

FORSCHUNG- STRATEGIE DES ENSI

Mai 2023



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

Forschungsstrategie des ENSI

Mai 2023

1 Grundlagen der Forschung und ihrer Finanzierung	4
2 Ziele	6
3 Kriterien	8
4 Forschungssteuerung	10
5 Thematische Ausrichtung	12

1

Grundlagen der Forschung und ihrer Finanzierung

Bei der Nutzung der Kernenergie sind Mensch und Umwelt vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen zu schützen.¹ Im Sinne der Vorsorge sind alle Vorkehren zu treffen, die nach der Erfahrung und dem Stand von Wissenschaft und Technik notwendig sind.² Gemäss internationalen Richtlinien sollen die jeweiligen nationalen Behörden Massnahmen dafür treffen, dass die Kompetenz aller Beteiligten aufgebaut und erhalten wird, die Verantwortung in Bezug auf die Sicherheit von Kernanlagen tragen. Eines der wichtigsten Mittel dafür sind Forschung und Entwicklung.³

In der Schweiz kann der Bund die angewandte Forschung über die friedliche Nutzung der Kernenergie, insbesondere über die Sicherheit der Kernanlagen und die nukleare Entsorgung, fördern. Er kann in diesem Bereich die Ausbildung von Fachleuten unterstützen oder selbst durchführen,⁴ und er kann sich auf dem Gebiet der friedlichen

Nutzung der Kernenergie an internationalen Projekten beteiligen.⁵ Der Bund fördert auch die wissenschaftliche Forschung über Strahlenwirkungen und Strahlenschutz sowie die Ausbildung auf dem Gebiet des Strahlenschutzes.⁶ Im Bevölkerungsschutz sorgt er zudem in Zusammenarbeit mit den Kantonen für die Forschung und Entwicklung und unterstützt die nationale und internationale Zusammenarbeit.⁷

Die Aufsichtsbehörden unterstützen im Rahmen der bewilligten Kredite Projekte der angewandten Forschung, Lehre und Ausbildung von Fachleuten in den Bereichen der Sicherheit und der Sicherung der Kernanlagen sowie der nuklearen Entsorgung.⁸ Dabei soll es sich um angewandte Forschung handeln, nicht um Grundlagenforschung,⁹ Forschungsprojekte über Strahlenwirkungen und Strahlenschutz können die Aufsichtsbehörden ebenfalls in Auftrag geben, oder sie können sich an solchen beteiligen.¹⁰

¹ Gemäss Art. 4 Abs. 1 des Kernenergiegesetzes KEG.

² Gemäss Art. 4 Abs. 3 lit. a KEG.

³ Gemäss den IAEA General Safety Requirements, Part 1: Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety; siehe insbesondere die Requirements 1, 10 und 11.

⁴ Gemäss Art. 86 KEG.

⁵ Gemäss Art. 87 KEG.

⁶ Gemäss Art. 5 Abs. 1 des Strahlenschutzgesetzes StSG.

⁷ Gemäss Art. 4 des Bevölkerungs- und Zivilschutzgesetzes BZG.

⁸ Gemäss Art. 77 der Kernenergieverordnung KEV und dem erläuternden Bericht zur KEV (Art. 76).

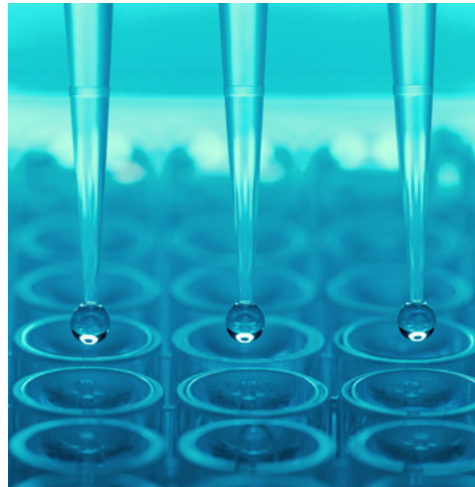
⁹ Gemäss Art. 86 Abs. 1 KEG und Kap. 8.8.4 der Botschaft zum KEG.

¹⁰ Gemäss Art. 186 der Strahlenschutzverordnung StSV.

