



Dokumentation

Forschungsreaktoren

Aktuelle Projekte

Forschungsreaktoren

Aktuelle Projekte

Aktenzeichen:

WD 8 - 3000 - 079/18

Abschluss der Arbeit:

3.9.2018

Fachbereich:

WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und
Forschung

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Der Begriff Forschungsreaktor	4
3.	Nukleare Forschungsreaktoren in Deutschland	5
4.	Nukleare Forschungsprojekte im internationalen Kontext	5
4.1.	IAEA-Projektdatenbank	6
4.2.	Halden-Reactor Projekt	11
4.3.	Horizon2020-Euratom	11
4.4.	Generation IV (GIF)	13
5.	Quellenverzeichnis	13

1. Einleitung

Es gibt derzeit etwa 261 nukleare Forschungseinrichtungen weltweit, auf 56 Länder verteilt. Die eingesetzten Technologien sind breit gefächert und entsprechen den bekannten Kernkraftwerkstechnologien. Die Schwerpunkte liegen beispielsweise auf der Isotopenproduktion, Neutronenstreuung, Neutronenradiographie, Materialbestrahlung, Transmutation, Lehre und Ausbildung, Neutronenaktivierungsanalyse, Geochronologie, Neutronentherapie und innovativen Kernenergieforschung.¹ Unter die Kategorie „Teaching and Training“ fallen beispielsweise 168 Einrichtungen, unter „Innovative Nuclear Energy Research“ 19 und unter „Nuclear Data Measurements“ 15.²

Die gesamte Kapazität der weltweiten Forschungsreaktoren (research reactor, RR) liegt bei etwas über 3000 MW.³ In der Datenbank der International Atomic Energy Agency (IAEA) zu Forschungsreaktoren sind sämtliche technische Kenndaten nach unterschiedlichen Kriterien wie Status, Alter, Kapazität, Anwendung oder Standort sortierbar.⁴

Die folgende Dokumentation enthält eine kurze Beschreibung aktueller nuklearer Forschungsprojekte und hat nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

2. Der Begriff Forschungsreaktor

Die nukleare Forschung teilt Forschungsreaktoren in „Forschungsreaktor“, „Demonstrator“ und „kommerzielle Reaktorentwürfe“. Forschungsreaktoren sind Kernreaktoren, die physikalischen, medizinischen, kern- oder materialtechnischen Forschungs- sowie Ausbildungszwecken dienen. Die Grundlagenforschung verwendet Forschungsreaktoren zur Erzeugung von Radionukliden für medizinische Anwendungen, für die Bestrahlung von Materialproben oder als Neutronenquelle für die physikalische Grundlagenforschung.

Davon grenzen sich genannte Reaktorentwürfe wie ASTRID (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration) und PRISM (Power Reactor Innovative Small Module) ab. Bei ASTRID handelt es sich um eine geplante Demonstrationsanlage - einem prototypischen Reaktor -, mit dem die Machbarkeit eines neuartigen Reaktorkonzeptes untersucht und demonstriert werden soll. PRISM ist ein kommerzieller Reaktorentwurf der amerikanisch-japanischen Hersteller-Allianz „GE Hitachi Nuclear Energy“ (GEH), wie die Nuscale-Technologie der amerikanischen

1 International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). „261 All Facilities worldwide“, <https://nucleus.iaea.org/RRDB/Content/Geo/All.aspx>, abgerufen am 27.8.2018

2 International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). „Research Reactor Database (RRDB)“, <https://nucleus.iaea.org/RRDB/RR/ReactorSearch.aspx?filter=0>

3 World Nuclear Association (2018). „Research Reactors“, <http://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/radioisotopes-research/research-reactors.aspx>

4 International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). „Research Reactor Database (RRDB)“, <https://nucleus.iaea.org/RRDB/RR/ReactorSearch.aspx?filter=0>

Firma „NuScale-Power“ oder der Thorcon-Reactor der Firma „Martingale“, ein Flüssigsalz-Reaktor.“⁵

3. Nukleare Forschungsreaktoren in Deutschland

In Deutschland sind derzeit sieben Forschungsreaktoren in Betrieb. Zwei Reaktoren in Garching bei München (FRM II) und in Berlin (BER II), ein TRIGA Mark II-Reaktor in Mainz und vier kleine Unterrichtsreaktoren in Dresden, Stuttgart, Ulm und Furtwangen. Die Forschungsreaktoren werden für technische und medizinische Themenkomplexe wie z.B. Untersuchung von Materialverhalten, verschiedene Fragestellungen der medizinischen Strahlentherapie und Diagnostik und zur Ausbildung von Studenten und Mitarbeitern in der Nukleartechnik verwendet.⁶

