen ein faktischer Bedarf an einem virtuellen Hub besteht.

Da die Organoidforschung ein aktuell und auch zukünftig äußerst wichtiges Forschungsgebiet darstellt, kann das DZTO die Attraktivität des **Wissenschaftsstandorts Deutschland** für Forschende aus dem Ausland erhöhen. Am vom DZTO erhobenen Anspruch, ein führendes Exzellenzzentrum mit weltweiter Anziehungskraft zu sein, bestehen jedoch aufgrund der starken Konkurrenz von internationalen Forschungszentren und -einrichtungen im Bereich der Organoidforschung Zweifel. Eine umfangreiche Nutzung des DZTO über Deutschland hinaus wird daher als weniger wahrscheinlich erachtet.

Hinsichtlich der **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** stellen die aktuellen technischen Möglichkeiten in der Organoidforschung eine große Herausforderung für die wissenschaftlichen Ziele des DZTO dar, insbesondere für die Anwendung in klinischen Studien. Die Modellierung von Krankheiten mit Organoiden ist derzeit für einige ausgewählte Erkrankungen möglich, jedoch wird eine Anwendung in der Breite voraussichtlich Jahrzehnte in Anspruch nehmen, was eine adäquate Füllung der Forschungspipeline erschwert. Eine weitere große Herausforderung betrifft gesetzliche Regelungen, die die klinische Anwendung von Organoiden erschweren dürften. Die wissenschaftlichen Meilensteine werden dazu im Konzept nicht überzeugend formuliert. Angesichts der zu erwartenden Schwierigkeiten bei der Standardisierung von Protokollen und der notwendigen Anbindung an Krankenhäuser bleibt unklar, ob die institutionellen Voraussetzungen zur Erreichung der Ziele des DZTO angemessen erfüllt sind.

II.3 EBRAINS-D

EBRAINS Deutschland (EBRAINS-D)

Trägereinrichtung: Forschungszentrum Jülich (FZJ)

Aufbaukosten: ca. 76 Mio. Euro

EBRAINS-D plant eine verteilte FIS, die mithilfe von KI und leistungsstarken Rechenressourcen das Verständnis der Struktur und Funktion des Gehirns verbessern möchte. Über digitale Dienste, darunter ein zentrales Webportal, soll sie Zugang zu fortschrittlichen selbsttrainierten Basismodellen und

Anwendungsworkflows sowie zu einer Sammlung großer multiskaliger, multi-modaler Datensätze des menschlichen Gehirns bieten. Das Vorhaben plant, einen Mehrwert für Anwendungen wie die Arzneimittelentwicklung, multiskalige Gehirnmodellierung, klinische Behandlung neurologischer und psychischer Störungen, tiefgehende Phänotypisierung zu Hause sowie KI, neuromorphes Computing und Robotik zu bieten. Dafür soll es Hardware-Infrastruktur wie HPC und Cloud Computing, neuromorphes Computing sowie Speicherressourcen und eine sichere Datenverarbeitungsumgebung umfassen. Mit seinen Scan-Einrichtungen sollen Bilddaten, Gehirnatlanten und Digitale Zwillinge des Gehirns erstellt werden. Diese sollen die Grundlage für die Basismodelle bilden, die das Kernelement der FIS darstellen sollen. EBRAINS-D wird als Partner und nationaler Knotenpunkt der europäischen FIS EBRAINS geplant, einem ESRFI-Projekt, das Daten, Modelle und Services für Nutzende in ganz Europa bereitstellt.

Bewertung

Mit Blick auf das **wissenschaftliche Potenzial** lässt EBRAINS-D durch ein verbessertes Verständnis der Funktionsweise des Gehirns einen Mehrwert für die Neurowissenschaften erwarten. Das Vorhaben baut auf Errungenschaften und Erfahrung aus früheren bzw. bestehenden Projekten wie dem Human Brain Project (HBP) und EBRAINS auf und stellt eine aussichtsreiche Weiterentwicklung dar. Das Vorhaben hat das Potenzial, die Forschung in den Neurowissenschaften zu fördern und zu wissenschaftlichen Durchbrüchen beizutragen. Besonders vielversprechend erscheint dabei das Bestreben, strukturelle und funktionale Daten miteinander zu verknüpfen, was jedoch im Kurzkonzept näher ausgeführt werden könnte. EBRAINS-D verspricht viele Anwendungen in mehreren Disziplinen wie der Informatik, den Ingenieurwissenschaften oder der Medizin und weist ein hohes, wenn auch teils nicht weiter ausgeführtes Potenzial für interdisziplinäre Zusammenarbeit auf. Das Kurzkonzept umfasst viele innovative oder Nischenentwicklungen aus der Informatik, wie z. B. die vorgeschlagene Integration von KI durch den Aufbau von Basisschichten oder neuromorphes Computing, deren Rolle in der Entwicklung der FIS und für die Erreichung ihrer Ziele jedoch besser dargestellt werden sollte.

In der **wissenschaftlichen Nutzung** entspricht das Vorhaben den Bedürfnissen und Ambitionen der neurowissenschaftlichen Community und wird voraussichtlich eine hohe Nachfrage in Deutschland – und möglicherweise in Europa – generieren. EBRAINS-D plant, die FAIR-Prinzipien zu befolgen, und die Pläne für Datenzugang und -management sind exemplarisch für die Neurowissenschaften. Allerdings wird der Zugang zu den generierten Rohdaten nicht eindeutig im Kurzkonzept zugesichert. Die Verfügbarkeit von Scan-Einrichtungen verspricht einen deutlich verbesserten Zugang zu bildgebenden Daten des Gehirns. Vor dem Hintergrund der Kritik an dem Vorgängerprojekt HBP ist eine zu enge Ausrichtung auf die Neurowissenschaften in Deutschland und eine zu geringe

Ansprache von Nutzenden aus anderen Disziplinen oder Ländern der Überzeugungskraft des Vorhabens abträglich.

Für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit **Deutschlands als Wissenschaftsstandort** in den Neurowissenschaften hat EBRAINS-D zweifelsohne eine hohe Relevanz. Das Vorhaben würde für die neurowissenschaftliche Community den Zugang zu Spitzentechnologien sichern, und es kann erwartet werden, dass es die Attraktivität für Top-Talente aus den Neurowissenschaften erhöhen wird. EBRAINS-D plant mit seinen Scan-Einrichtungen und der Basisschicht mit den KI-Basismodellen einen wesentlichen Beitrag zur europäischen FIS EBRAINS-RI zu leisten. Die Zusammenarbeit mit der europäischen Initiative sowie das Verhältnis zum HBP sollten jedoch bei einer möglichen weiteren Ausarbeitung des Konzepts stärker thematisiert werden.

EBRAINS-D zeichnet sich durch ein starkes Konsortium von international gut vernetzten Partnerinstitutionen aus, die über die für die Umsetzung notwendigen Technologien und Rechenkapazitäten verfügen. Aus neurowissenschaftlicher Sicht sind auch die angestrebten Verbesserungen in den Bildungsdaten realistisch. Einige Bedenken in Bezug auf die **Umsetzbarkeit** bestehen mit Blick auf die Entwicklung von Produkten zur ökologischen Momentaufnahme, für die das Vorhaben Industriepartner mit Erfahrung in der Entwicklung von Medizinprodukten in Deutschland einbinden müsste. Ein zentrales Problem liegt in den KI-Basismodellen, bei denen das Kurzkonzept mehr auf deren Anwendung als auf deren Aufbau fokussiert. Der vorgesehene Aufbau von Basismodellen erscheint jedoch innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens und Budgets weder realistisch noch effizient. Eine praktikablere Alternative, die nicht berücksichtigt wurde, wäre die Anschaffung grundlegender Basismodelle, die für die Verwendung der FIS angepasst werden könnten. Die in diesem Zusammenhang zu adressierenden ethischen Herausforderungen werden im Kurzkonzept nur unzureichend und allgemein mit dem Verweis auf die Einhaltung geltender Vorschriften erwähnt.

II.4 EST

European Solar Telescope (EST)

Trägereinrichtungen: Institut für Sonnenphysik (KIS) | Leibniz-Institut für Astrophysik (AIP)

Aufbaukosten: ca. 61 Mio. Euro (deutscher Anteil)

Das EST ist ein geplantes europäisches Sonnenobservatorium mit einer im Durchmesser 4,2 m großen Öffnung, das gleichzeitig spektrale und polarimetrische Daten erfassen kann. Diese Fähigkeit dient der detaillierten Rekonstruktion der dreidimensionalen Atmosphäre der Sonne, wobei räumliche, spektrale und zeitliche Schwankungen entflochten werden. Das EST wird über hochentwickelte Instrumente verfügen, darunter integrale Feldspektropolarimeter

(integral field units) und abstimmbare Schmalbandfilter, die in Teilen von deutschen Forschungseinrichtungen entwickelt wurden. Das Design umfasst ein multi-konjugiertes adaptives Optiksistem zur Leistungsoptimierung. Durch die Kombination von Beobachtungen bei unterschiedlichen Wellenlängen und Polarisationszuständen wird das EST die thermischen, dynamischen und magnetischen Plasmaeigenschaften in den verschiedenen Schichten der Sonnenatmosphäre untersuchen. Damit soll das Verständnis der solaren magnetischen Aktivität und deren Implikationen für die stellare Astrophysik und das Weltraumwetter deutlich verbessert werden. Getragen von einem europaweiten Konsortium ist das EST in der ESFRI-Roadmap verankert und befindet sich in der Vorbereitungsphase.

Bewertung

Das Vorhaben weist ein hohes **wissenschaftliches Potenzial** auf und ergänzt bestehende Einrichtungen wie das DKIST auf Hawaii in verschiedenen Schlüsselaspekten. Das für polarimetrische Sensitivität und hochauflösende Beobachtungen optimierte EST ist speziell darauf ausgelegt, die untersten Schichten der Sonnenatmosphäre zu erforschen, um detaillierte Untersuchungen von kleinskaligen solaren Prozessen zu ermöglichen. Seine fortschrittlichen Fähigkeiten hinsichtlich der Messung von Magnetfeldern und der präzisen Spektralpolarimetrie sind entscheidend für die Beobachtung von Sonneneruptionen und das Verständnis ihrer Auswirkungen auf die Erde. Es ist zu erwarten, dass das EST einen wichtigen Beitrag zur Erforschung der Plasmadynamik, der solaren magnetischen Variabilität und der grundlegenden Prozesse, die der Sonnenaktivität zugrunde liegen, leisten wird. Das Teleskop soll einzigartige Einblicke in den Energietransport und die magnetische Kopplung in der Sonnenatmosphäre liefern und sich somit an der Spitze der Sonnen- und Sternphysik positionieren. Es ist davon auszugehen, dass hierdurch weltraumgestützte Beobachtungen ergänzt und das Verständnis des Weltraumwetters gefördert werden.

Hinsichtlich der **wissenschaftlichen Nutzung** ist beabsichtigt, der wissenschaftlichen Community Zugang zu wertvollen Daten zu bieten und dabei etablierte Datenmanagementstandards zu erfüllen. Mit der Verwendung des Datenmanagementsystems Rucio sollen die Datenkompatibilität gewährleistet und Möglichkeiten zur globalen Zusammenarbeit gefördert werden. Durch die Einhaltung der FAIR-Prinzipien soll zudem eine langfristige Zugänglichkeit sichergestellt werden. Es ist geplant, die gewonnenen Daten nach einer Embargophase in PUNCH4NFDI zu integrieren, ein Konsortium der NFDI, das die langfristige Speicherung, den sicheren Austausch und die effiziente Nutzung von Daten aus der (Astro-)Teilchenphysik, Hadronen- und Kernphysik sowie Astronomie fördert. Aufgrund der geplanten Embargophase erscheinen unmittelbar vergleichende Analysen mit Daten anderer Observatorien wie DKIST eingeschränkt. Vor diesem Hintergrund ist ein effektives Datenmanagement entscheidend, um die globale Wirkung des Vorhabens zu maximieren.

Im Kontext der Bedeutung der FIS für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** ist zu erwarten, dass das Vorhaben Deutschlands Bedeutung als Schlüsselakteur im Feld der Sonnenphysik erheblich stärken wird. Innerhalb des Vorhabens kommt deutschen Einrichtungen eine führende Rolle zu, die aufgrund ihrer großen Expertise einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung von Instrumenten leisten können. Durch die Beteiligung am EST können das KIS und AIP als deutsche Akteure technologische Innovationen in Europa sichtbar weiter voranbringen und zugleich zur Bewältigung von kritischen Herausforderungen, etwa im Bereich der Auswirkungen des Weltraumwetters auf die Erde, beitragen.

Hinsichtlich der **Umsetzung aus wissenschaftlicher Perspektive** zeichnet sich das Vorhaben durch eine solide Planung und kontinuierliche Fortschritte in den Bereichen Design und Entwicklung aus. Für eine erfolgreiche Umsetzung ist es somit sehr gut aufgestellt. Die technologischen Aspekte sind gut auf die wissenschaftlichen Ziele des Vorhabens abgestimmt. Während wichtige Grundlagenarbeiten bereits abgeschlossen wurden, bestehen bezüglich der Planungen der Meilensteine und des Risikomanagements allerdings noch einige kleinere Lücken, wodurch eine detaillierte Bewertung in diesen Punkten erschwert wird. Das Hitzemanagement, das aufgrund der für große Sonnenteleskope typischen Skalierungsprobleme einen zentralen und bekannten Schwerpunkt bildet, wird voraussichtlich keine allzu große Herausforderung darstellen. Das Vorhaben profitiert von stabilen Managementstrukturen und einem klaren Bekenntnis zu einer effektiven Adressierung von Risiken. Unter den Bedingungen einer anhaltend kontinuierlichen Unterstützung und einer Präzisierung der Planungen ist das EST gut positioniert, um seine ambitionierten Ziele im Rahmen der derzeitigen technischen Möglichkeiten zu erreichen.

II.5 FlexiPlant

Forschungsinfrastruktur zur adaptiven Aufbereitung komplexer Rohstoffe (FlexiPlant)

Trägereinrichtung: Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

Aufbaukosten: ca. 109 Mio. Euro

FlexiPlant plant einen pilotskaligen Prototyp eines flexiblen Aufbereitungssystems für eine wissensbasierte, vernetzte, digitalisierte und agile Recyclingindustrie, die alle nachhaltig zurückgewinnbaren Rohstoffe aus Altprodukten holen soll. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf dem Recycling aller Arten von Elektroschrott und elektronischen Altgeräten sowie ihren Vor- und Nachprodukten. Ziel ist es, Materialkreisläufe zu schließen und eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen. FlexiPlant soll gebräuchliche Zerkleinerungs- und Trennanlagen über ein flexibles Routing-System kombinieren, das den einzelnen Maschinen ermöglicht, gleichzeitig verschiedene Materialien in beliebiger Reihenfolge und auch mehrfach zu verarbeiten. Neu entwickelte,

partikelbasierte Multisensorsysteme und Steuerungsalgorithmen sollen in Kombination mit dem flexiblen Routing eine optimale Verarbeitung für jeden Materialfluss ermöglichen. Die Algorithmen sollen auf einer partikelgenauen Materialfluss-Charakterisierung, phasen- und strukturgenauen Material- und Prozessmodellen, stochastischer Optimierung, ML und KI aufbauen.

Bewertung

Das Konzept einer vollautomatisierten und flexiblen Pilotanlage, die auf Seltene Erden und innovative Sortierungstechnologien fokussiert, sowie die Möglichkeiten zur interdisziplinären Kooperation sind vielversprechend und zeigen **wissenschaftliches Potenzial**. FlexiPlant ist in der Lage, durch zu erwartende vielfältige und aufeinander aufbauende Forschung einen Beitrag in den wichtigen Bereichen Recycling und Materialverarbeitung zu leisten. Allerdings werden in Anbetracht vergleichbarer Anlagen, die spezialisierte Strukturen und Prozessabläufe bereits für Forschungszwecke zur Verfügung stellen, weder Mehrwert noch Innovationspotenzial darin deutlich, die vorgestellten technischen Komponenten und die Stakeholder an einer zentralen multifunktionalen Anlage zusammenzubringen. Auch bestehen Zweifel daran, ob die angestrebte Flexibilität des Aufbereitungssystems erreichbar und als Merkmal ausreichend ist, um das Vorhaben von anderen Anlagen abzuheben. Die im Kurzkonzept genannten offenen und umfangreichen Themengebiete werfen die Frage nach einer angemessenen Fokussierung auf spezifische Lösungsansätze für ausgewählte Forschungsfragen und -sektoren auf. Eine stärkere Ausrichtung auf bestimmte Aspekte, Teilbereiche und Maßnahmen wären überzeugender und von Vorteil für das Kurzkonzept.

FlexiPlant hat eine Reihe von Stakeholdern mit sich ergänzenden Fachkenntnissen und starken Partnerschaften zusammengebracht. Innerhalb der **wissenschaftlichen Nutzung** ermöglicht dies verschiedenen Zielgruppen aus Wissenschaft und Industrie Zugang zur Einrichtung und die Möglichkeit, an weiteren Entwicklungen teilzuhaben. Allerdings wird das Zugangs- und Nutzungsmodell nicht detailliert dargestellt und es ist fraglich, ob die FIS von Forschungscommunitys aus den Bereichen Verfahrenstechnik, Geräte- und Systementwicklung oder durch transdisziplinäre Forschungsvorhaben wirklich effektiv genutzt werden kann. Neben dem wissenschaftlichen sowie kommerziellen Zugangskonzept würde das Vorhaben von einer detaillierteren Beschreibung bezüglich Menge, Art und Verarbeitung der erzeugten Daten profitieren.

FlexiPlant befasst sich mit Problemen, die sowohl für Deutschland als auch für andere Länder von großer Tragweite sind, und besitzt somit **Bedeutung für den Wissenschaftsstandort Deutschland**. Insbesondere die Verfügbarkeit und der Zugang zu Seltenen Erden ist ein strategisch wichtiges Thema. FlexiPlant zeigt den Anspruch, zur Lösungsfindung bezüglich der Sicherung wertvoller Rohstoffe beizutragen. Deutschland hat bereits eine Vorreiterposition in der Recyclingindustrie inne, und FlexiPlant hat Potenzial, diese Position weiter zu

festigen. Darüber hinaus kann auch eine spürbare nationale Wirkung durch die FIS erwartet werden, die die Förderung weiterer politischer sowie gesellschaftlicher Bestrebungen im Bereich der Kreislaufwirtschaft beinhalten kann. Die Spezifizierung von FlexiPlants Position und Einzigartigkeit im internationalen Kontext sowie die Einbeziehung anderer nationaler Forschungseinrichtungen würden das Vorhaben allerdings weiter stärken.

FlexiPlant weist ausreichende institutionelle Voraussetzungen für die geplanten Absichten und die **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** auf. Die Anwendungsmöglichkeiten der FIS sind insbesondere aus einer ingenieurwissenschaftlichen Perspektive gut dargelegt. Die technischen Planungen und die vorgesehene Arbeitsweise werden jedoch sehr allgemein beschrieben; weitere Details wären hier hilfreich, um Umsetzbarkeit, Machbarkeit und Eignung zu beurteilen. So bleibt unklar, wie die FIS in der Praxis funktionieren wird. Digitale Werkzeuge der KI, insbesondere des ML, könnten in Bezug auf Art, Zielsetzung und Umsetzung ebenfalls ausführlicher beschrieben werden. Angesichts der trotz der Verfügbarkeit der Technologien lang angesetzten Aufbauphase, die mit rasanter technologischer Entwicklung einhergeht, würde das Vorhaben von einer robusteren Risikoanalyse bezüglich des Bedarfs an FuE profitieren.

