



Die  
Bundesregierung

# Konzept zur Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung für die nukleare Sicherheit

Dieses Konzept wurde in gemeinsamer Federführung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit erarbeitet.

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)  
Öffentlichkeitsarbeit  
11019 Berlin  
[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

### **Stand**

August 2020

### **Gestaltung**

PRpetuum GmbH, 80801 München

Diese und weitere Broschüren erhalten Sie beim  
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
Referat Öffentlichkeitsarbeit  
E-Mail: [publikationen@bundesregierung.de](mailto:publikationen@bundesregierung.de)  
[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

Zentraler Bestellservice  
Telefon: 030 182722721  
Bestellfax: 030 18102722721

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.

# Inhalt

A. Vorwort	4
B. Bedarf und Zielsetzung	6
C. Status quo/bisherige Aktivitäten	8
D. Handlungsfelder	10
I. Ausbildung und Lehre	10
II. Fort- und Weiterbildung	13
III. Forschung und Entwicklung	14
IV. Wissenserhalt, Gremienarbeit und Netzwerke	17
V. Internationale Vernetzung und grenzüberschreitende Aktivitäten	18
VI. Berufliche Perspektiven und Anerkennung im gesellschaftlichen Umfeld	20
E. Wertung und Ausblick	22
F. Umsetzung und Evaluierung	23
G. Anhang	24

# A. Vorwort

Der beschlossene Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie<sup>1</sup> zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität bis Ende 2022, die Neuordnung der Verantwortung in der nuklearen Entsorgung und die Weiterentwicklung des Strahlenschutzes haben in Deutschland in den letzten Jahren erhebliche Veränderungen ausgelöst, die mit vielfältigen Herausforderungen verbunden sind. Gleichzeitig wird die Kernkraft zur Erzeugung von Elektrizität im Ausland in den kommenden Jahren weiterhin genutzt. Breite und Vielfalt ziviler nuklearer Anwendungen steigen, auch jenseits der Stromerzeugung, wie etwa in der Werkstoffprüfung oder der Herstellung von Radiopharmaka. Als Beispiele internationaler Entwicklungen können neue Brennstoffentwicklungen, die Weiterentwicklung der Behandlung von radioaktiven Abfällen und die Nutzung der Neutronenstrahlung für Medizin, Radiopharmaka, Industrie und Grundlagenforschung aufgeführt werden. Zu den zentralen Herausforderungen in Deutschland zählt es, als Element der staatlichen Daseinsvorsorge die bereits gewonnene Wissens- und Erfahrungsbasis aus der über Jahrzehnte betriebenen Forschung und praktischen Anwendung in den verschiedenen Bereichen der nuklearen Sicherheit für nachfolgende Generationen zu erhalten und angemessen weiterzuentwickeln. Zur Wahrung deutscher Sicherheitsinteressen wird eine breit und interdisziplinär aufgestellte Expertise in diesen Bereichen auch in Zukunft benötigt.

In diesem Zusammenhang zu betrachtende Bereiche sind die Reaktorsicherheit einschließlich Sicherung, Stilllegung und Rückbau nuklearer Anlagen, die nukleare Entsorgung einschließlich Zwischen- und Endlagerung und der Schutz vor ionisierender Strahlung in diesen Bereichen<sup>2</sup> (im Folgenden: nukleare Sicherheit).

National stehen der sichere Betrieb der bis Ende 2022 noch laufenden Kernkraftwerke, die geordnete Stilllegung und der sichere Rückbau abgeschalteter Anlagen sowie die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle im Vordergrund. Diese Herausforderungen reichen weit über das Jahr 2022 hinaus.

Im Strahlenschutz führen Forschung und Entwicklung innovativer Verfahren, die mit dem Einsatz und der Erzeugung ionisierender Strahlung verbunden sind, zu einem dauerhaften Bedarf an strahlenschutzfachlicher Begleitung sowohl in der Industrie (z. B. in der Materialbearbeitung) als auch in der Medizin.

International und auf europäischer Ebene wird neben den Aspekten der nuklearen Entsorgung und des Strahlenschutzes der Bereich der kerntechnischen Sicherheit und Sicherung auch nach der Stilllegung deutscher Kernkraftwerke für Deutschland von Bedeutung sein. Auf lange Sicht werden Kernkraftwerke im europäischen und außereuropäischen Ausland zur Energieversorgung beitragen. Dabei ist in den kommenden Jahren mit Laufzeitverlängerungen bestehender Anlagen und dem Bau neuer Kernkraftwerke, teils auch mit neuen Reaktorkonzepten sowie der Markteinführung von kleinen modularen Reaktoren und sogenannten Mikroreaktoren, zu rechnen. Es liegt im deutschen Sicherheitsinteresse, weltweite Entwicklungen insbesondere im Hinblick auf bestehende und geplante kerntechnische Anlagen im benachbarten Ausland aus fachlicher Sicht zu verfolgen und Einfluss auf die Gestaltung der Sicherheit der Anlagen und den vorsorgenden Notfallschutz nehmen zu können.

1 Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf die Energieerzeugung durch Kernspaltung.

2 Der Strahlenschutz bei medizinischer Diagnostik und Therapie, im industriellen Bereich (außerhalb der Kerntechnik) sowie im Zusammenhang mit natürlichen Quellen ionisierender Strahlung steht mit Blick auf den Auftrag aus dem Koalitionsvertrag (s. unten) nicht im Fokus des vorgelegten Konzepts, auch wenn sich die Fragen des Kompetenzerhalts dort in vergleichbarer Weise zeigen und in einem gesonderten Prozess auszuarbeiten sind.

Die Bedeutung der gesellschaftlichen Aufgabe, eine auf Sicherheit ausgerichtete Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung zu erhalten sowie das deutsche Sicherheitsverständnis auch weiterhin international aktiv einzubringen, wird im Koalitionsvertrag der Bundesregierung vom 14. März 2018 mit folgender Festlegung unterstrichen:

*„Wir werden ein Konzept zum perspektivischen Erhalt von Fachwissen und -personal für Betrieb, Rückbau und zu Sicherheitsfragen bei Nuklearanlagen sowie für Zwischen- und Endlagerung erarbeiten.“*

*Zeilen 6677 bis 6679*

*„Wir wollen, dass Deutschland bei der Reaktorsicherheit in Europa dauerhaft Einfluss ausübt – auch nach dem Ausstieg aus der nationalen Nutzung der Kernenergie. [...] Wer in Sicherheitsfragen mitreden will, der muss das auch können. Dafür ist der Know-how-Erhalt unverzichtbar.“*

*Zeile 6681ff*

Die Bedeutung des Erhalts von Fachwissen und -personal wird von verschiedensten Stellen und Personen betont, so z. B. von einer internationalen Expertenkommission, die im Rahmen der sogenannten IRRS-Mission (Integrated Regulatory Review Service der Internationalen Atomenergie-Organisation) im Frühjahr 2019 den Hinweis gegeben hat, die Bundesregierung „should consider establishing a comprehensive plan, in consultation with relevant parties, for the project on German competence and financing needs during future decades.“ Auch die Gutachter der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) betonen: „To maintain a world-class team in the future, the development and implementation of a sophisticated talent management strategy for succession is timely and crucial.“ Auch die Beratungsgremien des BMU sowie die Kompetenzverbände Kerntechnik, Endlagerforschung und Strahlenforschung befassen sich regelmäßig mit der Frage, wie der Erhalt von Fachwissen und -personal gestaltet werden kann.