„Die Reaktorsicherheitsforschung erfolgt verstärkt in internationaler Zusammenarbeit; z. B. im Rahmen der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom), der Nuclear Energy Agency (NEA), der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) sowie der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) [engl. IAEA, United Nations]. [...]“

Die Grundlagenforschung der Helmholtz-Zentren auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit und Entsorgung wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) u. a. im Programm Nukleare Entsorgung, Sicherheit und Strahlenforschung (NUSAFF, Nuclear Waste Management, Safety and Radiation Research) unterstützt.“⁷

4. Nukleare Forschungsprojekte im internationalen Kontext

Einen Überblick über Reaktorforschung, koordinierende Stellen und deren Unterstützung nuklearer Projekte werden im Rahmen des Workshops „OECD/NEA-Workshop NI 2050“ vorgestellt.⁸

5 Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH (GRS) (2018). „Nationale Kontaktstelle (NKS) EU-RATOM“, <https://www.grs.de/projektraeger/internationale-kooperationen/nks-euratom>

6 Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) (2018). „Forschungsreaktoren“, https://www.bfe.bund.de/DE/kt/kta-deutschland/forschungsreaktoren/forschungsreaktoren_node.html

International Atomic Energy Agency (IAEA) “History, Development and Future of TRIGA Research Reactors”, <https://www.iaea.org/publications/10943/history-development-and-future-of-triga-research-reactors>

7 Bundesregierung (2018). „Bundesbericht Forschung und Innovation 2018“, <http://dip21.bundestag.bund.de/dip21/btd/19/026/1902600.pdf> Seite 149

8 Nuclear Energy Agency (NEA) (2015). Folienvortrag “Nuclear Innovation Roadmap (NI2050)”, <http://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/ni2050/presentations/>

Nuclear Energy Agency (NEA) (2015). Roadmap “Technology Roadmap Nuclear Energy”, <http://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2015/7257-techroadmap-2015.pdf>

BIGNAN G. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) (2015). Folienvortrag beim OECD/NEA-Workshop NI 2050 „An Overview of Research Reactors by IGORR forum (International Group On Research Reactors)“, http://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/ni2050/presentations/docs/3_5_Igorr%20OECD_An%20Overview%20of%20Research%20Reactors%20by%20IGORR%20forum_G_Bignan.pdf

4.1. IAEA-Projektdatenbank

Projekte der „Research Reactor Section“ der International Atomic Energy Agency (IAEA) untersuchen u.a. die Reaktorphysik, die Brennstoffleistung, den Strahlungstransport und die Abschirmung in heutigen und zukünftigen Kernkraftwerken. Auf den Internetseiten der einzelnen Forschungsbereiche findet sich ein Link zu den jeweiligen zugeordneten Forschungsprojekten wie „Research Reactor Fuel Cycle“ oder „Research Reactor Applications“.⁹

Die folgende Liste ist eine Aufstellung laufender Projekte zu „Forschungsreaktoren“ in der Kategorie (crp=“Coordinated Research Project“)¹⁰:

- „Accelerator-Driven System (ADS)¹¹ Applications and Use of Low-Enriched Uranium in ADSs“, Code: T33002, <https://www.iaea.org/projects/crp/t33002>: Das Projekt hat die Entwicklung und Weiterentwicklung von ADS-Anlagen und die Verwendung von ADS-Anlagen zur Umwandlung nuklearer Abfälle, insbesondere langlebiger Spaltprodukte und kleinerer Aktiniden zum Inhalt. Die Entwicklung eines Online-Überwachungssystems für ADS-Anlagen ist ebenfalls Gegenstand des Projekts. Darüber hinaus wird im Projekt der Einsatz von ADS-Anlagen als Neutronenquellen für die Grundlagenforschung, die angewandte Forschung und die Herstellung von Radioisotopen für medizinische und industrielle Anwendungen untersucht. Ein Fokus liegt auf der Verwendung von LEU-Kraftstoff¹² in ADS-Anlagen.