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI ist die Aufsichtsbehörde des Bundes für die Kernanlagen. Es erfüllt die ihm übertragenen Aufgaben gemäss der Gesetzgebung zu Kernenergie, Strahlenschutz, Bevölkerungs- und Zivilschutz sowie den Vorschriften betreffend die Beförderung von gefährlichen Gütern.¹¹ Für die kompetente und unabhängige Ausübung seiner Aufsichtstätigkeit muss das ENSI auf dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik sein. Das ENSI kann zu diesem Zweck selbst Forschung betreiben und Projekte der nuklearen Sicherheitsforschung unterstützen.¹² Es stützt seine Entscheide auch auf Forschungsergebnisse.¹³

Die vom ENSI betriebenen bzw. unterstützten Forschungsprojekte können auch Entwicklungsarbeiten umfassen, die auf vorhandenes Wissen wie Versuchsergebnisse zurückgreifen, dabei aber grundsätzlich Neues schaffen und nicht lediglich bekanntes Wissen routinemässig anwenden im Sinne von Dienstleistungen (Beratungen, Gutachten, Routinemessungen, Schulungen etc.).¹⁴ Grundlagenforschung, welche keine Verwertungsaspekte für die Aufsichtstätigkeiten hat, ist nicht Teil der regulatorischen Sicherheitsforschung.

Forschungs- und Entwicklungsarbeiten können nur in Rechnung gestellt werden, soweit sie sich im Rahmen der Aufgaben des ENSI bewegen, also Fragen der Sicherheit und Sicherung betreffen.¹⁵ Das ENSI erhebt von den Inhabern von Kernanlagen,



nuklearen Gütern und radioaktiven Abfällen Gebühren für im Rahmen seiner Aufsicht für einzelne Kernanlagen durchgeführte oder veranlasste Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.¹⁶ Zudem leistet der Bund einen Beitrag, mit dem weitere angewandte Sicherheitsforschung finanziert wird.¹⁷ Zur Deckung der Kosten für die Aufsichtstätigkeit, die nicht bestimmten Kernanlagen zurechenbar sind, erhebt das ENSI von den Inhabern der Kernanlagen zudem eine jährliche Aufsichtsabgabe;¹⁸ auch über diese können Kosten für vom ENSI veranlasste Forschungs- und Entwicklungsarbeiten abgerechnet werden.

Das ENSI setzt sich dafür ein, dass der Bund einen angemessenen Anteil der regulatorischen Sicherheitsforschung finanziert.

¹¹ Gemäss Art. 2 Abs. 1 des ENSIG.

¹² Gemäss Art. 2 Abs. 3 des ENSI-Gesetzes (ENSIG) und Botschaft zum ENSIG.

¹³ Gemäss dem ENSI-Managementhandbuch, Prozess «Grundlagen der Aufsicht» (HPB0140).

¹⁴ Auf der Basis des Grundsatzpapiers Forschung & Entwicklung an Fachhochschulen, KFH Rektorenkonferenz der Fachhochschulen der Schweiz (2008).

¹⁵ Gemäss Kap. 8.8.1 der Botschaft zum KEG.

¹⁶ Gemäss Art. 83 Abs. 1 KEG.

¹⁷ Gestützt auf Art. 86 Abs. 1 KEG; die Gelder werden vom Bundesamt für Energie BFE an das ENSI übermittelt.

¹⁸ Gemäss Art. 83 Abs. 2 KEG und Art. 3 Abs. 2 der Gebührenverordnung ENSI.

2

Ziele

Das ENSI betreibt und unterstützt Projekte im Rahmen seines Programms «Regulatorische Sicherheitsforschung». Damit verfolgt das ENSI vor allem folgende Ziele:

1. Untersuchung offener Fragen:

Sowohl aus der laufenden Aufsichtstätigkeit als auch im Zuge der allgemeinen Entwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik ergeben sich Fragestellungen zur Sicherheit der Kernanlagen, die bisher ungelöst sind. Forschungsprojekte sollen es ermöglichen, potenzielle Problembereiche zu erkennen, mögliche Verbesserungen zu erarbeiten, Unsicherheiten zu verringern und Verfahren zu verbessern. Auf diese Weise sollen sie zur Erhaltung und zum Ausbau der Sicherheit der Schweizer Kernanlagen beitragen. Zur Ermittlung dieser Fragestellungen berücksichtigt das ENSI vor allem Entwicklungen in internationalen Gremien, Ergebnisse bereits laufender Forschungsprojekte und Fachtagungen sowie die Empfehlungen anderer Bundesinstitutionen, insbesondere diejenigen der Eidgenössischen Kommission für nukleare Sicherheit KNS.¹⁹ Es zielt auch spezifisch darauf ab, Wissenslücken zu füllen, welche durch die Forschungsprogramme der Beaufsichtigten nicht abgedeckt werden.

