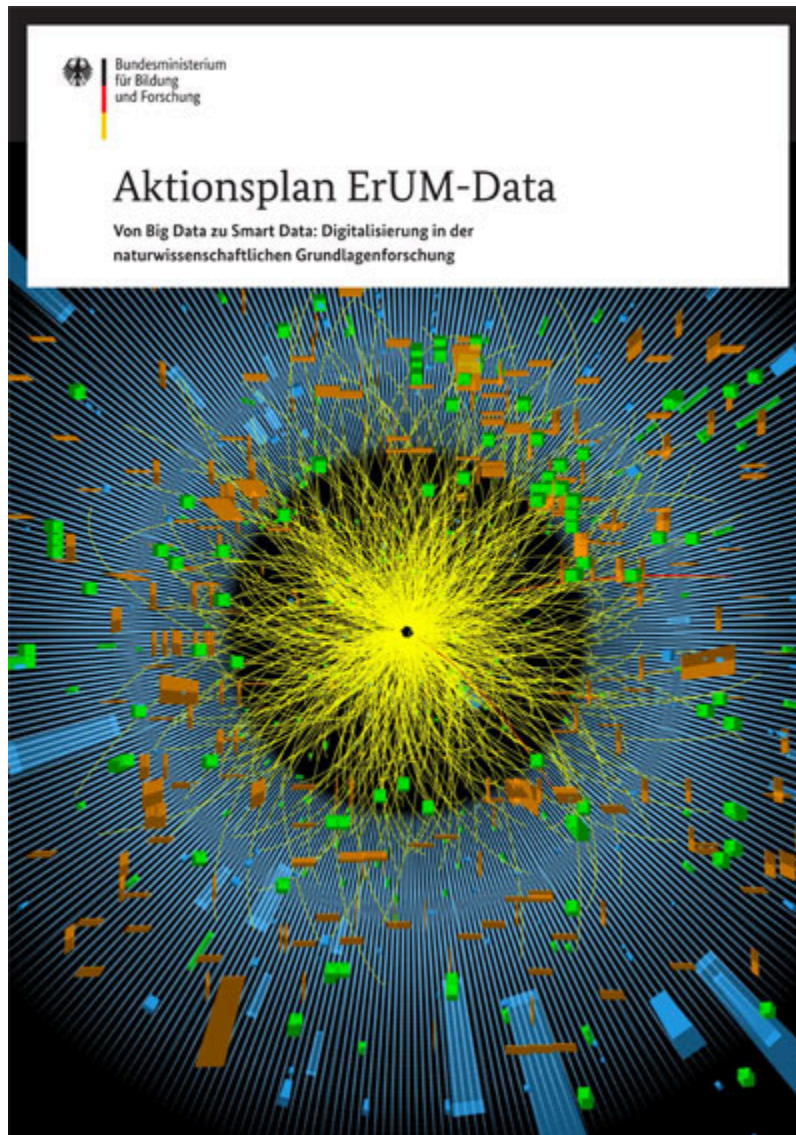


(english below)



Ab dem 1. November 2025 beteiligen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Karlsruhe Center for Elementary Particle and Astroparticle Physics (KCETA) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) an insgesamt sechs neuen Verbundprojekten zur Digitalisierung in der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung und bringen Expertinnen und Experten aus Physik, Informatik und Ingenieurwissenschaften zusammen. Mit der Förderlinie ErUM-Data schafft das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) den Rahmen, um das Potenzial von Daten und Digitalisierung bei der Erforschung von Universum und Materie an großen Forschungsinfrastrukturen voll auszuschöpfen. Der Schwerpunkt liegt auf der interdisziplinären Entwicklung und dem Transfer digitaler Werkzeuge und Kompetenzen.

Zwei der sechs Verbundvorhaben werden vom Institut für Experimentelle Teilchenphysik (ETP) am KIT koordiniert. Die beteiligten KCETA-Institute, darunter neben dem ETP das Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV), das Institut für Astroteilchenphysik (IAP), das Institut für

Beschleunigerphysik und Technologie (IBPT) und das Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE), erhalten insgesamt 3.1 Millionen Euro Fördermittel für ihre Teilprojekte. Neben den geförderten Partnerinstitutionen beteiligen sich oft weitere assoziierte Partner an den Verbundprojekten. Diese Einrichtungen bringen wissenschaftliche Expertise, Daten oder Infrastruktur in die Zusammenarbeit ein, erhalten jedoch keine eigenen Fördermittel. Ihre Mitwirkung erweitert die wissenschaftliche Reichweite der Projekte oder stärkt den Wissenstransfer zwischen Grundlagenforschung und angewandter Technologieentwicklung.