Monti, S., IAEA designated International Centre based on Research Reactor (2015). “Outlines of IAEA Activities in Support of Research and Innovation in the Field of Nuclear Energy”, Folie 10, http://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/ni2050/presentations/docs/2_21_IAEA_Support%20of%20Research%20and%20Innovation%20in%20the%20Field%20of%20Nuclear%20Energy_S_Monti.pdf

Deffrennes, M. (2015). “NEA NI2050 Initiative Scope and Organisation”, https://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/ni2050/presentations/docs/1_Proposed%20Scope%20and%20Organisation%20by%20M%20Def-frennes.pdf

9 International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). “Research Reactor Section”, <https://www.iaea.org/about/organizational-structure/department-of-nuclear-energy/division-of-nuclear-fuel-cycle-and-waste-technology/research-reactor-section>

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). “Research Reactor Applications”, <https://www.iaea.org/topics/research-reactor-applications>

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). “Research Reactor Fuel Cycle”, <https://www.iaea.org/topics/research-reactor-fuel-cycle>

10 International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). “Projektdatenbank”, <https://www.iaea.org/projects/3298?type=3720&status=3723>

11 Ein Accelerator-driven system (ADS) ist ein beschleunigergetriebenes System. Dieser Hybridreaktor wird unterkritisches betrieben und durch eine Spallationsquelle mit Neutronen versorgt. Dieser Reaktortyp kommt neben der Stromproduktion und zur Transmutation langlebiger Reaktorabfälle zum Einsatz. <http://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/accelerator-driven-nuclear-energy.aspx>

12 LEU-Kraftstoff (LEU = low enriched uranium) ist niedrig angereichertes Uran. Uran mit einer U-235-Anreicherung von weniger als 20 % wird als LEU bezeichnet. s. a. <https://www.iaea.org/topics/leubank/what-is-leu>

- „Condition Monitoring and Incipient Failure Detection of Rotating Equipment in Research Reactors”, Code: T34003, <https://www.iaea.org/projects/crp/t34003>: Das Projekt unterstützt bei der Entwicklung von Monitoring- und Diagnosesystemen für rotierende Systeme in Reaktoren, insbesondere Sensoren und verschiedener Datenübertragungstechniken, auch drahtloser Technologien.
- „Benchmarks of Computational Tools against Experimental Data on Fuel Burnup and Material Activation for Utilization, Operation and Safety Analysis of Research Reactors”, Code: T12029, <https://www.iaea.org/projects/crp/t12029>: Hauptaufgabe des Projekts ist die Bewertung von Computercodes für Betrieb und Sicherheitsanalysen von Forschungsreaktoren.
- „Options and Technologies for Managing the Back End of the Research Reactor Nuclear Fuel Cycle“, Code: T33001, <https://www.iaea.org/projects/crp/t33001>: Das Projekt dient zur Überprüfung und Beschreibung von kurz- und langfristigen Managementstrategien für das Backend des Kernbrennstoffkreislaufs von Forschungsreaktoren. Es werden nationale Erkenntnisse im Hinblick auf regionale oder länderübergreifende Einsatzmöglichkeiten bewertet und wirtschaftliche, technologische und infrastrukturelle Anforderungen entwickelt.

Die folgende Liste zeigt das Ergebnis der IAEA-Datenbank-Suche über alle Projekttypen und alle Projektthemen zu Forschungsreaktoren zu (tc=“Technical Cooperation Project“):

[Developing Human and Technical Capabilities for the Management and Verification of the Safety of the TRICO II Research Reactor](#), Code: ZAI1008, Verbesserung der Sicherheit des CREN-K TRICO II Forschungsreaktors.

[Building Capacity in Nuclear Science and Technology by Re-establishing the Research Reactor-I as a Triga Fuel Subcritical Assembly](#), Code: PHI0015, Aufbau von wissenschaftlichem Fachwissen für die Ausbildung von Fachpersonal auf den Philippinen.

[Researching the Post Irradiation Examination Technology and Failure Mechanisms of the High Temperature Gas Reactor Spherical Fuel Element](#), Code: CPR2012, Unterstützung der Tsinghua Universität beim Aufbau einer gemeinsamen Forschungsplattform für INET, JRC-ITU, RCJ und anderen Forschungsinstituten bei der Entwicklung kugelförmiger Brennelemente.

[Enhancing Production Capacities of Mo-99 and Other Selected Medical Radioisotopes in Research Reactors and Processing Facilities in the Region](#), Code: RLA6076, Unterstützung der nuclear-medizinischen Einrichtungen.

[Upgrading the Research Reactor Infrastructure at the University of West Indies, Slowpoke, Facility JM-1](#), Code: JAM1001, Unterstützung der sozio-ökonomischen Entwicklung Jamaikas mit Hilfe der Kerntechnik.

[Strengthening the Engineering of Nuclear Facilities and the Management of Radioactive Waste](#), Code: ALG2010, Arbeiten und Weiterentwicklungen an Forschungsreaktoren.

[Ageing Management of Research Reactor - 1](#), Code: PAK1024, Sicherstellung des zuverlässigen Reaktorbetriebs des Pakistan Research Reactor-1 (PARR-1).