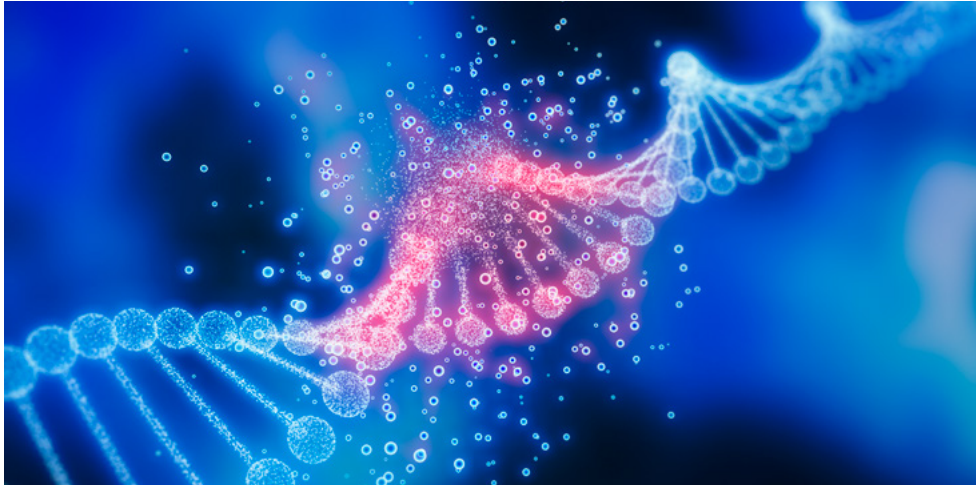
2. Praktische Unterstützung der Aufsichtstätigkeit:

Forschungsprojekte sollen Grundlagen und Hilfsmittel liefern bzw. weiterentwickeln, welche das ENSI zur Erfüllung seiner Aufgaben braucht. Dieses ist das wichtigste Ziel und zugleich unabdingbare Voraussetzung für die Verrechnung von Forschungsarbeiten (siehe Abschnitt 1).

3. Kompetenzerhalt und -erweiterung:

Forschungsprojekte sollen zum Kompetenzerhalt und zur Kompetenzerweiterung des ENSI beitragen, in zweiter Linie auch bei den Expertinnen und Experten des ENSI. In der Schweiz durchgeführte Forschungsprojekte sind dabei vorteilhaft, insbesondere wenn sie Ausbildung beinhalten.

¹⁹ Gemäss Art. 2 der Verordnung über die Eidgenössische Kommission für nukleare Sicherheit (VKNS).



4. Förderung unabhängiger Expertise:

Forschungsprojekte, besonders wenn sie die praktische Unterstützung der Aufsichtstätigkeit betreffen, schaffen teilweise die Grundlage für die Begutachtung und die Betriebsüberwachung der Kernanlagen. In Fachbereichen, in denen das ENSI externe Gutachterinnen und Gutachter heranzieht, sollen Forschungsprojekte zu einer unabhängigen Expertise beitragen, welche potenzielle Interessenkonflikte vermeidet.²⁰ Dabei und zur Förderung der Diversität strebt das ENSI eine Abstützung seiner Forschung auf verschiedene Institutionen an.

können viele Forschungsprojekte nur durch Beiträge aus vielen Ländern hilfreiche Ergebnisse erzielen. Die regulatorische Sicherheitsforschung soll die internationale Vernetzung des ENSI auf der Fachebene fördern.

6. Erhöhung der Attraktivität des ENSI als Arbeitgeber:

Die Begleitung von Forschungsprojekten als abwechslungsreiche Tätigkeit zur Gewinnung neuer Erkenntnisse soll die Attraktivität des ENSI für neue, insbesondere für jüngere und hoch qualifizierte Mitarbeitende erhöhen.