Verbundprojekt „Steigerung der Dateneffizienz in eingebetteten Prozessoren durch künstliche Intelligenz“ (DEEP)

Der Forschungsverbund DEEP wird von Prof. Dr. Torben Ferber am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) koordiniert und entwickelt neue Lösungen für ultraschnelle Echtzeit-KI. Am KIT sind das Institut für Experimentelle Teilchenphysik (ETP) sowie das Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Jürgen Becker beteiligt. Ziel ist es, die entwickelten Technologien an Großforschungsanlagen einzusetzen und langfristig für Wissenschaft und Industrie nutzbar zu machen.

Im Fokus stehen eingebettete Parallelprozessoren und System-on-a-Chip-Hardware der nächsten Generation, insbesondere die AMD Versal-Architektur. Neu und strategisch bedeutsam ist die enge Zusammenarbeit mit SiMa.ai Deutschland (Stuttgart) als Industriepartner, die den Transfer modernster KI-Technologien aus der Forschung in industrielle Anwendungen stärkt und zum Aufbau nachhaltiger technologischer Kompetenzen in Deutschland beiträgt.

Weitere Partner im Verbund sind die Technische Universität Hamburg, die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg sowie die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Die entwickelten Lösungen werden bei Belle II, LHCb, AMBER, ESS, European XFEL und PETRA III/IV unter realen Bedingungen getestet.

Assoziierte Partner bei DEEP sind die SICK AG (Waldkirch) sowie das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY (Hamburg).

Verbundprojekt „Domänenübergreifende Vernetzung: KI-basierte, detektorunabhängige Rekonstruktions-Frameworks für hochdimensionale, topologisch komplexe Daten“ (BRAID)

Der Forschungsverbund BRAID, koordiniert von Prof. Dr. Jan Kieseler am KIT, entwickelt neuartige KI-Methoden für die datengetriebene Rekonstruktion in der Teilchen-, Hadronen- und Astroteilchenphysik. Ziel ist ein detektorunabhängiges („agnostisches“) Framework, das komplexe Sensordaten mittels Graph- und Transformer-Netzwerken effizient verarbeitet und dabei physikalische Gesetzmäßigkeiten respektiert.

Durch adaptive Dimensionalitätsreduktion und offene, standardisierte Datensätze werden domänenübergreifende Anwendungen von der Grundlagenforschung bis zur Medizintechnik ermöglicht. Weitere Partner sind die RPTU Kaiserslautern-Landau, die TU Dortmund und das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung. Das Konsortium stärkt die Brücke zwischen Physik und Informatik und leistet einen Beitrag zu nachhaltiger, offener und energieeffizienter KI-gestützter Wissenschaft.

Assoziierter Partner ist die inomed Medizintechnik GmbH (Emmendingen).

Verbundprojekt „Nachhaltige Föderierte Compute-Infrastrukturen“ (SUSFECIT)

Der Forschungsverbund SUSFECIT, koordiniert an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, erforscht neue Konzepte für ein energieeffizientes Rechenzentrumsmanagement in enger Zusammenarbeit mit dem GridKa am Scientific Computing Center (SCC). Im Mittelpunkt steht die Entwicklung eines „atmenden Rechenzentrums“, das Rechenkapazitäten dynamisch an die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien anpasst.

Durch intelligente Orchestrierung und die Optimierung von CPU-Taktfrequenzen sollen Energieverbrauch und CO₂-Fußabdruck deutlich reduziert werden. Die auf dem Ressourcen-Meta-Scheduler COBaID/TARDIS basierenden Entwicklungen fließen in internationale Infrastrukturen wie das Worldwide LHC Computing Grid ein und leisten damit einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltigen Digitalisierung der Wissenschaft.

Weitere Partner im Verbund sind die RWTH Aachen University, die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, das DESY, die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, die Georg-August-Universität Göttingen und das Öko-Institut e.V.

