

# DIGITALISIERUNGSSTRATEGIE DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Positionspapier

## INHALT

1. Kapitel I – Vision und Ziele . . . . .	3
1.1 Vision . . . . .	3
1.2 Ziele . . . . .	5
2. Kapitel II – laufende Aktivitäten . . . . .	14
2.1 Forschungsbereich Energie . . . . .	15
2.2 Forschungsbereich Erde und Umwelt . . . . .	16
2.3 Forschungsbereich Gesundheit . . . . .	17
2.4 Forschungsbereich Information (Schlüsseltechnologien) . . . . .	18
2.5 Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr . . . . .	19
2.6 Forschungsbereich Materie . . . . .	20
2.7 Helmholtz-Inkubator Information und Data Science . . . . .	21
2.8 Open Science . . . . .	23
3. Kapitel III – Strategieprozess in der Helmholtz-Gemeinschaft . . . . .	25

Helmholtz leistet Beiträge zur Lösung großer und drängender Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft durch strategisch-programmatisch ausgerichtete Spitzenforschung in sechs Forschungsbereichen.

Wir erforschen Systeme hoher Komplexität unter Einsatz von Großgeräten und wissenschaftlichen Infrastrukturen gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern.

Wir gestalten unsere Zukunft durch die Verbindung von Forschung und Technologieentwicklung mit innovativen Anwendungs- und Vorsorgeperspektiven.

Wir gewinnen und fördern die besten Talente und bieten ihnen ein einmaliges wissenschaftliches Umfeld sowie generelle Unterstützung in allen Entwicklungsphasen.

In der Gemeinschaft haben sich 19 Zentren der naturwissenschaftlich-technischen und biologisch-medizinischen Forschung mit mehr als 40.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und einem Jahresbudget von rund 4,8 Milliarden Euro zusammengeschlossen.


## KAPITEL I – VISION UND ZIELE

### VISION

Die Digitalisierung bietet enorme Chancen für die Bewältigung der anstehenden gesellschaftlichen Herausforderungen. Schnelligkeit, Reichweite und systemische Wirkung des digitalen Wandels übertreffen alle bisherigen Erfahrungen. Wie Menschen künftig leben und arbeiten werden, wie sie medizinisch versorgt werden, wie unternehmerische Wertschöpfung gestaltet sein wird, wie die Forschung Erkenntnisse gewinnen und neue Technologien entwickeln wird – all dies verändert die Digitale Transformation grundlegend.

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist hervorragend positioniert, um mit ihrer strategisch ausgerichteten Spitzenforschung die Digitale Transformation weiterhin zu gestalten und ihre Chancen für die Gesellschaft noch besser nutzbar zu machen. Mit ihrer einzigartigen Verbindung von erkenntnis- und technologieorientierter Forschung und Entwicklung unter Nutzung großer Forschungsinfrastrukturen bringt sie dafür die besten Voraussetzungen mit.

Die Helmholtz-Gemeinschaft agiert dabei in drei Rollen:

- 
1. Sie ist eine Initiatorin, die mithilft, die methodische und technologische Basis für die Digitale Transformation zu schaffen.
  2. Sie ist eine Ermöglicherin, die die breite Anwendung digitaler Methoden und Technologien voranbringt und damit die Spitzenforschung fördert.
  3. Sie ist eine Akteurin, die neue digitale Technologien in allen Forschungsprozessen nutzt, aber auch die Auswirkungen von Digitalisierung und Innovationen auf gesellschaftliche Werte und Bedarfe analysiert.

Als Initiatorin, Ermöglicherin und Akteurin der Digitalen Transformation kann die Helmholtz-Gemeinschaft ihrer Mission gerecht werden und national wie international zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen beitragen. Seien es der Klimawandel, das Energiesystem, die Mobilität, die großen Volkskrankheiten oder die Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung: Die Helmholtz-Gemeinschaft ist sich der Chancen bewusst, die die Digitale Transformation für Lösungsbeiträge aus der Forschung bietet, und nutzt sie bereits auf vielfältige Weise (►Kapitel II). Sie setzt als Organisation Maßstäbe in der Digitalisierung und generiert aus enormen Datenschatzen kontinuierlich neues Wissen, das ihre Spitzenforschung international sichtbar macht.

Deshalb liegt der Fokus der Helmholtz-Gemeinschaft auf sechs Leitfragen:

**Wie können alle Forschungsbereiche in ihrer Aufgabe, Wissen zu produzieren, von der Digitalisierung profitieren?**

Die Helmholtz-Gemeinschaft wird ihre erkenntnisorientierte Spitzenforschung nutzen, um großskalige und vernetzte Systeme und Infrastrukturen mit neuen digitalen Methoden und Prozessen ganzheitlich zu adressieren.

**Welche Chancen bietet die Digitalisierung für die Datenproduktion in der Forschung?**

Die Helmholtz-Gemeinschaft wird ihre einzigartigen Großforschungsanlagen, Instrumente und Plattformen kontinuierlich digitalisieren und modernisieren. Auf diese Weise will sie das Erzeugen und Erfassen von Daten weiterentwickeln und noch unerschlossene Potenziale nutzen.

**Was bedeutet die Digitalisierung für den Forschungsprozess**

Mit innovativen Informationsinfrastrukturen für unterschiedlichste Datenprodukte und -dienste will die Helmholtz-Gemeinschaft für die eigene, aber auch für die externe Forschung Vorreiterin sein und die Tür in eine neue Ära aufstoßen. Durch ein abgestimmtes Forschungsdatenmanagement erzeugt die Gemeinschaft in allen Bereichen komplexe Datensätze und stellt diese zur Verfügung. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat die einmalige Chance, große Infrastrukturen zu etablieren, die ihr als Ganzes nutzen. Die damit einhergehenden Skaleneffekte sind in Europa ein Alleinstellungsmerkmal.

**Welche Technologien braucht die Forschung der Zukunft?**

Als Treiber der Digitalisierung will die Helmholtz-Gemeinschaft weiterentwickelte und auch ganz neue Informations- und Kommunikationstechnologien bereitstellen, die, zusammen mit neuen digitalen Methoden, Daten zu Wissen transformieren: sicher, effizient, skalierbar, flexibel und zukunftsweisend. So werden in der Wissenschaft Erkenntnis- und Gestaltungsprozesse von ganz neuer Qualität etabliert.

**Welche Talente benötigt die Forschung unter den Vorzeichen der Digitalisierung?**

Die Mitglieder der Helmholtz-Gemeinschaft sind überzeugt, dass Daten-Expertise eine Schlüsselkompetenz für Forscherinnen und Forscher der Zukunft ist. Sie wird deshalb eine neue Generation von Datenexpertinnen und Datenexperten ausbilden und gewinnen, die sowohl in den Informationstechnologien als auch an den Schnittstellen zu anderen wissenschaftlichen Domänen große Expertise besitzen.

**Was bedeutet die Digitalisierung für die Helmholtz-Gemeinschaft als größte deutsche Forschungsorganisation?**

Sie stellt sich den Herausforderungen der digitalen Ära, gestaltet aktiv den Wandel in den Zentren und der Gemeinschaft und treibt den Transfer von Technologien und Wissen in innovative Nutzung und Wertschöpfung voran. Sie steht aber auch in der Verantwortung, sich mit ihrer Expertise und Erfahrung in die gesellschaftliche Meinungsbildung und die Gestaltung der Rahmenbedingungen für die Digitalisierung einzubringen, damit die große Schubkraft der Digitalen Transformation Nutzen und Wert für Menschen entfalten und Akzeptanz finden kann.

## ZIELE

Um ihre Vision erfolgreich umzusetzen, formuliert die Helmholtz-Gemeinschaft zehn Ziele als Grundlage ihrer Digitalisierungsstrategie:



1. Komplexe Systeme mit digitalen Methoden und Technologien erforschen
2. Intelligente und sichere technische Systeme erforschen
3. Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Gemeinschaft digitalisieren
4. Übergreifende und nachhaltige Informationsinfrastrukturen bereitstellen
5. Forschung durch Nutzung digitaler Werkzeuge fördern und stärken
6. Die nächste Generation von Informationstechnologien erforschen und entwickeln
7. Talent Hub und Wissenschaftsmagnet
8. Nationale und internationale digitale Herausforderungen meistern durch Wissens- und Technologietransfer
9. Digital Cultural Change – den digitalen Wandel in Wissenschaft und Administration der Helmholtz-Gemeinschaft gestalten
10. Digitalisierte Forschung für die Gesellschaft



## **1. Komplexe Systeme mit digitalen Methoden und Technologien erforschen**

Komplexe Systeme sind Teil unseres Alltags: das Verkehrssystem, das urbane Umfeld, die Energieversorgung, Informationssysteme, industrielle Wertschöpfungsketten, das Gesundheitssystem, der Planet Erde, Wirtschaft und soziale Systeme und schließlich der Mensch selbst. Die Helmholtz-Gemeinschaft möchte ein grundlegendes Verständnis von Funktion und Dysfunktion dieser Systeme erreichen, um ihre Bildung und Entwicklung zu erklären und vorherzusagen und um ihre Schwachstellen adressieren zu können. Für dieses Verständnis muss eine Vielzahl an Komponenten analysiert werden, die auf unterschiedlichen Skalen in komplizierten und sich dynamisch verändernden Verschaltungen funktional zusammenwirken. Digitale Methoden und Technologien ermöglichen hier neue Zugänge, die zu tieferen Einsichten und Erkenntnissen von Systemeigenschaften für Wissenschaft und Gesellschaft führen. Dabei sind ein Einklang mit ethischen Grundsätzen, insbesondere ein sicherer Umgang mit Informationen, und der Schutz von personenbezogenen Daten von größter Wichtigkeit.