5. Förderung des internationalen

Austauschs:

Ein erheblicher Teil des internationalen Austauschs auf der Fachebene erfolgt im Rahmen von Gremien, die Forschung steuern und deren Ergebnisse auswerten. Dies gilt insbesondere für Gremien der Kernenergieagentur NEA der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung OECD. Zudem

²⁰ Siehe auch den IAEA General Safety Guide GSG-12 (2018): Organization, Management and Staffing of the Regulatory Body for Safety, Appendix I: External expert support.

3

Kriterien

Entsprechend seiner rechtlichen Grundlagen und der übergeordneten Ziele beurteilt das ENSI die Unterstützung vorgeschlagener Forschungsprojekte vor allem nach folgenden Kriterien:

1. Fachlich-qualitative Aspekte, insbesondere:

- a. Fachlich-wissenschaftlicher Bedarf des Projekts für die Verbesserung der Sicherheit und Sicherung der Schweizer Kernanlagen aufgrund des vorliegenden Wissensstandes; zugleich Vermeidung von ungewollten Überschneidungen mit laufenden oder bereits durchgeführten Projekten.
- b. Zu erwartende Qualität der Arbeiten aufgrund des Antrags, aufgrund von Publikationen und weiteren Leistungsausweisen, gegebenenfalls auch aufgrund bisheriger Erfahrungen des ENSI mit den Antragstellern. Dazu zählen sowohl fachliche Aspekte als auch formale Kriterien wie die Einhaltung von Terminen und die Berichterstattung.

2. Relevanz für die Aufsichtstätigkeit:

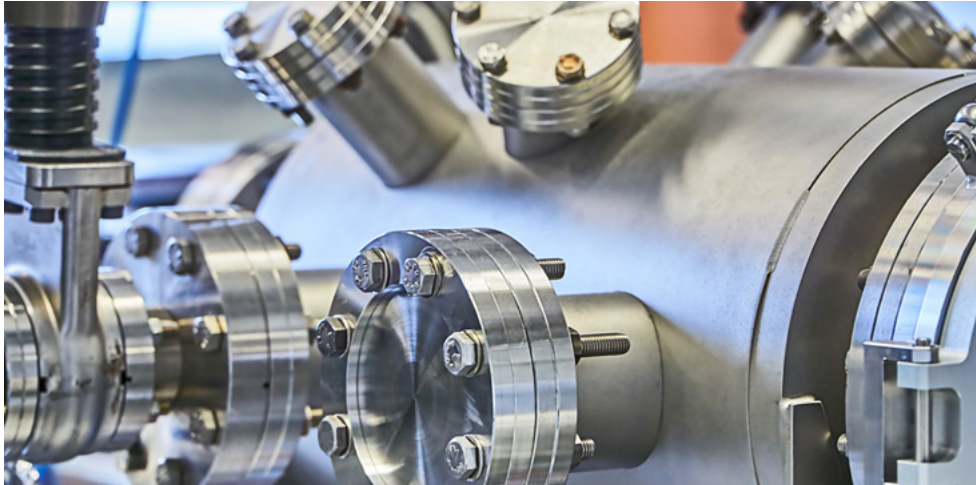
Nutzen der Projektergebnisse für konkrete, in absehbarer Zeit anstehende bzw. laufende Aufsichtstätigkeiten des ENSI. Für die Priorisierung von Projekten ist dieser Punkt besonders wichtig. Die Bewertung ist vorzunehmen anhand von nachvollziehbarer Planung für die Anwendung der Ergebnisse. Gute Beispiele dafür sind:

- a. Die Ergebnisse fliessen in das Regelwerk oder in bestimmte Entscheide des ENSI zu Kernanlagen ein.
- b. Die Forschungsarbeiten entwickeln oder verbessern Simulationsprogramme, die vom ENSI und seinen Expertinnen und Experten für Sicherheitsanalysen genutzt werden.
- c. Die Forschungsarbeiten entwickeln oder verbessern technische Einrichtungen oder Untersuchungsmethoden, die vom ENSI und seinen Expertinnen und Experten genutzt werden.
- d. Durch Forschungsarbeiten gewonnene Daten gehen in vom ENSI durchgeführte probabilistische oder deterministische Sicherheitsanalysen von Kernanlagen ein.
- e. Die Ergebnisse dienen der Planung von ENSI-Inspektionen oder der Beurteilung von Wiederholungsprüfprogrammen und Instandhaltungsmassnahmen.