II.6 Future-NMR

NMR high-field spectrometer for bio- and materials science (Future-NMR)

Trägereinrichtungen: Goethe-Universität Frankfurt (GU) | Max-Planck-Institut für Multidisziplinäre Naturwissenschaften (MPINAT) | Technische Universität München (TUM) | Helmholtz Zentrum München (HMGU)

Aufbaukosten: ca. 101 Mio. Euro

Future-NMR zielt darauf ab, Höchstfeld-NMR-Spektrometer mit einer Magnetfeldstärke von bis zu 35,5 T für fortschrittliche hochpräzise Strukturanalytik in der Bio- und Materialforschung zu etablieren. Geplant ist die Installation von drei NMR-Spektrometern mit komplementären Anwendungsbereichen: An der GU soll ein 1.4 GHz-Spektrometer für biologische Forschung installiert werden, am MPINAT ein 1.5 GHz-Spektrometer für Festkörperanalysen sowie am HMGU und an der TUM ein 1.4 GHz-Multifunktionsspektrometer zur Analyse von Festkörpern und Flüssigkeiten. Jedes dieser Spektrometer soll zudem über die Fähigkeit zur Magic-Angle-Spinning (MAS)-Spektroskopie für Festkörperanalysen verfügen. Es ist beabsichtigt, die FIS in die bestehende nationale und europäische Forschungslandschaft zu integrieren, insbesondere durch die Einbindung in das Instruct-ERIC, einer Landmark auf der ESFRI-Roadmap. Future-NMR soll sich fünf zentralen Forschungsbereichen widmen: der Erforschung und Entwicklung von neuartigen Katalysatorsystemen, dem Ladungs- und Massentransport in Energiematerialien, der innovativen Entwicklung von Medikamenten, der

Bewertung

Mit Blick auf das **wissenschaftliche Potenzial** verfügt Future-NMR über ein zukunftsweisendes Design, das gute Voraussetzungen für wissenschaftlichen Fortschritt und tiefgehende Einblicke in molekulare Strukturen und Dynamiken verspricht. Im Mittelpunkt steht der Aufbau dreier interdisziplinär angelegter Hochfeld-NMR-Spektrometer an unterschiedlichen Standorten für spezifische Einsatzzwecke. Damit verspricht das Vorhaben Impulse für zahlreiche lebenswissenschaftliche Forschungsfelder, etwa Bio- und Gesundheitswissenschaften, für die Material- und Umweltwissenschaften, sowie erhebliches Innovationspotenzial für nachhaltige Energien, Batterietechnologien, Arzneimittelentwicklung und die Materialtechnik. Insbesondere in der Strukturbiologie und transnationalen Forschung lässt der interdisziplinäre Ansatz des Vorhabens wissenschaftlichen Fortschritt erwarten. Defizite bestehen jedoch in der Einbindung materialwissenschaftlicher Expertise, wodurch das Potenzial dieses Fachbereichs nicht vollständig ausgeschöpft wird. Unklar bleibt der bislang unzureichend dargestellte wissenschaftliche Mehrwert der angestrebten Frequenzsteigerung auf 1.5 GHz. Eine überzeugende Darstellung des daraus resultierenden Erkenntnisgewinns sowie der spezifischen Forschungsfragen, die nur anhand dieses neuartigen Frequenzbereichs adressiert werden können, wäre förderlich, um den erheblichen technischen und finanziellen Aufwand zu rechtfertigen.

Future-NMR verfolgt ein breit angelegtes, interdisziplinäres **Nutzungskonzept**, das die wirkungsvolle Einbindung verschiedenster lebens- und materialwissenschaftlicher Disziplinen ermöglicht. Die erwartete Nachfrage und die geplanten Nutzungskapazitäten lassen eine hohe Relevanz für eine breite Nutzengruppe erwarten. Die prognostizierte Beteiligung von rund 30 europäischen Nutzengruppen pro Standort und Jahr erscheint plausibel und unterstreicht das Nutzungspotenzial der Infrastruktur. Der interdisziplinäre Charakter der FIS ist besonders vorteilhaft für die Erschließung neuer Forschungsfragen, auch wenn die geografische Verteilung der drei Anlagen Herausforderungen mit sich bringt. So ist die Notwendigkeit der Errichtung dreier neuer Systeme an verteilten Standorten unklar – insbesondere angesichts der nicht abschließend erläuterten Zugangsstrategie. Hinzu kommen potenzielle technische Risiken, die sich aus der Komplexität und Koordination der Anlagen ergeben können. Zur besseren Nutzung wäre eine stärkere methodische Ausrichtung auf Operando-Studien und die dafür erforderlichen Techniken empfehlenswert. Das Vorhaben bietet gute Voraussetzungen für ein effizientes Datenmanagement, das auf bestehenden Systemen aufbaut und eine effektive Nutzung der Instrumente ermöglichen kann. Die geplante Anbindung an die Cloud-Plattform von INSTRUCT-ERIC dürfte die Zugänglichkeit und Kooperationen zusätzlich stärken.

Das Vorhaben hat ein hohes Potenzial zur Entfaltung einer nationalen sowie europa- und weltweiten Wirkung durch die innovative systematische Zusammenführung von Bio- und Materialwissenschaften über NMR-Technologie. Future-NMR verspricht positive Effekte für den **Wissenschaftsstandort Deutschland**, da der innovative Ansatz die internationale Sichtbarkeit Deutschlands deutlich steigern kann. Die enge Kooperation zweier führender Hochschulen, eines Helmholtz-Zentrums und eines Max-Planck-Instituts eröffnet Chancen zur maßgeblichen Weiterentwicklung der NMR-Forschung. Die beteiligten Institutionen sind bereits international in den Biowissenschaften präsent; eine gemeinsame Infrastruktur könnte diese Position strategisch festigen und ausbauen. Das Vorhaben verfügt daher über eine hohe wissenschaftliche und strategische Relevanz, die die internationale Sichtbarkeit Deutschlands in der Forschungslandschaft stärken kann. Das durch zahlreiche Unterstützungsschreiben bekräftigte Interesse europäischer und internationaler Partner weist auf ein erhebliches Entwicklungspotenzial hin. Future-NMR kann so die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in der NMR-Forschung stärken.

Das Konzept macht eine erfolgreiche **Umsetzung aus wissenschaftlicher Perspektive** wahrscheinlich. Future-NMR bietet insgesamt gute Voraussetzungen, um als technologisch und logistisch tragfähige FIS etabliert zu werden. Zudem verfügen die beteiligten Institutionen über umfangreiche Erfahrung im Aufbau und Betrieb vergleichbarer Infrastrukturen. Das Konzept umfasst klar definierte Ziele und realistische Meilensteine, die eine strukturierte Realisierung ermöglichen können. Aktuelle technologische Entwicklungen deuten darauf hin, dass die neuartigen 1.5 GHz-Systeme innerhalb der nächsten drei Jahre verfügbar sein könnten. Nachhaltige Maßnahmen wie Heliumrückgewinnungssysteme tragen zudem zur langfristigen Betriebssicherheit bei. Als einschränkend erweist sich jedoch die bisher geringe Einbindung materialwissenschaftlicher Expertise, kombiniert mit einer unklaren Darstellung des wissenschaftlichen Mehrwerts der 1.5 GHz-Frequenzsteigerung, sodass der erhebliche Aufwand des Vorhabens derzeit noch nicht vollständig gerechtfertigt erscheint.

II.7 GRICE-NET

Deutsches Forschungsinfrastrukturnetzwerk für zellbasierte Medizin (GRICE-NET)

Trägereinrichtung: Charité – Universitätsmedizin Berlin

Aufbaukosten: ca. 233 Mio. Euro

GRICE-NET plant den Aufbau eines großen, interdisziplinären Forschungsnetzwerks für zellbasierte Medizin mit bundesweit zehn spezialisierten Knotenpunkten und Berlin als Zentrum. Ziel ist es, Zugang zu Produktions- und Forschungseinrichtungen sowie allen erforderlichen Dienstleistungen und Fachkenntnissen zu bieten, um neue Behandlungen und Diagnostika im Bereich

der zellbasierten Therapien schnell entwickeln zu können. Dies soll durch die Kombination modernster Einzelzelltechnologien und ATMPs erreicht werden. GRICE-NET plant, Dienstleistungen für optimierte Prozessentwicklung und klinische Validierung anzubieten. Die geplante Infrastruktur umfasst wissenschaftliche, technische und strukturelle Komponenten sowie den Bau von zwei neuen Gebäuden in Berlin. Die Kerninstitute und Partnerstandorte dienen als spezialisierte Knotenpunkte mit entsprechenden infrastrukturellen Kapazitäten und Dienstleistungen, darunter Räume, Labore oder Rechenleistung. Für potenzielle Nutzengruppen aus Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft sollen unterschiedliche Zugangsmodalitäten entwickelt werden.

Bewertung

Mit Blick auf das **wissenschaftliche Potenzial** und die nationale Bedeutsamkeit von gen- und zellbasierten Therapien ist GRICE-NET durch den geplanten Aufbau eines großen Forschungsnetzwerks für zellbasierte Medizin eine zukunftsweisende und komplexe Initiative. Ihr Mehrwert zeichnet sich insbesondere durch die geplante Anwendung identifizierter ATMPs in klinischen Studien, die Schnelligkeit dieser Prozesse, die Nähe zu Patientengruppen und den Einsatz von Einzelzelldiagnostika für das Monitoring von Erkrankungen aus. Die Expertise der beteiligten Akteure ist interdisziplinär und vielversprechend. Trotz der zweifelsfreien Expertise in der Einzelzelldiagnostik seitens der Charité stellt sich allerdings die Frage der Anwendbarkeit dieser Technologie in verschiedenen Krankheitsbereichen und der praktischen Realisierung ihres klinischen Nutzens. Da ein beträchtlicher Teil der geplanten Finanzierung in den Bau von Gebäuden in Berlin investiert werden soll, stellt sich die Frage, inwiefern dies mit dem Ziel des Aufbaus eines nationalen verteilten Netzwerks zusammenpasst. Hier besteht ein Kontrast zwischen der Investition in einen zentralen Knotenpunkt – Berlin – im Verhältnis zu den anderen nationalen Knotenpunkten.

Hinsichtlich der **wissenschaftlichen Nutzung** bietet GRICE-NET gängige Zugangsmöglichkeiten und Nutzungsstandards für diverse Nutzende aus der Forschung (z. B. der Onkologie, Immunologie oder regenerativen Medizin), der Industrie und der Gesellschaft. Der potenzielle Zugang zu den zehn Netzwerkknoten von GRICE-NET für die Nutzung entwickelter Technologien ist besonders wertvoll. Konkret bietet auch die Entwicklungseinheit für zellbasierte Medizin sowohl für deutsche als auch europäische Forschende einen hohen Nutzungswert. Der Prozess der Hinführung der Nutzenden zu den Knotenpunkten und der Bereitstellung der entsprechenden Dienste sollte allerdings weiter verdeutlicht werden, insbesondere im Hinblick auf eine fundierte Schätzung der Nutzendenzahlen. Angesichts der Fokussierung von GRICE-NET auf die Knotenpunkte und spezifisch auf den zentralen Knotenpunkt in Berlin würde das Vorhaben davon profitieren, die Inklusion für Externe außerhalb des Netzwerks zu betonen, sowohl in Berlin als auch in den Knotenpunkten. GRICE-NET würde auf diese Weise eine höhere Anzahl externer Nutzender gewinnen.

Angesichts der starken Konkurrenz in der zellbasierten Medizin durch internationale Akteure verspricht GRICE-NET die Sichtbarkeit und Position **Deutschlands als Wissenschaftsstandort** in diesem Bereich deutlich zu verbessern. Vor dem Hintergrund der deutschen und europäischen Gesetzgebung ist GRICE-NET ein ehrgeiziges Vorhaben, da bei der Standardisierung der ATMP-Landschaft große Herausforderungen bestehen. Dem Konzept würde es zugutekommen, die wissenschaftlichen Beiträge der FIS außerhalb Berlins hervorzuheben.

Hinsichtlich der **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** zeichnet sich das Konzept durch eine sehr ausgereifte Planung, überzeugende Risikoanalysen und Strategien zum Umgang mit diesen Risiken aus. Das Vorhaben erfüllt elementare institutionelle Voraussetzungen, um eine erfolgreiche Umsetzung der Pläne zu ermöglichen. Angesichts der Größenordnungen, die mit der langfristig angelegten Etablierung eines solchen Netzwerks einhergehen, würde es aber von vertiefenden Erläuterungen zur Governance, Struktur und Entscheidungsfindung innerhalb von GRICE-NET profitieren. Die Grenzen des derzeitigen Einsatzes von ATMPs in medizinischen Behandlungen, Herausforderungen bei der Identifizierung von ATMP-Targets und beim Einsatz von KI erfordern ebenfalls eine genauere Betrachtung.

II.8 GUF1-14T

Deutsches Ultrahochfeld-Bildgebungszentrum 14-Tesla-MRT (GUF1-14T)

Trägereinrichtung: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)

Aufbaukosten: ca. 85 Mio. Euro

GUF1-14T verfolgt das Ziel, Ganzkörper-MRT am Menschen bei der sehr hohen Magnetfeldstärke von 14 T zu ermöglichen. Dadurch sollen neue Wege eröffnet werden, um physiologische und pathophysiologische Prozesse in verschiedenen Gebieten der biomedizinischen Forschung zu untersuchen. Hierzu gehören sowohl die neurowissenschaftliche Grundlagenforschung als auch die klinische Forschung in Bereichen wie neurodegenerative Erkrankungen, Krebs und immunologische Erkrankungen. Die Einrichtung ist in einem geplanten Neubau an der FAU in Erlangen vorgesehen, in unmittelbarer Nähe zu einem der wichtigsten Industriepartner, Siemens Healthineers. GUF1-14T ist als gemeinschaftlich koordinierte und offene Einrichtung konzipiert, die den Zugang auf Basis der wissenschaftlichen Qualität von Forschungsanträgen gewähren möchte. 13 Mitgliedseinrichtungen und assoziierte Partner des German Ultra-High-Field Imaging (GUF1)-Konsortiums unterstützen die Infrastruktur.

Bewertung

GUF1-14T zeichnet sich hinsichtlich des **wissenschaftlichen Potenzials** durch ein anspruchsvolles, hochinnovatives und überzeugend präsentiertes Konzept aus. Aufgrund der technologischen Verbesserung der Bildauflösung verspricht

GUFI-14T die Durchführung von Ganzkörperscans zur Erforschung einer Vielzahl von Krankheiten. Das Vorhaben eignet sich gut für interdisziplinäre Zusammenarbeit; das verantwortliche, einrichtungsübergreifende Konsortium versetzt GUFI-14T in die Lage, das Potenzial für kooperative Durchbrüche zu erhöhen. In einigen Punkten bleiben die wissenschaftlichen Fragestellungen und Hauptziele jedoch unklar. So bleibt offen, ob eine höhere Bildauflösung der geeignetste Weg ist, um wissenschaftliche Entdeckungen in bildgebenden Verfahren zu erreichen. Zudem stellt sich die Frage, warum nicht eine höhere Magnetfeldstärke als 14 T anvisiert wird. Der medizinische Bedarf und der durch die Bildgebung bei 14 T erwartete Fortschritt müssten überzeugender argumentiert werden, insbesondere im Hinblick auf andere aktuelle technologische Fortschritte, die durch den Einsatz von KI ermöglicht werden. Eine stärkere Berücksichtigung der wissenschaftlichen Leistungen internationaler Hochfeld-MRT-Anlagen würde das wissenschaftliche Potenzial des Konzepts weiter erhöhen.

GUFI-14T lässt die **wissenschaftliche Nutzung** durch eine vielfältige Community erwarten. Die Konzepte für das Datenmanagement verpflichten sich den FAIR-Prinzipien und sind angemessen. Das Konzept sollte allerdings einen stärkeren Fokus auf eine verbesserte Zugänglichkeit für Nutzende außerhalb des Trägerkonsortiums legen. Angesichts der großen Datenmengen, die von bildgebenden Einrichtungen generiert werden, und der Wichtigkeit nachhaltiger Datennutzung würde das Konzept von vertiefenden Ausführungen zur Verwendung der Daten profitieren. Die Frage der Nutzung muss vor dem Hintergrund des derzeitigen technologischen Fortschritts beantwortet werden, der schnell zu einer Veralterung aktueller Technologien führt.

Mit Blick auf die Bedeutung für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** hat GUFI-14T das Potenzial, angesichts des ambitionierten Vorhabens und des technologischen Fortschritts zu 14 T Deutschlands Position als weltweit führendes Land auf dem Gebiet der Hochfeldbildgebung zu stärken. Das Vorhaben ist in der Lage, die Wettbewerbsfähigkeit Europas in der MRT-Forschung zu erhöhen und Standards neu zu definieren. Eine Kooperation mit der niederländischen 14-Tesla-MRT-Initiative an der Radboud-Universität sowie eine Mitgliedschaft bei EuroBio-Imaging, einer europäischen FIS im Bereich der Bildgebung, wären von Vorteil für das Vorhaben, sind im Kurzkonzept jedoch nicht weiter beschrieben. Obwohl der Bau von GUFI-14T aus europäischer Sicht wünschenswert ist, bleibt die Frage nach seiner Notwendigkeit und dem Nutzungsspektrum speziell innerhalb Deutschlands bestehen.

Mit Blick auf die **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** ist die technische Planung von GUFI-14T im Wesentlichen ausgereift und überzeugend. Während technische Anforderungen im Kurzkonzept sehr gut dargelegt werden, bleiben jedoch detaillierte Schilderungen spezifisch zur wissenschaftlichen Umsetzung sowie zu Nutzungsabläufen aus. Das Vorhaben birgt ein erhebliches

„High-Risk-High-Reward“-Verhältnis, das weitere Planungen zur Risikominimierung erfordert.

II.9 KNMR

The Karlsruhe Nuclear Magnetic Resonance Facility (KNMR)

Trägereinrichtung: Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Aufbaukosten: ca. 160 Mio. Euro

KNMR sieht eine Einrichtung zur fortschrittlichen Charakterisierung von Werkstoffen unter Verwendung supraleitender Hochfeld-NMR-Magnete mit einer Leistung von bis zu 35 T vor. Diese Einrichtung soll sechs Versuchsplattformen umfassen und eine vollständig digitalisierte analytische Umgebung für die materialwissenschaftliche Forschung bieten. Sie soll sich auf quantenmechanische Strukturen, chemische Synthese und Operando-Verhalten bei dynamischen Prozessen konzentrieren und damit Herausforderungen an der Schnittstelle zwischen Forschung und industriellen Anwendungen adressieren. Durch die Einbeziehung von Deep-Learning-Fähigkeiten soll KNMR die Digitalisierung von Materialinformationen verbessern, so dass das System Experimente autonom steuern, interpretieren und daraus lernen kann. Der Fokus soll dabei u. a. auf der Erforschung sauberer Energie, der nachhaltigen chemischen Produktion und der schnellen Reaktion auf globale Krisen liegen. Dadurch soll sich KNMR zu einem Kompetenzzentrum für die Bereiche Energie, Information, Umwelt, Pharmazie und Materialien entwickeln.

Bewertung

Mit Blick auf das **wissenschaftliche Potenzial** stellt KNMR ein hochspezialisiertes, anwendungsorientiertes Vorhaben dar, das zentrale Fragestellungen der Materialforschung und -synthese mit innovativen NMR-Technologien adressieren soll. Es bietet ein breites Spektrum an Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Materialwissenschaften, insbesondere in den Bereichen nachhaltiger Energietechnologien und nachhaltiger Chemie. Die Absicht, vielfältige Stufen der Wissenskette abzudecken, unterschiedliche Analysetechniken zu verknüpfen und eine integrierte Lösung an einem einzigen Standort bereitzustellen, ist vielversprechend. Mit einem klaren Fokus auf Materialcharakterisierung, Operando-Analytik und Hardwareentwicklung weist KNMR Potenzial für Innovationen und interdisziplinäre Kooperationen auf. Dank der thematischen Spezialisierung bieten sich vielversprechende Perspektiven, die Materialwissenschaften entscheidend voranzubringen. Aufgrund dieser inhaltlichen Fokussierung handelt es sich um ein Vorhaben mit hohem Innovationspotenzial und der Fähigkeit, die analytische Materialforschung nachhaltig zu stärken und die wissenschaftliche Sichtbarkeit Deutschlands in diesem Bereich weiter auszubauen. Gleichzeitig scheint es jedoch wahrscheinlich, dass der geplante Zuschnitt die

Bandbreite potenzieller Anwendungen jenseits der Materialwissenschaften eingeschränkt und interdisziplinäre Ansätze limitiert.