Die Helmholtz-Gemeinschaft nutzt in allen Bereichen ihrer erkenntnisorientierten Spitzenforschung digitale Methoden und Prozesse. Diese werden kombiniert mit anwendungsorientierten, innovativen Ansätzen aus Informatik, Mathematik und Systemwissenschaften. So entsteht aus Daten neues Wissen, das die Grundlage zum Verstehen von natürlichen und technischen Systemen bildet. Die daraus entstehenden Modelle unterstützen als dynamische digitale Abbilder Entscheidungs- und Handlungsprozesse in der Systemanalyse und -synthese.

## **2. Intelligente und sichere technische Systeme erforschen**

Dank der neuen Möglichkeiten durch die Digitalisierung entwickeln sich technische Systeme und Infrastrukturen anders und schneller als früher. Prominente Beispiele hierfür sind das Energiesystem einschließlich der Sektorkopplung, die Gestaltung und Vernetzung von Mobilitätssystemen, die Versorgungsstrukturen im Gesundheitswesen und die Forschungsinfrastrukturen selbst. Diese intelligenten technischen Systeme und Infrastrukturen ermöglichen künftig eine neue Qualität der Wechselwirkungen – untereinander, mit ihrer Umgebung und in der Interaktion mit den Menschen. Sie agieren hochgradig vernetzt, sind in größeren Zusammenschlüssen integriert und können sich selbstständig organisieren. Dadurch ergeben sich ganz neue Herausforderungen bezüglich Agilität und sicherer Nutzung, die entscheidend durch den Systementwurf und insbesondere durch die Leistungsfähigkeit von Sensorik und Aktorik sowie durch Regelungs- und Steuerungssysteme bestimmt sind. Mensch-Maschine-Schnittstellen und die dafür erforderlichen Basistechnologien sind essenziell, um Systeme beobachten, überwachen und wirksam betreiben zu können.

Die Helmholtz-Gemeinschaft bearbeitet diese neuen Herausforderungen im Rahmen ihrer Forschung und Entwicklung erkenntnis- wie auch lösungsorientiert. Sicherheit, Datenschutz und Privatsphäre sind dabei integral betrachtete Gesichtspunkte. Neue Erkenntnisse und Technologien werden sozioökonomisch und ethisch reflektiert.



### 3. Forschungsinfrastrukturen der Helmholtz-Gemeinschaft digitalisieren

Die Aufnahmegeschwindigkeit, der wachsende Umfang und die Heterogenität der erfassten Daten erfordern eine noch effektivere Nutzung der Helmholtz-Forschungsinfrastrukturen mittels fortschrittlicher Werkzeuge und digitaler Ansätze in Datenerfassung, -haltung, -archivierung, -publikation, -analyse, -annotierung und -provenienz. Das Datenmanagement und die sich anschließende Analyse sollen in Echtzeit bei hohen Datenmengen und -raten erfolgen. Voraussetzung dafür sind Techniken zur Datenreduktion und -komprimierung. Metadaten ergänzen die erfassten Daten, um die Experimente und Beobachtungen beschreibbar, nachvollziehbar und reproduzierbar zu machen. Arbeitsprozesse müssen transparent ausgestaltet und qualitätsgesichert durchgeführt werden, um von der Herkunft der Daten bis zu den abgeleiteten wissenschaftlichen Erkenntnissen durchgängig Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit sicherzustellen.

Weiterhin erzeugt die Helmholtz-Gemeinschaft „Digitale Zwillinge“ von Forschungsinfrastrukturen, die alle wesentlichen Eigenschaften und Funktionen erfassen und digital sichern. Damit ist es möglich, die Nutzung der jeweiligen Forschungsinfrastruktur vorab zu simulieren. Das hilft dabei, beispielsweise die Logistik zu planen, den Messprozess zu steuern, die Instrumente zu überwachen und instand zu halten sowie die erfassten Daten genauer und höher aufgelöst auszuwerten. Auch die Funktionalität eines bestehenden Instruments kann so verbessert, neue Instrumente können entwickelt werden. Nicht zuletzt können und müssen die untersuchten Systeme in nachfolgende Modellierungen eingebracht werden, um so ein umfassendes Verständnis des Messprozesses zu erlauben. Damit lassen sich Leistungsfähigkeit und Effizienz der Forschungsinfrastrukturen kontinuierlich steigern; außerdem verbessern sich die Qualität der Messungen und die Auswertung der erzeugten Daten. Dabei orientiert und beteiligt sich die Gemeinschaft an der Entwicklung von nationalen und internationalen Standards und Strategien.



#### **4. Übergreifende und nachhaltige Informationsinfrastrukturen bereitstellen**

Die Helmholtz-Gemeinschaft baut nachhaltig nutzbare, koordinierte Informationsinfrastrukturen auf – sowohl für die eigene Forschung als auch für die externe Nutzung. Diese ermöglichen eine enge Vernetzung der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie eine Erweiterung und Vertiefung der Zusammenarbeit.

Als technologische Basis der Informationsinfrastrukturen stellt die Helmholtz-Gemeinschaft Systeme zur Verfügung, die datenintensives Höchstleistungsrechnen bis zur höchsten Leistungsklasse ermöglichen. Diese Informationsinfrastrukturen werden dezentral realisiert und miteinander vernetzt. Sie stehen nach möglichst einheitlichen Vergabekriterien sowohl internen wie externen Nutzern für Aufgaben wie Datenanalyse, maschinelles Lernen und Simulation zur Verfügung.

In den Informationsinfrastrukturen werden Forschungsdaten und Informationen bereitgestellt, die innerhalb und außerhalb der Wissenschaft genutzt werden können. Die experimentellen und beobachteten Daten fallen in unterschiedlichen Formaten an und resultieren aus unterschiedlichen Quellen, vom Teilchenbeschleuniger bis zum Sensor eines Forschungsschiffs. Um mit diesen Datensätzen arbeiten zu können, ist es notwendig, sie zu harmonisieren, zu aggregieren und zu integrieren. Auch müssen Metadaten standardisiert erfasst werden, die sämtliche Schritte der Datenverarbeitung mitsamt der dabei eingesetzten Softwaretools und deren Parametrierung dokumentieren.

Damit Datenprodukte und -dienste zügig und effektiv verwendet werden können, stellt die Helmholtz-Gemeinschaft in ihren Informationsinfrastrukturen und darüber hinaus modular kombinierbare Software bereit. Software wird als Teil strategischer Infrastruktur erkannt, mit deren Hilfe sich Daten in Wissen transformieren lassen. Die Helmholtz-Gemeinschaft fördert deshalb ihre langfristige Entwicklung Verbreitung und Unterstützung im Rahmen von Open Science. Das Leistungsspektrum der Informationsinfrastruktur umfasst somit auch Datenprodukte, wissenschaftliche Software für Datenanalyse und Simulation, Modellierungs- und Simulationssysteme für grundlegende Fragestellungen in den verschiedenen wissenschaftlichen Communities, beispielhafte Fallstudien und Demonstratoren.

Mit ihrer Expertise wird sich die Helmholtz-Gemeinschaft als leistungsfähige Partnerin für die nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) und die European Open Science Cloud (EOSC) engagieren und die Entwicklung leistungsfähiger, offener und nachhaltig finanzierter Infrastrukturen vorantreiben.

#### **5. Forschung durch Nutzung digitaler Werkzeuge fördern und stärken**

Neue digitale Methoden und Werkzeuge unterstützen die wissenschaftliche Forschung. Sie ermöglichen es, Prozesse zur Generierung von Wissen selbst neu zu gestalten. Wenn die Spitzenforschung leistungsfähige Forschungs- und Informationsinfrastrukturen nutzt, stärkt das ihre Fähigkeit, skalenübergreifend, mehrdimensional, system- und lösungsorientiert zu arbeiten. Diese Spitzenforschung erfolgt in interdisziplinärer, zentren- und forschungsbereichsübergreifender Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die grundlagen-, methoden- oder technologieorientiert ausgerichtet arbeiten. Das führt zu neuen Forschungsansätzen an den Grenzflächen bestehender Forschungsfelder und damit zu neuem Wissen und Erkenntnissen.



Die Helmholtz-Gemeinschaft wird übergreifend nutzbare, skalierbare Algorithmen (weiter-) entwickeln und in Form leicht nutzbarer Open Source-Software-Bibliotheken für Datenerfassung, Datenmanagement und -analyse, für Modellierung, Simulation und Optimierung, für Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen bereitstellen. Diese Algorithmen werden als modulare, wiederverwendbare und offene Lösungen entwickelt und nach internationalen Standards etabliert.

All diese digitalen Methoden und Werkzeuge werden an den Bedarfen der Forschung wie auch der administrativen und technischen Unterstützungsfunktionen orientiert und in enger Abstimmung mit ihnen eingeführt. Zur koordinierten Umsetzung werden die Forschungsbereiche entsprechende Strategien vereinbaren. In themenorientierten „Hubs“ stimmen sich die Forschungsbereiche regelmäßig zu wesentlichen Aspekten der Digitalisierung der Forschungsprozesse, der Methoden und Werkzeuge sowie der Informationstechnologien ab und ermitteln übergreifende Bedarfe. Die Hubs der Forschungsbereiche wiederum werden forschungsbereichsübergreifend vernetzt, um Helmholtz-weit Synergien zu schöpfen, gemeinsame Standards zu definieren und eine kritische Masse für den Aufbau technologisch starker Informationsinfrastrukturen für die Forschung zu erreichen.