## B. Bedarf und Zielsetzung

Deutschland steht in den Bereichen der nuklearen Sicherheit vor vielfältigen Aufgaben:

- Auch während des schrittweisen Abbaus der Kraftwerkskapazitäten sind für den verbleibenden Zeitraum der Kernenergienutzung, in der Nachbetriebsphase, bei dem Betrieb der Forschungsreaktoren, bei der Beförderung von Kernbrennstoffen sowie bei der Stilllegung und beim Rückbau der kerntechnischen Anlagen die Einhaltung der strengen Sicherheitsstandards und die Aufrechterhaltung des hohen Niveaus der Sicherung uneingeschränkt sicherzustellen.
  - Bis zur Abgabe an ein Endlager müssen Brennelemente und sonstige radioaktive Abfälle sicher zwischengelagert werden.
  - Die sichere und geordnete Entsorgung radioaktiver Abfälle aus dem Betrieb, der Stilllegung und dem Rückbau kerntechnischer Anlagen und aus den Bereichen Medizin, Forschung und Industrie ist von besonderer Bedeutung. Schwerpunkte hierbei sind Planung, Errichtung, Betrieb und Stilllegung von Endlagern sowie die Weiterentwicklung des Instrumentariums zur Bewertung ihrer Betriebs- und Langzeitsicherheit.
  - Die ungeachtet des deutschen Atomausstiegs erfolgreiche Nutzung der Kernenergie zur Erzeugung von Elektrizität und ihre Entwicklung in den Nachbarstaaten Deutschlands sowie weltweit sind zu begleiten, um aktiv das deutsche Sicherheitsverständnis sowohl bilateral als auch multilateral weiterhin in die Diskussion sicherheitstechnischer Fragestellungen zu kerntechnischen Anlagen einbringen und an der Weiterentwicklung des internationalen Regel- und Normenwerks und des Standes von Wissenschaft und Technik mitwirken zu können.
- Dies gilt auch im Hinblick auf mögliche Notfälle in ausländischen Kernkraftwerken und anderen kerntechnischen Anlagen.
- Auswirkungen von Strahlung auf Mensch und Umwelt sind unabhängig vom Ausstieg aus der gewerblichen Nutzung der Kernenergie zur Erzeugung von Elektrizität. Geplante oder notfallbedingte Strahlenexposition kann nicht nur während des Betriebs, sondern auch beim Rückbau kerntechnischer Anlagen und beim Umgang mit und bei der Lagerung von radioaktiven Abfällen entstehen. Der Schutz vor ionisierenden Expositionssituationen, der medizinische und berufliche Strahlenschutz bei kerntechnischen Anwendungen sind zu gewährleisten.
  - Nachwuchsgewinnung und Kompetenzentwicklung sind auch für die Bedarfe derjenigen Einrichtungen und Unternehmen essentiell, die kerntechnischen Anwendungen in Bereichen jenseits der Stromerzeugung dienen, wie etwa in der Materialforschung, Nuklearmedizin, Radiopharmaka, Strahlentherapie, Radioökologie, Strahlenbiologie, Epidemiologie, Strahlenschutztechnik, Landwirtschaft, Lebensmittel, Wassermanagement, Industrie- und IT-Anwendungen, Raumfahrt und Erhalt von Kulturschätzen.

Bei der Ermittlung des perspektivischen Bedarfs an Fachwissen und -personal für den Bereich der nuklearen Sicherheit hat die Bundesregierung relevante Akteure (Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder, Sachverständigenorganisationen, Beratungsgremien, Betreibergesellschaften, Forschungseinrichtungen, Hochschulen, Industrie) einbezogen. Die Rückmeldungen sind in die Erarbeitung dieses Konzeptes eingeflossen. Zudem orientierte sich die Bundesregierung im Rahmen ihrer Arbeiten an internationalen Ansätzen, wie sie sich zum Beispiel aus dem Strategiepapier der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) zur Aus- und Fortbildung im Bereich der nuklearen Sicherheit 2013–2020<sup>3</sup> ergeben.

Um den Erhalt und die Weiterentwicklung der notwendigen Expertise in Deutschland langfristig zu gewährleisten, gilt es Maßnahmen zu ergreifen, die dem bereits bestehenden Fachkräftemangel und dem drohenden Verlust von aktiv verfügbarem Wissen und Kompetenz entgegenwirken. Diese Maßnahmen sollten sich auf folgende Eckpfeiler stützen:

- Erhalt und Anwerben von qualifiziertem Personal, das mit seinem Handeln – sei es bei Behörden, Sachverständigenorganisationen, Betreibern oder Herstellern – einen Beitrag in Sicherheitsfragen leistet,
- Erhalt und Ausbau von Fachwissen,
- Erhalt und inhaltliche Weiterentwicklung von Lehre und Forschung,
- Wissensmanagement und Wissenserhalt, Gremien- und Netzwerktätigkeiten,
- Intensivierung der nationalen und internationalen Vernetzung sowie von grenzüberschreitenden Aktivitäten,
- Stärkung der beruflichen Perspektiven und der beruflichen Anerkennung im gesellschaftlichen Umfeld.

3 [www-ns.iaea.org/downloads/ni/training/strategy2013-2020.pdf](http://www-ns.iaea.org/downloads/ni/training/strategy2013-2020.pdf)

## C. Status quo/bisherige Aktivitäten

Dem Thema Erhalt und Ausbau von Fachwissen und -personal dienen vielfältige laufende Aktivitäten der Bundesregierung.

Die Bundesregierung leistet durch die kontinuierliche Förderung der nuklearen Sicherheitsforschung seit vielen Jahren wesentliche Beiträge zu Erhalt, Aufbau und Weiterentwicklung der wissenschaftlich-technischen Kompetenz sowie zur Nachwuchsförderung in diesem Bereich. Diese strategischen Ziele werden erneut im 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung von September 2018<sup>4</sup> bestätigt.

Die Förderung exzellenter Forschungsprojekte steht im Fokus des förderpolitischen Handelns in den verschiedenen Bereichen und dient auch dazu, die Bundesländer zu unterstützen, bestehende Forschungskapazitäten an deutschen Hochschulen zu erhalten und weiterzuentwickeln.

So leistet die Projektförderung des *Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie* (BMWi) zur Reaktorsicherheits- und nuklearen Entsorgungsforschung durch die Förderung von Forschungsvorhaben an Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und in geringerem Umfang der Industrie einen wesentlichen Beitrag zur Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik und zur Ausbildung von Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftlern. Das Programm NUSAFE (Nuclear Waste Management, Safety and Radiation Research) bildet den Rahmen für die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) für Grundlagenforschung zur nuklearen Sicherheit. Die HGF-Zentren FZJ, KIT und HZDR werden jeweils zu 90 Prozent vom *Bundesministerium für Bildung und Forschung* (BMBF) und zu 10 Prozent von dem jeweiligen Sitzland institutionell gefördert. Diese Grundlagenforschung der HGF dient dazu, den Stand von Wissenschaft und Technik weiterzuentwickeln und ist für die Entwicklung der Kompetenz und die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses essentiell. Das BMBF hat

mit dem Förderkonzept „FORKA – Forschung für den Rückbau kerntechnischer Anlagen“ einen neuen Rahmen für Forschungsprojekte zur Stilllegung und zum Rückbau kerntechnischer Anlagen sowie zur Entsorgung der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle geschaffen. Damit werden heute auch die Wissenschaftlerinnen, Wissenschaftler und Fachkräfte von morgen ausgebildet.

Zu den gezielt auf die Nachwuchsförderung ausgerichteten Projektförderinitiativen zählen die Initiative „Kompetenzerhalt in der Kerntechnik“ (KEK) des BMWi und die Förderbekanntmachung des BMBF im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms in der nuklearen Sicherheitsforschung und der Strahlenforschung<sup>5</sup>, mit denen der perspektivische Erhalt von Fachwissen und die Ausbildung junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und Expertinnen und Experten für Sicherheitsfragen in der Kerntechnik gefördert werden.

Die Ressortforschung des Bundes schafft durch problemorientierte und praxisnahe Forschung und Entwicklung Entscheidungsgrundlagen für staatliches Handeln. Im Geschäftsbereich des BMWi sind die *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung* (BAM), die *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe* (BGR) und die *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* (PTB) mit verschiedenen Forschungsaufgaben der nuklearen Sicherheit betraut und tragen in diesem Rahmen auch zur Kompetenzentwicklung und Nachwuchsförderung bei.