Das Vorhaben überzeugt durch eine hohe Nutzungsfreundlichkeit und bietet der adressierten Forschungscommunity – insbesondere in den Materialwissenschaften – ein innovatives Konzept zur **wissenschaftlichen Nutzung**. Es skizziert klare Pläne für Zugangsmodalitäten und Datenmanagement mit dem Ziel der Etablierung einer vollständig digitalisierten Materialwissenschaftseinrichtung. Der ganzheitliche Operando-Ansatz von KNMR eröffnet großes Potenzial für eine umfassende Nutzung der Anlage sowie für die gezielte Einbindung von Forschungsgruppen und Forschenden früher Karrierestufen. Die geplante Einbettung digitaler Technologien bietet neue methodische Perspektiven und verspricht, den Anwendungshorizont der FIS zu erweitern. Gleichwohl könnte der hohe Spezialisierungsgrad von KNMR sowie der damit verbundene Schulungsbedarf den Zugang für eine breitere Basis an Nutzenden, insbesondere außerhalb der Materialwissenschaften, deutlich begrenzen. Um das Nutzungspotenzial in vollem Umfang auszuschöpfen, wären zudem konkretere Angaben zur praktischen Umsetzung, insbesondere hinsichtlich eines offenen Zugangs für KIT-externe Nutzendengruppen, wünschenswert.

Mit Blick auf den **Wissenschaftsstandort Deutschland** verspricht KNMR langfristig nachhaltige Impulse für die Materialwissenschaften zu setzen und entscheidend zur Stärkung der Attraktivität und internationalen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands beizutragen. Das Vorhaben ist vielversprechend aufgrund der Tiefe und Reichweite seines einzigartigen Ansatzes in den Materialwissenschaften, da in diesem Bereich eine FIS dieser Größenordnung bislang nicht realisiert wurde. Im globalen Vergleich weist KNMR das Potenzial auf, sich mit renommierten Hochfeldmagnetlaboren zu messen. Damit eröffnet sich für Deutschland die strategische Chance, seine Position in der globalen NMR-Forschung maßgeblich auszubauen.

Insgesamt kann die **Umsetzbarkeit** des Vorhabens **aus wissenschaftlicher Perspektive** aufgrund des fundierten Planungsrahmens und der institutionellen Unterstützung als realistisch bezeichnet werden. Das Konzept, die gesamte materialwissenschaftliche Wissenskette an einem Ort zu vereinen, ist sowohl äußerst innovativ als auch ambitioniert. Das Vorhaben wird durch die ausgewiesene Expertise der Trägereinrichtung gestützt und lässt eine erfolgreiche Umsetzung erwarten. Der hochinnovative Charakter der FIS birgt jedoch auch potenzielle Herausforderungen, wie z. B. die Einhaltung des geplanten Zeitrahmens und der gesetzlichen Anforderungen sowie die Auswirkungen von Maschinenausfällen auf den Betrieb der Einrichtung. Diese Risiken werden im Konzept grundlegend adressiert, weisen jedoch Potenzial für eine detailliertere Ausarbeitung auf. Die geplante Digitalisierung der Infrastruktur sollte darüber hinaus in einigen Punkten weiter präzisiert werden.

Large Animal Research and Care Center (LARC)

Trägereinrichtung: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (U Bonn)

Aufbaukosten: ca. 88 Mio. Euro

LARC verfolgt das Ziel, die translationale medizinische Forschung und die landwirtschaftliche Nachhaltigkeit unter besonderer Berücksichtigung des Tierwohls voranzubringen und zu fördern. Das Vorhaben ist als interdisziplinäres Forschungszentrum konzipiert, das die Großtierforschung zugänglicher machen und Studiendesigns optimieren soll. LARC verfolgt Forschungsziele in drei sich überschneidenden Disziplinen: den Agrarwissenschaften, der Veterinärmedizin und der translationalen Medizin. Dafür soll LARC als eigenständige Organisationseinheit innerhalb der Medizinischen Fakultät sowie der Agrar-, Ernährungs- und Ingenieurwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bonn etabliert werden. Das Vorhaben soll den Aufbau von infrastrukturellen Einrichtungen wie Laboren, Untersuchungsräumen, bildgebender Diagnostik, Stallungen und Weideflächen sowie von personellen Strukturen für Tierpflegerinnen und Tierpfleger, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Tierärztinnen und Tierärzte umfassen.

Bewertung

LARC zeigt **Potenzial** für ein starkes wissenschaftliches Zentrum. Angesichts der Relevanz von Forschungsfragen zur nachhaltigen Ernährung und zum Einsatz von Nutztieren in der biomedizinischen Forschung besteht ohne Zweifel Bedarf an einer entsprechenden inter- und transdisziplinären Einrichtung. Das Konzept würde allerdings von einem präziseren wissenschaftlichen Programm sowie von weiteren Einzelheiten zu experimentellen Fragen, zur Kapazität und zur Flexibilität der Versuchsanlagen profitieren. Angesichts des Schwerpunkts auf translationaler Medizin ist es notwendig, die Vernetzung der beteiligten Disziplinen, einschließlich des Bereichs des Tierwohls, in Einklang zu bringen und eine stärkere Zusammenarbeit auf nationaler und internationaler Ebene zu verfolgen.

Hinsichtlich der **wissenschaftlichen Nutzung** bietet LARC durch die geplante Großtierforschung einen hohen Wert für Nutzende aus der agrarwissenschaftlichen und veterinärmedizinischen Forschung, der Biomedizin und der translationalen Medizin. Die Konzeption von LARC als nutzungsorientiertes Zentrum und Serviceplattform ist positiv hervorzuheben. Das angestrebte Forschungsdatenmanagement und die Verbindlichkeit gegenüber Open-Access-Regelungen sind fundiert. Es ist jedoch fraglich, ob eine ausreichende Expertise an der Universität Bonn zur Gewinnung und Unterstützung interner und externer Nutzender besteht. In Ermangelung einer Nutzendenbedarfsanalyse unter Berücksichtigung weiterer nationaler und internationaler Tierforschungseinrichtungen bleiben grundlegende Modalitäten des Zugangs und der Nutzung unklar.

Angesichts der Tatsache, dass andere Forschungseinrichtungen in Deutschland bereits Großtierforschung in ähnlichen Bereichen betreiben, wäre eine beträchtliche Öffnung von LARC für externe Nutzende ein gewinnbringendes und wesentliches infrastrukturelles Merkmal.

Da weltweit nur wenige andere Einrichtungen Agrarwissenschaften, Veterinärwissenschaften und translationale Medizin an einem Ort interdisziplinär miteinander verbinden, hat ein Vorhaben wie LARC das Potenzial, maßgeblich zur Attraktivität des **Wissenschaftsstandorts Deutschland** an der Schnittstelle dieser Wissenschaftsbereiche beizutragen. Die Nachfrage nach Nutztieren in der biomedizinischen Forschung, die Vorteile von Großtieren für Krankheitsmodelle sowie die Bedeutung von Forschungsfragen zu nachhaltiger Ernährung und Klimawandel befähigen LARC zur Gewinnung weltweiter Kooperationspartner.

Mit Blick auf die **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** ist der übergreifende Plan für den Aufbau und die Organisation von LARC gut beschrieben und die Risikoanalyse lässt eine sorgfältige Durchführung erkennen. Die vorgelegten Pläne sowie das wissenschaftliche und administrative Umfeld deuten grundsätzlich auf ausreichende institutionelle Rahmenbedingungen für das Vorhaben hin. Wissenschaftliche Meilensteine, Maßnahmen zur Risikominimierung für ethische und administrative Herausforderungen angesichts der unklaren Zukunft von Tierversuchen sowie hinreichende technische und interdisziplinäre Expertise an der Universität Bonn sollten allerdings weiter ausgeführt werden, um die Umsetzbarkeit von LARC zu verbessern.

II.11 MD-MAXI

Magdeburg Center for (Bio-)Medical Advanced X-Ray Imaging (MD-MAXI)

Trägereinrichtung: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU)

Aufbaukosten: 60 Mio. Euro

MD-MAXI hat die Entwicklung neuer präklinischer und klinischer biomedizinischer Bildgebungsverfahren wie Röntgenfluoreszenz-Bildgebung, Dunkelfeld-Bildgebung und andere Ansätze mit hochbrillanter Röntgenstrahlung zum Ziel. Damit möchte das Vorhaben neue medizinische Anwendungen wie Pharmakokinetik und personalisierte Medizin ermöglichen. Hinzu kommen Anwendungen in der Theranostik, der ultra-schnellen bzw. hoch orts aufgelösten Strahlentherapie sowie Verfahren zur Materialcharakterisierung. Dafür sind zwei Bestrahlungseinheiten mit angeschlossenen Messlaboratorien vorgesehen, ausgestattet mit Positioniersystemen und Detektoren verschiedener Typen für Forschung und industrielle Nutzung. Ergänzt werden diese durch ein Biolabor, einen Tierstall zur zeitweisen Unterbringung von Versuchstieren und ein MRT für vergleichende Charakterisierung und Bildgebung. Der geplante Standort für Bau und Betrieb ist Magdeburg.

Obwohl die Anwendung der genannten Röntgenquelle für biomedizinische Zwecke ein Novum ist, bleiben die Forschungsziele und die möglichen wissenschaftlichen Beiträge mit Blick auf das **wissenschaftliche Potenzial** von MD-MAXI unklar. Zentrale Aspekte wie die wissenschaftlichen Ziele und Ambitionen, Pläne für langfristige Forschung, ein Wert für die Brillanz der Röntgenquelle oder Details zur Anwendung der zweiten Strahlerzeugungseinheit werden nur unzureichend ausgeführt. Angesichts seiner zweckspezifischen Fokussierung und der kurzen Betriebszeit von 15 Jahren ist unklar, wie MD-MAXI neu entstehende wissenschaftliche Themen und Fragestellungen adressieren soll.

Angesichts der begrenzten Zugangsmöglichkeiten zu Synchrotronen verspricht das Vorhaben speziell für biomedizinische Forschungsgruppen neue und vielversprechende **Nutzungsmöglichkeiten**. Dass MD-MAXI als Plattform für interdisziplinäre Zusammenarbeit und Dienstleistungen konzipiert ist und sich zur Bereitstellung analysierter Datensätze verpflichtet, kann von großem Wert für ihre Anwenderinnen und Anwender sein. Die potenzielle Nutzung der FIS durch Externe erscheint im Vergleich zu Synchrotronen allerdings begrenzt und die kommerzielle Nutzung sowie resultierende Einnahmen sind schwer abzuschätzen.

Mit Blick auf die Bedeutung für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** ist der von MD-MAXI geplante Einsatz der genannten Röntgenquelle für biomedizinische Anwendungen weltweit singulär oder zumindest selten. Aufgrund der speziellen technologischen Anwendung hat das Vorhaben das Potenzial, von Interesse für die biomedizinische Forschungscommunity zu sein und Deutschlands Position im internationalen Wettbewerb zu stärken. Dass die Produktion der Röntgenquelle durch ein US-amerikanisches Unternehmen erfolgen soll, ist jedoch hinsichtlich der Sichtbarkeit deutscher Forschungsleistung und insbesondere der Wettbewerbsfähigkeit kritisch zu sehen.

Für die Beurteilung der **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** ist die Abhängigkeit von einem einzigen Unternehmen für die Herstellung des Röntgen-Prototyps ohne überzeugende Pläne zur Risikominderung ein wesentlicher kritischer Aspekt des „High-Risk-High-Gain“-Verhältnisses. Die Komplexität der Röntgentechnologie und die Notwendigkeit der Entwicklung weiterer Apparate zur Nutzung dieser Technologie stellen zusätzliche Herausforderungen für die Umsetzbarkeit von MD-MAXI dar. Darüber hinaus wird die Umsetzung der wissenschaftlichen Meilensteine nicht ausreichend erläutert.

Mikroelektronik-Bauhaus Erlangen (μ e-Bauhaus Erlangen)

Trägereinrichtung: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)

Aufbaukosten: 348 Mio. Euro

Das μ e-Bauhaus Erlangen sieht eine Forschungs- und Innovationsinfrastruktur vor, die sich mit der notwendigen Reduzierung des Energieverbrauchs und der Steigerung der Energieeffizienz von Systemen befasst. Der wissenschaftliche Schwerpunkt liegt auf Halbleitern mit großer Bandlücke ([Ultra-]Wide-Bandgap-Halbleitern, [U]WBG). Die FIS soll eine agile Struktur aus Forschung, Industrie und Bildung etablieren, indem Forschung und Lehre der FAU mit den Forschungs- und Industriekooperationen des benachbarten Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB) verbunden werden. Im Vordergrund des geplanten Forschungszentrums stehen (U)WBG-Halbleiter für nachhaltige Mobilität, Lösungen für die Energiewende sowie für Anwendungen in der Leistungselektronik. Bei diesen Anwendungen handelt es sich um kryogene Leistungselektronik für klimaneutrales Fliegen, strahlungsfeste, robuste Elektronik für die Luft- und Raumfahrtindustrie, monolithisch integrierte Quantensensorchips und Hochleistungsstromversorgung für Rechenzentren. Das μ e-Bauhaus Erlangen ist sowohl als Ausbildungszentrum als auch als offene Plattform für die Mikrotechnologieforschung in direkter Zusammenarbeit mit Industriepartnern in Form von Joint Labs konzipiert. An der FAU soll das Vorhaben das bestehende Reinraumlabor ertüchtigen und die Reinraumfläche durch ein neues Technologiegebäude auf insgesamt 4.000 m² erweitern.

Bewertung

Das μ e-Bauhaus Erlangen befasst sich mit dem hochrelevanten und aktuellen Forschungsthema der Entwicklung neuer Halbleiter mit (ultra-)großer Bandlücke, was an sich bereits mit einem hohen **wissenschaftlichen Potenzial** einhergeht. Die geplante Bereitstellung eines hochausgestatteten offenen Labors als Teil eines „from Lab to Fab“-Konzepts für die wissenschaftliche und industrielle Community ist gewinnbringend und könnte daher Innovation und neue technologische Entwicklung fördern. Jedoch hätten das wissenschaftliche Selbstverständnis und die daraus resultierenden Ziele im Kurzkonzept klarer dargestellt werden können. Ebenso könnte trotz des sehr hohen Potenzials der verschiedenen angesprochenen Forschungsbereiche der Mehrwert der FIS für die Beantwortung der entsprechenden Fragestellungen deutlicher herausgearbeitet werden. Eine konkretere Einbeziehung der Anwendungen von Leistungselektronik als wichtige Säule der Halbleiterforschung würde den wissenschaftlichen Wert weiter erhöhen.

Als Teil der **wissenschaftlichen Nutzung** sind Zugangsmöglichkeiten zu einem Reinraum für alle Forschenden, Studierenden oder Auszubildenden attraktiv,

die an der Entwicklung neuer Halbleiterbauelemente arbeiten. Das Zugangsmodell, einschließlich der Kostenbeteiligung und der Gebühren für industrielle Nutzung, sollte jedoch gründlicher ausgearbeitet werden. Das Vorhaben scheint sich auf die regionale wissenschaftliche Community zu konzentrieren. Es bleibt ungewiss, ob es in der Lage wäre, Studierende und Forschende aus ganz Deutschland anzuziehen. Die Zusammenarbeit mit anderen deutschen Forschungseinrichtungen desselben Bereichs wäre von großem Vorteil. Das Konzept eines offenen Labors für Forschung und Innovation auf der einen und eines geschützten Bereichs für die Kommerzialisierung auf der anderen Seite ist zufriedenstellend dargelegt. Allerdings fehlt es an konkretem Engagement von Industriepartnern für die Kommerzialisierung von Produkten. Internationale Nutzende von außerhalb der EU sowie Interaktionen und Kooperationen mit der weltweiten Halbleiter- und Leistungselektronikbranche sollten direkter adressiert werden.

Die Bedeutung für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** ist aufgrund des Forschungsthemas hoch und eine gewisse Interaktion mit der FIS auf nationaler sowie europäischer Ebene ist zu erwarten. Um eine Wirkung darüber hinaus zu erzielen, benötigt das Vorhaben jedoch ein starkes globales Engagement, um mit den sich schnell entwickelnden Technologien und Errungenschaften in diesem Bereich Schritt zu halten und in Austausch zu bleiben. Dies gilt insbesondere für die Wettbewerbsfähigkeit und die wirtschaftliche Effizienz. Das Vorhaben sollte seine Ausrichtung und seinen Ansatz noch stärker in den Kontext der bestehenden deutschen Institutionen stellen, um zu zeigen, wo es diese ergänzt oder mit ihnen konkurriert und wo Möglichkeiten der Zusammenarbeit bestehen.

Der Kostenplan und der skizzierte Zeitrahmen sind angemessen für die Forschungsziele und die **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** ist gegeben. Zentrale fachliche Aspekte und Komponenten wie leistungselektronische Systeme und Anwendungen, Packaging und Kristallwachstum sollten allerdings sorgfältiger dargestellt werden, um Kompetenz und Wissen in allen relevanten Bereichen zu demonstrieren. Ebenso würden mehr Informationen über den Bau und den Betrieb der geplanten neuen Reinräume zur Beantwortung der Frage beitragen, ob die richtigen Werkzeuge und Konzepte für die erfolgreiche Realisierung derartig komplexer Anlagen vorhanden sind. Dass wesentliche Aspekte und Komponenten der Halbleiterforschung, -entwicklung und -nutzung im Kurzkonzept nicht erwähnt oder nicht ausführlich genug dargestellt werden, schwächt die Überzeugungskraft des Vorhabens.

Forschungszentrum für nachhaltige Produktion und Kreislaufwirtschaft (naProKi)

Trägereinrichtung: Technische Universität Berlin (TU Berlin)

Aufbaukosten: ca. 126 Mio. Euro

naProKi zielt darauf ab, den Energie- und Materialverbrauch in der Produktion durch die Entwicklung ressourcenschonender Verfahren und effizienter Recyclingstrategien in einem ganzheitlichen und agnostischen Ansatz zu reduzieren. Dabei sollen soziale, ökonomische und ökologische Aspekte berücksichtigt werden. Die FIS ist konzipiert, um die Entwicklung flexibler und modularer Produktionssysteme unter Berücksichtigung von R-Strategien (Reduction, Reuse, Recycling) zu fördern, um den Lebenszyklus von Produkten zu verlängern. Dadurch sollen Unternehmen in die Lage versetzt werden, schnell auf neue Anforderungen und Fortschritte in der Kreislaufwirtschaft zu reagieren. naProKi soll als zentrale Plattform für die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie dienen – mit einem Fokus auf Produktion und Demontage im Automobil- und Maschinenbaubereich. Die technische Infrastruktur gliedert sich in drei Forschungsbereiche, die in einem neu zu errichtenden Gebäude angesiedelt werden sollen: ein Zentrum für digitale Produktion, ein Zentrum für Kreislaufwirtschaft und ein Zentrum für Materialforschung. Die FIS soll spezialisierte Forschungs-, Prototyping- und Recyclinganlagen umfassen, die durch eine digitale Plattform und ein Automatisierungssystem miteinander verbunden sind. Digitale Technologien wie Digitale Zwillinge und Big-Data-Analysen, humanzentrierte digitale Assistenzsysteme sowie intelligente Automatisierungstechnologien sollen die adaptiven und modularen Produktionssysteme ergänzen.