## **6. Die nächste Generation von Informationstechnologien erforschen und entwickeln**

Die Helmholtz-Gemeinschaft beteiligt sich mit ihrer vielfältigen Expertise an der Entwicklung der Informationstechnologien von morgen. Denn die Digitale Transformation als Ganzes sowie das Betrachten, Analysieren und Synthetisieren komplexer natürlicher und technischer Systeme im Einzelnen können nur mit einer stetigen Weiterentwicklung der Informationstechnologien gelingen. Nutzbarkeit, Leistung, Energieeffizienz und Sicherheit sind dabei die wesentlichen zu betrachtenden Zieldimensionen. Sie können erfolgreich adressiert werden, wenn Prinzipien und Theorie der Informationsverarbeitung, material- und systemwissenschaftliche Grundlagen, Bauteil- und Systementwurf sowie Applikations- und Nutzerplattformen in einem ganzheitlichen Ansatz zusammengeführt werden.

Die rasant steigenden Anforderungen erfordern disruptive Entwicklungen, welche die immer deutlicher werdenden inhärenten Grenzen der heute verfügbaren Technologien überwinden. Sie erfordern neue Einsichten in die naturwissenschaftlichen Prinzipien der Informationsverarbeitung, insbesondere in Materialphysik und Materialchemie, aber auch in biologische Systeme und insbesondere ins menschliche Gehirn. Quantentechnologien und neuroinspirierte Technologien lassen Innovationen erwarten, die zu Computern mit ungeahnten Leistungs- und Effizienzgewinnen führen. Diese sind gleichermaßen Voraussetzung für höhere Daten- und Rechenkapazität sowie für deren Ausrollen in autonomen Systemen in allen technologischen Bereichen. Darüber hinaus werden neue Systeme und Architekturansätze für Computing und für die bedarfsgerechte Speicherung von großskaligen Daten benötigt, um die Zieldimensionen Nutzbarkeit, Leistung, Energieeffizienz und Sicherheit zu erreichen.

## 7. Talent Hub und Wissenschaftsmagnet

Um mit seinen sechs Forschungsbereichen auch in Zukunft Beiträge zur Lösung globaler Herausforderungen leisten zu können, wird die Helmholtz-Gemeinschaft dazu beitragen, die neue Generation der „Digital Natives“ auszubilden. Gleichzeitig wird die Attraktivität der Helmholtz-Gemeinschaft für die besten Talente der Welt gesteigert. Ein zentrales Instrument hierfür ist die Helmholtz Information & Data Science Academy (HIDA), die die Gemeinschaft in Zusammenarbeit mit universitären Partnern realisiert (►Kapitel II). Ihr Ausbau wird strukturell über stark vernetzte regionale Helmholtz Information & Data Science Schools (HIDSS) vorangetrieben, inhaltlich bildet sie eine zentrale Aus- und Weiterbildungsstätte für Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler sowie für etablierte Forschende. Zusätzlich unterstützen Helmholtz-Professuren mit ihrer Lehrtätigkeit digitale Talente an den Universitäten. Darüber hinaus müssen die Kompetenzen aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Umgang mit digitalen Technologien weiterentwickelt werden. Dazu macht die Helmholtz-Gemeinschaft Angebote für Fort- und Weiterbildungen, außerdem stellt sie Lernplattformen und geeignete digitale Medien zur Verfügung. Im Mittelpunkt der Bemühungen stehen dabei die Werkzeuge, Infrastrukturen und Prozesse, die mit der Umsetzung der Helmholtz-Digitalisierungsstrategie eingeführt werden.

Die Helmholtz-Gemeinschaft braucht interdisziplinär forschende internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Karrierestufen mit einschlägigen Qualifikationen an den Schnittstellen zu den Daten- und Simulationswissenschaften. Sie arbeiten in interdisziplinären Teams zusammen und verstehen die jeweiligen Fachsprachen der beteiligten Gebiete. Für Expertinnen und Experten aus Informatik, Mathematik, Daten- und Simulationswissenschaften werden neue, nachhaltige Karrierewege geschaffen. Ziel ist es, die Helmholtz-Gemeinschaft zu einer international attraktiven Arbeitgeberin zu machen, um wissenschaftlichen Nachwuchs mit einschlägiger Expertise in digitalen Technologien und deren Anwendung zu gewinnen und Spitzenkräfte dauerhaft zu binden. Zur Steigerung der Attraktivität soll auch die Sichtbarkeit der Helmholtz-Gemeinschaft in internationalen Projekten, in Standardisierungskomitees sowie in der Open Source-Welt beitragen



## **8. Nationale und internationale digitale Herausforderungen meistern durch Wissens- und Technologietransfer**

Der Transfer von Wissen und Technologie ist ein zentrales Instrument, um der Gesellschaft wissenschaftliche Erkenntnisse zur Verfügung zu stellen. Zukünftig sollen innovative Formate für Kooperationen, Kommunikation sowie neue Kulturen innerhalb und außerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft im Rahmen der digitalen Transformation gefördert werden.

Um die wirtschaftliche Nutzung der Potenziale innovativer Hardware zu gewährleisten kommen etablierte Instrumente, beispielsweise Patentierung und Lizenzierung oder Gründerprogramme, zum Einsatz. Zudem sollen gemeinsame Standards und Handlungslinien entwickelt werden, um Software und softwarebasierte Dienstleistungen kommerziellen Nutzern zur Verfügung zu stellen.

Ein strategisch gestalteter Wissenstransfer umfasst aber weit mehr als eine rein kommerziell orientierte Verwertung. Die Helmholtz-Gemeinschaft ist aktive Partnerin der weltweiten Open Science Communities, Vorreiter beim offenen Austausch von Daten, Datenprodukten, Software sowie softwarebasierten Dienstleistungen und der aktiven Einbindung von Gesellschaft und Industrie in den Wissenschaftsprozess. Die Informationsinfrastrukturleistungen der Helmholtz-Gemeinschaft folgen abgestimmten Grundsätzen und Standards zu Open Science, die konsequent fortgeführt und weiterentwickelt werden: Open Access, Open Source und Open Data, die den FAIR Data-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) folgen.

## **9. Digital Cultural Change – den digitalen Wandel in Wissenschaft und Administration der Helmholtz-Gemeinschaft gestalten**

Die Digitale Transformation verändert die Arbeitswelt grundlegend und erfordert Anpassungen im Bildungs- und Ausbildungssystem sowie in der Unternehmenskultur. In diesem Kulturwandel will Helmholtz sich als Gemeinschaft in europäischen und internationalen Communities stärker als digitale Gestalterin etablieren, weltweit genutzte Standards, Methoden und neue Technologien unterstützen und an ihrer Weiterentwicklung mitwirken.

Die Digitale Transformation umfasst alle Forschungsprozesse und die zugehörigen administrativ-technischen Unterstützungsprozesse. Um diesen (Kultur-)Wandel zu gestalten, will die Helmholtz-Gemeinschaft die Chancen der Digitalisierung auf Ebene der Zentren und der Gemeinschaft greifbar machen. Sie wird darauf hinwirken, dass Wissenschaft und Administration neue digitale Arbeitsweisen konsequent einführen und alle Bereiche diese mit Selbstverständlichkeit nutzen. Diese Prozesse werden stets unter Berücksichtigung von Datensicherheitsaspekten ausgestaltet. Dazu bedarf es gemeinsamer Grundsätze in der Governance und einer Balance zwischen arbeitsteiliger Kooperation und Wettbewerb.

Eine weitere Erfolgsvoraussetzung für den breiten Einsatz digitaler Werkzeuge sind in der gesamten Helmholtz-Gemeinschaft etablierte technische Standards. In der Administration stehen hierbei die (Teil-)Automatisierung sowie die Unterstützung und Optimierung von Geschäftsprozessen im Vordergrund.

Im wissenschaftlichen Bereich steht die sogenannte Interoperabilität im Fokus – Neues muss generisch, übertragbar und gemeinsam nutzbar sein, um Forschung effektiv zu unterstützen.

Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die sich in administrativer oder technisch-wissenschaftlicher Funktion, im Datenmanagement, in der Software- und Technologieentwicklung engagieren und so erstklassige Forschung ermöglichen, muss eine hohe Anerkennung und Wertschätzung entgegengebracht werden; außerdem müssen ihnen angemessene Karrierepfade offenstehen. Die Helmholtz-Gemeinschaft wird eine Kultur fördern, die nicht nur wissenschaftliche Leistungen würdigt, die in Anzahl und Reichweite von Publikationen gemessen werden, sondern auch andere digitale Ergebnisse jedweder Form.

## **10. Digitalisierte Forschung für die Gesellschaft**

Forschung unter den Vorzeichen der Digitalen Transformation hat Auswirkungen auf die gesamte Gesellschaft. Die Helmholtz-Gemeinschaft betrachtet es als ihren Auftrag, diese gesellschaftlichen Effekte zu reflektieren. Leitfigur ist dabei immer der Mensch als selbstbestimmt handelnde Person. Deshalb nimmt sie bei ihrer Arbeit auch die ethischen und rechtlichen Implikationen der Digitalisierung in den Blick, die sich zum Beispiel durch neue globale Vernetzung, neue Prozesse und Formen der Zusammenarbeit, innovative Nutzung und Analyse von Daten, vernetzte Mobilität oder neuartige Wertschöpfungsstrukturen ergeben. Die Gemeinschaft will in allen ihren Forschungsbereichen auf diese Aspekte eingehen, denn in zahlreichen Forschungsfeldern – etwa in der Mobilitäts-, der Umwelt- oder der Gesundheitsforschung – erwachsen neue Möglichkeiten, die Digitalisierung zu gestalten. Diese bedürfen der reflektierten Aufnahme in Gesellschaft, Politik und Wirtschaft.