[Developing a Capacity Building Programme to Ensure Sustainable Operation of Nuclear Research Reactors through Personnel Training \(ARCAL CLI\)](#), Code: RLA1012, Weiterentwicklung des sicheren Betriebs des Forschungsreaktors.

[Assisting the Preparation of the Bandung TRIGA Research Reactor for Conditions of Normal Operation](#), Code: INS1027, Entwicklung der nuklearen Anwendungsforschung in Indonesien

[Modernising the Information-Measuring System for Research Reactor Facility](#), Code: KAZ1004, Modernisierung des Informations- und Messsystems der IVG.1M-Reaktoranlage.

[Strengthening Safety of the WWR-SM Research Reactor of the Institute of Nuclear Physics](#), Code: UZB1005, Erhöhung der Sicherheit des Forschungsreaktors WWR-SM

[Implementing Technical Modifications to Enhance the Nuclear Safety of the Research Reactor MARIA](#), Code: POL1014, Verbesserung der Sicherheit kerntechnischer Anlagen in Polen, insbesondere durch Verbesserung der Sicherheitssysteme des MARIA-Forschungsreaktors.

[Developing Adequate National Infrastructure for Licensing the Research Reactor and Completing Phase I of the Nuclear Power Programme](#), Code: BOL1011, Errichtung und Genehmigung des Kernforschungsreaktors und Weiterentwicklung des Kernkraftprogramms.

[Enhancing Utilization and Safety of Research Reactors](#), Code: RER1016, Verbesserung sicheren Betriebs der beteiligten Forschungsreaktoranlagen durch Vernetzung und internationale Zusammenarbeit.

[Developing Infrastructure for the Establishment of a Research Reactor at King Abdullah City for Atomic and Renewable Energy 2016](#), Code: SAU1004, Ausbau der nationalen nuklearen Infrastruktur für die Errichtung von Forschungsreaktoren in Saudi-Arabien und Stärkung der nationalen nuklearen Infrastruktur zur Unterstützung neuer Forschungsreaktorprojekte.

[Conducting Preparatory Work for Establishing a New Research Reactor](#), Code: AZB1002, Schaffung von erforderlichen sicherheitstechnischen Infrastrukturen für die Errichtung der ersten Forschungsreaktoren des Landes.

[Strengthening the Applications Associated with the Second Research Reactor](#), Code: EGY1026, Erhöhung der Auslastung und Unterstützung zur Aufrechterhaltung des Betriebes Reaktor ETRR-2.

[Implementing the Decommissioning of the Heavy Water Research Reactor and Key Technology Research](#), Code: CPR9048, Verfahrensoptimierung zur Stilllegung von Forschungsreaktoren im Rahmen der internationalen Sicherheitsstandards.

[Improving the Safety and Utilization of the RP10 Reactor](#), Code: PER1015, Nutzung des Forschungsreaktors für die zerstörungsfreie Prüfung, Materialprüfung, Forschung und Entwicklung und die Herstellung von Radioisotopen für die medizinische Diagnostik und Therapie zum sozio-ökonomischen Vorteil für die Bevölkerung.

[Enhancing Safety Management and Safety Documentation for Research Reactors in Extended Shutdown and during the Transition Period between Operation and Decommissioning](#), Code: INT1057, Verbesserung der Sicherheit von Forschungsreaktoren in der Übergangszeit zwischen Betrieb und Stilllegung.

[Supporting Planning and Development of Research Reactor for Multipurpose Applications](#), Code: NIR1011, Ausbildung zur Entwicklung eines neuen Forschungsreaktors.

[Decommissioning of Auxiliary Systems of Nuclear Research Reactor](#), Code: GEO9012, Verbesserung der Sicherheitsaspekte bei der weiteren Stilllegung des Forschungsreaktors in Georgien (IRT-M).

[Enhancing Safety of Tehran Research Reactor](#), Code: IRA9022, Verlängerung der Lebensdauer des Teheraner Forschungsreaktors, der für die Herstellung von Radioisotopen verwendet wird.

[Supporting the Development and Application of the Neutron Imaging Facilities at China Advanced Research Reactor](#), Code: CPR0013, Entwicklung der Neutronenbildgebungseinrichtungen am China Advanced Research Reactor (CARR) für die Anwendung von Techniken wie der Echtzeit-Bildgebung, Tomographie, Untersuchung radioaktiver Proben und der zerstörungsfreien Prüfung (NDT).