Bewertung

Das Vorhaben zeigt einen starken konzeptionellen Ansatz für die Implementierung eines Paradigmas der Kreislaufwirtschaft an der Schnittstelle zwischen Menschen, Maschinen und Prozessen. Dieser Ansatz deutet auf ein solides **wissenschaftliches Potenzial** hin und wird gestützt durch die umfangreichen sowie breit gefächerten Forschungsfragen. Obgleich die Breite der Forschungsbereiche Interdisziplinarität und Chancen zur Zusammenarbeit ermöglicht, sind die angesprochenen Themenbereiche zu generisch formuliert, um die wissenschaftlichen Merkmale und Kompetenzen des Vorhabens erkennbar zu machen. Die gesellschaftliche Einbeziehung beim Paradigmenwechsel der Kreislaufwirtschaft und die damit einhergehenden soziologischen Fragestellungen sind wertvolle Ansätze, die jedoch einer konkreten Ausarbeitung bedürfen. So bleiben die wissenschaftliche Innovation und der Output von naProKi abstrakt, da die geplanten Prozesse zur Umsetzung dieser Vision und zur Beantwortung der Forschungsfragen nicht konkret dargestellt werden. Es ist zudem fraglich, ob das

Format einer FIS für den geplanten Aufbau einer gemeinsamen Plattform geeignet ist.

Durch die Einbeziehung verschiedener Forschungsbereiche hat das Vorhaben Potenzial, im Zuge der **wissenschaftlichen Nutzung** die transdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft zu fördern. Aktivitäten wie Bildungsprogramme und der Dialog mit gesellschaftlichen Akteurinnen und Akteuren sollen es naProKi ermöglichen, über die üblichen Nutzengruppen hinaus mit der Gesellschaft in Kontakt zu treten, was durch weitere Formate und Bemühungen noch unterstützt werden könnte. Die Konzepte zum Datenzugang und zum Nutzungsmodell sind überzeugend und die Bereitstellung eines kostenlosen Zugangs für Forschungszwecke ist lobenswert. Der Datenmanagementplan könnte jedoch mehr Details enthalten, insbesondere zur Datenspeicherung in offenen Formaten, um den besonderen Nutzen von naProKi hervorzuheben. Über die Unterstützung der industriellen Forschung in Richtung einer Kreislaufwirtschaft hinaus würde das Vorhaben von einer stärkeren Berücksichtigung weiterer nationaler Forschungseinrichtungen und wissenschaftlicher Expertise, beispielsweise auch aus den Sozialwissenschaften, profitieren.

Der von naProKi adressierte Bereich der nachhaltigen Produktion und Kreislaufwirtschaft ist sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** von hoher Relevanz. Die angestrebten Forschungsfragen und -ziele stehen im Einklang mit den europäischen und globalen Nachhaltigkeitszielen. Die Partnerschaften und Forschungsfelder, darunter Bereiche wie Batterie-Lebenszyklen und digitalisierte Produktionsprozesse, sind dafür geeignet, die Sichtbarkeit und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands erheblich zu verbessern. Die dargelegte Zusammenarbeit zwischen renommierten Akteurinnen und Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft ist von hohem Wert und strategischer Bedeutung. Eine stärkere Einbeziehung weiterer Partner und nationaler Forschungseinrichtungen mit ähnlichen Bestrebungen wäre allerdings wünschenswert. Gleiches gilt für eine Kontextualisierung der Position von naProKi aus europäischer Perspektive.

Bezüglich der **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** können der Zeitrahmen, der Bedarf und die Risikobewertung als sorgfältig dokumentiert und angemessen bezeichnet werden. Die vorhandenen Strukturen, die eingeleiteten Maßnahmen und das Engagement der TU Berlin sowie die Beiträge der Partnereinrichtungen lassen ausreichende institutionelle Voraussetzungen und eine weitestgehend erfolgreiche Planung der FIS erwarten. Um die Umsetzbarkeit von naProKi über eine allgemeine Aussage hinaus beurteilen zu können, bedarf das Kurzkonzept jedoch weiterer fachlicher Details. Dazu gehören z. B. Angaben zur Anzahl und Art der verwendeten Maschinen und zu digitalisierten Produktionsstandards wie Hosting, Einbindung von Anbietern und mögliche Strategien für Open-Source-Dienste. Insgesamt würden die zahlreichen Ideen

und Pläne von naProKi von tiefergehenden Erläuterungen und detaillierten Beispielen profitieren.

II.14 NLP

National Laboratory for Photonic Science and Technology (NLP)

Trägereinrichtungen: Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF) | Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut (HHI) | Max-Planck-Institut für Physik des Lichts (MPL)

Aufbaukosten: ca. 267 Mio. Euro

NLP plant den Aufbau einer verteilten FIS mit dem Ziel, die Entwicklung von photonischen Schlüsseltechnologien für die Erzeugung optischer Informationen, deren Transport und Verarbeitung voranzubringen. Damit sollen Fortschritte in der Verarbeitung von Licht genutzt werden, die auf einer erweiterten Kontrolle und selektiven Manipulation von Licht über alle Wellenlängenskalen basieren. Unter Nutzung der Kompetenzen der Trägereinrichtungen soll NLP zur vollständigen Kontrolle von Licht vier zentrale Säulen photonischer Technologien fördern und vernetzen: Freiformoptik und -systeme, Fasertechnologien, photonische integrierte Schaltkreise und chipbasierte Plattformen sowie Nano-Optik und Metamaterialien. Zu den wissenschaftlichen und industriellen Anwendungsgebieten zählen u. a. Erdbeobachtung, Umweltmonitoring, optische Astronomie, optische Kommunikationsnetzwerke, Quantensysteme und photonisches Computing.

Bewertung

Der umfassende Ansatz zur Förderung photonischer Schlüsseltechnologien verspricht bedeutende Fortschritte und enormes **wissenschaftliches Potenzial** in raumgestützten Anwendungen, Hochleistungssystemen und der Quantenkommunikation. Besonders hervorzuheben sind die neuartigen Konstruktionsprinzipien und speziellen Produktionstechniken für Freiformoptik und Nanostrukturen, die eine bisher unerreichte Kontrolle über Lichtmanipulation in verschiedenen Größenordnungen ermöglichen. Die Zusammenarbeit verschiedener Institute mit komplementärer Expertise stellt eine eindeutige Stärke dar und birgt das Potenzial, einen umfassenderen Ansatz für die Photonikforschung sowie eine breite Abdeckung der Innovationskette zu ermöglichen.

Mit Blick auf die **wissenschaftliche Nutzung** bietet das Vorhaben attraktive Anwendungsmöglichkeiten von der Sensorik bis zum Quantencomputing, die für Nutzende aus Wissenschaft und Industrie gleichermaßen interessant sind. Insbesondere überzeugt die dargestellte Strategie für die Interaktion mit verschiedenen Industriepartnern, vor allem im Bereich von Quanten- und optischen Komponenten. Auch das Daten- und Softwaremanagement, das nach den FAIR-Prinzipien ausgerichtet ist, ist positiv hervorzuheben. Kritisch anzumerken ist

jedoch, dass eine konkrete Strategie zur Einbindung der wissenschaftlichen Community fehlt und keine Vorstellung bezüglich der tatsächlichen Nutzung der FIS vermittelt werden konnte. Das Ausmaß der akademischen Beteiligung und die Modalitäten für den Zugang externer Nutzender zu den vorgeschlagenen Einrichtungen sind weniger überzeugend und bedürfen weiterer Präzisierung. Insbesondere wird angeregt, eine zentrale Ansprechperson für alle Anfragen vorzusehen und den Zugang für externe Nutzende klar und transparent zu gestalten. Zudem besteht Verbesserungsbedarf hinsichtlich der Ausarbeitung der Nutzungskonzepte und der Sicherung geistigen Eigentums, insbesondere in Bezug auf industrielle Kooperationen und Open-Access-Ideen.

Das Vorhaben korrespondiert mit Deutschlands strategischem Interesse an technologischer Führung in zukunftskritischen Bereichen, insbesondere in solchen, die für die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit entscheidend sind. Photonik als Schlüsseltechnologie für Telekommunikation, Gesundheitswesen und High-tech-Produktion benötigt sowohl Grundlagen- als auch angewandte Forschung. Zur vollständigen Ausschöpfung des Potenzials für eine Stärkung des **Wissenschaftsstandorts Deutschland** wird eine weiterentwickelte Technologietransferstrategie empfohlen. Die Relevanz für Deutschland und auch Europa wird durch zahlreiche Unterstützungsschreiben bestätigt, jedoch ist kritisch anzumerken, dass der Anspruch auf Einzigartigkeit angesichts ähnlicher Initiativen wie PhotonHub auf europäischer Ebene hinterfragt werden sollte. NLP besitzt insgesamt das Potenzial, als Zentrum für Photonikforschung in Europa zu fungieren und durch internationale Studierendenprogramme und weitere Initiativen den wissenschaftlichen und industriellen Austausch lokal, national und europaweit zu fördern.

Hinsichtlich der **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** fällt kritisch auf, dass die operative Struktur und die spezifische Integration noch unklar sind. Das Konzept benötigt eine umfassendere Risikoanalyse sowie eine klarere Aufgabenteilung zwischen den beteiligten Instituten, insbesondere hinsichtlich der zum Einsatz kommenden Technologien. Der Mehrwert des zentralisierten Ansatzes des Vorhabens könnte konkreter herausgearbeitet werden. Eine spezifischere Festlegung messbarer Meilensteine sowie eine detailliertere Projektplanung werden empfohlen. Ebenso würde das Kurzkonzept von einer genaueren Spezifizierung der für die Erreichung der Ziele notwendigen Methodik und Ausstattung profitieren. Die Verteilung der Ressourcen und administrativen Aufgaben ist grundsätzlich gut geplant, jedoch sollte die praktische Umsetzung weiter ausgeführt werden.

Open Research Center for the Holistic Exploration of Safety and Efficiency in Real Traffic (ORECHEStRa)

Trägereinrichtungen: Technische Hochschule Ingolstadt (THI) | Technische Universität München (TUM)

Aufbaukosten: ca. 124 Mio. Euro

Ziel von ORCHEStRa ist die Errichtung einer modularen Hard- und Software-Architektur als "Software Defined Traffic Infrastructure", die auf der wachsenden Leistungsfähigkeit von Sensor-, Prozessor- und Kommunikationstechnologien basiert und eine hochauflösende Erfassung und Verarbeitung von Verkehrsdaten ermöglicht. Als intelligente Verkehrsinfrastruktur soll sie der Echtzeitüberwachung und -erfassung in allen relevanten Verkehrsräumen dienen. Dadurch sollen umfangreiche Datensätze zur Untersuchung aktueller Forschungsfragen in den Bereichen Verkehrssicherheit und intelligenter, automatisierter Verkehr entstehen, beispielsweise durch einen Digitalen Echtzeit-Zwilling und die Entwicklung neuartiger Algorithmen. ORCHEStRa ist als verteilte FIS geplant, die zwei großflächige intelligente und vernetzte Infrastrukturbereiche im realen Verkehr mit Intelligent Road Side Units (iRSU) aufbaut. An den beiden Standorten Ingolstadt und München sollen lokale Testfelder integriert werden, wobei die Systemarchitektur durch Leitstellen für Koordinations- und Rechenressourcen, Drohnen-Ports und zentrale Datenspeicher ergänzt werden soll.

Bewertung

ORCHEStRa ist ein ambitioniertes und umfangreiches Vorhaben, das Fortschritte im Bereich Intelligent Transportation Systems verspricht. Das größte **wissenschaftliche Potenzial** liegt in der ganzheitlichen „Software Defined Infrastructure“, die hochauflösende Echtzeit-Verkehrsdaten mit funktionalen Sensornetzwerken und verteilter Datenverarbeitung verbindet. Besonders gewinnbringend ist das Ziel, diese Daten öffentlich zugänglich zu machen, wobei die strengen Regularien der EU und die gesellschaftliche Akzeptanz adressiert werden müssen. Die modulare Plattform kann die Entwicklung neuester Algorithmen sowie die Untersuchung aktueller und neu entstehender Fragestellungen in den Bereichen Verkehrssicherheit und intelligenter, automatisierter Verkehr ermöglichen. Durch die integrierte Plattform hat die FIS zudem ein hohes Potenzial für Interdisziplinarität unter Einbeziehung verschiedener Bereiche wie KI, Robotik oder das IoT. Die eigenen wissenschaftlichen Forschungsziele und deren Umsetzung sowie der Einsatz von KI hätten im Kurzkonzept allerdings konkreter und anschaulicher dargestellt werden können. Es wäre zudem essenziell, das Vorhaben stärker im europäischen und insbesondere im globalen Raum zu kontextualisieren, um die Einzigartigkeit von ORCHEStRa zu verdeutlichen. So bleiben die Stärken einer wissenschaftsorientierten FIS gegenüber Testfeldern in China und den USA zu abstrakt.

Ein Vorhaben im Bereich der intelligenten Verkehrsinfrastruktur ist für die zukunftsorientierte Forschung in den Bereichen Verkehr, Sensortechnologien und Algorithmus-Analysen essenziell. Bezüglich der **wissenschaftlichen Nutzung** ist ORCHEStRa offen geplant und attraktiv für eine große und vielfältige Community aus wissenschaftlichen oder öffentlichen Einrichtungen, NGOs sowie aus der Industrie. Besonders hervorzuheben ist das pragmatische und skalierbare abgestufte Zugangsmodell, das wissenschaftliche Einrichtungen priorisiert und Industriepartnern gebührenpflichtigen Zugang gewährt. Geringfügige Zweifel bestehen in Bezug auf die konkrete Ansprache, Aktivierung und Unterstützung für die wissenschaftlichen Communitys außerhalb der Trägereinrichtungen sowie für Nutzende aus Politik und Gesellschaft. Darüber hinaus würde das Vorhaben von der Vernetzung mit anderen deutschen Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie von einer größeren globalen Reichweite und Interaktion profitieren. Die Möglichkeit des Zugangs und der Verarbeitung von Datensätzen in den geplanten Größenordnungen ist sowohl für wissenschaftliche als auch für industrielle Nutzende sehr wertvoll und einzigartig.

ORCHEStRa verspricht Fortschritt und Weiterentwicklung in den Bereichen Verkehrssicherheit und -effizienz, was für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** von großer Bedeutung ist. Das Vorhaben hat das Potenzial, Deutschlands Führungsposition in Intelligent Transportation Systems zu stärken. Die Modularität der Testplattform sowie der ganzheitliche methodische Ansatz machen ORCHEStRa prinzipiell wettbewerbsfähig und attraktiv, obgleich es im globalen Vergleich durchaus ähnliche Einrichtungen gibt. Das Vorhaben zeichnet sich zudem insbesondere durch die Verpflichtung zu offenen Daten und Zugängen, strengen Datenschutzstandards, ethischem Einsatz von KI und Drohnenintegration aus. Es bestehen bereits gute Verbindungen zu Teilen der Privatwirtschaft, was angesichts deren wesentlicher Bedeutung für die Bereitstellung kommerzieller Technologien unabdingbar ist. Weniger gut erscheint die Vernetzung jedoch mit der Automobilindustrie sowie mit anderen deutschen Forschungsinstituten.

Die Trägereinrichtungen THI und TUM verfügen über grundlegende Erfahrung und Expertise für den Aufbau und den Unterhalt der geplanten FIS. Sie bieten beste institutionelle Voraussetzungen für die **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive**. Die grundsätzliche Planung ist hervorragend und die technischen Lösungen sind in hohem Maße realisierbar. Der technische Teil des Vorhabens erfordert allerdings ein sorgfältiges und umfassendes Risikomanagement, insbesondere in Bezug auf technologischen Fortschritt, Cybersicherheit, Interoperabilität und Energieversorgung. Der Risikomanagementplan zeugt von einem klaren Bewusstsein für diese Risiken. So ermöglicht beispielsweise das Konzept der schrittweisen Aufrüstung der FIS, mit dem technologischen Fortschritt Schritt zu halten und eine kontinuierliche Funktionalität zu gewährleisten. Maßnahmen zur Risikominderung für sicherheitskritische Elemente von KI oder Herausforderungen bei der technischen Umsetzung durch

ein Subunternehmen sollten bei einer möglichen Weiterentwicklung des Vorhabens allerdings stärker berücksichtigt werden.

II.16 OSIRIS

Open Science Information and Research Infrastructure (OSIRIS)

Trägereinrichtungen: Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels (LIB) | Deutsches Museum (DM) | Leibniz Institut DSMZ – Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen | Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur (FIZ) | Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) | Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) | Leibniz-Zentrum für Archäologie (LEIZA) | Deutsches Bergbau-Museum Bochum (DBM) | Deutsches Schifffahrtsmuseum (DSM) | Museum für Naturkunde (MfN) | Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN) | Staatliche Museen zu Berlin – Stiftung Preußischer Kulturbesitz (SMB-SPK) | Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Freie Universität Berlin (BGBM) | Staatliche Naturwissenschaftliche Sammlungen Bayerns (SNSB) | Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe (SMNK) | Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart (SMNS) | Germanisches Nationalmuseum – Leibniz-Forschungsmuseum für Kulturgeschichte (GNM)

Aufbaukosten: ca. 472 Mio. Euro

OSIRIS hat das Ziel, eine umfassende bundesweite Infrastruktur für kulturelle, technische und naturkundliche Sammlungen (inklusive Lebendsammlungen und Genbanken) zu schaffen und dauerhaft zu unterhalten. Damit soll ein Beitrag zum Verständnis der Mensch-Umwelt-Beziehungen und zu deren nachhaltigem Management geleistet werden. Im Zentrum stehen daher interdisziplinäre Analysen und Modellierungen der Mensch-Umwelt-Beziehungen in einem sozio-ökologischen Kontext. OSIRIS plant, wesentliche Sammlungen in Deutschland zu erschließen, zu digitalisieren und in eine dezentrale und offene Informations- und Wissensinfrastruktur mit über 160 Mio. Objekten zu integrieren. Sie soll eine öffentlich zugängliche Datenplattform, eine virtuelle Forschungsumgebung sowie thematisch strukturierte inter- und transdisziplinäre Labore umfassen, die i-Labs und t-Labs.

Bewertung

Das **wissenschaftliche Potenzial** von OSIRIS liegt in der geplanten Befassung mit relevanten Forschungsfragen zu Mensch-Umwelt-Interaktionen und dem nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen. Die wichtigste geplante Innovation ist die Integration von Daten zu Naturobjekten und Kulturgütern in einer gemeinsamen digitalen Plattform. Hervorzuheben ist zudem der Beitrag, den OSIRIS zur hierfür notwendigen interdisziplinären Zusammenarbeit leisten möchte. Hierzu plant das Vorhaben, sammlungsübergreifende Methodenentwicklung und Kooperationen voranzutreiben. Zudem soll OSIRIS

transdisziplinäre Anwendungsmöglichkeiten bieten, wie z. B. die schnelle Identifizierung organischer Materialien, die auch für Behörden sowie für verschiedene Industriezweige von Nutzen sein können. Diese Aspekte sollten jedoch ausführlicher herausgearbeitet werden. Insgesamt wäre mehr Klarheit in Bezug auf die übergeordnete Vision und den gesellschaftlichen Mehrwert des Vorhabens wünschenswert.

Für die **wissenschaftliche Nutzung** sind die Offenheit der Plattform sowie die Befolgung der CARE- (Collective Benefit, Authority to Control, Responsibility, Ethics) und FAIR-Prinzipien bestimmende Merkmale von OSIRIS. Aufgrund der Attraktivität der FIS für Forschende aus den Natur- bis hin zu den Geisteswissenschaften ist mit einer großen Nutzendencommunity aus Deutschland zu rechnen. Vor allem vorgesehene Funktionen wie die „Digitisation on Demand“ zeichnen sich durch ihre Nutzungsfreundlichkeit aus. Die internationale Attraktivität wird im Kurzkonzept jedoch nicht thematisiert und ist nicht selbsterklärend. Zusätzlich zu den wissenschaftlichen Communitys spricht OSIRIS auch eine nicht-wissenschaftliche Nutzendencommunity durch die Einrichtung von i-Labs und t-Labs für inter- und transdisziplinäre Forschung an. Diese Labs versprechen einen innovativen Ansatz, aber ihre Funktionsweise und ihre Rolle beim Wissenstransfer könnten im Kurzkonzept noch klarer beschrieben werden. Insbesondere könnte konkreter erläutert werden, wie die t-Labs den Wissenstransfer – ein zentraler Auftrag der OSIRIS-Mitglieder – fördern und bekannte Herausforderungen der Citizen Science berücksichtigen sollen.