Die Helmholtz-Gemeinschaft wird deshalb die Technikfolgenabschätzung und die verantwortungsvolle Forschung und Innovation zu den Chancen und Risiken der Digitalisierung verstärken. Es werden Handlungs- und Gestaltungsoptionen entwickelt, die gemäß den Nachhaltigkeitsgrundsätzen ökologische, ökonomische, ethische, soziale und rechtliche Aspekte von Beginn an ausgewogen berücksichtigen.

Auf nationaler und internationaler Ebene zeigt sich der vielschichtige Einfluss der Digitalisierung. Zum einen vereinfacht sie die Globalisierung und fördert den Aufbau neuer Kooperationen und Netzwerke. Zum anderen begegnen sich weltweit Akteure auf andere und neue Arten, so dass neue gemeinsame Regularien zur Standardisierung und Vereinheitlichung geschaffen notwendig werden, beispielsweise im verantwortungsvollen Umgang mit Patientendaten. Beide Aspekte müssen im Kontext der digitalisierten Forschung gleichermaßen bedacht und bearbeitet werden.

Forschung in gesellschaftlicher Verantwortung bedeutet für die Helmholtz-Gemeinschaft schließlich auch, ihre Arbeit nachhaltig, umwelt- und ressourcenschonend zu gestalten. Dies gilt gleichermaßen für die Bereiche Management, Forschung, Infrastrukturen, Personal und Unterstützungsprozesse. Die Gemeinschaft will durch die Digitalisierung in allen diesen Bereichen ihre bisherigen Leistungen noch übertreffen.







## KAPITEL II – LAUFENDE AKTIVITÄTEN

Als Organisation, die ihre Forschung auf große und aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen hin ausrichtet, hat die Helmholtz-Gemeinschaft in den vergangenen Jahrzehnten enorme Kompetenzen in Gebieten aufgebaut, die mit der Digitalisierung unmittelbar zusammenhängen. Anzuführen sind Informationsverarbeitung, Big Data, Data Analytics, Simulation, Modellierung, Bioinformatik, bildgebenden Verfahren, Forschungsdatenmanagement, Höchstleistungsrechnen, Robotik, technische sowie biologische Informationssysteme und viele weitere Technologien. Wie kaum eine andere Forschungsorganisation verfügt sie über einen exponentiell wachsenden Datenschatz und schafft daraus kontinuierlich neues Wissen.

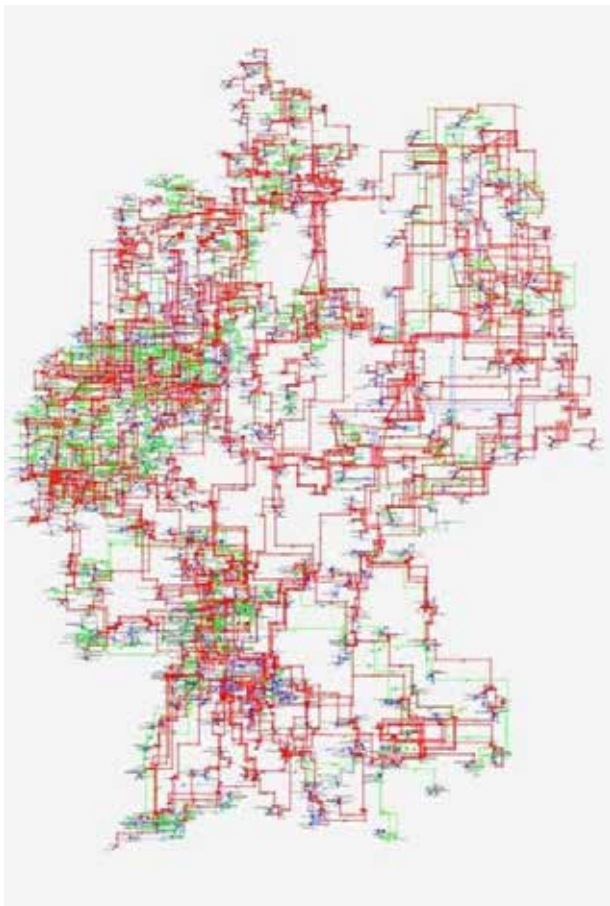
Die Zentren und Forschungsbereiche der Helmholtz-Gemeinschaft haben auch eine herausragende Ausgangsposition für eine erfolgreiche, synergetische Verbindung der Kompetenzen: als Entwickler und Betreiber großer Forschungsinfrastrukturen, von Höchstleistungsrechnern der neuesten Generation sowie als Kompetenzträger für komplexe Simulationen. Sie sind daher auch schon seit Langem mit dem gesamten Data-Life-Cycle vertraut: der Forschungsplanung, dem Erheben, der Qualitätskontrolle, der Dokumentation, der Publikation, der Archivierung, der Integration, dem Analysieren und der Nutzbarmachung sehr großer und komplexer Datenmengen. An allen Standorten sowie standortübergreifend gibt es weltweit führende Ansätze und herausragende Methodenkompetenz in den jeweiligen Teilgebieten. Auf dieser Basis wurden in den vergangenen Jahren vielfältige Aktivitäten gestartet, die wichtige Bausteine bilden, um die Digitalisierungsziele zu erreichen. Einige sind im Folgenden beispielhaft dargestellt.

## FORSCHUNGSBEREICH ENERGIE

### Infrastrukturen für künftige Energiesysteme – Smarte Kopplung von Technologie mit Big Data

Zukünftige Energiesysteme werden durch eine Vielzahl an verteilten Anlagen für erneuerbare Energie und durch eine enge Vernetzung gekennzeichnet sein. Ein optimaler Betrieb derartig komplexer Energiesysteme kann nur dann gelingen, wenn der Digitalisierungs- und Automatisierungsprozess weiter voranschreitet. Eine Vollautomatisierung des Energiesystems erfordert jedoch neue Leitwartenkonzepte und -technologien, wie sie beispielsweise für die Energieforschungsinfrastruktur Energy Lab 2.0 entwickelt werden. Eine vielversprechende Lösung für die Vollautomatisierung ist hierbei ein Multi-Agenten-Ansatz für die Einsatzplanung der im System beteiligten regelbaren Komponenten wie zum Beispiel Einheiten, die Energie sowohl produzieren als auch verbrauchen (Prosumer), Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder Batteriespeicher.

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen ist aufgrund der sogenannten intrinsischen Volatilität, also beispielsweise der Verfügbarkeit von Wind oder Sonne, nicht frei regelbar. Aus diesem Grund werden für die Einsatzplanung Big Data-getriebene wahrscheinlichkeitbasierte Prognosen der Leistungs- und Energieproduktion von erneuerbaren Energieanlagen eingesetzt.



## FORSCHUNGSBEREICH ERDE UND UMWELT

Helmholtz Earth – Integration von Beobachtung und Modellierung in der Erdsystemforschung durch Datenwissenschaften (Data Science) und Künstliche Intelligenz

Die Grundlagen für Helmholtz Earth sind ein umfassendes Forschungsdatenmanagement und die dazu gehörenden Serviceinfrastrukturen, die projekt-, bereichs- und zentrenübergreifend gestaltet sind. Helmholtz Earth basiert auf dem gemeinschaftlichen Programm The Changing Earth – Sustaining our Future. Das Methodenwissen und die Datenbestände können den Datenwissenschaften sowie der Modellierung in einem integrierten Data Hub (ATMO, MARE, TERRA) konzertiert bereitgestellt werden. Ihm liegen die Initiativen und Plattformen des ►Helmholtz-Inkubators zu Grunde. Er berücksichtigt die bestehenden Initiativen mit starkem Bezug zur Digitalisierungsstrategie im Forschungsbereich wie Digital Earth und Advanced Earth System Modelling Capacity. Observationsinfrastrukturen (z.B. MOSES und Fernerkundungsplattformen) spielen eine wichtige Rolle in der Flexibilisierung der Datenbereitstellung über den Data Hub. Über die Nationale Forschungsdateninfrastruktur und die European Open Science Cloud (EOSC) ist er national und international eingebettet.

Die einfache Verfügbarkeit von Beobachtungs- und Modelldaten über Projekte, Bereiche und Zentren hinweg ermöglicht es den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, neueste Ansätze zur Wissensgewinnung zu erproben (sogenannte knowledge discovery). Damit wird der Forschungsbereich Erde und Umwelt als virtuelle Forschungsumgebung zu einem Katalysator für inter- und transdisziplinäre Arbeiten im Forschungsbereich und darüber hinaus. Leitprinzipien des Forschungsbereichs sind Open Science und FAIR Data für die Erdsystemforschung sowie das Orchestrieren der digitalen Transformation der Wertschöpfungskette von Diensten für die Forschung bis hinein in die Gesellschaft. Dabei werden Synergien innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft sowie im nationalen und internationalen Umfeld genutzt. Leistungen und Beteiligungen des Forschungsbereichs in internationalen Leuchttürmen der Digitalisierung werden darüber hinaus in EU-Projekten und in weiteren internationalen Kooperationen erbracht. Methodische Schwerpunkte liegen in der Modellierung, der digitalen Organisation großer Observatorien und ihrer Daten, der Implementierung der FAIR-Prinzipien bis hin zu harmonisierten Analysen verfügbarer Observationsdaten für globale Datenprodukte. Prominente Beispiele sind: EIDA (European Integrated Data Archive within the European Plate Observing System EPOS), IQOE (International Quiet Ocean Project), Argo (The international ARGO Project), JERI-CO-Next (Joint European Research Infrastructure for Coastal Observation), SOCAT (Surface Ocean CO2 Atlas), NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change) und CMIP6 (Climate Model Intercomparison Project 6 für IPCC). Die Helmholtz-Gemeinschaft leistet damit wichtige Beiträge sowohl für die internationale Global Change Forschung wie auch für die Realisierung von Open Science.