3. Kompetenzerhalt

und Kompetenzerweiterung:

Kriterium für die Priorisierung von Forschungsprojekten sind vor allem konkrete Ausbildungsmassnahmen, insbesondere die Durchführung von Master- und Doktorarbeiten. Bei sonst gleichwertigen Projekten zieht das ENSI diejenigen vor, welche Ausbildung in der Schweiz betreiben.



4. Auswirkungen auf die zukünftige

Expertenrekrutierung:

Projektanträge werden dahingehend geprüft, ob die Antragsteller vom ENSI zukünftig als Expertinnen und Experten für Begutachtungen von Kernanlagen herangezogen werden können. Expertinnen und Experten des ENSI müssen unabhängig von den durch das ENSI Beaufsichtigten und frei von Interessenskonflikten sein.²¹ Das ENSI bevorzugt deshalb Forschungsprojekte von Institutionen, deren Mitarbeitende im betroffenen Fachbereich voraussichtlich nicht in Interessenkonflikte bei einer möglichen späteren Expertentätigkeit für das ENSI kommen können.

5. Förderung der internationalen

Vernetzung des ENSI:

Dieser Aspekt bezieht sich insbesondere auf Projekte, bei denen Organisationen aus verschiedenen Ländern beteiligt sind und so Resultate erarbeiten, die allein in der Schweiz nicht erzielt werden könnten. Beispiele dafür sind Vergleichsrechnungen verschiedener Gruppen von Forschungsinstituten bzw. Aufsichtsbehörden (sogenannte Benchmarks) oder

die systematische Ermittlung und Analyse von seltenen Schäden und Ereignissen in Kernanlagen.

6. Abgrenzung von den Aufgaben

der Beaufsichtigten:

Mit der vom ENSI unterstützten Forschung dürfen nicht in wesentlichem Masse Aufgaben der Beaufsichtigten übernommen werden. Innerhalb von internationalen Projekten, in denen auch Betreiber oder Hersteller von Kernanlagen vertreten sind, setzt sich das ENSI für den Primat der Sicherheitsaspekte respektive für die Unterstützung der Aufsichtstätigkeit ein.

7. Risikoanalyse:

Bei absehbaren Problemen, insbesondere wenn bei vergleichbaren früheren Projekten bereits Schwierigkeiten aufgetreten sind, ist von den Antragstellern eine Risikoanalyse durchzuführen. Beispiele sind Schwierigkeiten beim länderübergreifenden Transport von radioaktiven Proben oder Probleme bei der Personalrekrutierung. Die Antragsteller müssen nachvollziehbar aufzeigen, wie sie derartige Probleme vermeiden bzw. nötigenfalls lösen.

²¹ Die detaillierten Kriterien für ENSI-Expertinnen und -Experten sind im ENSI-Managementhandbuch, Prozess «Beschaffung» (HPB0460) aufgeführt.