Für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** besitzt OSIRIS eine hohe Relevanz, da es Zugang zu seinem natürlichen und kulturellen Erbe in einer interdisziplinären, sammlungsübergreifenden digitalen Plattform bietet. Das Vorhaben wird von einem Konsortium von Partnerinstitutionen unterstützt, die dieses immense wissenschaftliche und kulturelle Erbe Deutschlands bewahren, was für die Forschung von großem Wert ist. Darüber hinaus gewährleisten die Expertise und internationale Vernetzung des Konsortiums die Integration und Zusammenarbeit auf nationaler und globaler Ebene. OSIRIS hat das Potenzial einer bedeutenden Wissensinfrastruktur, die evidenzbasierte Unterstützung bei der Entscheidungsfindung und Politikgestaltung bietet. Die globale Attraktivität und Relevanz des deutschen Kulturerbes könnten allerdings noch deutlicher thematisiert werden.

Für ein Massendigitalisierungsprogramm, wie OSIRIS es plant, stehen die notwendige Technologie und Expertise zur Verfügung. Mit Blick auf die **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** könnte jedoch die Beschreibung der technischen Eigenschaften der FIS noch klarer sein – insbesondere im Hinblick auf die Datengenerierung, die Integration von KI und die Interoperabilität. Darüber hinaus könnte näher erläutert werden, wie die zentrale Herausforderung der Integration unterschiedlicher Daten aus unterschiedlichen Quellen gelöst werden soll. Die Gründe für die Wahl eines dezentralen Speichers anstelle

einer effizienteren verteilten Lösung wie auch der fortlaufende Betrieb der FIS sollten klarer dargelegt und beschrieben werden.

II.17 PrecFer4innoP

Precision fermentation for innovative Products (PrecFer4innoP)

Trägereinrichtungen: Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB) | Universität Osnabrück (UOS)

Aufbaukosten: ca. 79 Mio. Euro

PrecFer4innoP zielt darauf ab, Innovationen in der nachhaltigen Bioökonomie durch die Entwicklung und Implementierung einer Präzisionsfermentationsstrategie sowie intelligenter Bioraffineriekonzepte voranzubringen. Im Mittelpunkt steht der Aufbau einer modularen, intelligenten Bioraffinerie, die auf Präzisionsfermentation basiert und fortschrittliche digitale Technologien wie KI, datenbasierte Entscheidungsfindung und Automatisierung integriert. Hierdurch sollen Prozesse zur hocheffizienten und nachhaltigen Umwandlung von Biomasse optimiert werden – mit dem Ziel, einen substantiellen Beitrag zu einer resilienten, kreislaufbasierten Bioökonomie zu leisten. Ein zentrales Element von PrecFer4innoP ist die Entwicklung von Pilot- und Demonstrationsanlagen, in denen Biomasse und/oder landwirtschaftliche und organische Reststoffe mittels Präzisionsfermentation in innovative Produkte wie gesunde Lebensmittel, Biochemikalien, Biokraftstoffe und Biokunststoffe umgewandelt werden und gleichzeitig ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet wird. Die geplante FIS beabsichtigt die Erprobung und Validierung des technischen und wirtschaftlichen Umsetzungspotenzials sowohl im Labor- als auch im Pilotmaßstab. Ziel ist es, eine wichtige Grundlage für die Weiterentwicklung vollautomatisierter, industriell einsetzbarer Bioraffinerien zu schaffen, die sich flexibel in Einzel- oder Multisystemkonfigurationen integrieren lassen.

Bewertung

Mit Blick auf das **wissenschaftliche Potenzial** ist die Idee eines modularen Bioraffineriesystems, das sich flexibel an verschiedene Materialien, Prozesse und Produkte anpassen lässt, aussichtsreich. Dies soll Nutzenden ermöglichen, Kalibrierungen und Kombinationen von Abläufen und Komponenten gemäß ihren eigenen Bedürfnissen zu analysieren und auszutesten. Die einzelnen technischen Komponenten und Module sowie die Entwicklung neuer Steuerungssysteme können als etablierter Standard bezeichnet werden und bieten kein ausreichendes Innovationspotenzial. Die Nutzung von KI und eines Digitalen Zwillings hat zwar das Potenzial für weitere wissenschaftliche und technologische Erkenntnisse sowie für die Beantwortung neu aufkommender Forschungsfragen, allerdings fehlt es dem Vorhaben an einem konkreten digitalen Konzept. Das Vorhaben würde außerdem von klareren Erklärungen zu biotechnologischen

Schlüsselkonzepten wie Präzisionsfermentation und Verfahren wie Pyrolyse profitieren.

Das **wissenschaftliche Nutzungskonzept** bietet Forschungseinrichtungen und der Industrie mittels der Pilotanlagen der FIS Skalierungsmöglichkeiten, wodurch die Lücke zwischen Labor- und Pilotmaßstab und schließlich der Kommerzialisierung geschlossen werden soll. Ein detaillierteres Zugangsmodell sowie ein präzises und quantifizierbares Bild der anvisierten Nutzenden wären jedoch notwendig, um PrecFer4innoP entweder als regionalen Knotenpunkt für die landwirtschaftliche Gemeinschaft oder als Forschungszentrum von landesweiter Anziehungskraft zu bewerten. Dementsprechend würde das Vorhaben von einem breit gefächerten Stakeholder-Portfolio profitieren, das engagierte lokale landwirtschaftliche und liefernde Betriebe, landwirtschaftliche Verbände und verschiedene Unternehmen aus Landwirtschaft, Lebensmittelindustrie oder anderen bioökonomischen Sektoren umfasst.

Forschung in Richtung einer nachhaltigen Bioökonomie sowie Einrichtungen und Institutionen, die dieses Ziel unterstützen, sind von Bedeutung für den **Wissenschaftsstandort Deutschland**. Es gibt jedoch sowohl im nationalen als auch europäischen Raum mehrere Pilotanlagen, die vergleichbare Leistungen anbieten. Das Kurzkonzept weist kein überzeugendes Alleinstellungsmerkmal oder Differenzierungskriterium in Bezug auf die konkurrierenden Einrichtungen auf. Eine Steigerung der Attraktivität, Sichtbarkeit oder Wettbewerbsfähigkeit des Forschungsstandorts Deutschland ist daher nicht zu erwarten. Zwar könnten lokale Unternehmen von dieser FIS und ihren Leistungen profitieren, was sich positiv auf den Agrarsektor in Brandenburg und Niedersachsen auswirken kann, doch bleibt es fraglich, ob diese Wirkung auf eine bundesweite Ebene oder sogar darüber hinaus ausgedehnt werden kann.

Entgegen der ursprünglich eingereichten Trägerstruktur tritt das Deutsche Institut für Lebensmitteltechnik (DIL) nicht mehr als Träger-, sondern nur noch als Partnereinrichtung auf. Es ist unklar, welche Auswirkungen dies auf die geplanten Ziele und Vorhaben der FIS und somit auch auf deren **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** hat. Insgesamt sind die technischen Komponenten, die Integration eines modularen Systems sowie der Einsatz von ML in der Praxis bereits etabliert und ihre Umsetzung ist risikoarm. Allerdings erschwert das Fehlen detaillierter Ausführungen zur Materialversorgung, zum Digitalen Zwilling und zu KI-Anwendungen sowie zur Präzisionsfermentation und anderen Prozessen die Beurteilung der Umsetzbarkeit.

Quantum Munich Labs (Q-MUC)

Trägereinrichtung: Bayerische Akademie der Wissenschaften (BAdW)

Aufbaukosten: 317 Mio. Euro

Mit Q-MUC soll ein nationales Deep-Tech-Innovationszentrum geschaffen werden, das sich der Erforschung und Entwicklung von neuartigen festkörperbasierten Quanten-Bauelementen sowie von für deren Design und Betrieb erforderlicher hardwarespezifischer Software widmet. Das Zentrum soll die Infrastruktur und fachliche Expertise für die Produktion und Charakterisierung von Quantensensoren und -prozessoren sowie diskreten Quantenkomponenten und -netzwerken zur Verfügung stellen. Durch einen Fokus auf physikalische Konzepte und Fortschritte in der Realisierung von fehlertoleranten Quantentechnologien will Q-MUC den Transfer der Quantentechnologien in die Wirtschaft vorantreiben und ihre Anwendung in der Industrie fördern. Mit Einrichtungen für die automatisierte Hochdurchsatz-Charakterisierung von nanophotonischen Schaltkreisen und Spin-basierten Quantenemittern sowie für die in-situ-Nanofabrikation zur ortsselektiven Kontrolle ist das Zentrum konzipiert, um die Entwicklung hochwertiger Quantensysteme und -schaltungen zu unterstützen. Als nationale FIS soll es Innovationen fördern, indem es akademische Forschung mit industriellen Anwendungen von Quantentechnologien verbindet.

Bewertung

Mit Blick auf das **wissenschaftliche Potenzial** stellt sich Q-MUC als äußerst ambitionierte und innovative FIS dar, die das Potenzial besitzt, wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt im Bereich der Quantentechnologien voranzutreiben. Das Vorhaben ist interdisziplinär ausgerichtet und bringt die Möglichkeit mit sich, FuE in den Bereichen Quantenmaterialien, Software und Reinservices innerhalb einer integrierten Struktur zu bündeln. Die Orientierung an international führenden Einrichtungen unterstreicht das strategische Selbstverständnis des Vorhabens und legt nahe, dass es sich als relevanter Akteur im wachsenden Quantenumfeld Deutschlands positionieren möchte. Allerdings zeigen sich konzeptionelle Schwächen, die den Erfolg des Vorhabens derzeit einschränken könnten. Eine präzisere Definition langfristiger Ziele und adressierter Forschungsfelder, eine systematische Erfassung potenzieller Risiken, insbesondere im Umgang mit Helium-3, sowie eine klarere Ausgestaltung des vorgesehenen Kontaminationsmanagements und der Betriebseffizienz würden die Zuverlässigkeit der Betriebsfähigkeit und das Nachhaltigkeitskonzept der Infrastruktur erheblich stärken.

Das Konzept zur **wissenschaftlichen Nutzung** des Vorhabens sowie sein interdisziplinärer Charakter versprechen eine breite Nutzung in Wissenschaft und

Industrie, wodurch wertvolle Chancen für interne und externe Nutzende entstehen können. Das im Kurzkonzept beschriebene offene Nutzungskonzept für Reindräume kann Perspektiven für eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen der Quanten-Community und industriellen Akteuren eröffnen sowie Synergien zur Entwicklung und Anwendung quantentechnologischer Innovationen schaffen. Eine präzisere Ausführung der Zugangsmodalitäten und notwendiger Schulungen könnte den zu erwartenden Einfluss der FIS auf die Forschungscommunity weiter verstärken. Für die Entfaltung des vollen Potenzials von Q-MUC wäre eine Präzisierung des Nutzungskonzepts in wichtigen Bereichen, wie z. B. Zugang, Kontaminationsmanagement und Betriebseffizienz, förderlich. Die gezielte Berücksichtigung dieser Schlüsselfaktoren wäre essenziell, um Q-MUCs Innovationspotenzial und den Beitrag für die quantentechnologische Forschung zu verdeutlichen, den die FIS auf diesem zukunftssträchtigen Gebiet leisten will.

Das Vorhaben bietet eine strategisch wichtige Chance, Deutschlands Position in der globalen Quantenforschung maßgeblich zu stärken und seine Attraktivität sowie Sichtbarkeit als **Wissenschaftsstandort** zu erhöhen. Durch die Bereitstellung hochmoderner Reineinrichtungen und gemeinsamer Ressourcen für Forschung, Entwicklung sowie Prototypenproduktion kann Q-MUC die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie nachhaltig fördern. Der nutzungszentrierte Ansatz und die fortschrittliche Ausstattung der Reindräume könnten dazu beitragen, dass die Einrichtung eine Schlüsselrolle in der internationalen Quantenforschung einnimmt, Innovationen im Bereich quantenbasierter Materialien und Technologien fördert und somit neue Impulse für Wissenschaft und Wirtschaft setzt. Trotz bestehender finanzieller Risiken, die insbesondere durch das dynamische und sich schnell wandelnde Umfeld der Quantenlandschaft bedingt sind, bringt die Investition in diese innovative Infrastruktur vielversprechende Perspektiven für die Weiterentwicklung von Quantentechnologien in Deutschland mit sich.

Im Hinblick auf die wissenschaftliche **Umsetzbarkeit** weist die Konzeption der FIS vielversprechende Ansätze auf. Das Vorhaben profitiert von der umfassenden Expertise der verantwortlichen Trägereinrichtung sowie der Partnerinstitutionen. Eine engere inhaltliche Verzahnung mit bestehenden nationalen Initiativen sowie eine strategisch gesicherte Anpassungsfähigkeit an die dynamischen Entwicklungen im Bereich der Quantentechnologien wären jedoch empfehlenswert. Das Konzept bietet eine solide Risikostrategie, dennoch lassen sich potenzielle Herausforderungen identifizieren, insbesondere in Bezug auf die Umsetzung und die damit verbundenen Risiken. Die lange Installationsphase von zehn Jahren birgt die Gefahr, dass die Fertigstellung der FIS möglicherweise nicht rechtzeitig erfolgt, um mit den schnellen Entwicklungen im Quantenforschungsbereich Schritt zu halten und deren Anforderungen gerecht zu werden. Eine detailliertere Vorhabensbeschreibung, etwa hinsichtlich der Notwendigkeit eines Neubaus oder eines geplanten Schulungsprogramms, um zusätzliche Klarheit bezüglich der Etablierung der FIS zu schaffen, wäre wünschenswert.

Eine präzisere Darstellung der Führungsstruktur sowie umfassendere Ausführungen zum Risikomanagement und zu geplanten Serviceleistungen könnten das Entwicklungspotenzial der FIS weiter steigern und ihre Erfolgsaussichten verbessern.

II.19 SKAO

Square Kilometre Array Observatory (SKAO)

Trägereinrichtungen: Technische Universität Dresden (TUD) | Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR)

Aufbaukosten: 148 Mio. Euro (deutscher Anteil)

Das SKAO ist ein globales, zwischenstaatliches Projekt mit radioastronomischen und computergestützten Einrichtungen in Afrika, Australien und Europa. Mit zwei synergetischen Radioteleskopen, die bei niedrigen und mittleren Radiofrequenzen arbeiten – SKA-LOW und SKA-MID –, wird das SKAO der weltweiten astronomischen Community neue Forschungsmöglichkeiten bieten. Um Deutschlands Position innerhalb des SKAO zu stärken und die deutsche Fach-Community in die Lage zu versetzen, einen größeren Anteil an der wissenschaftlichen Führung in wichtigen Forschungsinitiativen zu übernehmen, sieht das Vorhaben Verbesserungen der SKA-Einrichtungen vor. Diese Erweiterungen sollen neue wissenschaftliche Fähigkeiten bieten und damit das gesamte Forschungspotenzial der FIS fördern. Es wird erwartet, dass das erweiterte SKAO zum Verständnis von Schlüsselaspekten des Universums, einschließlich seines Ursprungs, seiner Bestandteile und seiner grundlegenden Wechselwirkungen, beitragen und gleichzeitig bedeutende Fortschritte in den Natur- und Ingenieurwissenschaften unterstützen wird.

Bewertung

Das SKAO hat großes **wissenschaftliches Potenzial** und ermöglicht entscheidende Fortschritte in der Astrophysik. Die hier vorgelegten technologischen Verbesserungen werden die präzise Messung von Pulsaren, die Verfolgung kosmischer Strahlen und die hochauflösende Bildgebung voraussichtlich deutlich vorantreiben. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass das Vorhaben neue Maßstäbe in der Verwaltung von Exabyte-großen Datensätzen setzen wird – mit weitreichenden Anwendungen über die Astrophysik hinaus. Grundsätzliche Unsicherheit besteht hinsichtlich der spezifischen wissenschaftlichen Tragweite der vorgeschlagenen Erweiterungen. Es ist nicht klar ersichtlich, worin der Mehrwert des hier vorgelegten deutschen Beitrags für das Gesamtvorhaben besteht, sodass es hierfür einer weiteren Präzisierung bedarf.

Grundsätzlich ist zu erwarten, dass sich die deutsche Community der (Radio-)Astronomie durch den geplanten Beitrag weiter vergrößern und dazu beitragen wird, die **wissenschaftliche Nutzung** des SKAO noch weiter

auszuweiten. Das Vorhaben spricht eine breite Gruppe von Nutzenden aus verschiedenen Bereichen wie etwa Astrophysik, Physik, Datenwissenschaften und Ingenieurwissenschaften an, die von verbesserten Möglichkeiten im Datenmanagement und der Datenanalyse profitieren können. Insgesamt bietet es vielversprechende Zugangsmöglichkeiten, hohe Nutzungsstandards und bedeutende Vorteile für die gesamte wissenschaftliche Community im Feld.

Bereits in der Entwicklung des SKAO als Gesamtvorhaben hat der **Wissenschaftsstandort Deutschland** eine entscheidende Rolle gespielt und bedeutende wissenschaftliche Beiträge geleistet, die seine Führungsposition im Feld unterstreichen. Die vorgeschlagenen Erweiterungen werden das Profil des SKAO weiter schärfen und stehen im Einklang mit nationalen wissenschaftlichen Prioritäten. Durch eine intensivere Beteiligung Deutschlands am SKAO bietet sich die Möglichkeit, den deutschen Einfluss in verschiedenen astronomischen Forschungsfeldern erheblich zu vergrößern. Ohnehin ist Deutschland aufgrund seiner lang etablierten Expertise in der Radioastronomie als Schlüsselakteur in der globalen Community gut positioniert. Durch die Integration des deutschen SKA-Regionalzentrums (DSRC) kann die Verbindung zum SKAO weiter gestärkt werden, wobei sich die große Chance ergibt, Anstrengungen im Bereich des Datenmanagements, der Algorithmenentwicklung und der Datenreduktion zu fördern. Die geplanten Beiträge werden Deutschlands Rolle als wichtiger Akteur in der internationalen Community im Feld weiter stärken und seine Führungsposition in der Radioastronomie festigen.

Die umfassende Expertise der deutschen Community im Feld der Radioastronomie bildet für die Trägereinrichtungen eine sehr gute Grundlage für die Realisierung der vorgeschlagenen Erweiterungen und lässt dabei eine nahtlose Integration in den nationalen Rahmen für astronomische bzw. astrophysikalische Forschung erwarten. Neben den sehr guten institutionellen Voraussetzungen deuten auch die enge Zusammenarbeit innerhalb der deutschen Radioastronomie sowie frühere Projekterfolge auf eine hohe **Umsetzbarkeit** des Vorhabens hin. Die physikalischen Infrastrukturen und Datenkomponenten bauen auf etablierten Systemen auf, wodurch Risiken minimiert werden und ein Umsetzungserfolg als sehr wahrscheinlich gilt.