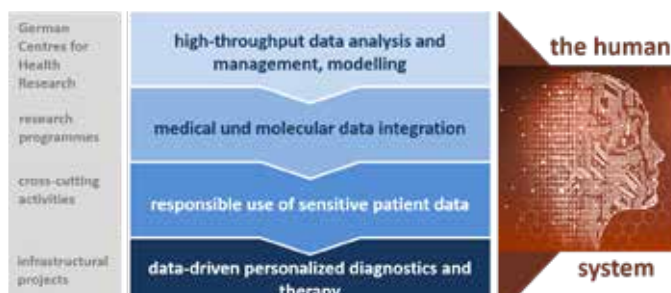


## FORSCHUNGSBEREICH GESUNDHEIT

### Vom „System Mensch“ zur personalisierten Medizin

Die Digitalisierung bietet enorme Möglichkeiten zur Vernetzung und Analyse von Daten im Bereich der Gesundheitsforschung. Übergreifend arbeiten die Helmholtz-Zentren seit vielen Jahren daran, komplexe, oftmals heterogene, dynamische und noch unvollständige Datensätze sowie Patientendaten zu erschließen und zu nutzen. Auf diese Weise wurde starke Expertise im Bereich der Hochdurchsatz-Datenverwaltung, Analyse und Modellierung aufgebaut. Sie erstreckt sich von biomedizinischer Grundlagenforschung zur Entschlüsselung molekularer Krankheitsprozesse bis hin zum Routineeinsatz von molekularen Hochdurchsatztechnologien und medizinischer Bildung. Zusammen mit klinischen Daten werden diese Technologien zunehmend für die datengetriebene personalisierte Diagnostik und Therapie eingesetzt. Künftig wird der Forschungsbereich Gesundheit indikationsübergreifende Expertisen mit dem Ziel der medizinischen und molekularen Datenintegration für ein besseres Verständnis des „Systems Mensch“ noch stärker bündeln. Dazu wurden visionäre Strukturen mit explizitem Fokus auf Digitalisierung geschaffen, die Synergien ermöglichen und Kompetenzen vereinen – Beispiele sind das Berlin Institute for Medical Systems Biology (BIMSB), das Braunschweig Integrated Centre of Systems Biology (BRICS), das Centre for individualised infection Medicine (Ciim) in Hannover und die Heidelberg X-Ten Plattform zur Ganzgenom-Sequenzierung. Um die erworbene Expertise zu bewahren und zu verbessern, werden Ausbildungskonzepte beispielsweise im Rahmen des Helmholtz Pionier Campus umgesetzt. Unter diesen Voraussetzungen entwickelt der Forschungsbereich Gesundheit bereits seit vielen Jahren neuartige Konzepte in den Bereichen Federated Computing, Modulares Supercomputing, Memory Driven Computing, IT-Infrastruktur (beispielsweise die HiGHmed Technologieplattform), Künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen, Simulation und mathematische Modellierung. Darüber hinaus wurden beispielsweise automatisierte Auswertungsverfahren zur Verarbeitung multimodaler Bilddaten aus (prä-)klinischen Studien und deren Translation in die klinische Routine am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf oder neue Smartphone-basierte Konzepte wie das Surveillance Outbreak Response Management and Analysis System (SORMAS) zur schnellen individuellen Erfassung von Infektionen am Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung entwickelt. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsbereichs sind federführend in internationalen Initiativen wie Human Cell Atlas, Critical Assessment of Metagenome Interpretation (CAMI), Pan-Cancer Analysis of Whole Genomes (PCAWG) und der LifeTime-Initiative.

Hervorzuheben ist des Weiteren die Vorreiterrolle der Gesundheitszentren im Umgang mit personenbezogenen Daten. Die Sicherheit von Patientendaten unterliegt einer besonderen ethischen Verantwortung sowie engen gesetzlichen Regelungen. Diesen Fragen widmen sich die Gesundheitszentren im Helmholtz Medical Security, Privacy, and AI Research Center (HMSP) gemeinsam mit dem Helmholtz-Zentrum für Informationssicherheit.



Die Sicherheit von Patientendaten unterliegt einer besonderen ethischen Verantwortung sowie engen gesetzlichen Regelungen. Diesen Fragen widmen sich die Gesundheitszentren im Helmholtz Medical Security, Privacy, and AI Research Center (HMSP) gemeinsam mit dem Helmholtz-Zentrum für Informationssicherheit.

## FORSCHUNGSBEREICH INFORMATION (SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN)

### Methoden und Modelle für daten- und simulationsgetriebene Forschung

Durch innovative und interdisziplinäre Zusammenarbeit, neue Entwicklungen auf den Gebieten der digitalen Informationsverarbeitung, der komplexen Simulationen und der Analyse komplexer Daten entsteht Potenzial zur Gewinnung von neuen Erkenntnissen in daten- und simulationsgetriebenen Wissenschaften. In Simulation- und Data Life Cycle-Labs des Programms Supercomputing & Big Data werden in gemeinsamer, anwendungsnaher, interdisziplinärer Forschungs- und Entwicklungsarbeit Simulationsmodelle bis zur höchsten Leistungsklasse skaliert und innovative Datenmanagement-Methoden erforscht und entwickelt. Diese Sim & Data Labs werden durch methodische, technologienahe Querschnittsteams und ausgewählte Forschungsgruppen in Pilotgebieten wie beispielsweise Quantencomputing, Performance Engineering, Förderiertes Computing, Exascale Numerik oder Machine Learning ergänzt. Damit konnten beeindruckende Ergebnisse unter anderem in den Anwendungsgebieten Neurowissenschaften, Materialforschung, Klimaforschung oder der Energieforschung erzielt werden. So wurden für die Materialforschung Methoden des Hoch- und Höchstleistungsrechnens mit Data Science und Software Engineering kombiniert, um neue skalierbare Umgebungen basierend auf Workflows und adaptiven, block-strukturierten Gittern zu entwickeln (siehe Abbildung). Diese werden eingesetzt, um Anwendungsfälle der höchsten Anforderungsklasse, wie etwa im virtuellen Materialdesign, auf den leistungsfähigsten Supercomputern zu simulieren (siehe Abbildung).

In den Neurowissenschaften wurden gemeinsam mit IT-Fachkräften neue Modelle entwickelt um skalenübergreifend Hirnfunktionen zu simulieren – von morphologischen Zellen bis hin zum gesamten Gehirn. Um leistungsmäßig bis zur Exa-Skala simulieren zu können, sind neue domänen-spezifische Sprachen und modulare, interaktive Workflow-Umgebungen Teil der aktuellen Forschung; dies schließt eine Fusion von Daten aus Simulationen (große Modellrechnungen) und Experimenten (Kohortenstudien) ein.





## FORSCHUNGSBEREICH LUFTFAHRT, RAUMFAHRT UND VERKEHR

### Hochautomatisierung und Vernetzung verschiedenster Systeme

Automatisierung und Vernetzung bringen große Vorteile mit sich und setzen sich auf Grund dessen in vielen Anwendungsfeldern durch. Robotische Systeme unterstützen Menschen bei zahlreichen Anwendungen, sollen Aufgaben der Fortbewegung und Interaktion mit der Umwelt in einer möglichst autonomen Art und Weise ausführen – in Raumfahrt, Produktion, Medizintechnik und Pflege. Sie ermöglichen es den Menschen, wirkungsvoll, effizient und sicher mit der Umwelt zu interagieren. Ein zentraler Aspekt ist dabei die Mensch-Roboter-Interaktion, die sowohl auf physischer als auch auf kognitiver Ebene abläuft. Ein weiteres wichtiges Forschungsziel ist es, Robotern das Wissen über ihre eigenen Fähigkeiten zu vermitteln. Im Projekt Factory of the Future werden innovative und flexible Produktionsketten entwickelt, vom digitalen Modell bis hin zu einer rekonfigurierbaren Fabrik mit automatisiert hergestellten, individualisierten Produkten.

Unbemannte Luftfahrzeuge werden eine immer größere Rolle spielen. Der Weg vom heutigen Zweipersonen-Cockpit hin zum ferngeführten Frachtflugzeug ist vorgezeichnet und führt über die Zwischenstufen Einpersonen-Cockpit, bedarfsweise besetztes Cockpit (OPV: Optionally Piloted Vehicle) und ferngesteuertes Frachtflugzeug (RPAS: Remotely Piloted Aircraft System). Luftfahrzeugsysteme für den unbemannten Transport von Gütern und deren Integration in den bestehenden Luftraum bilden daher ein weiteres Fokusfeld der Forschung. Dabei umfasst das Luftfahrzeugsystem auch die benötigte Infrastruktur, insbesondere die Kontrollstation sowie satellitenbasierte Datenverbindungen und Positionsbestimmungen. Auch auf dem Boden wird der Verkehr der Zukunft hochautomatisiert und vernetzt, resilient, domänenübergreifend und kooperativ sein. Hinsichtlich der Akzeptanz hochautomatisierter Systeme werden neue Methoden des Verkehrsmanagements genauso erprobt wie hochautomatisierte und vernetzte Fahrzeuge – sowohl in der Simulation als auch in der Realität. Ein weiteres Ziel ist ein intelligentes Verkehrsmanagementsystem. Dazu gehört eine präzise dreidimensionale digitale Abbildung von Verkehrswegen, um hochautomatisierten Fahrzeugen einen Abgleich der sensorgenerierten Umgebungsdaten zu ermöglichen und die Sicherheit dieser Systeme zu erhöhen.