[Developing Infrastructure for the Establishment of a Research Reactor at King Abdullah City for Atomic and Renewable Energy 2014](#), Code: SAU1003, Nutzungswertanalyse und Entwicklung eines Projektmanagement-Plans für einen Forschungsreaktor in Saudi-Arabien.

[Supporting nuclear technology education and training](#), Code: URT1008, Unterstützung bei der Bewertung eines neuen Forschungsreaktorprojekts.

[Building Capacity for the Construction, Commissioning, Safety and Utilization of the Jordan Research and Training Reactor \(Phase II\)](#), Code: JOR1006, Unterstützung des Aufbaus von Kapazitäten für den sicheren Betrieb und die effektive Nutzung des Jordan Research Training Reactor (JRTR).

[Developing CNESTEN's Triga Mark II Reactor Utilization for Applications in Socioeconomic Sectors](#), Code: MOR1009, Aufbau von technischem Fachwissen in den Bereichen Radioisotopenproduktion, Neutronenaktivierungsanalyse, Neutronenstreuung und Neutronenbildgebung für Marokko und die afrikanische Region.

[Supporting Operational Safety, Research Reactor Maintenance and Establishment of Necessary Infrastructure for Sustainable Energy Development](#), Code: ZAI1007, Erhöhung der Sicherheit der CREN-K Forschungsreaktoranlagen.

[Preparing a Decommissioning Plan for the Bandung TRIGA-2000 Reactor](#), Code: INS9024, Vorbereitungsarbeiten für die Stilllegung des Forschungsreaktors.

[Building Capacity in Basic Neutron Science and Engineering for Education, Training and Research Using a TRIGA Mark II Research Reactor](#), Code: MAL1012, Ausbildung wissenschaftlichen Personals für Ausbildung und Forschung in Malaysia am Forschungsreaktor TRIGA PUSPATI.

[Establishing Low Power and MNSR Research Reactors and the Appropriate Supporting Infrastructure, Including Development of Expertise and Capabilities, Regulatory Supervision and Safe Operation and Maintenance](#), Code: SUD1006, Unterstützung bei der Errichtung eines neuen Forschungsreaktors.

[Supporting Seismic Safety of the RECH-1 Research Reactor](#), Code: CHI9021, Aktualisierung der seismischen Risikoanalyse für die Sicherheit des RECH-1-Forschungsreaktors.

[Strengthening Nuclear Safety and Improving Use of the Research Reactor at the Institute of Nuclear Physics](#), Code: UZB1001, Verfahrensoptimierung zur Stilllegung von Forschungsreaktoren im Rahmen der internationalen Sicherheitsstandards.

[Carrying Out a Feasibility Study and Installing the Thermal Neutron-Driven 14 MeV Neutron Converter into the TRIGA Research Reactor](#), Code: SLO1006, Installation und Inbetriebnahme des Neutronenkonverters in den TRIGA Mark II-Forschungsreaktor des Jožef Stefan Instituts (JSI).

[Formulating and Consolidating the Decommissioning Process of the Research Reactor Facilities of CREN-K while Ensuring Safety in Accordance with IAEA Safety Standards](#), Code: ZAI1004, Aufsicht beim Stilllegungsprozess der CREN-K Kernreaktoranlagen.

[Studying the Feasibility of Establishing a Nuclear Research Reactor and Developing Human Resources for Nuclear Technologies](#), Code: LEB1007, Durchführung einer Machbarkeitsstudie für die Errichtung eines neuen Forschungsreaktors und Entwicklung technischer und sicherheitstechnischer Infrastrukturen für dessen Bau und Betrieb.

[Enhancing Use and Safety of Research Reactors through Networking, Coalitions and Shared Best Practices](#), Code: RER1007, Vernetzung und Kooperation und Anwendung des Verhaltenskodex für die Sicherstellung des sicheren Betriebs von Forschungsreaktoren.

[Enhancing Safety and Utilization of Research Reactors](#), Code: RAS1019, Erhöhung der Sicherheit und Nutzung von Forschungsreaktoren.

[Upgrading BATAN's Research Reactor Facilities](#), Code: INS1023, Modernisierung der Forschungsreaktoranlagen von BATAN.

[Establishing a Regional User Access Centre of Excellence in Neutron Beam Line Applications](#), Code: SAF1005, Aufbau eines regionalen Kompetenzzentrums für Neutronenstrahltechnik am Forschungsreaktor SAFARI-1.

[Conducting a Feasibility Study for Planning and Establishing a Research Reactor](#), Code: SUD4008, Erstellung einer Machbarkeitsstudie für eine neue Forschungsreaktoranlage und Entwicklung technischer und sicherheitstechnischer Infrastrukturen für deren Bau und Betrieb im Sudan.