II.20 SuperCoHD

High-Performance Computing Infrastructure for Health Data (SuperCoHD)

Trägereinrichtungen: Berlin Institute of Health at Charité (BIH) | Helmholtz Zentrum für Informationssicherheit (CISPA) | Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) | Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU) | Max Delbrück Center für Molekulare Medizin (MDC)

Aufbaukosten: ca. 466 Mio. Euro

SuperCoHD beabsichtigt die Schaffung einer nationalen Hochleistungs-Recheninfrastruktur für die Gesundheitsforschung in einem integrierten Datenraum. Ziel dabei ist es, einen Beitrag zu den Herausforderungen bei der Datennutzung und der Entwicklung von datenbasierten Lösungen und KI-Modellen in der Gesundheitsforschung zu leisten und zur Identifizierung von Risikofaktoren und den Voraussetzungen für eine individualisierte Risikovorhersage sowie zur Entwicklung innovativer diagnostischer und therapeutischer Lösungen beizutragen. Die Hochleistungs-Rechenleistung kann sowohl in einem eigenen Rechenzentrum als auch in einer Cloud-Lösung verfügbar und die Datenspeicherung sowohl föderiert als auch zentralisiert sein. Beides würde entsprechend einem hybriden Ansatz folgen.

Bewertung

SuperCoHD ist ein äußerst ambitioniertes Vorhaben mit sehr relevanten methodischen und anwendungsorientierten Forschungszielen. Geplant ist eine zukunftsfähige Mehrzweckinfrastruktur für datengesteuerte und datengestützte Forschung, die das **wissenschaftliche Potenzial** hat, wesentliche Fortschritte für die Gesundheitsforschung zu ermöglichen. SuperCoHD plant die Erfassung, Speicherung, Verwaltung und Verarbeitung großer Mengen hochsensibler Gesundheits- und Klinikdaten unter Verwendung von KI-Modellen und in Übereinstimmung mit den strengen EU-Datenschutzvorschriften. Den Erwartungen nach wird das Vorhaben bedeutende Ergebnisse liefern und viele Vorteile für Forschende, Angehörige der Gesundheitsberufe, politische Entscheidungsträgerinnen und -träger sowie Patientinnen und Patienten bieten. Das Vorhaben ist von hoher Relevanz, um die Gesundheitsforschung sowie das Datenmanagement und die Digitalisierung in klinischen Anwendungen voranzutreiben.

Mit Blick auf die **wissenschaftliche Nutzung** sieht SuperCoHD vor, einen zentralen Zugangspunkt für Gesundheitsdaten zu bieten, der allen Akteurinnen und Akteuren in der Gesundheitsforschung dienen wird. Das Vorhaben reagiert damit auf einen großen Bedarf in der Gesundheitsforschung und richtet sich durch das Angebot von Datenzugang und Rechenkapazitäten sowie durch Anwendungen für die Allgemeinheit, wie etwa eine Plattform für Patientinnen und Patienten, an eine große Nutzendencommunity. Die Nutzung der FIS durch diese Zielgruppen wird jedoch höchstwahrscheinlich ein schrittweiser Prozess sein, der Vertrauensbildung und eine solide Kommunikationsstrategie erfordert. Fragen der Interoperabilität der vielfältigen Gesundheitsdaten, der DSGVO-Konformität sowie Vorbehalte der Nutzenden hinsichtlich der Weitergabe sensibler Daten sollten noch klarer thematisiert werden.

Eine digitale FIS für die Gesundheitsforschung wird dringend benötigt und wäre ein Zugewinn für den **Wissenschaftsstandort Deutschland**. SuperCoHD verspricht vor diesem Hintergrund, die Entwicklung und Evaluierung neuer Gesundheitstechnologien zu unterstützen. Es ist zu erwarten, dass das Vorhaben Deutschland an die Spitze der Forschung und Innovation im Gesundheitswesen

bringen und zu einem attraktiven Standort für hochwertige klinische Forschung machen kann. SuperCoHD birgt erhebliche Vorteile für die Gesundheitsversorgung und die öffentliche Gesundheit und kann einen Beitrag dazu leisten, Deutschland in einem Bereich an die Spitze bringen, der der Digitalisierung bisher eher zurückhaltend gegenübersteht. Das verantwortliche Konsortium ist sehr gut aufgestellt, um die Integration in und die Zusammenarbeit mit neu entstehenden europäischen Initiativen voranzubringen. Forschende in der EU, in der die Erhebung und Verarbeitung von personenbezogenen Daten, insbesondere Gesundheitsdaten, stark reguliert ist, werden von dieser FIS voraussichtlich profitieren.

In Bezug auf die **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** plant SuperCoHD nachvollziehbarerweise eine stufenweise Entwicklung mit einem flexiblen und modularen Ansatz, um auf sich verändernde Anforderungen und Technologien reagieren zu können. Die grundlegenden Beiträge des Vorhabens zum Gesundheitsdatenmanagement sind realisierbar, da sie auf verfügbaren Technologien und Fachkenntnissen aufbauen, und sollten in einer kürzeren Aufbauphase umsetzbar sein. Das Erreichen der ambitionierteren Ziele der FIS hängt jedoch von der erfolgreichen Lösung zweier herausfordernder Probleme der Informatik ab, für die es kurz- bis mittelfristig keine vielversprechenden Forschungsansätze gibt: zum einen eine vertrauliche, skalierbare und ressourceneffiziente Datenverarbeitung und zum anderen skalierbare, evidenzbasierte und vertrauenswürdige KI-Lösungen. In Bezug auf die IT-Komponenten fehlt es dem Kurzkonzept an technischer Korrektheit und Detailgenauigkeit. Der Aufbau und Einsatz von Expertise im Bereich der Informatik ist von entscheidender Bedeutung, um das Risiko einer übermäßigen Abhängigkeit von Branchenwissen und -lösungen aus den USA effektiv zu bewältigen und somit einen Single Point of Failure zu vermeiden. Dies ist mit Blick auf die digitale Souveränität Deutschlands und die Einhaltung der geltenden Datenschutzbestimmungen von großer Relevanz. Ein weiteres Risiko stellt die fachtypische Kultur der Zurückhaltung beim Datenaustausch dar. Die Trägereinrichtungen sind jedoch in einer guten Position, um den hier notwendigen Kulturwandel voranzutreiben.

II.21 TerraNet

Toward a terrestrial digital twin of Germany for sustainable use and management of the land surface (TerraNet)

Trägereinrichtung: Forschungszentrum Jülich (FZJ)

Aufbaukosten: ca. 115 Mio. Euro

Mit TerraNet soll ein terrestrischer Digitaler Zwilling Deutschlands etabliert werden, der präzise Kenntnisse über den Zustand deutscher Ökosysteme liefert und Vorhersagen über deren Entwicklung auf Tages- bis Jahreszeitenbasis ermöglicht. Dieser Digitale Zwilling soll aus (nahezu) in Echtzeit verfügbaren,

vollständig digitalen, vernetzten, standardisierten und harmonisierten Beobachtungen bestehen – vom Grundwasser bis in die Atmosphäre. Die Beobachtungen sollen in einer digitalisierten, deutschlandweiten Beobachtungsplattform gesammelt werden, die auf bestehenden Umweltmonitoring-Netzwerken aufbaut. Es ist beabsichtigt, die Beobachtungsdaten zu hochwertigen Informationsprodukten auf einer Hochleistungs-Cyberinfrastruktur weiterzuverarbeiten. Die wissenschaftlichen Ziele des Vorhabens umfassen methodische Herausforderungen wie die effiziente Regionalisierung räumlich diskontinuierlicher Informationen, die Entwicklung neuer Sensoren oder die Auswirkungen von Klimaextremen auf verschiedene Ökosysteme. Zielgruppen sind Forschungseinrichtungen, andere FIS, Regierungs- und Umweltbehörden, politische Entscheidungsträgerinnen und -träger, NGOs, Umweltberatungen, lokale Gemeinschaften sowie Bildungseinrichtungen. TerraNet wird von insgesamt 50 Hochschulen, AUFs und öffentlichen Behörden unterstützt.

Bewertung

TerraNet ist ein ehrgeiziges Vorhaben, das durch den Zugang zu hochwertigen und vertrauenswürdigen Daten sowie zu Datenanalysewerkzeugen das **wissenschaftliche Potenzial** hat, die Gewinnung von Forschungserkenntnissen zu komplexen erdwissenschaftlichen Problemen zu beschleunigen. Das Bestreben, einen terrestrischen Digitalen Zwilling Deutschlands auf Grundlage von (nahezu) Echtzeitdaten aufzubauen, ist vor dem Hintergrund des Klimawandels von erheblicher wissenschaftlicher Relevanz. Der mehrdimensionale Ansatz von TerraNet, der auf einer hohen Datenspeicher- und Rechenkapazität aufbaut, verspricht einen adäquaten Rahmen für die Erforschung von komplexen Wetterereignissen. Das Vorhaben hat das Potenzial, die inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen einer Vielzahl von Disziplinen wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Erd- oder Atmosphärenwissenschaften oder Biologie zu fördern. Es wird potenziell eine wichtige Quelle sowohl für eine große wissenschaftliche Forschungscommunity als auch für Akteurinnen und Akteure aus den Bereichen der Land- und Forstwirtschaft sowie der Süßwasser- und Küstenökosysteme sein.

Hinsichtlich der **wissenschaftlichen Nutzung** besteht eine große Nachfrage von verschiedenen Forschungscommunitys, Umweltagenturen, der Politik und anderen Akteuren, insbesondere nach den Daten und Datenprodukten, die TerraNet anbieten möchte. TerraNet verspricht einen offenen Zugang und die Befolgung der FAIR-Prinzipien im Datenmanagement, jedoch weist das Kurzkonzept in dieser Hinsicht mehrere Einschränkungen auf: Die Beschreibung des Datenmanagements und der Datenarchitektur entsprechen nicht den notwendigen technischen Standards. Die Datenintegration ist nicht ausreichend ausgearbeitet, obwohl sie bei einem Vorhaben, das eine so große Anzahl von Institutionen aus verschiedenen Bereichen mit unterschiedlichen Daten und Datenstandards vereint, von größter Bedeutung ist. Die Veröffentlichung von Daten unter der

Creative Commons CC-BY-ND-Lizenz stellt eine schwerwiegende Einschränkung für die Datennutzung dar, da sie es nicht erlaubt, Daten zu kombinieren oder abzuändern, z. B. für die Erstellung neuer Indizes und Modelle. Bei der Weiterentwicklung des Vorhabens sollte dies berücksichtigt werden.

Mit Blick auf die Bedeutung für den **Wissenschaftsstandort Deutschland** hat TerraNet das Potenzial, zu den weltweit führenden Infrastrukturen in Bezug auf die Erdsystemwissenschaften zu gehören. Im internationalen Vergleich gibt es ähnliche FIS in Australien, China und den USA, die sich auf den jeweiligen nationalen Kontext beziehen. TerraNet plant vergleichbare Daten für Deutschland zu liefern und so die globale Umweltbeobachtung und -forschung zu ergänzen. Ein zentrales Alleinstellungsmerkmal von TerraNet ist die geplante Entwicklung eines Digitalen Zwillings mit Prognosefunktion. TerraNet ist in europäische Entwicklungen, wie eLTER-RI, eingebunden, auch wenn das Kurzkonzept wenige Informationen über die Zusammenarbeit und die Synergiepotenziale enthält. In Deutschland existieren ähnliche FIS, von denen sich TerraNet jedoch durch seine geographische und thematische Breite deutlich unterscheidet. Es wird daher erwartet, dass TerraNet einen deutlichen Impact für Deutschland, Europa und sogar auf globaler Ebene haben kann. Selbst eine teilweise Umsetzung des Vorhabens würde bereits eine Grundlage für bedeutende wissenschaftliche Fortschritte in der experimentellen terrestrischen Forschung bilden. Unter der Voraussetzung, dass die Datenintegration erreicht wird, kann die FIS das Monitoring von Ökosystemen und Biomen verbessern. Das Vorhaben wird von einer großen Anzahl relevanter und wichtiger nationaler Partnerinstitutionen unterstützt, die bereits umfangreiche Vorarbeit geleistet haben.

Mit Blick auf die **Umsetzbarkeit aus wissenschaftlicher Perspektive** ist festzuhalten, dass das Vorhaben von einem Konsortium getragen wird, das aus allen relevanten Akteuren besteht, die ihre jeweilige Expertise einbringen. Allerdings ist das Ziel, einen terrestrischen Digitalen Zwilling in dem genannten Zeitrahmen aufzubauen, zu optimistisch. Es trägt den Herausforderungen in Bezug auf die Datenverfügbarkeit und die Integration heterogener Daten nicht ausreichend Rechnung. Die FIS könnte nur einen ersten, wenn auch wichtigen Schritt in Richtung einer zukünftigen Realisierung eines Digitalen Zwillings leisten, jedoch nicht die versprochenen Mehrwerte durch Prognosefunktionen realisieren. Mit Blick auf die großen Herausforderungen und die aus technischer Perspektive unzureichende und unklare Beschreibung der zentralen Datenarchitektur sind auch eine Erreichung der Datenintegration und die hiermit verbundenen Potenziale für die Forschung nicht klar ersichtlich.

C. Ausblick und Empfehlungen

C.1 EVALUATIVE BEGLEITUNG DER VORHABEN AUF DER SHORTLIST

Auf Bitten des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) wird der mandatierte Ausschuss des Wissenschaftsrats (WR) die auf die Shortlist aufgenommenen Vorhaben evaluativ begleiten. Ziel ist es, Empfehlungen zur Umsetzung der Vorhaben an die Trägereinrichtungen sowie an das BMFTR auszusprechen. Diese individuelle Evaluation ist nicht kompetitiv angelegt, sondern primär formativen Charakters, d. h. sie begutachtet und bewertet die weiteren Planungen zu Aufbau und Betrieb der Forschungsinfrastruktur und die vorgesehenen Maßnahmen zur Zielerreichung des Vorhabens. Dabei berücksichtigt sie die Ergebnisse und Empfehlungen der drei Bewertungsstränge der Kurzkonzeptphase und bezieht deren Dimensionen in weiterentwickelter Form in die Begutachtung ein. Eine zentrale Funktion der evaluativen Begleitung ist die Identifikation von wissenschaftlichen, technologischen und organisatorischen Meilensteinen. Dies schließt kritische Pfade und Abbruchpunkte, etwa in Form von Single Points of Failure, ein, die zur Einstellung der Bundesförderung des Vorhabens führen können. Um die Planungen zur Umsetzung eines Vorhabens mit Blick auf die Realisierung des wissenschaftlichen Potenzials, die Kostenplanungen, das Risikomanagement und die Innovations- und Transfermaßnahmen zu bewerten, werden Dimensionen angelegt, die auf denen der Kurzkonzeptphase basieren. |³¹

Der Ausschuss bildet für die evaluative Begleitung der Vorhaben Arbeitsgruppen, die aus Mitgliedern des Ausschusses und externen Sachverständigen bestehen und an denen jeweils eine Vertreterin bzw. ein Vertreter des Bundes sowie der Länder als Gast teilnimmt. Die Arbeitsgruppen verabschieden einen Bewertungsbericht zum jeweiligen Vorhaben, der die Planungen des Vorhabens beurteilt und Empfehlungen zur Umsetzung enthält.

|³¹ Bundesministerium für Bildung und Forschung (2024): Leitfaden zur Erstellung des Kurzkonzepts einer umfangreichen Forschungsinfrastruktur für das nationale Priorisierungsverfahren des Bundesministeriums für Bildung und Forschung; Bonn, S. 8 f. URL: https://www.bmftr.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/2024/fis_priorisierung_unterlagen.zip

Grundlage zur Erstellung des Bewertungsberichts sind, neben den eingereichten Kurzkonzepten, Stellungnahmen der Trägereinrichtungen zu den Ergebnissen der wissenschaftsgeleiteten Bewertung, der Kosten- und Risikoprüfung sowie der Bewertung des Innovations- und Transferpotenzials, weitere nachgeforderte Unterlagen sowie ein Ortsbesuch der Arbeitsgruppe, der in der Regel an der federführenden Trägereinrichtung stattfindet.

Der Ausschuss nimmt die Bewertungsberichte der Arbeitsgruppen zur Kenntnis und verfasst eine wissenschaftspolitische Stellungnahme, die Empfehlungen an die Trägereinrichtungen und das BMFTR enthält. In besonders begründeten Fällen kann der Ausschuss empfehlen, ein Vorhaben nicht zu fördern. Die Bewertungsberichte werden jeweils zusammen mit der wissenschaftspolitischen Stellungnahme veröffentlicht.

C.II VERFAHRENSREFLEXION UND EMPFEHLUNGEN

Im Sinne eines lernenden Verfahrens werden im Folgenden zentrale Aspekte der Konzeption und Durchführung des nationalen Priorisierungsverfahrens reflektiert, um Erkenntnisse für dessen Weiterentwicklung festzuhalten und Empfehlungen für die zukünftige Ausgestaltung, insbesondere mit Blick auf die Konzeption einer turnusmäßigen Ausschreibung, zu geben.

Etablierung eines dauerhaften Priorisierungsverfahrens

National bedeutsame Forschungsinfrastrukturen zeichnen sich durch eine grundsätzlich offene Nutzbarkeit, ein hohes Potenzial für internationale, inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit, ein gewinnbringendes Forschungsdatenmanagement und die Anpassungsfähigkeit an sich verändernde oder neue Fragestellungen aus. Damit leisten sie einen bedeutenden Mehrwert für wissenschaftliche Fachcommunities, fungieren als Bündelungspunkte für wissenschaftliche und technische Expertise und tragen dazu bei, Fragmentierung und unnötige Redundanzen wissenschaftlicher Angebote und Ressourcen zu reduzieren. Als größter Forschungsstandort in Europa und angesichts des notwendigen Erhalts der internationalen Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems braucht Deutschland eine strategische und langfristig angelegte Priorisierung von national bedeutsamen Forschungsinfrastrukturen.

Vor diesem Hintergrund hält es der Ausschuss für dringend erforderlich, das **wissenschaftsgeleitete Priorisierungsverfahren von umfangreichen Forschungsinfrastrukturen zu verstetigen**. Dass das BMFTR dies im Rahmen der Ausschreibung sowie bei Veröffentlichung der Shortlist angekündigt hat, begrüßt der Ausschuss daher ausdrücklich. Bei einem verstetigten Priorisierungsverfahren sollte im Sinne einer strategischen Roadmap neben einem regelmäßigen kompetitiven Auswahlverfahren auch eine langfristige inhaltliche

Befassung mit Forschungsinfrastrukturen als wissenschaftlicher Leistungsdimension im nationalen und internationalen Kontext erfolgen.

Die Zahl der eingereichten Kurzkonzepte, die institutionelle Verortung der Trägereinrichtungen sowie die fachliche Diversität der Vorhaben legen ein hohes Potenzial für national bedeutsame Forschungsinfrastrukturen im Wissenschaftssystem nahe. Der Zuwachs von 35 eingereichten Vorhaben im aktuellen Priorisierungsverfahren gegenüber zwölf Vorhaben im letzten Roadmap-Prozess ist aus Sicht des Ausschusses nicht nur durch einen längeren Zeitraum ohne eine entsprechende Ausschreibung zu erklären. Vielmehr bezeugt er das Interesse wissenschaftlicher Einrichtungen und deren Bereitschaft zum Aufbau umfangreicher Forschungsinfrastrukturen, die Fachcommunitys offen zur Verfügung stehen und der Beantwortung zentraler wissenschaftlicher Fragestellungen dienen. Insofern ist davon auszugehen, dass die Beteiligung an einem entsprechenden Auswahl- und Förderverfahren auch in Zukunft groß sein wird.

Aufgrund des erheblichen Ressourcenbedarfs, der hohen technologischen und organisatorischen Komplexität sowie der Bedeutung von Forschungsinfrastrukturen für die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit ist es unerlässlich, Entscheidungen über deren Priorisierung und Förderung systematisch vorzubereiten. Da diese Entscheidungen für umfangreiche Forschungsinfrastrukturen langfristige Pfadabhängigkeiten erzeugen, ist auch in Zukunft ein **kompetitiver, wissenschaftsgeleiteter Auswahlprozess** erforderlich, der offen für das gesamte Wissenschaftssystem ist und dazu beiträgt, den Einsatz wissenschaftlicher Ressourcen zu optimieren und Fehlinvestitionen zu vermeiden.