Assoziierte Partner sind das CERN (Genf) sowie am KIT das Institut für Astroteilchenphysik (IAP), das Institut für Beschleunigerphysik und Technologie (IBPT) und das Scientific Computing Center (SCC).

Verbundprojekt „Auf dem Weg zu schnellen Feedback-Mechanismen und autonomen Experimenten in der Synchrotron- und Neutronenforschung“ (FASTER)

Das Verbundprojekt FASTER, koordiniert an der Universität Siegen, hat das Ziel, autonome und unbeaufsichtigte Experimente in der Synchrotron- und Neutronenforschung zu entwickeln, um wissenschaftliche Erkenntnisse zu beschleunigen und die Strahlzeit effizienter zu nutzen. Ergebnisse werden über den ErUM-Data Hub zugänglich gemacht, um Kooperationen in der Wissenschaft zu fördern. Gleichzeitig wird eine Industriepartnerschaft angestrebt, um die entwickelten Technologien auch in anderen Bereichen nutzbar zu machen. Das Projekt verwirklicht erste Schritte hin zu autonomen Experimenten in der Synchrotron- und Neutronenforschung, um damit Forschungseffizienz und Datenqualität zu steigern.

Das Laboratorium für Applikationen der Synchrotronstrahlung in der Beschleunigerphysik und das Institut für Beschleunigerphysik und Technologie (IBPT) tragen im Projekt und in Kooperation mit den Verbundpartnern mit Machine-Learning-Algorithmen, deren Optimierung, FPGA-basierter Datenanalyse und Steuerung sowie mit schnellen Kontrollsystemen an Beschleunigern und deren Übertragung bei.

Partner im Verbund sind neben der Universität Siegen und dem KIT, die Eberhard Karls Universität Tübingen, die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, das Helmholtz-Zentrum hereon GmbH, das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY) sowie das Unternehmen TXproducts UG in Hamburg.

Verbundprojekt “Informationsfeldtheorie für Experimente an Großforschungsanlagen” (ErUM-IFT2)

Das Verbundprojekt ErUM-IFT2, koordiniert am Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching, baut auf den Erfolg des zuvor geförderten ErUM-IFT-Projekts auf und befasst sich mit der Anwendung von Methoden der Informationsfeldtheorie im Kontext von Experimenten der Großforschung. Das Projekt

umspannt dabei ein breites Themenspektrum von der Astroteilchen- und Teilchenphysik über die Radioastronomie bis hin zur Physik der kondensierten Materie.

Am Institut für Astroteilchenphysik (IAP) des KIT liegt der Fokus auf der Entwicklung von hochpräzisen Modellen für die Signalpropagation von Radiowellen in antarktischem Eis durch Verknüpfung von Simulationen mit dem CORSIKA 8 Code mit Methoden der Informationsfeldtheorie. Solche Eismodelle sind die Grundlage für die Suche nach hochenergetischen Neutrinos über ihre Radioemissionen in dichten Medien in Detektoren wie IceCube-Gen2 und dem Radio Neutrino Observatory Greenland (RNO-G).

Partner im Verbund sind neben dem Max-Planck-Institut für Astrophysik das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY), das Forschungszentrum Jülich, die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, das Helmholtz-Zentrum hereon, die RWTH Aachen University, die Technische Hochschule Augsburg, die Technische Universität München, die Universität Bielefeld sowie die Universität Hamburg.

Assoziierter Partner ist die Erium GmbH.

Verbundprojekt “MorphoSphere – The Smart, Interactive Repository for Digitized Morphology”

Das Verbundprojekt MorphoSphere, koordiniert vom Laboratorium für Applikationen der Synchrotronstrahlung (LAS) am KIT, hat die Vision intelligente, interaktive Datenspeicher- und Analyse-Repositorien aufzubauen. Als Pilotanwendung wird die 3D-Bildgebung als eine wichtige Analysemethode in vielen Anwendungsbereichen betrachtet. Derzeit werden hier Petabytes an Rohdaten erzeugt, die einen Datenstau im Analyseprozess darstellen und den wissenschaftlichen Fortschritt in vielen Anwendungsbereichen verlangsamen. Um diesen Engpass zu überwinden, haben sich datenerzeugende Großgeräte, Daten- und Rechenzentren sowie wissenschaftliche Communities zusammengeschlossen.