[Improving Operational Safety of the Research Reactor at the Institute of Nuclear Physics \(Phase II\)](#), Code: UZB9005, Erhöhung der Reaktorsicherheit nach internationalen Standards am Forschungsreaktor des Instituts für Kernphysik.

[Utilizing the Research Reactor](#), Code: LIB4011, Erweiterung der analytischen Möglichkeiten durch den Einsatz einer Kurzzeitaktivierungsanalyse.

[Enhancing Research Reactor Utilization and Safety \(AFRA\)](#), Code: RAF4022, Unterstützung der AFRA-Mitgliedsstaaten beim Betrieb von Forschungsreaktoren.

[Modernizing and Improving the Utilization of the RP10 Reactor](#), Code: PER4023, Unterstützung des Betriebs des Forschungsreaktors RP10 in Peru.

[Enhancing Safety and Utilization of the Kinshasa Regional Nuclear Research Centre Research Reactor](#), Code: ZAI9010, Unterstützung des Betriebes des CREN-K-Forschungsreaktors in Kinshasa.

[Decommissioning a Heavy Water Research Reactor](#), Code: CPR3010, Entwicklung eines detaillierten Stilllegungsplans für Schwerwasserforschungsreaktoren (HWRR).

[Nuclear Security for Research Reactors and Associated Facilities](#), Code: J02006, Verbesserung von Programmen zur Sicherheit von Forschungsreaktoren, insbesondere durch die Ermittlung von Faktoren für eine Klassifizierung von Sicherheitsrisiken und die Bewertung von Bedrohungslagen.

4.2. Halden-Reactor Projekt

Das Halden Reactor Project¹³ des norwegischen „Institute for Energy Technology“ (IFE) soll Ergebnisse für die Sicherheits- und Genehmigungsbewertung liefern. Besonderer Fokus liegt auf der Erforschung der erweiterten Brennstoffausnutzung und des Verhaltens von Anlagenmaterialien unter schlechten Rahmenbedingungen, wie der Wasserchemie und der nuklearen Umgebung, und Untersuchungen des Mensch-Maschine-Systems, den Einfluss menschlicher Faktoren und die Mensch-Maschine-Interaktion zur Unterstützung modernisierter Kontrollräume.

4.3. Horizon2020-Euratom¹⁴

Die nachfolgende Liste enthält Vorhaben, die im Rahmen von „Horizon2020-Euratom“ gefördert werden und sich mit Teilaспектen neuartiger Reaktorkonzepte befassen.

European Sodium Fast Reactor Safety Measures Assessment and Research Tools (ESFR-SMART): Forschung zur Verbesserung der Sicherheit schneller natriumgekühlter Reaktoren (SFR), u. a. ASTRID https://cordis.europa.eu/project/rcn/210824_en.html

Thermal hydraulics Simulations and Experiments for the Safety Assessment of Metal cooled reactors (SESAME): Entwicklung und Überprüfung numerischer Methoden sowie Generierung experimenteller Daten zur thermohydraulischen Sicherheitsbewertung metallgekühlter Reaktoren, u. a. ASTRID, https://cordis.europa.eu/project/rcn/198041_en.html

GEN IV Integrated Oxide Fuels Recycling Strategies (GENIORS): Forschung zur Chemie und Physik des Brennstoffkreislaufes, u. a. zur Wiederaufbereitung von Brennstoffen für eine Verwendung in ASTRID, https://cordis.europa.eu/project/rcn/210831_en.html

13 Institute for Energy Technology (IFE) “Halden Reactor Project”, <https://www.ife.no/en/ife/halden/hrp/the-halden-reactor-project>

14 Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH (GRS) (2018). „Nationale Kontaktstelle (NKS) EURATOM“, <https://www.grs.de/projektraeger/internationale-kooperationen/nks-euratom>

Investigations Supporting MOX Fuel Licensing in ESNII Prototype Reactors (INSPYRE): Untersuchung von Mischoxid-Brennstoffen zur Verwendung in schnellen Reaktoren, https://cordis.europa.eu/project/rcn/210822_en.html

Generation IV Materials Maturity (GEMMA): Qualifikation von Strukturmaterialien für den Bau von Reaktoren der vierten Generation, https://cordis.europa.eu/project/rcn/210833_en.html

MYRRHA Research and Transmutation Endeavour (MYRTE): Numerische und Experimentelle Forschung in Vorbereitung des beschleunigergetriebenen unterkritischen Reaktorsystems MYRRHA, https://cordis.europa.eu/project/rcn/196919_en.html