Unabhängig von ihrer wissenschaftlichen Thematik und ihrem strukturellen Aufbau sind Forschungsinfrastrukturen dabei als soziotechnische Systeme zu verstehen und zu bewerten. Ihre Leistungsfähigkeit basiert auf der Verbindung von technischen Elementen wie Laboren, Großgeräten, Instrumenten oder digitalen Ressourcen sowie sozialen Faktoren wie den die Infrastruktur betreibenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, technischem und Verwaltungspersonal und insbesondere Nutzenden. Bei der Bewertung von Konzepten für Forschungsinfrastrukturen müssen daher beide Aspekte berücksichtigt werden – dies sollte sich weiterhin in den Bewertungsdimensionen und -verfahren wiederfinden.

Während dieser Auswahlprozess grundsätzlich offen gegenüber dem gesamten Wissenschaftssystem zu halten ist, gilt es gleichzeitig, Entwicklungstrends im Bereich der Forschungsinfrastrukturen umfassend zu berücksichtigen und **strategisch notwendige Schwerpunkte** zu identifizieren und zu setzen. Manche Forschungsgebiete sind allein aufgrund ihrer Forschungsfragen auf die Etablierung und Nutzung umfangreicher Großgeräte und Anlagen angewiesen und verfügen daher über eine längere Tradition in der Konzeption und Einwerbung von Forschungsinfrastrukturen. Für andere Forschungscommunitys stellt sich die

Notwendigkeit gemeinsam genutzter Einrichtungen und Ressourcen erst seit einigen Jahren. Eine strategische Weiterentwicklung des Priorisierungsprozesses kann durch entsprechende Maßnahmen unterschiedliche Fachtraditionen und -strukturen in stärkerem Maße berücksichtigen. Der Ausschuss kann hier eine dauerhafte Rolle übernehmen – etwa bei der Identifizierung von Lücken beim Angebot von Forschungsinfrastrukturen für bestimmte Wissenschaftsgebiete sowie beim Austausch zu Bereichen, in denen dieses Format bislang weniger etabliert ist oder für die sie als besonders notwendig erachtet werden. Daneben würde eine vorausschauende Schwerpunktsetzung ermöglichen, wissenschaftlich und gesellschaftlich relevante Themen frühzeitig zu erkennen und mittels Forschungsinfrastrukturen zu adressieren. Schwerpunktthemen sollten dabei auf Grundlage eines Dialogs zwischen Wissenschaft, Politik, Industrie und Gesellschaft sowie ggf. von Begleitforschung zu relevanten Fragen gesetzt werden. Das Priorisierungsverfahren kann so als strategisches Instrument zur Themenidentifikation und -verfolgung dienen. Die Einordnung in europäische und internationale Entwicklungen sollte dabei eine prominente Rolle spielen.

Das Auswahlverfahren sollte in einem Turnus durchgeführt werden, der der Konzeptions- und Planungsdauer geeigneter Vorhaben entspricht und fachliche, technologische oder methodische Entwicklungen in wissenschaftlichen Gebieten zeitgerecht berücksichtigen kann. Aus Sicht des Ausschusses bietet sich hierfür ein vierjähriges Intervall an. Die Verlässlichkeit einer regelmäßigen Ausschreibung kann dazu beitragen, Einreichungen von Vorhaben in einem sehr frühen Planungsstadium zu verringern und die Anzahl an Vorhaben innerhalb des Verfahrens in einem stabilen Umfang zu halten. Dies würde zudem ermöglichen, die Veröffentlichung der Shortlists an Legislaturperioden zu koppeln und damit den Umstand zu berücksichtigen, dass mit der Investition in umfangreiche Forschungsinfrastrukturen auch wissenschafts- und finanzpolitische Weichenstellungen verbunden sind.

Strukturelle und disziplinäre Offenheit des Verfahrens beibehalten

Auch in Zukunft sollte das Priorisierungsverfahren eine **Offenheit gegenüber Vorhaben aus allen Wissenschaftsgebieten gewährleisten**. Im durchgeführten Verfahren war die Bandbreite der eingereichten Vorhaben in mehrfacher Hinsicht groß: Mit Blick auf die verschiedenen Typen von Infrastrukturen reichte sie von vorrangig technischen Anlagen und Großgeräten bis hin zu digitalen Infrastrukturen. Vorhaben mit einer spezifischen Fragestellung waren ebenso vertreten wie der Aufbau fachbezogener Ressourcen und Service-Einrichtungen oder multidisziplinär ausgerichteter User Facilities. Eingereicht wurden Pläne für die Etablierung oder das Upgrade nationaler Einrichtungen, für den Aufbau deutscher Standorte und Knotenpunkte europäischer Konsortien sowie für die Beteiligung Deutschlands an internationalen Vorhaben.

Die Beteiligung unterschiedlicher wissenschaftlicher Institutionstypen am Verfahren weist darauf hin, dass national bedeutsame Infrastrukturvorhaben sowohl vonseiten hochschulischer als auch außeruniversitärer Akteure geplant werden – in vielen Fällen in Kooperation miteinander (s. o. Abbildung 4). Mit ca. 60 % sind AUFs am häufigsten als Träger der Vorhaben vertreten. Mit etwa 30 % ist jedoch auch ein signifikanter Anteil von Hochschulen und Universitätskliniken festzustellen. Dies ist eine Steigerung gegenüber dem vorhergehenden Roadmap-Verfahren, bei dem Universitäten bzw. Universitätskliniken ca. 25 % der Trägereinrichtungen stellten. Universitäten bzw. Universitätskliniken verantworten drei der neun auf die Shortlist aufgenommenen Vorhaben.

Mit Blick auf die disziplinäre Verortung der eingereichten Kurzkonzepte lässt sich feststellen, dass die Mehrheit (21) aus den Natur- und Technikwissenschaften stammt. Dies überrascht nicht, da diese Wissenschaftsbereiche zum Teil Forschungsfragen nachgehen, die nur durch den Einsatz großer Anlagen und Geräte beantwortet werden können. Entsprechend wichtig sind umfangreiche Forschungsinfrastrukturen für diese Disziplinen und entsprechend vertraut sind sie mit deren Konzeption, Aufbau und Betrieb sowie mit der Durchführung eigener Priorisierungsprozesse. Auch die Lebenswissenschaften inklusive der Medizin stellen mit acht Vorhaben einen signifikanten Anteil an den eingereichten Kurzkonzepten.

Die GSW sind mit zwei eingereichten Kurzkonzepten ebenfalls in geringem Maße im Verfahren vertreten, auch wenn mit RIDLOP erstmals ein Vorhaben aus diesem Gebiet im nationalen Priorisierungs- bzw. Roadmap-Verfahren erfolgreich war. Obwohl weitere Interessenbekundungen aus den GSW eingereicht worden waren und mehrere Vorhaben mit Schwerpunkt in anderen Wissenschaftsbereichen einzelne Disziplinen der GSW adressieren bzw. einbinden möchten, bleibt die Teilnahme dieses Wissenschaftsgebiets am Verfahren gering. Dies gilt trotz eines niedrigeren finanziellen Schwellenwerts für Vorhaben aus den GSW und der Inklusion von Mittelbedarfen für die initiale Gewinnung und Erschließung von Daten, Informationen und Sammlungsbeständen als Aufbaukosten.

Auffallend ist, dass von elf Interessenbekundungen für Vorhaben aus den Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften sowie den Umwelt- und Erdsystemwissenschaften lediglich drei zu einem Kurzkonzept weiterentwickelt wurden. In seinem Perspektivenpapier zu den Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften hatte der WR 2024 empfohlen, den reichen und vielfältigen Bestand an Forschungsinfrastrukturen zu dokumentieren, systematisch zu öffnen und strategisch weiterzuentwickeln. |³² Diese Empfehlung bekräftigt der Ausschuss und geht anhand erster Rückmeldungen aus dem Feld davon aus,

|³² Wissenschaftsrat (2024): Perspektiven der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften; Köln, S. 42–51. DOI: <https://doi.org/10.57674/txyj-7n56>

dass aufgrund der kurzen Einreichungsfrist nur wenige abgabereife Kurzkonzepte erarbeitet werden konnten.

Vor diesem Hintergrund regt der Ausschuss einen Austausch mit Akteurinnen und Akteuren aus den angesprochenen Disziplinen und Wissenschaftsbereichen an, um geeignete Maßnahmen zu entwickeln, die ihre Teilhabe am Verfahren fördern.

Kurzkonzeptphase beibehalten

Das **Format der Kurzkonzepte sollte beibehalten werden**. Im Gegensatz zu frühen Roadmap-Verfahren basierte die Bewertung der Vorhaben im Priorisierungsverfahren nicht auf eingereichten Vollanträgen, sondern auf Kurzkonzepten. Damit war die Erwartung verbunden, den Zugang zum Verfahren offener zu gestalten, insbesondere für Vorhaben, die sich noch in einem früheren Planungsstand befinden. Gleiches galt für die erforderliche Umsetzungsreife innerhalb von vier Jahren – bis dahin sollte der Abschluss der notwendigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie der organisatorischen Planungen erreicht sein. In der Gesamtschau weisen die eingereichten Vorhaben daher eine unterschiedliche Planungs- und Umsetzungsreife auf; die Spanne reicht von Vorhaben, die noch in einem frühen Stadium der Ideen- und Konzepterarbeitung sind, zu solchen, die nach längerer Vorlaufzeit und Vorfinanzierung bereits Conceptual Design Reports oder TDRs sowie ausgereifte Nutzungskonzepte vorweisen können. Ein hoher Anteil (ca. 44 %) der eingereichten Vorhaben hat bereits interne Priorisierungsprozesse durchlaufen, die etwa innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft oder der Leibniz-Gesellschaft oder im Rahmen einzelner wissenschaftlicher Fachcommunitys z. B. in Form von Roadmaps veröffentlicht wurden. Demgegenüber stehen ca. 56 % der Vorhaben, für die keine entsprechenden Informationen über Vorpriorisierungen und -prüfungen vorliegen. Die schließlich auf die Shortlist aufgenommenen Vorhaben sind zu zwei Dritteln der Gruppe der nachgewiesenen vorpriorisierten Vorhaben zuzuordnen. Dass bereits ausführlich geplante und durch Wissenschaftsorganisationen oder Fachcommunitys priorisierte Vorhaben höhere Chancen auf eine Aufnahme auf die Shortlist haben, ist zwar naheliegend, sollte aber nicht als indirektes Auswahlkriterium verstanden werden. Vielmehr sollte eine Offenheit gegenüber weniger weit entwickelten und vorgeprüften Konzepten beibehalten werden. Dies würde Akteurinnen und Akteuren ohne entsprechende Ressourcen die Teilnahme am Verfahren weiterhin ermöglichen und eine flexible und zeitnahe Berücksichtigung von Forschungsthemen und neuartigen Forschungsinfrastrukturen zulassen.

Trotz dieser Offenheit gegenüber Vorhaben in einer frühen Planungsphase sollten Kurzkonzepte allerdings überzeugende Darstellungen des wissenschaftlichen Potenzials und der technologischen, organisatorischen und finanziellen Umsetzbarkeit beinhalten. Auch für das Format eines Kurzkonzepts sind eine

Auseinandersetzung mit den wissenschaftlichen Fragestellungen und Zielsetzungen in Bezug auf die Anforderungen und Kompetenzen einer Forschungsinfrastruktur sowie durchdachte Konzepte von der Nutzung über die Digitalisierung bis hin zu praktischen Abläufen im Betrieb unerlässlich. Sollten Einrichtungen unsicher sein, ob ein geplantes Vorhaben grundsätzlich zur Einreichung geeignet ist, sollten sie zukünftig vor Abgabe eines Kurzkonzeppts die **Möglichkeit zur Einreichung einer Vorhabenskizze** haben, in der sie eine geplante Forschungsinfrastruktur vorschlagen und im Rahmen eines Beratungsgesprächs besprechen können. Eine solche Skizze kann als initiale Vorstellung eines geplanten Vorhabens vor der ausführlichen Begutachtung und Bewertung dienen. Den Einreichenden würde dies eine schnelle Rückmeldung zu einem ersten Konzept geben – sowohl mit Blick auf die grundsätzliche Eignung des Vorhabens für den Prozess als auch mit Blick auf die Ausarbeitung hinsichtlich der Bewertungsdimensionen. Für den Ausschuss würden Skizzen hilfreiche Hinweise auf Potenziale im Wissenschaftssystem und die Möglichkeit zur Vernetzung verwandter Vorhaben bieten. Die Einreichung einer Skizze wäre optional: Vorhaben, die beispielsweise durch die Priorisierung im Rahmen einer Roadmap oder andere entsprechende Vorarbeiten über eine hohe Konzeptions- und Umsetzungsreife verfügen, könnten weiterhin direkt Kurzkonzeppts für die Auswahlphase einreichen. Vor diesem Hintergrund empfiehlt der Ausschuss eine **längere Dauer der Ausschreibung zur Einreichung von Kurzkonzeppts** gegenüber dem aktuellen Verfahren.

Zwischen den Arbeitsgruppen bzw. dem Ausschuss und den Trägereinrichtungen der Vorhaben fand im Begutachtungs- und Bewertungsprozess kein direkter Austausch statt. Zwar war grundsätzlich die Möglichkeit vorgesehen, dass aus der Begutachtung durch die Arbeitsgruppen heraus Fragen an die Trägereinrichtungen formuliert werden; diese Möglichkeit wurde allerdings nicht genutzt, da die Antworten nicht während der Begutachtung eingetroffen wären. Für Arbeitsgruppen und Ausschuss bedeutete dies, die eingereichten Kurzkonzeppts allein auf Grundlage der darin enthaltenen Informationen zu begutachten und zu bewerten. In Zukunft sollte das Verfahren ausreichend Zeit bieten, um **Gespräche mit den Verantwortlichen eines Vorhabens** führen zu können. Dies würde dazu beitragen, die Vorhaben besser einschätzen, Nachfragen klären und den Verantwortlichen Rückmeldungen noch während des Verfahrens geben zu können.

Austausch zwischen potenziellen Vorhaben einfordern

Innerhalb des aktuellen Verfahrens haben sich inhaltliche Parallelen sowie vergleichbare Zielsetzungen zwischen mehreren Vorhaben gezeigt. Dies gilt z. B. für CREATION und GRICE-NET aus dem Bereich der medizinischen Forschung sowie für KNMR und Future-NMR aus der NMR-Strukturanalytik. Die beiden astrophysikalischen Vorhaben XLZD und LEGEND-1000 lagen sogar so nah beieinander, dass der Ausschuss sie dem BMFTR als Alternativen zueinander

empfohlen hat (vgl. B.I). Zukünftig sollte die Möglichkeit bestehen, bereits im Vorfeld der Konzepteinreichung, basierend auf den eingegangenen Interessenbekundungen, einen **Austausch zwischen den Vorhabenverantwortlichen zu ermöglichen und einzufordern**. Dadurch könnten Kooperationen zwischen vergleichbaren oder sich ergänzenden Vorhaben frühzeitig angebahnt werden, was Synergien zwischen den Projekten fördern und die Effizienz des Auswahlprozesses steigern würde. Ein denkbarer Zeitraum hierfür ist die Zeit zwischen der Abgabe von Interessenbekundungen und der Einreichungsfrist von Kurzkonzepten. In der Zeitplanung der Ausschreibung muss dies entsprechend berücksichtigt werden, um dem notwendigen Austausch genügend Zeit einzuräumen.

Schwellenwerte beibehalten

Die im Verfahren angesetzten **Schwellenwerte** für die initialen Aufbaukosten von 50 Mio. Euro bzw. 20 Mio. Euro für Forschungsinfrastrukturen mit Schwerpunkt in den GSW sind **weiterhin sinnvoll**. Für das Kriterium der nationalen Bedeutung wird eine entsprechende finanzielle Größenordnung vorausgesetzt. Zudem stehen für Forschungsinfrastrukturen mit geringerem Finanzierungsbedarf zum Teil andere Fördermöglichkeiten zur Verfügung: Hochschulen können z. B. über die gemeinsame Förderung von Bund und Ländern von Forschungsbauten, Großgeräten und Nationalen Hochleistungsrechnern Forschungsbauten bzw. Großgeräte ab einem Schwellenwert von 5 bzw. 7,5 Mio. Euro einwerben. |³³ Die AUFs finanzieren Forschungsinfrastrukturen größtenteils aus Eigenmitteln – so etwa die Helmholtz-Gemeinschaft, die Infrastrukturen mit einem Finanzbedarf von bis zu 50 Mio. Euro über ihre strategischen Ausbauinvestitionen finanziert. |³⁴ Vor diesem Hintergrund gewährleisten die gesetzten Schwellenwerte eine klare Abgrenzung zu anderen Finanzierungsmöglichkeiten und legen den Fokus weiterhin auf umfangreiche Infrastrukturen.

Arbeitsgruppen und Ausschuss sahen sich mit signifikanten Unterschieden hinsichtlich des Finanzierungsbedarfs zwischen den Vorhaben konfrontiert. Grundsätzlich ist eine hohe Variabilität zwischen den Kostenplanungen für umfangreiche Forschungsinfrastrukturen zu erwarten – mit einem angepassten Schwellenwert für die GSW wird dies bereits berücksichtigt. Dass jedoch auch innerhalb derselben Forschungsgebiete der Finanzierungsbedarf von Vorhaben um ein Vielfaches variieren kann, stellt die Bewertung vor die Herausforderung,

|³³ Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) (2018): Ausführungsvereinbarung zum GWK-Abkommen über die gemeinsame Förderung von Forschungsbauten, Großgeräten und des Nationalen Hochleistungsrechnens an Hochschulen; Bonn. URL: https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/AV_FGH.pdf

|³⁴ Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. (2021): Helmholtz Roadmap Forschungsinfrastrukturen 2021; Frankfurt am Main, S. 9. URL: https://www.helmholtz.de/fileadmin/m Medien_upload/21_Helmholtz_FIS_Roadmap_Deutsch.pdf

finanziellen Mehraufwand mit dem wissenschaftlichen Mehrwert in Relation zu setzen – etwa hinsichtlich der erwartbaren Erkenntnisgewinne, der Größe und Vielfalt der adressierten Nutzendencommunitys oder des Beitrags zur Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems. Im durchgeführten Verfahren gab es sowohl Vorhaben mit hohem Finanzierungsbedarf, deren Konzept den Ausschuss von einer angemessenen Verhältnismäßigkeit überzeugen konnte, als auch solche, wo dies nicht der Fall war. Dennoch sollte bei der Weiterentwicklung des Verfahrens sichergestellt werden, dass Vorhaben mit sehr hohem Mittelbedarf eine entsprechend tiefere Ausarbeitung ihrer Konzepte vorlegen.

Digitale und digitalisierte Forschungsinfrastrukturen als Desiderat angehen

Digitale Forschungsinfrastrukturen haben einen transformativen Charakter für die wissenschaftliche Arbeit und den wissenschaftlichen Fortschritt. Für die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Forschungsstandorts sowie für die Datensouveränität Deutschlands und Europas sind sie von hoher Bedeutung. Daher sieht der Ausschuss ein besonderes Desiderat beim Aufbau digitaler Forschungsinfrastrukturen, die dem großen Potenzial dieses Typus entsprechen, und begrüßt, dass mehrere Kurzkonzepte digitale Forschungsinfrastrukturen mit Schwerpunkten in ihren Fachgebieten planen. Für Leitlinien zur erfolgreichen Organisation und Betrieb datenintensiver Forschung verweist der Ausschuss in diesem Zusammenhang auf das Positionspapier des WR zum Wandel in den Wissenschaften durch datenintensive Forschung. |³⁵

Gleiches gilt für die Vielzahl eingereichter Vorhaben, die sich mit der Frage auseinandergesetzt haben, wie die geplanten wissenschaftlichen Leistungen und ihre Ergebnisse sowie die Nutzung der Forschungsinfrastrukturen durch digitale Prozesse und Instrumente verbessert werden können. Dies ist insbesondere für die häufig sehr großen Datenmengen von Bedeutung, die innerhalb von Forschungsinfrastrukturen erzeugt werden. Um diese sinnvoll nutzbar zu machen, müssen technologische Lösungen entwickelt und implementiert werden, die eine sorgfältige Aufbereitung, Dokumentation, Archivierung und Bereitstellung für externe Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ermöglichen. Häufig sehen die Vorhaben hierfür innovative Konzepte für das Forschungsdatenmanagement einschließlich offener Zweit- und Nachnutzung vor und setzen auf die Nutzung von KI- und ML-Anwendungen.