4

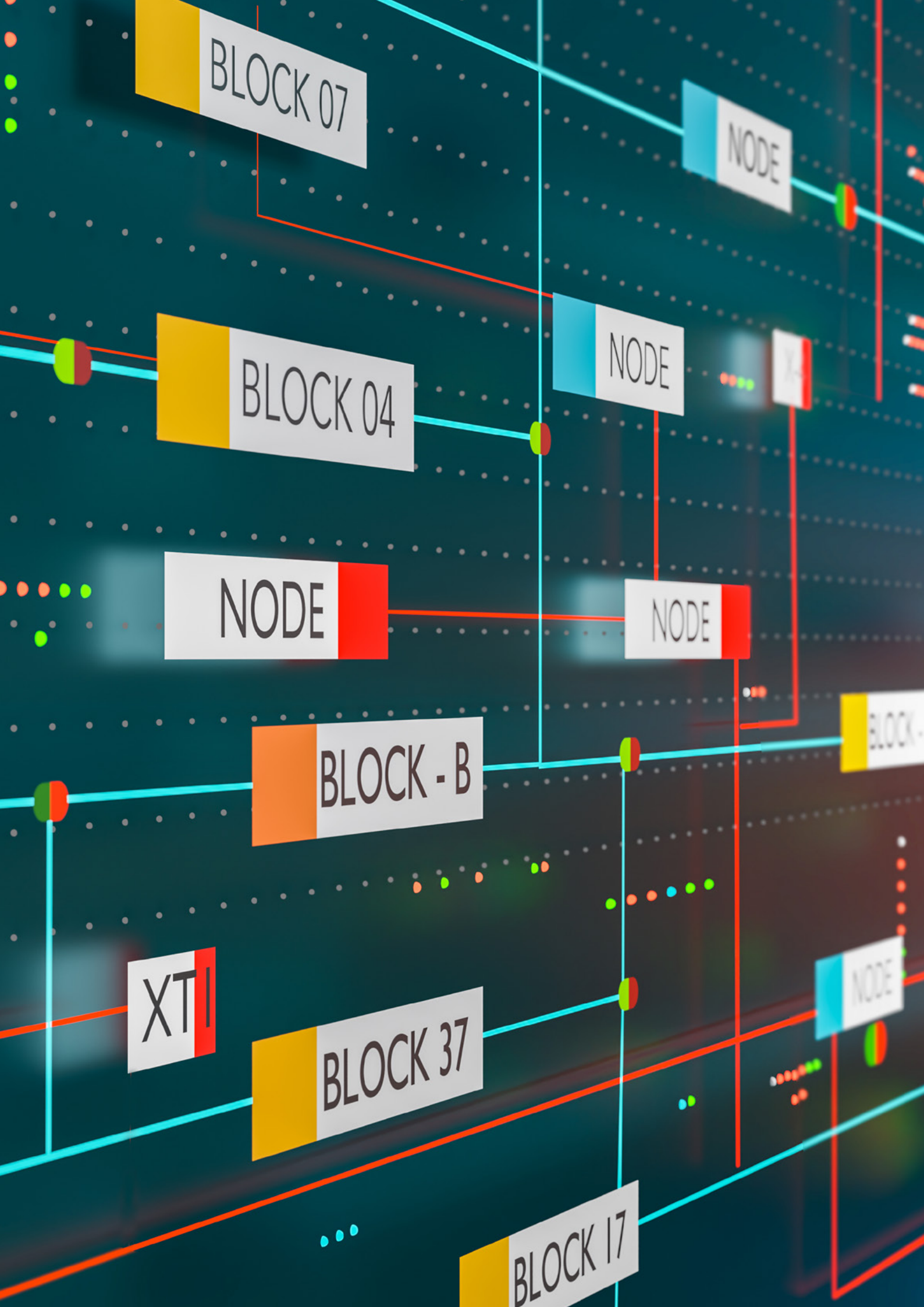
Forschungssteuerung

Die Steuerung des Programms «Regulatorische Sicherheitsforschung» ist im ENSI-Managementhandbuch MHB verankert. Das ENSI verfolgt die Strategie, dass jedes Forschungsprojekt, dessen Leitung nicht beim ENSI selbst liegt, durch (mindestens) eine Person aus dem jeweiligen Fachgebiet des ENSI begleitet wird. Die Projektbegleitung kontrolliert das Projekt und sorgt dafür, dass die Erkenntnisgewinne aus dem Projekt in die laufende Aufsichtstätigkeit des ENSI einfließen. Die Begleitung von Forschungsprojekten als Massnahme zum Kompetenzerhalt und -ausbau ist ein wesentlicher Bestandteil der Aufgaben der Fachpersonen. Eine zentrale Stelle, die Forschungskoordination, bearbeitet die übergeordneten Aufgaben und vertritt die regulatorische Sicherheitsforschung nach aussen. Insbesondere ist sie intern wie extern erste Ansprechpartnerin für Projektanträge und die zentrale Verwaltung der Forschungsergebnisse im ENSI-Wissensmanagement. Die Geschäftsleitung entscheidet über die Projektanträge auf Antrag der Forschungskoordination. Der Geschäftsleitung obliegt insbesondere die Priorisierung von Anträgen.

Das ENSI beurteilt das Forschungsprogramm der Nagra im Rahmen seiner Stellungnahmen zum periodisch erstellten Entsorgungsprogramm der Entsorgungspflichtigen. Der Inhalt der Forschungsprogramme aller Beaufsichtigten wird vom ENSI verfolgt.