Research and Development in support of the GEMINI Initiative (GEMINI Plus): Entwicklung eines konzeptionellen Entwurfs für ein gasgekühltes Hochtemperatur-Kernkraftwerk (HTGR) zur Lieferung von Prozessdampf an die Industrie, https://cordis.europa.eu/project/rcn/211038_en.html

Visegrad Initiative for Nuclear Cooperation (VINCO): Förderung der Zusammenarbeit, Infrastruktur, Forschung und Ausbildung im Rahmen der polnisch-tschechisch-slowakisch-ungarischen Vereinigung „V4G4 Centre of Excellence“, https://cordis.europa.eu/project/rcn/196922_en.html

A Paradigm Shift in Reactor Safety with the Molten Salt Fast Reactor (SAMOFAR): Experimente zu Sicherheitseinrichtungen und Entwicklung numerischer Methoden zur Sicherheitsbewertung schneller Salzsenschmelzreaktoren, https://cordis.europa.eu/project/rcn/196909_en.html

Zur Sicherung der Versorgung von Kernbrennstoffen für Forschungsreaktoren (RR) wird im Rahmen des Programms „Support for the EU security of supply of nuclear fuel for research reactors“ (NFRP-11)¹⁵ das Projekt „Low Enriched Uranium Fuels fOR REsEarch Reactors“ (LEU-FOREVER) gefördert. Ziel des Projekts ist die Sicherung der Kernbrennstoffversorgung für europäische Forschungsreaktoren. https://cordis.europa.eu/project/rcn/210823_en.html. Dies Projekt, gehört zum Programm „Horizon2020-Euratom-1.8. - Ensure availability and use of research infrastructures of pan_european relevance“. Weitere Projekte, die im Rahmen dieses Programms gefördert und zum Teil oben erwähnt wurden, sind¹⁶:

- NUCL-EU 2020: Connecting EURATOM National Contact Points in a pro-active network under EURATOM Programme in Horizon2020, https://cordis.europa.eu/project/rcn/196907_en.html
- CONCERT: European Joint Programme for the Integration of Radiation Protection Research, https://cordis.europa.eu/project/rcn/198045_en.html
- HoNESt: History of Nuclear Energy and Society, https://cordis.europa.eu/project/rcn/196914_en.html

15 Community Research and Development Information Service (CORDIS) (2017). „NFRP-11 - Support for the EU security of supply of nuclear fuel for research reactors“, https://cordis.europa.eu/programme/rcn/702123_en.html

16 Community Research and Development Information Service (CORDIS) (2017). „H2020-Euratom-1.8. - Ensure availability and use of research infrastructures of pan european relevance“, https://cordis.europa.eu/programme/rcn/664533_en.html

- FASTNET: FAST Nuclear Emergency Tools (FASTNET), https://cordis.europa.eu/project/rcn/198668_en.html
- SESAME: thermal hydraulics Simulations and Experiments for the Safety Assessment of MEtal cooled reactors, https://cordis.europa.eu/project/rcn/198041_en.html
- MYRTE: MYRRHA Research and Transmutation Endeavour, https://cordis.europa.eu/project/rcn/196919_en.html
- Modern2020: Development and Demonstration of monitoring strategies and technologies for geological disposal, https://cordis.europa.eu/project/rcn/196921_en.html
- SOTERIA: Safe long term operation of light water reactors based on improved understanding of radiation effects in nuclear structural materials, https://cordis.europa.eu/project/rcn/196910_en.html
- MIND: Development of the safety case knowledge base about the influence of microbial processes on geological disposal of radioactive wastes, https://cordis.europa.eu/project/rcn/196908_en.html
- IVMR: In-Vessel Melt Retention Severe Accident Management Strategy for Existing and Future NPPs, https://cordis.europa.eu/project/rcn/196923_en.html

4.4. Generation IV (GIF)

Das Generation IV International Forum (GIF) ist ein Forschungsverbund zur Entwicklung zukünftiger Kernkraftwerkstechnologien. Im Jahr 2016 haben die Mitgliedstaaten den Rahmenvertrag für weitere zehn Jahre unterzeichnet.