In einem dynamischen Prozess erfolgt die regelmäßige perspektivische Ausrichtung der Ressortforschung im Geschäftsbereich des *Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit* (BMU) auch vor dem Hintergrund des Erhalts von Fachwissen. Auf diese Weise werden neue Herausforderungen in einem strukturierten Verfahren frühzeitig auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes ermittelt. Die administrative und fachliche Betreuung

<sup>4</sup> [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/Energieforschung/energieforschung-7-energieforschungsprogramm.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/Energieforschung/energieforschung-7-energieforschungsprogramm.html)

<sup>5</sup> Veröffentlicht im Bundesanzeiger am 01.04.2019.

von Forschungsvorhaben erfolgt im BMU und in seinen beiden nachgeordneten Behörden, dem *Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung* (BASE) und dem *Bundesamt für Strahlenschutz* (BfS). Anwendungsorientierte Forschung und Untersuchungen werden ferner von den bundeseigenen Gesellschaften *Bundes-Gesellschaft für Endlagerung mbH* (BGE) und *BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH* (BGZ) umgesetzt.

Auf nationaler Ebene findet der Austausch zwischen den diversen Akteuren in verschiedenen Foren statt. Dazu zählen der *Kompetenzverbund Kerntechnik* (KVKT), die *Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung* (DAEF) und der *Kompetenzverbund Strahlenforschung* (KVSF). Die Kompetenzverbünde tragen dazu bei, die fachliche Expertise in den jeweiligen Bereichen zu erhalten und weiterzuentwickeln sowie durch eine Nachwuchsförderung gemeinsam mit Hochschulen, außeruniversitären Forschungszentren, Industrie, Politik und Verbänden das wissenschaftliche Niveau langfristig zu sichern.

Auf europäischer und internationaler Ebene existieren zahlreiche Gremien insbesondere der EU/Euratom, der IAEO und der OECD/NEA. Deutschland engagiert sich mit Vertretern aus Behörden, Gutachterorganisationen, Normungsgremien, Forschungseinrichtungen und Unternehmen aktiv in der Gremienarbeit zu Konventionen, Regelwerksarbeit und Normen, in der bilateralen Zusammenarbeit sowie im Erfahrungsaustausch und in Forschungsnetzwerken und leistet so einen wichtigen Beitrag, das deutsche Sicherheitsverständnis im Ausland zu verbreiten.

Industrie, Gewerbe und Dienstleister beteiligen sich an nationaler und internationaler nuklearer Sicherheitsforschung und tragen zur Kompetenzentwicklung und Nachwuchsförderung sowie zur internationalen Diskussion bei. Gleichzeitig tragen sie die Fortentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik auf den genannten Gebieten in die konkrete Anwendung im In- und Ausland. Damit wurden auch vertiefte Einblicke und eigenständige Erkenntnisse hinsichtlich der sicherheitsrelevanten Entwicklungen im Ausland möglich. Neben der internationalen Vernetzung von Forschung, Lehre, Genehmigung und Aufsicht bildeten Aktivitäten deutscher Unternehmen im Ausland eine wichtige Grundlage, um deutsches Sicherheitsverständnis im Ausland zu verbreiten und praktisch umzusetzen.

# D. Handlungsfelder

Aus den Analysen von Bedarf und bisherigen Aktivitäten lassen sich sechs Handlungsfelder ableiten, in denen Maßnahmen zum Erhalt und Ausbau von Fachwissen und -personal zu treffen sind:

- I. **Ausbildung und Lehre,**
- II. **Fort- und Weiterbildung,**
- III. **Forschung und Entwicklung,**
- IV. **Wissenserhalt, Gremienarbeit und Netzwerke,**
- V. **Internationale Vernetzung und grenzüberschreitende Aktivitäten,**
- VI. **Berufliche Perspektiven und Anerkennung im gesellschaftlichen Umfeld.**

Die Handlungsfelder sind in Teilen miteinander verknüpft, so dass identifizierter Maßnahmenbedarf auch unmittelbare oder mittelbare Auswirkungen auf ein anderes Handlungsfeld haben kann. Diesen Zusammenhängen ist bei der Gestaltung der einzelnen Handlungsfelder Rechnung zu tragen. Hinsichtlich der genannten Empfehlungen zu den Handlungsfeldern ist sich die Bundesregierung bewusst, dass die von den Empfehlungen berührten Bereiche teilweise nicht in ihren Zuständigkeitsbereich fallen. Ihr ist bewusst, dass die Ergreifung möglicher Maßnahmen in den Entscheidungsbereich der jeweils betroffenen Akteure fällt.

## I. Ausbildung und Lehre

Die berufliche Qualifikation ist die Schlüsselkomponente für einen nachhaltigen Wissenserhalt und das Anwerben von qualifiziertem Personal. Durch die berufliche Qualifikation wird der Erwerb und die Fortentwicklung von Fertigkeiten gewährleistet, die für das breite Aufgabenspektrum zur kontinuierlichen Verbesserung der nuklearen Sicherheit eingesetzt werden können. Aufgrund der Sensibilität der Aufgaben und der Notwendigkeit, Sicherheit auf höchstem Niveau zu gewährleisten, sind die Qualitätsansprüche an die berufliche Qualifikation in diesen Bereichen sehr hoch. Auch in Zukunft muss dieser Anspruch nicht zuletzt aufgrund rechtlicher Verpflichtungen und des deutschen Sicherheitsinteresses auf diesem Niveau erhalten bleiben.

Durch eine berufliche Ausbildung und/oder durch ein Studium an einer Hochschule werden Fertigkeiten, Kenntnisse und Wissen vermittelt, die zukünftigem Personal auf allen Ebenen, der Fachkraft ebenso wie dem Hochschullehrenden, den Einstieg in ein bestimmtes Berufsfeld ermöglichen sollen.

Eine besondere Rolle in der Nachwuchsgewinnung spielen Forschung und Lehre an Hochschulen. Das Angebot attraktiver Lehr- und Forschungsbedingungen kann Studierende zu einer Spezialisierung auf Fächer im kerntechnischen Bereich nebst weitergehender Qualifikation in diesen Bereichen motivieren. Hierzu sind eine frühe Einbindung der Studierenden in die Forschung ebenso wie auch eine internationale Orientierung ihres Studiums und die Verfügbarkeit hochklassiger technisch-wissenschaftlicher Infrastruktur erforderlich. Die Entwicklung und Umsetzung geeigneter Angebote der tertiären Bildung und die Fortentwicklung der Kompetenzzentren sind dafür bedarfsgerecht zu unterstützen. Kompetenzen an den Lehrstühlen im Bereich der nuklearen Sicherheit sollen erhalten bleiben und im angemessenen Umfang weiterentwickelt werden. Dabei wird es wesentlich auf eine angemessene Ausstattung mit Lehrstühlen, z.B. auch im Bereich der Radiochemie, ankommen.

Um den Praxisbezug der Lehre und den frühzeitigen Kontakt zu Nachwuchskräften zu fördern, sollten zudem insbesondere an Ressortforschungseinrichtungen Lehraufträge und gemeinsame Berufungen von Professorinnen und Professoren an benachbarten Hochschulen vorangetrieben werden. Zur Vermittlung von Praxiserfahrung und Kontakten zu potenziellen Arbeitgebern ist zudem das Angebot zu erweitern, Prüfungsarbeiten wie Promotionen oder Masterarbeiten in Zusammenarbeit mit Unternehmen und Behörden abzuleisten, wobei die Universitäten die Qualitätssicherung der Promotionen verantworten. Eine Förderung von Austausch- und Mobilitätsprogrammen für Studentinnen und Studenten sowie Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler kann zur Internationalisierung der Ausbildung beitragen. Für Berufungen sollten auch Fachkräfte aus dem Ausland gezielt angesprochen werden.

Grundlage für diese Ausbildungsaktivitäten sind vorausgehende Erfolge in der Bildung in Schulen und anderen Bildungseinrichtungen. Hierzu kommt es neben der Vermittlung fachlicher Grundlagen in den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) auch darauf an, Bedeutung und gesellschaftliche Implikationen, sei es bezogen auf die national zu lösenden Entsorgungsaufgaben oder auch bezogen auf die Vertretung deutscher Sicherheitsinteressen im Kontext der Nutzung der Kernenergie in anderen Staaten, auch in den geistes- und sozialwissenschaftlichen Fächern zu adressieren.