KCETA-Wissenschaftler vom Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE) und vom Scientific Computing Center (SCC) realisieren im Projekt MorphoSphere ein verteiltes Big Data Management, das Speichersysteme miteinander virtuell verbindet. Sie implementieren eine effiziente Datenorganisation und Datenreduktion und entwickeln neue Ansätze für verteiltes maschinelle Lernen, die darauf abzielen, das Problem zu großer Datensätze für einen einzelnen Grafikprozessor zu überwinden, indem domänen-parallele neuronale Netze entwickelt werden.

Partner im Verbund sind neben dem KIT die Universität Heidelberg und das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY). 20 assoziierte nationale und internationale Partner, bestehend aus Forschungseinrichtungen, Synchrotronstrahlungsquellen und Museen, komplettieren den Verbund.

–

English version

Starting on November 1, 2025, scientists from the Karlsruhe Center for Elementary Particle and Astroparticle Physics (KCETA) at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT) will participate in a total of six new joint projects on digitization in basic scientific research, bringing together experts

from the fields of physics, computer science, and engineering. With the ErUM-Data funding line, the Federal Ministry of Research, Technology and Space (BMFTR) is creating the framework to fully exploit the potential of data and digitization in the exploration of the universe and matter at large research infrastructures. The focus is on the interdisciplinary development and transfer of digital tools and skills.

Two of the six joint projects are coordinated by the Institute of Experimental Particle Physics (ETP) at KIT. The participating KCETA institutes, including the ETP, the Institute for Information Processing Technology (ITIV), the Institute for Astroparticle Physics (IAP), the Institute for Accelerator Physics and Technology (IBPT), and the Institute for Process Data Processing and Electronics (IPE), will receive a total of €3.1 million in funding for their subprojects. In addition to the funded partner institutions, other associated partners often participate in the joint projects. These institutions contribute scientific expertise, data, or infrastructure to the collaboration, but do not receive their own funding. Their participation expands the scientific scope of the projects or strengthens the transfer of knowledge between basic research and applied technology development.

Joint project “Increasing data efficiency in embedded processors through artificial intelligence” (DEEP)

The DEEP research network is coordinated by Prof. Dr. Torben Ferber at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT) and develops new solutions for ultra-fast real-time AI. At KIT, the Institute for Experimental Particle Physics (ETP) and the Institute for Information Processing Technology (ITIV) under the direction of Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Jürgen Becker are involved. The goal is to use the developed technologies in large-scale research facilities and make them available for science and industry in the long term.

The focus is on embedded parallel processors and next-generation system-on-a-chip hardware, in particular the AMD Versal architecture. A new and strategically important development is the close cooperation with SiMa.ai Germany (Stuttgart) as an industrial partner, which strengthens the transfer of state-of-the-art AI technologies from research to industrial applications and contributes to the development of sustainable technological expertise in Germany.

Other partners in the consortium include the Technical University of Hamburg, the University of Freiburg, and the University of Bonn. The solutions developed will be tested under real conditions at Belle II, LHCb, AMBER, ESS, European XFEL, and PETRA III/IV.

Associated partners in DEEP are SICK AG (Waldkirch) and the German Electron Synchrotron DESY (Hamburg).

Joint project “Cross-domain networking: AI-based, detector-independent reconstruction frameworks for high-dimensional, topologically complex data” (BRAID)

The BRAID research consortium, coordinated by Prof. Dr. Jan Kieseler at KIT, is developing novel AI methods for data-driven reconstruction in particle, hadron, and astroparticle physics. The goal is to create a detector-independent (“agnostic”) framework that efficiently processes complex sensor data using graph and transformer networks while respecting physical laws.

Adaptive dimensionality reduction and open, standardized datasets enable cross-domain applications ranging from basic research to medical technology. Other partners include RPTU Kaiserslautern-Landau, TU Dortmund, and the GSI Helmholtz Center for Heavy Ion Research. The consortium strengthens the bridge between physics and computer science and contributes to sustainable, open, and energy-efficient AI-supported science.

The associated partner is inomed Medizintechnik GmbH (Emmendingen).

Joint project “Sustainable Federated Computing Infrastructures” (SUSFECIT)

The SUSFECIT research consortium, coordinated at the University of Freiburg, is investigating new concepts for energy-efficient data center management in close collaboration with GridKa at the Scientific Computing Center (SCC). The focus is on developing a “breathing data center” that dynamically adapts computing capacities to the availability of renewable energies.