Die weiterführenden Arbeiten an natriumgekühlten schnellen Reaktoren, gasgekühlten schnellen Reaktoren, überkritischen wasser-gekühlten Reaktoren und Hochtemperaturreaktoren werden durch Forschungen zur Reaktorsicherheit und Ausbildung ergänzt.¹⁷ Die Schwerpunkteziele der Entwicklung der einzelnen Kraftwerkstechnologien (GFR, LFR, MSR, SFR, SCWR und VHTR) sind in der Zusammenfassung der Roadmap aufgelistet.¹⁸

5. Quellenverzeichnis

BIGNAN G. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) (2015). Folien-vortrag beim OECD/NEA-Workshop NI 2050 „An Overview of Research Reactors by IGORR forum (International Group On Research Reactors)“, http://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/ni2050/presentations/docs/3_5_IGORR%20OECD_An%20Overview%20of%20Research%20Reactors%20by%20IGORR%20forum_G_Bignan.pdf

Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) (2018). „Forschungsreaktoren“, https://www.bfe.bund.de/DE/kt/kta-deutschland/forschungsreaktoren/forschungsreaktoren_node.html

17 Generation IV International Forum (GIF) (2017). „Annual Report 2016“, https://www.gen-4.org/gif/upload/docs/application/pdf/2017-07/gifannual_report_2016_final12july.pdf und https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_44720/annual-reports

18 Generation IV International Forum (GIF) (2014). „Technology Roadmap Update for Generation IV – Nuclear Energy Systems“, <https://www.gen-4.org/gif/upload/docs/application/pdf/2014-03/gif-tru2014.pdf>, Seite 10-11

Bundesregierung (2018). „Bundesbericht Forschung und Innovation 2018“, <http://dip21.bundestag.btg/dip21/btd/19/026/1902600.pdf>

Community Research and Development Information Service (CORDIS) (2017). „NFRP-11 - Support for the EU security of supply of nuclear fuel for research reactors“, https://cordis.europa.eu/programme/rcn/702123_en.html

Community Research and Development Information Service (CORDIS) (2017). „H2020-Euratom-1.8. - Ensure availability and use of research infrastructures of pan european relevance“, https://cordis.europa.eu/programme/rcn/664533_en.html

Deffrennes, M. (2015). “NEA NI2050 Initiative Scope and Organisation”, https://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/ni2050/presentations/docs/1_Proposed%20Scope%20and%20Organisation%20by%20M%20Deffrennes.pdf

Generation IV International Forum (GIF) (2014). „Technology Roadmap Update for Generation IV – Nuclear Energy Systems“, <https://www.gen-4.org/gif/upload/docs/application/pdf/2014-03/gif-tru2014.pdf>

Generation IV International Forum (GIF) (2017). „Annual Report 2016“, https://www.gen-4.org/gif/upload/docs/application/pdf/2017-07/gifannual_report_2016_final12july.pdf und https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_44720/annual-reports

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH (GRS) (2018). „Nationale Kontaktstelle (NKS) EU-RATOM“, <https://www.grs.de/projekttraeger/internationale-kooperationen/nks-eu-atom>

Institute for Energy Technology (IFE) “Halden Reactor Project”, <https://www.ife.no/en/ife/halden/hrp/the-halden-reactor-project>

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). “Projektdatenbank”, <https://www.iaea.org/projects/3298?type=3720&status=3723>

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). “Research Reactor Section”, <https://www.iaea.org/about/organizational-structure/department-of-nuclear-energy/division-of-nuclear-fuel-cycle-and-waste-technology/research-reactor-section>

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). “Research Reactor Database (RRDB)”, <https://nucleus.iaea.org/RRDB/RR/ReactorSearch.aspx?filter=0>

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). “Research Reactor Applications”, <https://www.iaea.org/topics/research-reactor-applications>

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). “Research Reactor Fuel Cycle”, <https://www.iaea.org/topics/research-reactor-fuel-cycle>

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2018). „261 All Facilities worldwide“, <https://nucleus.iaea.org/RRDB/Content/Geo/All.aspx>, abgerufen am 27.8.2018

International Atomic Energy Agency (IAEA) "History, Development and Future of TRIGA Research Reactors", <https://www.iaea.org/publications/10943/history-development-and-future-of-triga-research-reactors>

Monti, S., IAEA designated International Centre based on Research Reactor (2015). "Outlines of IAEA Activities in Support of Research and Innovation in the Field of Nuclear Energy"
http://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/ni2050/presentations/docs/2_21_IAEA_Support%20of%20Research%20and%20Innovation%20in%20the%20Field%20of%20Nuclear%20Energy_S_Monti.pdf

Nuclear Energy Agency (NEA) (2015). Folienvortrag "Nuclear Innovation Roadmap (NI2050)",
<http://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/ni2050/presentations/>

Nuclear Energy Agency (NEA) (2015). Roadmap "Technology Roadmap Nuclear Energy",
<http://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2015/7257-techroadmap-2015.pdf>

World Nuclear Association (2018). "Research Reactors", <http://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/radioisotopes-research/research-reactors.aspx>