Der Forschungsbereich ist mit seinen kombinierten Anstrengungen in Luftfahrt-, Raumfahrt- und Verkehrsforschung unter den Spitzenreitern in der Entwicklung von hochautomatisierten und vernetzten Systemen.



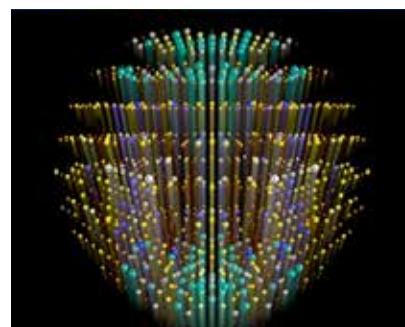
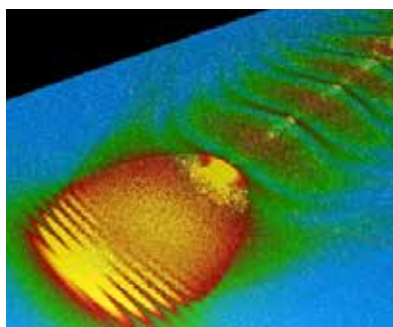
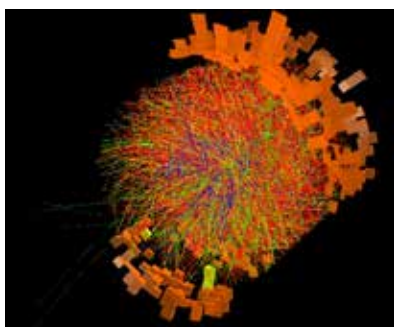
## FORSCHUNGSBEREICH MATERIE

Komplexe Systeme, komplexe Daten analysieren

Der Forschungsbereich Materie mit seiner Vielzahl von Großforschungsanlagen ist seit Jahrzehnten Vorreiter in der Digitalisierung der Forschung und im Umgang mit großen Datenmengen. Dies gilt für die schnelle Aufnahme und Filterung von Daten ebenso wie für komplexe Datenanalysen mit den neuesten verfügbaren Methoden und die Datenarchivierung. Prominente Beispiele sind umfangreiche Softwareentwicklungen zum Datenmanagement wie das Datenmanagementsystem dCache oder die Detektorsimulationssoftware LCIO, Analysepakete wie FAIRoot oder der Analysesoftware Stack ALPAKA, ein Softwarestack zur einheitlichen Programmierung heterogener Multiprozessor-Systeme. Schon heute gehören umfangreiche Simulationen in der Lattice QCD oder der Plasmasimulation, wie etwa PIConGPU und FBPIC ebenso zum typischen Handwerkszeug der Forschung wie eine ausgefeilte Datenanalyse von Millionen von Sensordaten aus Beschleunigern.

Im Forschungsbereich Materie werden heute umfangreiche Analyseinfrastrukturen betrieben und weiterentwickelt. Datenvolumina von bis zu 100 Petabyte pro Jahr stellen dabei erhebliche Anforderungen an die Digitale Infrastruktur der Zentren und verlangen eine enge Abstimmung mit den Betreibern der Forschungsgeräte. Das betrifft zum einen die TIER-Höchstleistungsrechenzentren, die vornehmlich die Experimente am weltgrößten Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider (LHC) unterstützen und in den Verbund Worldwide LHC Computing Grid (WLCG) eingebunden sind. Zum anderen betrifft es die direkte Anbindung der Experimente in den Zentren, beispielsweise das Röntgenmikroskop PETRA III, die Strahlungsquelle ELBE oder auch den Laser European XFEL.

Wenn die Herausforderungen der Digitalisierung erfolgreich angegangen werden, kann die Wissenschaft künftig komplexe Systeme mit nie dagewesener räumlicher und zeitlicher Auflösung in ihrer Struktur und Dynamik untersuchen und verstehen. Die nächste Generation von Großgeräten und Observatorien wie PETRA IV, BESSY VSR, BESSY III, FAIR, ESS, CTA, HL-LHC und DALI soll dies ermöglichen. Der Forschungsbereich hat im Programm Matter & Technology das Topic Data Management and Analysis geschaffen, um die hierfür notwendigen Kooperationen zu institutionalisieren.



## HELMHOLTZ-INKUBATOR INFORMATION & DATA SCIENCE

Um ihre herausragenden Kompetenzen und enormen Datenschätze zusammenzuführen und zu erweitern, hat die Helmholtz-Gemeinschaft im Jahr 2016 den Inkubator Information & Data Science ins Leben gerufen. Hier werden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aller Zentren zusammengebracht und durch Expertinnen und Experten aus forschenden Unternehmen unterstützt. Mit dem Inkubator verfolgt Helmholtz das Ziel, kreative Köpfe aus der gesamten Gemeinschaft regelmäßig miteinander in Interaktion zu bringen, Grundlagen für innovative, interdisziplinäre Netzwerke und Ansätze zu schaffen sowie zukunftsweisende Themenfelder und disruptive Pilotprojekte zu identifizieren. Außerdem planen und begleiten die am Inkubator beteiligten Fachleute langfristig angelegte, mehrwertstiftende Aktivitäten sowie Plattformen und konkretisieren die Helmholtz-Digitalisierungsstrategie.

### **Information & Data Science-Pilotprojekte**

Zur Stärkung der informations- und datenbasierten Forschung der Gemeinschaft katalysiert der Inkubator die Entwicklung von zukunftsweisenden Projekten, welche die üblichen Disziplin- und Forschungsbereichsgrenzen überwinden.

Beispielhaft verfolgt das Pilotprojekt Helmholtz Analytics Framework eine systematische Entwicklung domänenspezifischer Datenanalysetechniken in einem Co-Design-Ansatz unter Beteiligung von Domänenwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern sowie Informationsfachleuten. In anspruchsvollen Anwendungsfällen wie der Erdsystemmodellierung, der Strukturbiologie, der Luft- und Raumfahrt, der medizinischen Bildgebung oder den Neurowissenschaften entsteht damit das Potenzial zu wissenschaftlichen Durchbrüchen und neuem Wissen. Schließlich soll der Austausch von Methoden zwischen einzelnen wissenschaftlichen Bereichen zu einer Verallgemeinerung und Standardisierung führen. Das Helmholtz Analytics Framework kooperiert eng mit der bereits etablierten Helmholtz Data Federation (HDF), einer förderierten Forschungsdaten-Infrastruktur mit modernster Daten-Speicher- und Analyse-Hardware.

### **Information & Data Science-Plattformen**

Der Inkubator stieß einen gemeinschaftsweiten Diskussionsprozess an und schlug dauerhaft angelegte Plattformen zur gemeinschaftsweiten Bearbeitung ausgesuchter hochrelevanter Felder vor. In diesem Prozess wurden daraufhin fünf Themenfelder von besonderer strategischer Bedeutung für die gesamte Gemeinschaft identifiziert, in denen in den nächsten Jahren Plattformen aufgebaut werden.



- HIDA – Plattform für wissenschaftlichen Nachwuchs: Helmholtz schafft ein neuartiges Netzwerk postgradualer Ausbildung, das auf sechs regionalen Helmholtz Information & Data Science Schools (HIDSS) mit insgesamt über 250 neuen Stellen für Promovierende aufbaut. Die Förderung wird an der Schnittstelle zwischen Domänenforschung und Information & Data Science in enger Zusammenarbeit mit Partner-Universitäten auf höchstem Niveau betrieben. Die Helmholtz Information & Data Science Academy (HIDA) agiert als ein Helmholtz-weiter Verbund. Der Verbundcharakter gewährleistet, dass die regionalen Aktivitäten durch passgenaue Verbindungen der Forschenden mehrwertstiftende Netzwerke bilden.
- HAICU – Plattform für Künstliche Intelligenz & Maschinelles Lernen: Helmholtz investiert massiv in ein zukunftsweisendes Netzwerk für Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen. Die Helmholtz Artificial Intelligence Cooperation Unit (HAICU) besteht aus einer zentralen und fünf lokalen Einheiten an verschiedenen Helmholtz-Zentren. Durch die Stärkung der KI in allen sechs Forschungsbereichen setzt Helmholtz gezielt auf die Entwicklung dieser Spitzentechnologien zur Lösung großer gesellschaftlicher Herausforderungen.
- HIP – Plattform für Bilddatentechnologien: Es ist für sämtliche Felder moderner Forschung von essenzieller Bedeutung, bildgebende Verfahren und intelligente Methoden zur Analyse von Bilddaten zu beherrschen. Die Helmholtz Imaging Platform (HIP) zielt darauf ab, Helmholtz als einen führenden Anbieter, Entwickler und wissenschaftlichen Nutzer von wegbereitender Technologie im Bereich der wissenschaftlichen Bildgebung und Bildanalyse zu positionieren.
- HMC – Plattform für Metadaten & Wissenssysteme: Um Wissen aus der stetig steigenden Komplexität und Vielfalt von Daten zu generieren, die Ergebnisse zu reproduzieren und sie besser nutzen zu können, ist ein zukunftsweisendes Metadaten-Management erforderlich. Vielversprechende Ansätze aus allen Forschungsbereichen werden auf der Helmholtz Metadata Collaboration (HMC) Plattform verfügbar gemacht.
- HIFIS – Plattform für Basistechnologien und grundlegende Dienste: Forscherinnen und Forscher erhalten ein schnelles Netzwerk zwischen den Helmholtz-Zentren, einen Daten- und Anwendungszugriff auf der Basis von Cloud-Diensten und Unterstützung in der Software-Entwicklung – Grundlagen für modernste datenbasierte Forschungsvorhaben.