Mit Eintreten in die Orientierungsphase haben Schulabgängerinnen und Schulabgänger diverse Möglichkeiten, sich für Ausbildungsberufe bzw. ein Studium zu entscheiden, um im Berufsleben Tätigkeiten im Bereich der nuklearen Sicherheit, z.B. bei einer Behörde, einem Betreiber, einer Sachverständigenorganisation, einem Hersteller oder in der Forschung auszuüben. Auch Spezialisierungen bzw. Zusatz- oder Weiterqualifikationen von Ausbildungen und Studiengängen sowie nicht-technische Studiengänge der Rechts- oder Sozialwissenschaften gehören dazu. Gleiches gilt für den Ausbildungssektor und die duale Berufsausbildung als eine wichtige Grundlage, um den Fachkräftebedarf künftig zu sichern. Die **Tabelle im Anhang** zeigt auf, welches breite Spektrum an Ausbildungsberufen und Studiengängen hier generell abzudecken ist.

In den Bereichen, in denen es generell eine hohe Nachfrage an Ausbildungsberufen oder Studienfächern und somit ein ausreichendes Angebot gibt (z.B. geisteswissenschaftliche Studienfächer), sind naturgemäß keine Maßnahmen erforderlich. Anders stellt sich die Situation dar, wenn das Ausbildungsangebot nicht (mehr) ausreicht, um einen vorhandenen oder für die Zukunft prognostizierten Bedarf zu decken. Die durchgeführten Analysen identifizieren für eine Vielzahl von Ausbildungsberufen und Studiengängen Engpässe, die bereits aktuell bestehen bzw. für die nahe Zukunft absehbar sind. Im Einzelnen handelt es sich insbesondere um die in der **Tabelle im Anhang** hervorgehobenen Berufssparten bzw. Studiengänge.

### Empfehlungen zum Handlungsfeld *Ausbildung und Lehre*

1. Erhalt und inhaltliche Weiterentwicklung einer angemessenen wissenschaftlich-technischen Infrastruktur an Hochschulen und Forschungseinrichtungen.
2. Erhalt und inhaltliche Weiterentwicklung von angemessenen Lehrangeboten an Universitäten und Fachhochschulen.
3. Erhalt und inhaltliche Weiterentwicklung einer angemessenen Förderung von Forschungsvorhaben an Universitäten, um den wissenschaftlichen Nachwuchs durch Beteiligung an attraktiven Forschungsarbeiten im Bereich der nuklearen Sicherheit zu gewinnen.
4. Verankerung von Fachthemen der nuklearen Sicherheit in Studiengängen wie zum Beispiel der MINT-Fächer, Medizin, Architektur, Bauingenieurwesen oder Umwelttechnik; Schaffung von Möglichkeiten zur beruflichen Spezialisierung und Qualifikation (z. B. durch Aufbau von Trainee-Programmen oder Zusatz- und Weiterqualifikationen).
5. Ausbau von Kooperationen zwischen Hochschulen und Betreibern, Unternehmen, Vorhabenträgern, Ressortforschungseinrichtungen, Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden zum Beispiel durch Betreuung und Förderung von Abschlussarbeiten, Praktika, Forschungs- oder Lehrprojekten.
6. Auf- und Ausbau von Kooperationen mit den örtlichen Industrie- und Handelskammern sowie mit privaten Ausbildungs- und Lehreinrichtungen; Verankerung von Fachthemen der nuklearen Sicherheit in bestehende Ausbildungen, die mit diesen Themen in Berührung stehen (z. B. im Baubereich) im Rahmen der jeweiligen Ordnungsverfahren.
7. Internationalisierung der Lehrangebote, Förderung des internationalen Austausches und von Kooperationen mit ausländischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen.
8. Kontinuierliche Überprüfung, inwieweit die Bedarfe durch bestehende Aus- und Weiterbildungsinfrastruktur gedeckt werden können.

## II. Fort- und Weiterbildung

Mit der Etablierung im Beruf oder der Suche nach neuen beruflichen Herausforderungen, etwa über den Weg eines Quereinstiegs, gewinnt eine gute Weiterbildung sowie die Bereitschaft zu lebenslangem Lernen in jeder Berufsphase an Bedeutung. Mit Fort- und Weiterbildungen können sich Fachkräfte beruflich entwickeln und sich neue Ziele setzen. Da im Bereich der nuklearen Sicherheit Fachpersonal immer schwieriger zu rekrutieren ist, müssen der Fort- und Weiterbildung in Unternehmen und Behörden ein hoher Stellenwert beigemessen und entsprechende Pläne

hierzu – etwa durch angepasste Fortbildungsmaßnahmen – innerhalb einer Organisation oder organisationsübergreifend optimiert werden.

Die eingangs erwähnten strukturellen Veränderungen der kerntechnischen Landschaft in Deutschland und die Weiterentwicklung des Strahlenschutzes durch das neue Strahlenschutzrecht in Deutschland haben auch Auswirkungen auf Angebot und Nachfrage für Aus-, Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten, die eine systematische und bedarfsgerechte Anpassung erfordern.

### Empfehlungen zum Handlungsfeld *Fort- und Weiterbildung*

9. Entwicklung und Koordinierung eines harmonisierten Fort-/Weiterbildungsprogramms für Bund-/Länderbehörden.
10. Ausrichtung von Fort- und Weiterbildungszentren auf künftige Herausforderungen.
11. Schaffung und Nutzung moderner Lernplattformen (etwa für E-Learning-Kurse oder Live-Online-Trainings, Datenbanken mit Schulungsmaterial).
12. Förderung von institutionsübergreifenden Fortbildungsangeboten. Aufbau von Fortbildungen mit Themenschwerpunkten im Bereich der nuklearen Sicherheit. Verankerung der Fachthemen in bestehende Fort- und Weiterbildungen aus Bereichen, die mit diesen Themen in Berührung stehen.
13. Stärkere Berücksichtigung von internationalem Fachwissen bei Fort- und Weiterbildung und engere Zusammenarbeit mit internationalen Partnerorganisationen.

### III. Forschung und Entwicklung

Die kontinuierliche staatlich geförderte Forschung und Entwicklung ist für Erhalt und Weiterentwicklung von technisch-wissenschaftlicher Kompetenz in den sich dynamisch entwickelnden Bereichen der nuklearen Sicherheit langfristig essentiell. Sie gewährleisten die unabhängige Prüfung, Bewertung und Gestaltung nationaler und internationaler Sicherheits- und Entsorgungskonzepte. Zwingende Voraussetzung zur Sicherung der wissenschaftlichen Standards ist die Auseinandersetzung mit voneinander abweichenden Forschungsansätzen und -ergebnissen national und international.

Der perspektivische Erhalt von Fachwissen und -personal für Sicherheitsfragen, die für den Betrieb und Rückbau kerntechnischer Anlagen, für die Zwischen- und Endlagerung sowie für hierbei relevante Fragen des Strahlenschutzes und der Strahlenforschung zu beantworten sind, ist unverzichtbar. Dies soll den dauerhaften Einfluss Deutschlands auf die nukleare Sicherheit in Europa und weltweit gewährleisten. Diese Zielsetzung wird durch die dem wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn verpflichtete und von Betreiberinteressen unabhängige Forschungsförderung seitens BMWi und BMBF verfolgt, einschließlich unmittelbar nachwuchsorientierter Fördervorhaben. Mit ihren Fördermaßnahmen hat die Bundesregierung in den vergangenen Jahrzehnten wesentlich dazu beigetragen, dass der Stand von Wissenschaft und Technik kontinuierlich fortentwickelt wird. Ergebnisse solcher Forschungsarbeiten haben vielfach Anstöße für eine weitere Verbesserung der Sicherheit sowohl im In- als auch im Ausland gegeben. Die staatliche Förderung von Forschungsvorhaben gilt es zukünftig weiterzuentwickeln.