Über die regulatorische Sicherheitsforschung informiert das ENSI die Öffentlichkeit regelmässig. Das wichtigste Element davon ist der jährlich veröffentlichte Erfahrungs- und Forschungsbericht, für dessen Erstellung die Forschungskoordination verantwortlich ist. In ihren Berichten nehmen die projektbegleitenden Personen auch eine Bewertung der Forschungsarbeiten vor und legen dar, wie deren Ergebnisse in der Aufsichtstätigkeit genutzt werden. Der Erfahrungs- und Forschungsbericht hat sich bewährt und wird auch international anerkannt. Dies zeigt die Beurteilung dieser Publikation als «Good Practice» im Rahmen der Überprüfungsmission des IAEA Integrated Regulatory Review Service IRRS von 2011.²²

²² Good Practice GP4 in: Integrated Regulatory Review Service (IRRS) report to Switzerland. Brugg, 20 November to 2 December 2011.



5

Thematische Ausrichtung

Die Forschungskoordination führt die Sichtung möglicher Forschungsthemen laufend in Absprache mit den Fachbereichen durch. Die Geschäftsleitung verabschiedet basierend auf der Forschungsstrategie einen Forschungsplan, der die Forschungsvorhaben der nächsten vier Jahre beschreibt mit dem Ziel der Planungssicherheit.

In den kommenden Jahren werden voraussichtlich folgende Themenkomplexe im Zentrum der Forschungsaktivitäten des ENSI stehen:

1. Langzeitbetrieb der Kernkraftwerke, insbesondere Fragen der Alterung von Materialien;
2. Auswirkungen von Erdbeben auf Gebäude, Systeme und Komponenten von Kernanlagen;
3. Entsorgungsfragen zur Realisierung der geologischen Tiefenlagerung inklusive der Verpackungsanlage sowie zur langfristigen Trockenlagerung von abgebrannten Brennelementen;
4. Strahlenexposition von Menschen und Umwelt.

Wichtigste Herausforderungen bei den zentralen Themenkomplexen der regulatorischen Sicherheitsforschung in den kommenden 5–10 Jahren:

Die Reihenfolge der Themenkomplexe und Herausforderungen impliziert keine Priorisierung.

1. Langzeitbetrieb der Kernkraftwerke, insbesondere Fragen der Alterung von Materialien:

Dieses Thema ist angesichts der unbefristeten Betriebsbewilligung der Schweizer Kernkraftwerke vordringlich für deren sicheren Betrieb in den kommenden Jahrzehnten. Dabei stehen die Komponenten des Kühlkreislaufs im Mittelpunkt, vor allem nicht austauschbare wie der Reaktordruckbehälter. Insbesondere die folgenden Aspekte sollen berücksichtigt werden:

- a. Einfluss von Umgebungsbedingungen wie Wasserchemie, Temperatur und Neutronenstrahlung auf Alterungsprozesse;
- b. Überlagerung von Alterungsmechanismen;
- c. Vergleich von Komponenten aus langjährig betriebenen Kernkraftwerken mit Probenmaterial aus generischen Labortests und mit Surveillance-Proben;
- d. Analyse gängiger und neuartiger Techniken der zerstörungsfreien Prüfung hinsichtlich Fehlernachweis und Fehlergrössenbestimmung;
- e. Probabilistische Integritätsuntersuchungen.

2. Auswirkungen von Erdbeben auf Gebäude, Systeme und Komponenten von Kernanlagen:

Unter den Naturgefahren spielen Erdbeben eine sehr wichtige Rolle. In probabilistischen Sicherheitsanalysen für die Schweizer Kernkraftwerke stellen sehr starke Erdbeben den grössten Beitrag zur Kernschadenshäufigkeit dar. Zur Erdbebenentstehung und zur Weiterleitung der Erdbebenwellen im Untergrund bis zum Standort der Kernanlagen wurde in der Schweiz ein hoher Standard in der Forschung erreicht, der kontinuierlich weiter ausgebaut wird. Der hier genannte Schwerpunkt betrifft die Wirkung von Erdbebenwellen auf Gebäude von Kernanlagen und auf die darin befindlichen sicherheitsrelevanten Systeme. Er umfasst insbesondere die folgenden Gesichtspunkte:

- a. Unsicherheiten und Streubreiten bei der Übertragung von Erdbebenwellen vom Untergrund auf Bauten (Boden-Bauwerks-Interaktion);
- b. Veränderungen von Zustand und Verhalten der Bauwerke unter Einwirkung von Beschleunigungen, und deren Folgen für die Verankerung von sicherheitsrelevanten Systemen/Komponenten in diesen Bauten;
- c. Mögliche Schäden an Systemen/Komponenten als Folge dieser (veränderten) Beschleunigungen und Umstände wie insbesondere Resonanzphänomene;
- d. Ansätze dazu, inwieweit die in 2.a.-c. genannten Vorgänge in umfassenden, kombinierten Simulationen abgebildet werden können.