## OPEN SCIENCE

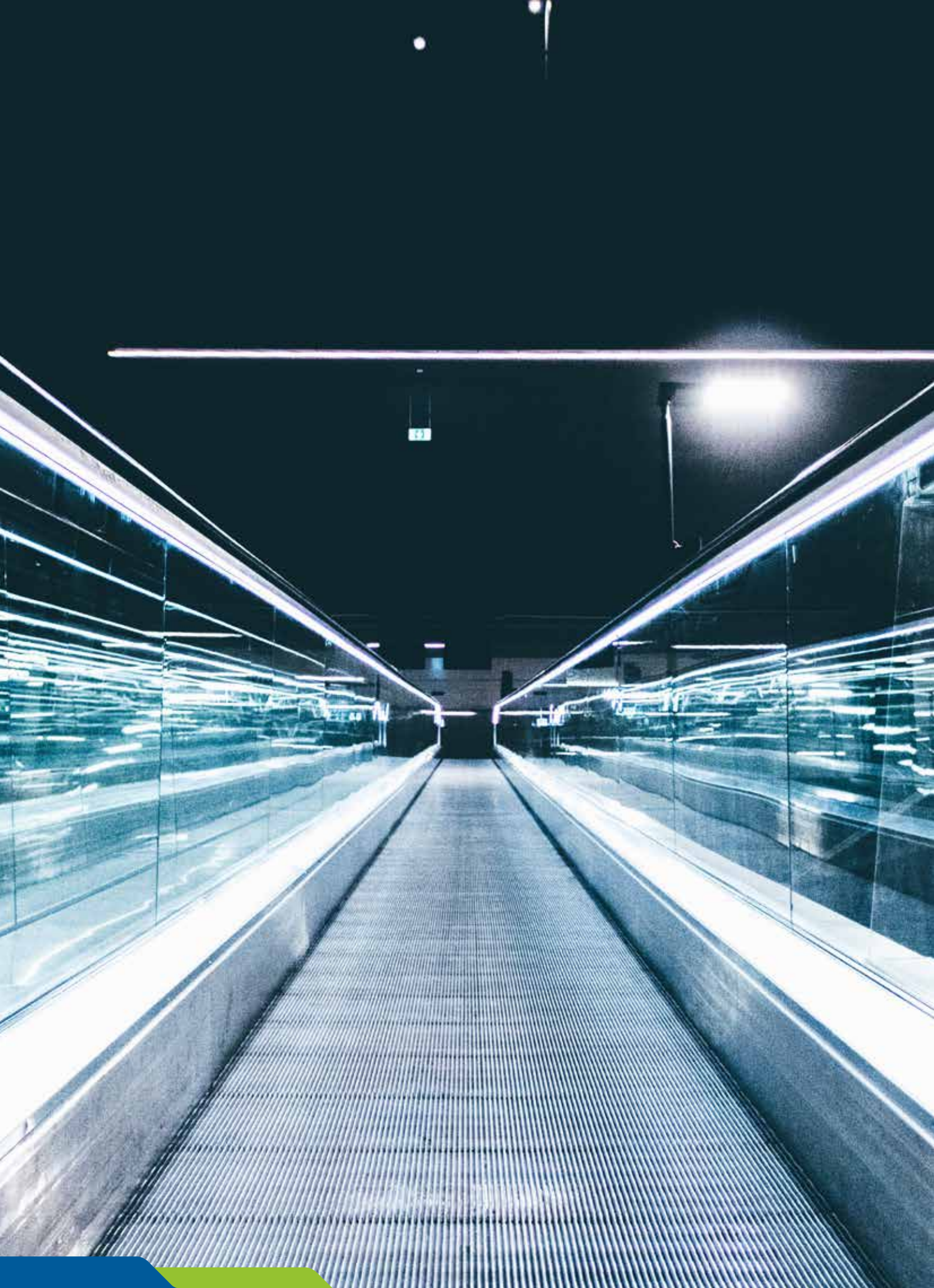
Kulturwandels hin zu Open Science als Partner aller an diesem Prozess beteiligten Akteure in der Helmholtz-Gemeinschaft. Es fördert den Dialog zum Thema, gibt Impulse in die Gemeinschaft hinein und vertritt die Helmholtz-Positionen zu Open Science auf nationaler und internationaler Ebene.

Durch die Vernetzung von Akteuren aus Wissenschaft, Informationsinfrastruktur und Administration fördert das Büro den fachlichen Austausch sowie die Entwicklung von Positionierungen rund um die Chancen und Herausforderungen von Open Science innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft. Dieses Angebot eines Forums ist entscheidend, um die Kompetenzen der Akteure zu integrieren und für das gesamte Wissenschaftsspektrum in der Helmholtz-Gemeinschaft gewinnbringend einzusetzen.

Das Open Science Büro agiert als Impulsgeber, der relevante Entwicklungen aufgreift, einordnet und mögliche Handlungsoptionen aufzeigt. Als Kommunikationsmittel dienen individuelle Beratungen, die Arbeit in und mit den Gremien der Gemeinschaft und die Aufbereitung und Vermittlung relevanter Themen für diverse Zielgruppen, beispielsweise für die Doktorandeninitiative Helmholtz Juniors.

Das Open Science Büro dient schließlich der Interessenvertretung der Helmholtz-Gemeinschaft in externen Gremien und Organisationen. So werden zum Beispiel in der Schwerpunktinitiative Digitale Information der Allianz der deutschen Wissenschaftsorganisationen, auf europäischer Ebene in der European Association of Research and Technology Organisations (EARTO) und in der global agierenden Research Data Alliance (RDA) die Positionen der Helmholtz-Gemeinschaft nach außen vermittelt und die Abstimmung mit externen Akteuren bei der Entwicklung von Open Science gefördert. Das Engagement des Open Science Büros in der Deutschen Initiative für Netzwerkinformation (DINI) korrespondiert mit der wachsenden Bedeutung neuer Kooperationsmodelle der Helmholtz-Gemeinschaft mit den deutschen Hochschulen.





## KAPITEL III – STRATEGIEPROZESS IN DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Die Digitalisierung schafft neue große Herausforderungen, denen sich die Helmholtz-Gemeinschaft mit der in Kapitel I entwickelten Vision und den gesetzten Zielen in den nächsten Jahren stellen möchte. Zu einer erfolgreichen Umsetzung von Vision und Zielen bedarf es eines umfangreichen Prozesses, der Konzeption, Implementierung und kontinuierliche Reflektion von Maßnahmen anhand der sechs in der Vision beschriebenen Leitfragen umfasst.

Die Helmholtz-Gemeinschaft besitzt eine große Expertise auf zahlreichen Gebieten. Wie in Kapitel II dargelegt, widmen sich die Zentren, die Forschungsbereiche, der Helmholtz-Inkubator und das Open Science Büro bereits jetzt den Herausforderungen und Möglichkeiten der Digitalisierung. Dabei hebt die Helmholtz-Gemeinschaft das große Potenzial der interdisziplinären Zusammenarbeit in forschungsbereichsübergreifenden Ansätzen. Jedes Zentrum und jeder Forschungsbereich wird sich aktiv in den Prozess einbringen, seine fachspezifische Expertise bereitstellen und weitergeben, um somit innovative Lösungsbeiträge zu den großen Herausforderungen gemeinsam zu entwickeln.

Der **Forschungsbereich Information** wird sich als ein Nukleus im weiteren Prozess positionieren. Er befasst sich zukünftig mit der Forschung und Entwicklung von innovativen grundlegenden Algorithmen, Methoden, Werkzeugen und Konzepten für die sichere und vertrauenswürdige Erstellung, Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Analyse und Wiederverwendung von Informationen in einem integrativen Ansatz in natürlichen, technischen, kognitiven und sozialen Systemen. Diese Forschung erstreckt sich von der Ebene der Entwicklung biologischer Systeme (insbesondere des menschlichen Gehirns) über die Erforschung neuer Materialien und physikalischer Konzepte bis hin zur Integration des dort erlangten Wissens in die nächste Generation von Computern. Im Rahmen der Helmholtz-Digitalisierungsstrategie ist der Forschungsbereich Information daher ein wichtiger Taktgeber für alle drei in der Vision beschriebenen Rollen: Erstens wird er als Initiator neue und bestehende methodische und technologische Lösungen (weiter-)entwickeln, beispielsweise skalierbare Algorithmen für Simulation und (Big) Data Analytics, KI, Forschungsdatenmanagement und IT-Sicherheit. Zweitens wird er als Ermöglicher Informationsinfrastrukturen entwickeln und bereitstellen, um die Umsetzung innovativer digitalisierter Forschungsprozesse in verschiedenen Wissenschaftsgebieten zu fördern. Und drittens wird er als Akteur herausragende Ergebnisse in erkenntnis- und lösungsorientierten, interdisziplinären Forschungsansätzen erarbeiten. Beispielhaft zu nennen sind hier Materialwissenschaften und Quanteninformation, Biophysik, Strukturbioogie und Neurowissenschaften, die Simulation des menschlichen Gehirns, das digitale Materialdesign oder die umfassende Modellierung des Systems Erde. Außerdem wird der Forschungsbereich seine Expertise bei Technikfolgenabschätzung und verantwortungsvoller Forschung und Innovation einbringen, um Chancen und Risiken auf dem Weg von Daten zu Wissen und Handeln zu verdeutlichen.