Daneben dient die Ressortforschung im Geschäftsbereich des BMU insbesondere dazu, den zur Wahrnehmung der Ressortaufgaben erforderlichen Unterstützungs- und Forschungsbedarf zu decken, indem Entscheidungsgrundlagen und -hilfen für die Vorbereitung, Überprüfung, Weiterentwicklung und Umsetzung von Zielen, Instrumenten, Programmen

und Konzeptionen sowie nationalen, supranationalen und internationalen rechtlichen Regelungen und Verpflichtungen bereitgestellt werden. Ebenso muss durch Forschungsvorhaben gewährleistet werden, dass auch nach Beendigung des kommerziellen Leistungsbetriebs der Kernkraftwerke in Deutschland die Kompetenzen im Bereich der nationalen Betriebserfahrung aktiv zur Verfügung gestellt werden können, zum Beispiel zur Bereitstellung von Informationen für internationale Datenbanken und Abkommen. Die Kompetenz und Diversität der langjährigen Forschungsnehmer muss auf den maßgeblichen Kompetenzfeldern weiterhin sichergestellt werden, damit das BMU jederzeit und langfristig auf kompetente und das unterschiedliche Meinungsspektrum abdeckende Sachverständige zugreifen kann.

Über das Instrument der Projektförderung finanziert die Bundesregierung Forschung zur nuklearen Sicherheit an Universitäten, außeruniversitärer Forschungseinrichtungen und der Industrie. Dies trägt entscheidend zum dringend benötigten Erhalt der Diversität der deutschen Forschungslandschaft auf diesen Gebieten bei, erhöht die wissenschaftliche Wirkung der Förderprogramme und nicht zuletzt deren Attraktivität für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vor dem Hintergrund zusätzlicher Forschungs- und Berufsperspektiven.

Die von BMWi und BMBF geförderte Forschung muss ausgehend von der nationalen Forschungsbasis aus Gründen der Kosteneffizienz und der Diversität auch international ausgerichtet sein, anderenfalls würde sie ihre eigenen qualitativen Mindeststandards nicht dauerhaft erreichen. Nur durch Vernetzung kann die Forschung von weltweiten Wissensbeständen profitieren. Deshalb ist es wichtig, dass deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mobil bleiben und Forscherinnen und Forscher aus anderen Staaten regelmäßig zu Gast in Deutschland sind. Studierende im Bereich der Forschung sollten frühzeitig einbezogen werden. Deutschland hat mit zahlreichen internationalen Partnern verlässliche Rahmenbedingungen für Kooperationen geschaffen. Die Zusammenarbeit findet sowohl auf der Ebene von Regierungen, Verwaltungen

und Mittlerorganisationen als auch auf der Ebene von Forschungsorganisationen und Hochschulen statt. Neben bilateralen Forschungsk Kooperationen tragen die Forschungsförderung im Rahmen von Euratom sowie Kooperationen im Rahmen der OECD/NEA und der IAEO zur internationalen Vernetzung deutscher Forschungseinrichtungen bei und ermöglichen den Zugang zu europäischen Forschungsinfrastrukturen und Entwicklungen. Gerade internationale Forschungsprojekte sind attraktiv für Berufseinsteiger. Eine Beteiligung deutscher Einrichtungen an internationalen Forschungsk Kooperationen gilt es daher auszubauen. Vorhandene bürokratische und finanzielle Hemmnisse bei der Beteiligung von Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen an EU-geförderten Forschungsvorhaben gilt es abzubauen.

In der Forschung zu ionisierender Strahlung wird für die Risikobewertung und den vorbeugenden Schutz der Erhalt einer starken Forschung von der Radioökologie über die Strahlenphysik bis hin zur Strahlenbiologie und Strahlenepidemiologie gefördert. Die geänderten politischen Randbedingungen durch das Standortauswahlgesetz, die verlängerte Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle und der Zeithorizont bis zur Identifizierung geeigneter Lagerstätten und sicheren Endlagerung schaffen neue Anforderungen an die Strahlenforschung.

Mit der Endlagerforschung wurde in Deutschland seit mehr als 50 Jahren eine ausgezeichnete, international anerkannte wissenschaftliche Expertise zur Entsorgung radioaktiver Abfälle aufgebaut. Die Standortauswahl in Deutschland mit der gleichwertigen, ergebnisoffenen Betrachtung aller Wirtsgesteine stellt neue Herausforderungen an die nukleare Entsorgungsforschung. Die Entsorgungsforschung umfasst neben der Endlagerung in tiefegeologischen Formationen auch spezifische Maßnahmen im Vorfeld sowie Untersuchungen zu den Auswirkungen der absehbar verlängerten Zwischenlagerung auf Abfälle und Behälter. Die in den vergangenen Jahrzehnten durchgeführten Fördermaßnahmen der Bundesregierung haben wesentlich dazu beigetragen, wissenschaftlich-technische Grundlagen für zukünftige Endlagerkonzepte und Sicherheitsnachweise zu schaffen. Deutschland verfügt über eine thematisch umfangreiche und gut abgesicherte wissenschaftliche Basis sowie international hoch anerkannte Forschungsstellen auf dem Gebiet der nuklearen Entsorgung. Hierzu trägt die konsequente Beobachtung und Mitgestaltung relevanter Entwicklungen im Ausland im Zuge der internationalen Kooperation bei.

Das 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung benennt die strategischen Zielstellungen der Forschungsförderung auf den Gebieten Reaktorsicherheits- und Entsorgungsforschung sowie Strahlenforschung im Einzelnen.

Die vorgenannten Forschungsbemühungen setzen die Verfügbarkeit einer entsprechenden Forschungsinfrastruktur voraus. Hierbei spielen großforschungsspezifische Institutionen und Experimentiereinrichtungen, im Wesentlichen der HGF, und die entsprechenden Infrastrukturen sowie die Fortschreibung der entsprechenden Forschungsprogramme für die Kompetenzentwicklung und die Nachwuchsgewinnung eine wichtige Rolle. Diese Infrastrukturen bieten die Basis für viele Forschungsvorhaben von Hochschulen und zur Sicherung internationaler Qualitätsstandards in der Forschung. Dies schließt den Bedarf an heißen Zellen ein.

Mit nationaler Forschungsinfrastruktur bleibt der entscheidende inhaltliche Einfluss auf das Untersuchungsprogramm erhalten, können aufwändige Transporte radioaktiven Probenmaterials ins Ausland und Abhängigkeiten von ausländischen Zeitplänen vermieden werden. Dabei ist die Öffnung eigener Infrastruktureinrichtungen für internationale Forschungsk Kooperationen auch für die Offenheit ausländischer Forschungsinfrastruktur hilfreich.

### Empfehlungen zum Handlungsfeld *Forschung und Entwicklung*

14. Erhalt und inhaltliche Weiterentwicklung der Forschungsförderung der Bundesregierung in der nuklearen Sicherheit.
15. Erhalt und inhaltliche Weiterentwicklung der notwendigen nationalen Forschungsinfrastruktur.
16. Stärkung einer engeren Zusammenarbeit in aktuellen Forschungsfragen zwischen Hochschulen und den Anwendern der Forschungsergebnisse sowie eine Vernetzung zentraler Akteure; Nutzung bestehender und Schaffung neuer Foren (Forschungsplattformen und Forschungsverbände) zum Austausch von Wissenschaft, Behörden und Betreibern.
17. Verstärkte Beteiligung an europäischen sowie internationalen Forschungsk Kooperationen (z. B. im Rahmen von Euratom, OECD/NEA, IAEA, bilaterale Kooperationen).
18. Unterstützung der Beteiligung von deutschen forschungsrelevanten Einrichtungen, insbesondere Hochschulen, an Euratom-Forschungsvorhaben; Abbau bürokratischer Hemmnisse bei der gemeinsamen Finanzierung von FuE-Aktivitäten durch EU- und nationale Förderung.
19. Erhalt der Diversität der nationalen Forschungsnehmer.
20. Erhalt und inhaltliche Weiterentwicklung der Förderung von Forschungsvorhaben an Universitäten, um den wissenschaftlichen Nachwuchs durch Beteiligung an attraktiven Forschungsarbeiten für Themen der nuklearen Sicherheit zu gewinnen. Dies könnte auch durch Forschungsvorhaben in weniger beachteten Bereichen wie etwa der nuklearen Forensik geschehen.