Intelligent orchestration and optimization of CPU clock frequencies are intended to significantly reduce energy consumption and the carbon footprint. The developments, which are based on the COBaID/TARDIS resource meta-scheduler, are being incorporated into international infrastructures such as the Worldwide LHC Computing Grid, thereby making an important contribution to the sustainable digitization of science.

Other partners in the consortium are RWTH Aachen University, the University of Bonn, DESY, the University of Freiburg, the University of Göttingen, and the Öko-Institut e.V.

Associated partners are CERN (Geneva) and, at KIT, the Institute for Astroparticle Physics (IAP), the Institute for Accelerator Physics and Technology (IBPT), and the Scientific Computing Center (SCC).

Joint project “Towards fast feedback mechanisms and autonomous experiments in synchrotron and neutron research” (FASTER)

The FASTER joint project, coordinated at the University of Siegen, aims to develop autonomous and unattended experiments in synchrotron and neutron research in order to accelerate scientific findings and use beam time more efficiently. Results will be made available via the ErUM Data Hub to promote scientific collaboration. At the same time, an industrial partnership is being sought to make the developed technologies usable in other areas as well. The project is

taking the first steps toward autonomous experiments in synchrotron and neutron research in order to increase research efficiency and data quality.

The Laboratory for Applications of Synchrotron Radiation in Accelerator Physics and the Institute for Accelerator Physics and Technology (IBPT) are contributing to the project and cooperating with the consortium partners with machine learning algorithms, their optimization, FPGA-based data analysis and control, as well as fast control systems for accelerators and their transmission.

In addition to the University of Siegen and KIT, the partners in the consortium include Eberhard Karls University of Tübingen, Christian Albrecht University of Kiel, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH, the German Electron Synchrotron (DESY), and the company TXproducts UG in Hamburg.

Joint project “Information Field Theory for Experiments at Large Research Facilities” (ErUM-IFT2)

The joint project ErUM-IFT2, coordinated at the Max Planck Institute for Astrophysics in Garching, builds on the success of the previously funded ErUM-IFT project and deals with the application of methods of information field theory in the context of large-scale research experiments. The project covers a broad range of topics from astroparticle and particle physics to radio astronomy and condensed matter physics.

At the Institute for Astroparticle Physics (IAP) at KIT, the focus is on developing high-precision models for the signal propagation of radio waves in Antarctic ice by combining simulations with the CORSIKA 8 code with methods of information field theory. Such ice models form the basis for the search for high-energy neutrinos via their radio emissions in dense media in detectors such as IceCube-Gen2 and the Radio Neutrino Observatory Greenland (RNO-G).

In addition to the Max Planck Institute for Astrophysics, partners in the consortium include the German Electron Synchrotron (DESY), Forschungszentrum Jülich, Friedrich-Alexander University Erlangen-Nuremberg, Helmholtz-Zentrum hereon, RWTH Aachen University, Augsburg University of Applied Sciences, Technical University of Munich, Bielefeld University, and the University of Hamburg.

Erium GmbH is an associated partner.

Joint project “The Smart, Interactive Repository for Digitized Morphology” (MorphoSphere)

The joint project MorphoSphere, coordinated by the Laboratory for Synchrotron Radiation Applications (LAS) at KIT, has the vision of establishing intelligent, interactive data storage and

analysis repositories. As a pilot application, 3D imaging is considered an important analysis method in many areas of application. Currently, petabytes of raw data are being generated here, which represent a data bottleneck in the analysis process and slow down scientific progress in many areas of application. To overcome this bottleneck, large data-generating devices, data and computing centers, and scientific communities have joined forces.

KCETA scientists from the Institute for Process Data Processing and Electronics (IPE) and the Scientific Computing Center (SCC) are implementing distributed big data management in the MorphoSphere project, which virtually connects storage systems with each other. They are implementing efficient data organization and data reduction and developing new approaches for distributed machine learning that aim to overcome the problem of large data sets for a single graphics processor by developing domain-parallel neural networks.

In addition to KIT, the partners in the network include Heidelberg University and the German Electron Synchrotron (DESY). Twenty associated national and international partners, consisting of research institutions, synchrotron radiation sources, and museums, complete the network.