Im **Forschungsbereich Energie** wird das Thema Digitalisierung der Energiewende (unter Einbeziehung des Forschungsbereichs Information) intensiv bearbeitet. Derzeit werden personelle und infrastrukturelle Ressourcen im Bereich Digitalisierung und Datenmanagement aufgebaut. Wesentliche Arbeitsschwerpunkte sind die Nutzung von Höchstleistungsrechnern sowie die Analyse der Anforderungen bei der effizienten Auswertung immer größerer Datenmengen mit KI-Algorithmen; die Nutzung von digitalen Plattformen für die Energiematerialforschung; daten- und modellgetriebene Ansätze zu Verständnis, Vorhersage und Kontrolle des Plasmaverhaltens in der Kernfusion; außerdem die Weiterentwicklung von Open Access Referenzdatenbanken für Sicherheitsanalysen. In allen Programmen wird eine Ansprechperson für Digitalisierung und Datenmanagement benannt, die die Digitalisierungsstrategie und die notwendige forschungsbereichsübergreifende Zusammenarbeit unterstützt. Daneben wird der Forschungsbereich Energie bis Ende 2021 eine übergreifende Strategie zu Open Access, Open Data und Open Source entwickeln.

Der **Forschungsbereich Erde und Umwelt** stellt sich den Herausforderungen des Digitalen Wandels, indem er die Integration von Daten und Workflows vorantreibt, Schnittstellen zwischen Beobachtungsdaten und Erdsystem-Modellierungen verbessert, und einen einfachen und offenen Zugang zu Daten, Repositorien und Software bereitstellt. Der Forschungsbereich entwickelt werthaltige Dienste für wissenschaftliche Nutzer, Politik, Industrie und Bürger, integriert vorhandene Lösungen und verstärkt die Digitalisierung seiner Forschungsinfrastrukturen für externe Nutzerinnen und Nutzer. Gemeinsam mit den Universitäten bildet er die nächste Generation von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus, fördert Talente und trainiert in Data Science-Schulen die nächste Generation von Forschenden. Mittels einer übergreifenden Governance stellt sich der Fachbereich Erde- und Umwelt dem Kulturwandel hin zu Open Access, Open Data und Open Software, entwickelt Kapazitäten in Digitaltechnologien und qualifiziertem Personal. Er betreibt international wettbewerbsfähige, kollaborative Erdsystemforschung durch Digitaltechnologien, Datenmethoden, Qualitätssicherung und Standards.

Der digitale Wandel eröffnet auch im **Forschungsbereich Gesundheit** eine Fülle von Möglichkeiten in der Vernetzung und Analyse von Daten. Der Umgang mit personenbezogenen Daten stellt jedoch besondere Anforderungen an die Sicherheit und unterliegt nationalen und internationalen rechtlich definierten Rahmenbedingungen, die mit denen anderer Forschungsbereiche nicht vergleichbar sind. Die Gesundheitszentren der Helmholtz-Gemeinschaft gestalten diese Herausforderungen im Spannungsfeld mit der besonderen ethischen Verantwortung für das Wohl der Menschen mit. Sie haben den Anspruch, sich als Referenz zu positionieren, um die Chancen der Digitalisierung für eine internationale Spitzenforschung im Gesundheitsbereich umfassend zu erschließen und zu nutzen.



Der **Forschungsbereich Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr** hat bereits mit der im Jahr 2017 verabschiedeten Strategie 2030 des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt einen wichtigen Schritt in Richtung Digitalisierung getan. Mit der konsequenten strategischen Weiterentwicklung der eigenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Abstimmung mit den Partnern in Staat, Wissenschaft und Industrie sowie mit neuen Strukturen und Ansätzen stärkt der Forschungsbereich den Standort Deutschland im globalen Wettbewerb und hilft, den digitalen Wandel aktiv mitzugestalten. Im Rahmen der Strategie 2030 wurde beispielsweise ein neuer Querschnittsbereich eingerichtet, der in Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr alle Aktivitäten und Kompetenzen mit Bezug zur Digitalisierung bündelt. So wird ein über die bestehenden Schwerpunkte hinausgehender technologischer Mehrwert geschaffen. Dieser eingeschlagene Weg wird konsequent beschritten und angestoßene Entwicklungen werden auch zukünftig stringent vorangetrieben. Damit stellt sich der Forschungsbereich den enormen Herausforderungen in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft und hilft, die Potenziale der Digitalen Transformation zu nutzen.

Die fortschreitende Digitalisierung im **Forschungsbereich Materie** ist zwingend erforderlich, um die wissenschaftlichen Potenziale moderner Forschungsgroßgeräte im Bereich der Grundlagenforschung und den vielen Anwendungsforschungsfeldern vollständig zu heben. Der Austausch und die Vernetzung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern durch moderne kollaborative Methoden und Werkzeuge spielen dabei im Forschungsbereich Materie eine herausragende Rolle. Mit dem neuen Topic Data Management and Analysis im Programm Matter & Technologies bündelt der Forschungsbereich seine Kräfte, um die Chancen der Digitalisierung für die Arbeit an seinen Großforschungsanlagen optimal zu nutzen.

Durch die konsequente Umsetzung der Ziele des **Inkubators Information & Data Science** baut die Helmholtz-Gemeinschaft die eigenen Stärken in der Digitalisierung weiter aus. Sie leistet so entscheidende Beiträge dazu, die programmorientierte Forschung in einer internationalen Spitzenposition zu halten sowie in einem hochattraktiven Themenfeld Anknüpfungspunkte für eine Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern zu bieten. -Das initiierte Framework wird zielgerichtet ausgebaut und soll gemeinschaftsweite Lösungen erarbeiten. Zur Steuerung und Evaluierung wird eine Governance-Struktur etabliert. Expertinnen und Experten des Inkubators werden sich in den Prozess zur weiteren Erarbeitung und Ausgestaltung der Strategie einbringen – insbesondere langfristig angelegte, mehrwertstiftende Aktivitäten sowie Plattformen planen und begleiten, die die Helmholtz-Digitalisierungsstrategie stärken und konkretisieren.

Der weitere **Verlauf des Strategieprozesses** wird stark von der Notwendigkeit bestimmt, Synergien zwischen den sechs Forschungsbereichen sowie dem Inkubator zu identifizieren und auszunutzen. Letztlich soll sichergestellt werden, dass die Gemeinschaft ihr Potential vollständig hebt.

Das Positionspapier liegt bei der Strategischen Bewertung der Forschungsbereiche vor (ab September 2019). Im Weiteren werden Desiderate sowie laufende und geplante Aktivitäten der Helmholtz-Zentren Gegenstand einer detaillierten Analyse sein. Auf dieser Basis sollen sich die Forschungsbereiche im Laufe des Jahres 2020 koordinieren und ihre Ergebnisse auf Helmholtz-Ebene aggregieren. Eine gemeinschaftsübergreifend gebildete Task Force identifiziert Felder, auf denen eine verstärkte Zusammenarbeit sinnvoll ist, und entwickelt dafür konkrete Maßnahmen und Instrumente. Deren Abbildung in Projekten zur arbeitsteiligen Umsetzung durch die Akteure sowie die Erarbeitung eines „selbstorganisierenden“ Monitoring-Prozesses im Rahmen der vierten Periode programmorientierter Förderung (PoF IV) leiten im Jahr 2021 die Strategieumsetzung ein.

Mit diesen Schritten will die Helmholtz-Gemeinschaft sich aufstellen, strategische Ziele auf einer Roadmap selbst stecken und operativ umsetzen sowie die zukünftige Weiterentwicklung durch einen agilen Prozess sichern.





## IMPRESSUM

### Herausgeber

Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft  
Deutscher Forschungszentren e.V.

### Sitz der Helmholtz-Gemeinschaft

Ahrstraße 45, 53175 Bonn, Germany  
Phone: +49-228-30818-0,  
Fax: +49-228-30818-30  
E-Mail: [info@helmholtz.de](mailto:info@helmholtz.de)  
[www.helmholtz.de](http://www.helmholtz.de)

### V.i.S.d.P.

Prof. Dr. Wolfgang Marquardt

### Projektkoordination

Dr. Sonja Holl-Supra  
Dr. Sven Rank  
Dr. Sören Wiesenfeldt

### Bildnachweise

S.5: Joshua Sortino on Unsplash; S.7: XFEL; S.10: Head Office/Elena Hungerland;  
S.13: Marius Masalar on Unsplash; S.15: KIT; S.16: AWI; S.17: HZI; S.18: KIT;  
S.19: DLR (CC-BY 3.0)/DLR (CC-BY 3.0)/DLR; S.20: HZDR; S.22: Nicepik;  
S.24: Tomasz Frankowski on Unsplash.

### Stand

19. August 2019

[www.helmholtz.de](http://www.helmholtz.de)