## IV. Wissenserhalt, Gremienarbeit und Netzwerke

In Deutschland hat sich über Jahrzehnte ein ausgeprägtes Wissen im Bereich der nuklearen Sicherheit angesammelt. Begründet wird dies durch ein auf Sicherheit ausgerichtetes System, das sich immer nach der unabdingbaren Prämisse des Standes von Wissenschaft und Technik auszurichten hat. Kommuniziert wird das Wissen u. a. in Gremien und über Netzwerke. Dies geschieht sowohl national als auch europäisch und international. Diverse Zusammenschlüsse etwa zwischen Behörden oder Unternehmen (Betreiber, Hersteller, Dienstleister) sorgen dafür, dass im Sinne der kontinuierlichen Verbesserung der nuklearen Sicherheit sicherheitsrelevante Fragestellungen diskutiert, Schnittstellen ausgelotet, Kompetenzen konzentriert, ein gemeinsames Vorgehen abgestimmt, Erfahrungen ausgetauscht und Entscheidungen getroffen werden.

Insbesondere mit dem Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität besteht für die Betreiber, welche nach Beendigung des kommerziellen Leistungsbetriebs verpflichtet sind,

ihre Anlagen unverzüglich stillzulegen und abzubauen, nur noch für einen überschaubaren Zeitraum ein Bedarf an Fachwissen und personellen Kapazitäten. Das bedeutet, dass das bei den Betreibern vorhandene Fachwissen über den Betrieb von Kernkraftwerken nicht auf Dauer durch die Betreiber selbst erhalten werden wird. Dokumentations- und Wissensmanagementsysteme zum langfristigen Erhalt auch dieses Know-hows sollen etabliert werden. Darüber hinaus gilt es, auch das Erfahrungswissen (Know-why) zu erhalten und an nachfolgende Generationen von Fachkräften weiterzugeben, zum Beispiel durch überlappende Stellenbesetzungen oder Hospitationen etwa in behördlichen und Forschungseinrichtungen.

Daneben übernehmen Gremienarbeit und die Kommunikation des Wissens mittels Netzwerkarbeit die Aufgabe, funktionierende Strukturen für den Wissenserhalt und den Erfahrungsaustausch zu schaffen bzw. zu erhalten, das Zusammenwirken der verschiedenen Akteure zu unterstützen, Ressourcen zu bündeln und konkrete Maßnahmen zu planen. In den einzelnen Bereichen der nuklearen Sicherheit sind bereits viele nationale Netzwerke und Arbeitsbündnisse vorhanden. Diese gilt es auf zukünftige Aufgaben auszurichten.

### Empfehlungen zum Handlungsfeld *Wissenserhalt, Gremienarbeit und Netzwerke*

21. Weiterentwicklung eines systematischen IT-gestützten Wissens-/Dokumentenmanagements; Einrichtung einer zentralen Literatur-/Forschungsdatenbank.
22. Angemessene Weiterentwicklung der bestehenden Kompetenznetzwerke.
23. Ausrichtung der Gremienarbeit auf zukünftige Aufgaben – u. a. auch zur Information der Öffentlichkeit.

## V. Internationale Vernetzung und grenzüberschreitende Aktivitäten

Es liegt im deutschen Interesse, dass kerntechnische Anlagen im In- und Ausland nach höchstmöglichen Sicherheitsstandards betrieben werden. Aufgrund des grenzüberschreitenden Charakters potenzieller Risiken ist dies eine Frage des Schutzes der Bevölkerung sowie der Umwelt und damit der öffentlichen Daseinsvorsorge in Deutschland. Um dauerhaft Einfluss auf Sicherheitsstandards kerntechnischer Anlagen im Ausland ausüben zu können, werden internationale Konsultationskanäle (insbesondere EU/Euratom, WENRA, IAEO, OECD/NEA) genutzt. Darauf aufbauend setzen sich deutsche Aufsichtsbehörden in internationalen Gremien für die Gestaltung und Einhaltung von Sicherheitsstandards ein. Die internationalen Konsultationskanäle werden seitens Deutschlands für die Mitsprache auch bei Themen der Nichtverbreitung von Kernwaffen und der deutschen Verteidigungs- und Außenpolitik genutzt, wie bei der Aushandlung und Umsetzung des „Gemeinsamen umfassenden Aktionsplans“ (Joint Comprehensive Plan of Action – JCPOA). Nur wenn anerkannte Kompetenz in den genannten Bereichen vorhanden ist und Nachwuchskräfte gewonnen werden, können diese Konsultationskanäle von Deutschland auch weiterhin genutzt werden.

Um fachlich qualifizierte Beiträge und dauerhaften Einfluss Deutschlands auf die Regelung, Überwachung und Ausgestaltung der nuklearen Sicherheit in Europa und weltweit gewährleisten zu können, ist die internationale Vernetzung von Aktivitäten von Aufsichtsbehörden, Gutachtern, Forschungseinrichtungen und Unternehmen zur kontinuierlichen Verbesserung der internationalen nuklearen Sicherheit unabdingbar. Daher kommt nicht nur nationalen, sondern auch bilateralen und internationalen Austausch-, Beratungs- und Normengremien sowie Netzwerkstrukturen eine besondere Bedeutung für nukleare Sicherheitsfragen zu. Gleiches gilt auch für den „lessons learned“-Prozess, der bei multilateralen Zusammenschlüssen wie etwa der IAEO, der OECD/NEA oder in der Euratom eine wichtige Rolle spielt.

Neben Aspekten der nuklearen Entsorgung und des Strahlenschutzes wird der Bereich der kerntechnischen Sicherheit und Sicherung auch nach der Stilllegung deutscher Kernkraftwerke für Deutschland von Bedeutung sein. Auf lange Sicht werden Kernkraftwerke im europäischen und außereuropäischen Ausland zur Energieversorgung beitragen. Dabei ist in den kommenden Jahren mit Laufzeitverlängerungen bestehender Anlagen und dem Bau neuer Kernkraftwerke, teilweise mit neuen Reaktorkonzepten, zu rechnen. Es liegt im deutschen Sicherheitsinteresse, weltweite Entwicklungen insbesondere im Hinblick auf bestehende und geplante kerntechnische Anlagen im benachbarten Ausland aus fachlicher Sicht zu verfolgen und Einfluss auf die Sicherheit der Anlagen und den vorsorgenden Notfallschutz nehmen zu können. Hierbei spielt auch der Einsatz deutscher Sicherheitstechnologien eine Rolle.

Die Lieferung deutscher Güter und Leistungen kann zur Verbesserung der Sicherheit ausländischer Nuklearanlagen und der Vermittlung deutscher Sicherheitsphilosophie und -kultur in der konkreten Anwendung in der Praxis beitragen und eine Möglichkeit von Informationsrückfluss nach Deutschland aus der praktischen Anwendung im Ausland bilden. Dies wird sich in der Zukunft leichter aufrechterhalten lassen, wenn die in Deutschland ansässigen Unternehmen auf dem internationalen Markt aktiv bleiben. Dazu kommt es auch auf die Vermeidung von Hemmnissen für grenzüberschreitenden Handel und Transporte an.

Der Erhalt und die Entwicklung der kerntechnischen Kompetenz bei den Technischen Sachverständigenorganisationen (TSO) in Deutschland (TÜV, GRS und weitere) kann nur dann gelingen, wenn diese Unternehmen langfristige Berufsperspektiven anbieten können. Dafür spielt die Mitarbeit in konkreten nationalen und internationalen Projekten eine Rolle. In diesen Sachverständigenorganisationen hat sich ein enormes kerntechnisches Wissen angesammelt, das auch weiterhin genutzt werden sollte.