Im Vergleich zum vorherigen Roadmap-Prozess zeigt sich, dass die Einhaltung der FAIR-Prinzipien, die Auseinandersetzung mit passenden Systemen für das Forschungsdatenmanagement sowie die geplante Anknüpfung an digitale Forschungsdateninfrastrukturen wie die NFDI stärker berücksichtigt wurden.

|³⁵ Wissenschaftsrat (2020): Zum Wandel in den Wissenschaften durch datenintensive Forschung | Positionspapier; Köln. URL: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/2020/8667-20.html>

Teilweise wurden entsprechende Konzepte in der fachlichen Begutachtung als vorbildlich beurteilt. Mitunter offenbarten sich allerdings auch Herausforderungen bei der Konzeption und den konkreten Planungen zur Umsetzung von digitalen Forschungsinfrastrukturen bzw. Vorhaben mit digitalen Schwerpunkten, etwa mit Blick auf die Arbeit mit umfangreichen und sensiblen Forschungsdaten, das Forschungsdatenmanagement sowie den Einsatz von KI. Auch bei der Verbindung von informationstechnologischen und spezifischen fachbezogenen Methoden und Forschungsansätzen oder dem Zusammenwirken von unterschiedlichen Fachtraditionen wurde Potenzial für Verbesserungen festgestellt. Aus Sicht des Ausschusses bietet die NFDI mit ihren aufgebauten Strukturen und gesammelten Erkenntnissen eine ideale Ausgangsbasis für diese Herausforderungen. |³⁶ Für viele Fragestellungen arbeiten NFDI-Konsortien bereits an Standards, Verfahren und technischen Lösungen, so dass neue Forschungsinfrastrukturvorhaben auf bewährte Expertise zurückgreifen und aufbauen können. Der Ausschuss hält es für wichtig, die Interoperabilität und nachhaltige Nutzbarkeit der entstehenden Forschungsinfrastrukturen und der Forschungsdaten so im Blick zu behalten.

Die sechs genannten Empfehlungen sind aus einer sorgfältigen Reflexion der nun abgeschlossenen Kurzkonzeptphase des nationalen Priorisierungsverfahrens für Forschungsinfrastrukturen hervorgegangen. Der Ausschuss sieht zum einen große Potenziale und Chancen in einem verstetigten Verfahren unter der weiteren Begleitung des WR. Zum anderen betrachtet er nicht nur die kommende Phase der evaluativen Begleitung als Teil eines lernenden Verfahrens, sondern folgt dem Bestreben, die Prozesse und Verfahren auch zukünftig weiter zu optimieren, um so die Weiterentwicklung der deutschen Forschungsinfrastrukturlandschaft mitzugestalten.

| ³⁶ Wissenschaftsrat (2025): Strukturevaluation der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI); Köln. DOI: <https://doi.org/10.57674/wcdc-6d36>

Anhang

AG	Arbeitsgruppe
AIP	Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam
AMR	Advanced Modular Reactor
ATB	Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie
ATMP	Advanced Therapy Medicinal Product / Arzneimittel für neuartige Therapien
AUF	Außeruniversitäre Forschungseinrichtung
BAdW	Bayerische Akademie der Wissenschaften
Baikal-GVD	Baikal Gigaton Volume Detector
BESSY	Berliner Elektronen-Speicherring Gesellschaft für Synchrotronstrahlung
BGBM	Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Freie Universität Berlin
BIH	Berlin Institute of Health at Charité
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMFTR	Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt
CDEX	China Dark Matter Experiment
CGT	Cell and Gene Therapy / Zell- und Gentherapie
CISPA	Helmholtz Zentrum für Informationssicherheit
CLIO	Centre Laser Infrarouge d'Orsay
CREATION	Zentrum für Gen- und Zelltherapie in Regeneration und Transplantation
CTC	Center for the Transformation of Chemistry
CUPID	Cuore Upgrade with Particle IDentification
DALI	Dresden Advanced Light Infrastructure
DARWIN	Dark matter wimp search with liquid xenon
DBM	Deutsches Bergbau-Museum Bochum
DESY	Deutsches Elektronen-Synchrotron

DKFZ	Deutsches Krebsforschungszentrum
DKIST	Daniel K. Inouye Solar Telescope
DM	Deutsches Museum
DSA	Digital Services Act
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
DSM	Deutsches Schifffahrtsmuseum
DSMZ	Leibniz Institut DSMZ – Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen
DZA	Deutsches Zentrum für Astrophysik
DZTO	Deutsches Zentrum für Translationale Organoidforschung
EBRAINS-D	EBRAINS Deutschland
ELBE	Electron Linear accelerator with high Brilliance and low Emittance
eLTER-RI	European Long-Term Ecosystem, critical zone and socio-ecological Research Infrastructure
ER-C	Ernst Ruska-Centrum
ESFRI	European Strategy Forum for Research Infrastructures
ESRF	European Synchrotron Radiation Facility
ESS	European Spallation Source
EST	European Solar Telescope
ET	Einstein-Teleskop
EU	Europäische Union
FAIR (-Prinzipien)	Findable, Accessible, Interoperable, Reusable
FAU	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
FELIX	Free Electron Lasers for Infrared eXperiments
FIS	Forschungsinfrastruktur
FIZ	Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur
FLASH	Free Electron Laser, Hamburg
FlexiPlant	Forschungsinfrastruktur zur adaptiven Aufbereitung komplexer Rohstoffe

FRM II	Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz
FuE	Forschung und Entwicklung
Future-NMR	NMR high-field spectrometer for bio- and material sciences
FZJ	Forschungszentrum Jülich
GESIS	Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften
GeV	Gigaelektronenvolt
GHz	Gigahertz
GMP	Good Manufacturing Practice
GNM	Germanisches Nationalmuseum – Leibniz-Forschungsmuseum für Kulturgeschichte
GRICE-NET	Deutsche Forschungsinfrastrukturnetzwerk für zellbasierte Medizin
GSW	Geistes- und Sozialwissenschaften
GU	Goethe-Universität Frankfurt
GUFI-14T	Deutsches Ultrahochfeld-Bildgebungszentrum 14-Tesla-MRT
HBP	Human Brain Project
HBS-I	High Brilliance Neutron Source – Phase I
HHI	Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut
HiCANS	High Current Accelerator-driven Neutron Sources / Hochstrom-Beschleuniger-Neutronenquellen
HMGU	Helmholtz Zentrum München
HPC	High-Performance Computing
HZDR	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
IAP	Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung
IBISBA	European Industrial Biotechnology Innovation and Synthetic Biology Accelerator
ICT	Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie
IGB	Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik

IISB	Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IKTS	Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme
ILL	Institut Laue-Langevin
IMWS	Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen
Instruct-ERIC	Integrated Structural Biology – European Research Infrastructure Consortium
IOF	Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik
IoT	Internet of Things
IPK	Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung
ISIS	ISIS Neutron and Muon Source
IZI	Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie
IZW	Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung
KI	Künstliche Intelligenz
KIS	Institut für Sonnenphysik
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KM3NeT	Kubikkilometer-Neutrino-Teleskop
KNMR	Karlsruhe Nuclear Magnetic Resonance Facility
LARC	Large Animal Research and Care Center
LEAPS	League of European Accelerator-based Photon Sources
LEGEND	Large Enriched Germanium Experiment for Neutrinoless Double Beta Decay
LEIZA	Leibniz-Zentrum für Archäologie
LIB	Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels
LOP	Large Online Platform
LUMC	Universitätsklinikum Leipzig

LUX-ZEPLIN	Large Underground Xenon - ZonEd Proportional scintillation in LIquid Noble gases
MDC	Max Delbrück Center für Molekulare Medizin
MD-MAXI	Magdeburg Center for (Bio-)Medical Advanced X-Ray Imaging
μ e-Bauhaus Erlangen	Mikroelektronik-Bauhaus Erlangen
MfN	Museum für Naturkunde
MHH	Medizinische Hochschule Hannover
ML	Machine Learning
MPIfR	Max-Planck-Institut für Radioastronomie
MPIK	Max-Planck-Institut für Kernphysik
MPINAT	Max-Planck-Institut für Multidisziplinäre Naturwissenschaften
MPL	Max-Planck-Institut für Physik des Lichts
MRT	Magnetresonanztomographie
MWe	Megawatt elektrisch
MWth	Megawatt thermisch
MYRRHA	Multi-purpose hybrid Research Reactor for High-tech Applications
naProKi	Forschungszentrum für nachhaltige Produktion und Kreislaufwirtschaft
nEXO	next Enriched Xenon Observatory
NFDI	Nationale Forschungsdateninfrastruktur
NGO	Non-governmental organisation
NIO	National Internet Observatory
NLP	National Laboratory for Photonic Science and Technology
NMR	Nuclear Magnetic Resonance / Kernspinresonanzspektroskopie
ORCHEStRa	Open Research Center for the Holistic Exploration of Safety and Efficiency in Real Traffic
OSIRIS	Open Science Information and Research Infrastructure

OVGU	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
PETRA	Positron-Elektron-Tandem-Ring-Anlage
pm rad	Picometer Radiant
P-One	Pacific Ocean Neutrino Experiment
PrecFer4- innoP	Precision Fermentation for innovative Products
PSI	Paul Scherrer Institut
Q-MUC	Quantum Munich Labs
RI	Research Infrastructure
RIDLOP	Research Infrastructure for Data from Large Online Platforms
RUB	Ruhr-Universität Bochum
RWTH Aachen	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SCALA	Scale-up Green Chemistry
SGN	Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung
SINQ	Swiss Spallation Neutron Source
SKAO	Square Kilometre Array Observatory
SLICES-DE	Scientific Large Scale Infrastructure for Computing/Communication Experimental Studies
SMB-SPK	Staatliche Museen zu Berlin – Stiftung Preußischer Kulturbesitz
SMNK	Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe
SMNS	Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart
SNBS	Staatliche Naturwissenschaftliche Sammlungen Bayerns
SuperCoHD	High-Performance Computing Infrastructure for Health Data
T	Tesla
TDR	Technical Design Report
TerraNet	Toward a terrestrial digital twin of Germany for sustainable use and management of the land surface
THI	Technische Hochschule Ingolstadt

THz	Terahertz
TU Berlin	Technische Universität Berlin
TUD	Technische Universität Dresden
TUM	Technische Universität München
TUM UK	TUM Klinikum Rechts der Isar
U Bonn	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
U Münster	Universität Münster
UMG	Universitätsmedizin Göttingen
UMSICHT	Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik
UOS	Universität Osnabrück
(U)WBG	(Ultra-)Wide Bandgap / (ultra-)große Bandlücke
WR	Wissenschaftsrat
XFEL	X-Ray Free-Electron Laser / Röntgen-Freie-Elektronen-Laser
XLZD	A xenon-based low-background observatory for astroparticle physics

Abbildung 1:	Übersicht über das Verfahren mit den drei Bewertungssträngen	13
Abbildung 2:	Quantitative Übersicht des Ablaufs der wissenschaftsgeleiteten Bewertung innerhalb des Priorisierungsverfahrens	15
Abbildung 3:	Ablauf der wissenschaftsgeleiteten Bewertung durch den Ausschuss des Wissenschaftsrats	18
Abbildung 4:	Verteilung der Trägereinrichtungen nach Typus	20
Abbildung 5:	Geografische Verteilung der Trägereinrichtungen	21

Mitwirkende

Im Folgenden werden die an den Beratungen im Ausschuss Forschungsinfrastrukturen beteiligten Personen, die Mitglieder der fachlichen Arbeitsgruppen sowie die beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Geschäftsstelle aufgelistet.

Professor Dr. Wolfgang Wick

Universitätsklinikum Heidelberg | Deutsches Krebsforschungszentrum

Vorsitzender des Ausschusses

Vorsitzender des Wissenschaftsrats

Professor Dr. Gabriel Aeppli

Paul Scherrer Institut | ETH Zürich, Schweiz

Professor Dr. Henrik Bindslev

University of Southern Denmark, Dänemark

Vorsitzender der Arbeitsgruppe Particle Physics and Nuclear Physics

Professor Dr. Folkmar Bornemann

Technische Universität München

Mitglied der Wissenschaftlichen Kommission des Wissenschaftsrats

Professor Dr. Bernhard Brandl

Leiden University, Niederlande

Vorsitzender der Arbeitsgruppe Astrophysics and Astronomy

Professorin Dr. Petra Dersch

Universität Münster

Mitglied der Wissenschaftlichen Kommission des Wissenschaftsrats

Vorsitzende der Arbeitsgruppe Medical Research, Medical Physics and Biomedicine

Professor Dr. Andreas Hielscher

University Tandon School of Engineering, New York, USA

Professorin Dr. Katja Hose

Technische Universität Wien, Österreich

Dr.-Ing. Stefan Kampmann

Unternehmensberater, Knetzgau

Mitglied der Wissenschaftlichen Kommission des Wissenschaftsrats

Professor Dr. Wolfgang Lehner

Technische Universität Dresden

Mitglied der Wissenschaftlichen Kommission des Wissenschaftsrats

Professor Dr. Georg Lutz

University of Lausanne, Schweiz

Professorin Dr. Regine Mallwitz

Technische Universität Braunschweig

Vorsitzende der Arbeitsgruppe Process, Systems and Life Cycle Engineering and Information Technology

Professor Dr. Dr. Urs Niggli
Institut für Agrarökologie, Aarau, Schweiz

Professorin Dr. Ursula Rao
Max-Planck-Institut für ethnologische Forschung, Halle | Universität Leipzig
Mitglied der Wissenschaftlichen Kommission des Wissenschaftsrats

Professorin Dr. Andrea Rapp
Technische Universität Darmstadt
Vorsitzende der Arbeitsgruppe Interdisciplinary Data, Information and Computing Infra-
structures

Professor Dr. Michael Sentef
Universität Bremen
Vorsitzender der Arbeitsgruppe Quantum Technologies and Materials Science

Professorin Dr. Christine Silberhorn
Universität Paderborn
Mitglied der Wissenschaftlichen Kommission des Wissenschaftsrats

Professor Dr. Douglas Wallace
Dalhousie University, Halifax, Kanada

Professorin Dr. Gisela Winckler
Columbia University, New York, USA

GÄSTE

Katrin Sailer
Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst

Ministerialdirigent Dr. Stefan Johannes Stupp
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)

Ministerialrätin Dr. Friederike Trimborn-Witthaut
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)

Woldemar Venohr
Ministerium für Wissenschaft, Kultur, Bundes- und Europaangelegenheiten
des Landes Mecklenburg-Vorpommern

Professor Dr. Marc Baldus
Utrecht University, Niederlande

Dr. Anthony J. Beasley
National Radio Astronomy Observatory, Charlottesville, USA

Professor Dr. Nikolaos Bekiaris-Liberis
Technical University of Crete, Chania, Griechenland

Professor Dr. Subhashish Bhattacharya
North Carolina State University, Raleigh, USA

Professorin Dr. Alessandra Bonoli
University of Bologna, Italien

Professor Dr. Matthias Christandl
University of Copenhagen, Dänemark

Dr. Pierre Cox
Paris Institute of Astrophysics, Frankreich

Professor Dr. Ioannis A. Dagalos
National and Kapodistrian University of Athens, Griechenland

Professor Dr. Jim Davies
University of Oxford, Vereinigtes Königreich

Professor Dr. Hermann Dürr
Uppsala University, Schweden

Professor Dr. John Eriksson
Åbo Akademi University, Turku, Finnland

Professor Dr. Jimmy A. Faria Albanese
University of Twente, Niederlande

Professor Dr. Rui Figueira
University of Lisbon, Portugal

Professorin Dr. Yang Gao
King's College London, Vereinigtes Königreich

Professor Dr. Tim Greten
National Cancer Institute, Bethesda, USA

Professor Dr. Juan José Hernández-Rey
University of Valencia, Spanien

Professor Dr. Andreas Herrlich
Washington University School of Medicine, St. Louis, USA

Dr. Annika Jenmalm Jensen
Karolinska Institute, Solna, Schweden

Dr. Michael Jentschel
Institute Laue-Langevin, Grenoble, Frankreich

Professor Dr. Jesús Jiménez-Barbero
CIC bioGUNE, Derio, Spanien

Professorin Dr. Nicole Kemper
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Professorin Dr. Marina von Keyserlingk
University of British Columbia, Vancouver, Kanada

Professor Dr. Ulf Klein
University of Leeds, Vereinigtes Königreich

Professor Dr. Thomas Knösche
Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig

Professor Dr. Rudy J.M. Konings
Delft University of Technology, Niederlande

Dr. Peaks M. Krafft
University of Edinburgh, Vereinigtes Königreich

Professor Dr. Martin Kuball
University of Bristol, Vereinigtes Königreich

Professorin Dr. Anne-Marie Lagrange
Laboratory for Space Studies and Instrumentation in Astrophysics, Paris,
Frankreich | Paris Sciences et Lettres University, Frankreich

Professor Dr. Paul Lasky
Monash University, Melbourne, Australien

Professorin Dr. Francesca Di Lodovico
King's College London, Vereinigtes Königreich

Professor Dr. Peter Modregger
Universität Siegen

Professor Dr. Rui Oliveira
University of Minho, Braga, Portugal

Professorin Dr. Heidi Ottevaere
Free University of Brussels, Belgien

Professor Dr. Peter Pietzuch

Imperial College London, Vereinigtes Königreich

Professorin Dr. Paulina Plochocka-Maude

Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses, Toulouse,
Frankreich | Wroclaw University of Science and Technology, Polen

Professorin Dr. Gabi Schierning

Universität Duisburg-Essen

Professor Dr. Sven L.M. Schroeder

University of Leeds, Vereinigtes Königreich

PD Dr. Christoph Schwanda

Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich

PD Dr. Radislav Sedláček

Czech Centre for Phenogenomic, Vestec, Tschechische Republik

Professorin Dr. Lea Sistonen

Åbo Akademi University, Turku, Finnland

Professorin Dr. Liz Sonenberg

University of Melbourne, Australien

Professorin Dr. Monika Taddicken

Technische Universität Braunschweig

Professor Dr. José Antonio Couto Teixeira

University of Minho, Braga, Portugal

Professor Dr. Andreas Vlachidis

University College London, Vereinigtes Königreich

Professor Dr. Michele Weber

Universität Bern, Schweiz

Professor Dr. Thorsten Wuest

University of South Carolina, Columbia, USA

Professor Dr. Axel Zeitler

University of Cambridge, Vereinigtes Königreich

Frau Dr. Kathrin Behrens (Referentin)

Frau Anna Della Rosa (Sachbearbeitung)

Herr Dr. Jan Felix Engelhardt (Projektleitung)

Herr Tobias Georgi-Ley (Teamassistenz)

Herr Dr. David Hamacher (Projektkoordination)

Frau Dr. Julia Hillmann (Referentin)

Frau Dr. Kathrin Hippmann (Referentin)

Frau Dr. Anika Kremer (Referentin)

Herr Dr. Rainer Lange (Abteilungsleitung)

Herr Tim Piccolini (Sachbearbeitung)

Frau Dr. Cathalin Recko (Referentin)

Frau Dr. Kristina Schubin (Referentin)

Frau Dr. Annika Witte (Referentin)

Frau Laura Zister (Sachbearbeitung)