#### Empfehlungen zum Handlungsfeld *Internationale Vernetzung und grenzüberschreitende Aktivitäten*

24. Pflege von Gremien und Netzwerken zur Sicherstellung eines internationalen, multilateralen und bilateralen Erfahrungsaustausches, darunter auch die Mitwirkung bei der Entwicklung von sicherheitstechnischen Anforderungen und Normen nach Stand von Wissenschaft und Technik.
25. Sicherstellung deutscher Expertise in internationalen Gremien/Netzwerken sowie eine lückenlose Nachbesetzung freiwerdender Posten.
26. Unterstützung bei der Mitarbeit in internationalen Organisationen (z. B. OECD/NEA, IAEO).
27. Vermeidung von Handelshemmnissen für Unternehmen, Produkte und Dienstleistungen, um internationale Wettbewerbsfähigkeit zu ermöglichen.

## VI. Berufliche Perspektiven und Anerkennung im gesellschaftlichen Umfeld

Das Interesse, ein Studium oder eine Ausbildung im Bereich der nuklearen Sicherheit anzutreten, hängt wesentlich von den Berufsperspektiven und der gesellschaftlichen Anerkennung der entsprechenden beruflichen Tätigkeit ab. Der Erhalt und die Entwicklung der maßgeblichen Kompetenz in Deutschland erfordert vielfältige und langfristige Berufsperspektiven bei Behörden, in Unternehmen, bei Sachverständigenorganisationen, Forschungseinrichtungen (z. B. Ressortforschungseinrichtungen, Universitäten) und internationalen Organisationen (IAEO, OECD/NEA). Für Bestand und Entstehen von Arbeitsplätzen in Deutschland sind der Bestand staatlicher oder staatlich finanzierter Einrichtungen sowie ein attraktives Angebot von Arbeitsplätzen in Behörden und Unternehmen wichtig.

Angesichts des schon heute spürbaren Wettbewerbs um Fachkräfte in den technisch-naturwissenschaftlichen Berufen müssen auch Arbeitgeber im Bereich der nuklearen Sicherheit attraktive Arbeitsbedingungen bieten, um Personal zu gewinnen und langfristig zu halten. Dafür bieten die Rahmenbedingungen dieses Sektors mit komplexen, interdisziplinären Fragestellungen und ausgeprägter internationaler Orientierung grundsätzlich sehr gute Voraussetzungen. Darüber hinaus ist neben einer konkurrenzfähigen Bezahlung auch ein attraktives Arbeitsumfeld mit guter Vereinbarkeit von Beruf und Familie für viele Nachwuchskräfte ein entscheidender Faktor bei der Berufswahl.

Gleichzeitig ist die gesellschaftliche Anerkennung der beruflichen Leistung in diesem Gebiet von großer Bedeutung. Hierfür ist es wichtig, dass das Ziel, bei der Ausübung der Berufe für bestmögliche Sicherheit zu sorgen, vermittelt wird. Es ist hierbei zu betonen, dass der langfristige Bedarf von Fachwissen und qualifiziertem Fachpersonal trotz des beschlossenen Ausstiegs aus der Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität und den Veränderungen, die die Energiewende mit sich bringt, fortbesteht.

Arbeit und Beruf sind von zentraler Bedeutung für die gesellschaftliche Integration und Teilhabe junger Menschen. Umso wichtiger ist ein reibungsloser Übergang von der Schule in eine Berufsausbildung oder ein Studium. Die Berufsfelder im Bereich der nuklearen Sicherheit sind vielfältig und sie bieten neue Chancen, an gesellschaftlichen Herausforderungen national, europäisch und international auf lange Sicht interaktiv mitzuwirken. Die Bundesregierung arbeitet kontinuierlich daran, die Grundlagen für die berufliche Bildung zu verbessern und Chancengleichheit herzustellen. Dazu gehört auch die Förderung von Mädchen und jungen Frauen in MINT-Fächern.

Die Implementierung der nuklearen Sicherheit ist Teil komplexer Abläufe, getragen von einer Vielzahl beteiligter Akteure mit unterschiedlichen Interessen, Verantwortlichkeiten und Erwartungen. So ist auch bei der Kompetenzentwicklung und der Nachwuchsgewinnung der gesellschaftliche Kontext zu beachten. Ein Faktor hierbei ist, das gesellschaftliche Interesse an der Befassung mit den verschiedenen Aspekten der nuklearen Sicherheit zu fördern und entsprechende berufliche Tätigkeiten gesellschaftlich anzuerkennen.

Viele der von der Bundesregierung geförderten Forschungsvorhaben im Bereich der nuklearen Sicherheit setzen auf interdisziplinäre Kooperation und tragen somit dazu bei, das Verständnis kerntechnischer Zusammenhänge sowie Problemlösungen auch außerhalb klassischer kerntechnischer Disziplinen zu fördern. Vermehrt werden auch sozio-technische Fragestellungen betrachtet. Dazu zählen die Prüfung, Anpassung und gegebenenfalls Entwicklung geeigneter Verfahren für die Fortentwicklung der fachlichen Expertise, die Kommunikation komplexer Sachverhalte sowie die Partizipation. Politisch wurden neue Ansätze, z. B. mit dem Standortauswahlgesetz, vollzogen. So hat die Bevölkerung in Deutschland die Möglichkeit, an dem neu aufgestellten Prozess der Suche nach einem geeigneten Standort für die Lagerung hochradioaktiver Abfälle aktiv teilzunehmen und umfassende Einsicht in die diffizilen Abläufe zu erlangen, die auf Behörden-, Betreiber-, Sachverständigen- oder Herstellerseite einzuhalten sind.

Der Dialog zwischen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Akteuren kann das Interesse an einer beruflichen Tätigkeit im Bereich der nuklearen Sicherheit fördern und zur gesellschaftlichen Anerkennung solcher Tätigkeiten beitragen. Voraussetzung für diesen Dialog ist die Aufbereitung und Vermittlung von Forschungsergebnissen einerseits für die wissenschaftliche Gemeinschaft und andererseits auch für die interessierte Öffentlichkeit. Die Ausrichtung beispielsweise von Fachkonferenzen mit eigenständigen Publikumssektionen könnte ein wirksames Forum für den Dialog bilden.

### Empfehlungen zum Handlungsfeld *Berufliche Perspektiven und Anerkennung im gesellschaftlichen Umfeld*

28. Durchführung von Informationskampagnen zur Vermittlung der Notwendigkeit, fachlich qualifizierte Expertise in den Bereichen der nuklearen Sicherheit trotz des Ausstiegsbeschlusses und der Energiewende vorzuhalten.
29. Erarbeitung eines übergreifenden Kommunikationskonzepts von Behörden, Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen sowie Unternehmen zur Kompetenzentwicklung und Nachwuchsgewinnung in den Bereichen der nuklearen Sicherheit.
30. Verbesserung der Sichtbarkeit von beruflichen Perspektiven für Berufsanfängerinnen und Berufsanfänger sowie für Quereinsteigerinnen und Quereinsteiger.
31. Unterstützung von Maßnahmen, die eine Interaktion zwischen Forschungsakteuren der nuklearen Sicherheit und der interessierten Öffentlichkeit anstreben; Aufbereitung der Inhalte staatlich geförderter Forschung für die interessierte Öffentlichkeit.
32. Einspeisung von Themen der nuklearen Sicherheit in bestehende Foren zur Vermittlung von Wissenschaft und Technik, einschließlich Bildungseinrichtungen und Technikmuseen.

## E. Wertung und Ausblick

Die Bundesrepublik Deutschland nimmt im Bereich der nuklearen Sicherheit international eine führende Position ein. Diese positive Ausgangslage gilt es langfristig zu bewahren und aktiv fortzuentwickeln, um den auf diesem Sektor anstehenden Aufgaben und Herausforderungen auch künftig auf sicherheitstechnisch höchstem Niveau begegnen zu können.

Die kontinuierliche Forschungsförderung ist Grundvoraussetzung, um Nachwuchskräfte für die verbleibenden kerntechnischen Aufgaben auszubilden und Know-how bzw. Know-why weiterzugeben und auszubauen. Dafür ist die Forschungsinfrastruktur in Deutschland langfristig zu erhalten. Internationale Kooperationen und grenzüberschreitende Aktivitäten in der Wissenschaft sowie von Behörden und Unternehmen unter transparenter Beteiligung auch der Öffentlichkeit werden auch zukünftig erforderlich sein, um in Deutschland eigenständige Erkenntnisse zu erlangen und im eigenen Interesse Beiträge zur Umsetzung des deutschen Sicherheitsverständnisses im In- und Ausland leisten zu können. Die gesellschaftliche Anerkennung der Kompetenz- und Nachwuchs-

entwicklung in den Bereichen der nuklearen Entsorgung, Reaktorsicherheit und dem hierbei relevanten Strahlenschutz ist die Grundlage, um den in der Forschung sowie bei Behörden, Gutachtern und Unternehmen vorhandenen oder drohenden Hemmnissen für Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung wirksam entgegenzutreten. Hierfür muss das oberste Ziel, die nukleare Sicherheit voranzutreiben, stets betont werden und im Vordergrund aller Aktivitäten stehen.

Unter Berücksichtigung der laufenden Aktivitäten und bestehenden Strukturen im Bereich der kerntechnischen Sicherheit sollten Programme angepasst oder ggf. neu gestartet werden, die auf die Umsetzung der in Abschnitt D genannten Empfehlungen zielen. Zur Umsetzung werden die Ressorts die Bedarfe innerhalb ihrer jeweiligen Zuständigkeitsbereiche detailliert analysieren und darauf aufbauend Maßnahmen zur Deckung dieser Bedarfe konkretisieren und im Rahmen der in den jeweiligen Einzelplänen zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel und personalwirtschaftlichen Möglichkeiten umsetzen. Eine Präjudizierung zukünftiger Haushaltsverfahren erfolgt damit nicht.

## F. Umsetzung und Evaluierung

1. Die Bundesressorts BMBF, BMU und BMWi werden im Rahmen ihrer jeweiligen Zuständigkeiten geeignete Maßnahmen zum Kompetenzerhalt und zur Umsetzung des Konzeptes im Rahmen der in den jeweiligen Einzelplänen zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel und personalwirtschaftlichen Möglichkeiten ergreifen. Eine Präjudizierung zukünftiger Haushaltsverfahren erfolgt damit nicht.
2. Eine Überprüfung des Konzeptes, der getroffenen Maßnahmen und der Ergebnisse soll spätestens in fünf Jahren erfolgen.

# G. Anhang

Die Auswahl an Berufsausbildungen oder Studienrichtungen ist groß und die Entscheidung, welches der individuell geeignete Berufsweg ist, oftmals schwierig. Umso wichtiger ist, bei der Entscheidungsfindung ausreichende Hilfestellungen zu erhalten, um für sich zu klären, welche Optionen für den zukünftigen Berufsweg bereitstehen. Die Bundesregierung hat für das vorliegende Konzept Bedarfsanalysen durchgeführt und dabei auch ermittelt, welche Ausbildungsberufe bzw. Studienfächer im kerntechnischen

Bereich benötigt werden. Wie in allen Berufssparten ist auch hier eine gewisse Dynamik gegeben, die etwa von strukturellen Veränderungsprozessen abhängig sein kann. Die nachfolgende **Tabelle** ist daher als Orientierungshilfe zu verstehen. Dabei werden nicht nur die Fachrichtungen dargestellt, die laufend und zukünftig gefragt sein werden, sondern in *kursiver Schrift* auch solche, die aktuell oder perspektivisch Engpässe aufweisen. Die Auflistung erfolgt in alphabetischer Reihenfolge.

## Ausbildungsberufe

**Baustoffe und Bergbau:** Baufacharbeiter\*in, Baugeräteführer\*in, *Bergbaubeflissene\*r (Ausbildung im Rahmen eines einschlägigen Studiums)*, *Bergbaufacharbeiter\*in* (z. B. Bergmechaniker\*in, Bergbautechnologe/in, Bohrtechniker\*in, Hauer\*in), *Bergbautechniker\*in, Tunnelbautechniker\*in*

**Bauwesen, Vermessung:** Bergvermessungstechniker\*in, Geotechniker\*in, Vermessungssteiger\*in

**Elektro:** Elektriker\*in, Elektroniker\*in, Informatiker\*in (*Fachinformatiker\*in Systemintegration und Anwendungsentwicklung*), Leit- und Nachrichtentechniker\*in, Messtechniker\*in

**Dokumentation & Archivierung:** Bibliothekar\*in, IT-Kaufmann\*frau, Verwaltungswesen

**Metall-, Maschinenbau:** Maschinen- und Anlagenmonteur\*in, Maschinist\*in/Fördermaschinist\*in, Mechatroniker\*in, Maschinentechniker\*in, Industriemechaniker\*in, Metalltechniker\*in

**Labor:** Laborant\*in (z. B. Biologielaborant\*in, Medizinisch-technische Laboratoriumsassistenten\*innen), *Medizinisch-technische Radiologieassistenten\*innen*

**Schutz und Sicherheit:** Dekontaminationsfachkraft, *Kerntechniker\*in*, Meister\*in für Schutz und Sicherheit, geprüfte Schutz- und Sicherheitsfachkraft, Strahlenbiologe\*in, *Strahlenschutzfachkraft (berufliche Weiterbildung)*, Strahlenschutzwerker\*in, Verfahrenstechniker\*in, Umwelttechniker\*in

**Schweißtechnik:** *Fügedeckelschweißer\*in, Schweißer\*in*

## Studienfächer

**Geistes- und Sozialwissenschaften:** Betriebswirtschaft, Geschichte, Kommunikationswissenschaften (auch Journalismus), Logistik-Management, Management und Sicherheitsmanagement, Medienwissenschaften, Politikwissenschaft (inkl. Partizipationsforschung), Psychologie (u. a. Arbeits- und Organisationspsychologie bzw. -wissenschaften), *Rechtswissenschaften (Spezialisierung Berg-, Atom-, Strahlenschutz- und Wasserrecht)*, Sozialwissenschaften, Supply-Chain-Management, Verwaltungswesen

**Informationswissenschaften:** *Archivwissenschaften, Bibliothekswissenschaft/Bibliotheksmanagement, Daten- und Wissensmanagement, Dokumentation/Dokumentationsmanagement, Informationsmanagement*

**Ingenieurwesen:** Anlagenbau (z. B. Brandschutz, Lüftungsbau), Arbeitsschutztechnik, *Bauingenieurwesen* (Vertiefungsfeld: Alterungsmanagement), Bautechnik, *Bergbautechnik* (inkl. Tunnelbau), *Bergvermessungswesen* (Markscheidekunde), *Chemische Technik, Elektrotechnik* (z. B. Leit- und Nachrichtentechnik), *Geotechnik, Kerntechnik*, Maschinenbau, Materialwissenschaften, Nukleares Entsorgungswesen, Physikalische Technik, *Prüf- und Messtechnik, Reaktortechnik* (inkl. Rückbautechnik), Reststoff- und Abfallmanagement, *Strahlenschutz-/Sicherheitstechnik*, Sicherheitsingenieurwesen, Umweltwissenschaften (z. B. Umweltingenieurwesen, Umwelttechnik), Verfahrenstechnik, *Werkstoffwissenschaften*, Wirtschaftsingenieurwesen

**Naturwissenschaften:** Biologie, Chemie (z. B. Baustoffchemie, Geochemie, *Radiochemie*, Umweltchemie), *Epidemiologie*, Geographie, Geoinformatik, Geologie (einschließlich *Gebirgsmechanik*, Georessourcenmanagement, Hydrogeologie, Ingenieurgeologie), Informatik (IT-Sicherheit, *numerische Modellierung und Simulation*), Mathematik (z. B. Biomathematik, Statistik), *Medizin* (z. B. Nuklearmedizin, Radiologie, Strahlentherapie), Metallurgie, Meteorologie, *Mineralogie*, Physik (z. B. *Kernphysik, Teilchenphysik, Reaktorphysik*, Geophysik und Medizinphysik)