3. Entsorgungsfragen zur Realisierung der geologischen Tiefenlagerung inklusive der Verpackungsanlage sowie zur langfristigen Trockenlagerung von abgebrannten Brennelementen:

Das ENSI hat die Forschungsarbeiten zur Entsorgung radioaktiver Abfälle bisher vor allem auf Beurteilungen ausgerichtet, welche im Rahmen des Sachplans geologische Tiefenlagerung erforderlich sind. Mit dem näher rückenden Abschluss der Standortsuche wird sich diese Ausrichtung schrittweise auf die Realisierung der Tiefenlagerung und der Verpackungsanlage verschieben. Mit der geplanten Inbetriebnahme eines geologischen Tiefenlagers für hochaktive Abfälle ab 2060 erhöhen sich zudem die Zwischenlagerzeiten für abgebrannte Brennelemente. Die wichtigsten Aspekte sind:

- a. Methoden zur Kontrolle der Sicherheitskriterien für abgebrannte Brennelemente bei der langfristigen Trockenlagerung sowie für Transport- und Lagerbehälter (Temperaturen, Veränderung von Materialeigenschaften, Brennstabintegrität, etc.);
- b. Bautechnisches Verhalten des Opalinustons als Folge des Tunnelvortriebs;
- c. Gekoppelte Prozesse bei der Ausbreitung der Radionuklide in einem geologischen Tiefenlager und deren Simulation, unter Berücksichtigung der Temperatur- und Druckentwicklung im Nahfeld;
- d. Einfluss der sich langfristig ausbreitenden Radionuklide auf die Strahlenbelastung in der Umwelt;
- e. Externe Einflüsse, welche langfristig die Einschlusswirkung beeinträchtigen können, wie Tektonik, fluviale und glaziale Erosionsprozesse.

4. Strahlenexposition von Menschen:

Wissenschaftliche Studien über die Folgen einer Strahlenexposition im Niedrigdosisbereich treten zunehmend in der öffentlichen Wahrnehmung auf und akzentuieren die Risikodebatte in der Gesellschaft. Die International Commission on Radiological Protection ICRP überarbeitet derzeit die grundlegenden Empfehlungen, um die neuesten Forschungsergebnisse gebührend aufnehmen zu können. Die Interpretation solcher Forschungsergebnisse stellt aufgrund der inhärenten Unsicherheiten in der Datenbasis und der Komplexität der Materie eine Herausforderung dar. Zeitgleich steigt der Druck, die Strahlenexposition mit technischen Mitteln noch weiter zu reduzieren. Insbesondere sind folgende Forschungsdisziplinen für den Erkenntnisgewinn und die Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik im Strahlenschutz massgebend:

- a. Epidemiologische Studien beispielsweise von beruflich strahlenexponierten Personen, Überlebenden der Atombomben und der bei Nuklearunfällen betroffenen Bevölkerung;
- b. Radiobiologische Studien, wie Untersuchungen von Strahlenschäden an der Erbsubstanz oder von Metaboliten bei strahlenexponierten Individuen;
- c. Entwicklung von strahlenresistenter, ferngesteuerter Technik zur Optimierung der Strahlenexposition im Normalbetrieb und bei Störfällen.



Darüber hinaus wird sich die regulatorische Sicherheitsforschung voraussichtlich insbesondere mit folgenden Themen befassen:

- Integrität der Brennstäbe im Betrieb und Schadensumfang bei Auslegungsstörfällen, insbesondere bei Reaktivitätsstörfällen (RIA) und Kühlmittelverlust-Störfällen (LOCA);
- Wasserchemie des Kühlkreislaufts von Kernkraftwerken;
- Interne Schäden und Ereignisse wie Brände und Ausfälle von Komponenten;
- Auswirkungen eines unfallbedingten Flugzeugabsturzes auf Gebäude, Systeme und Komponenten eines Kernkraftwerks;
- Weitere Naturgefahren (neben Erdbeben), darunter insbesondere Folgen des Klimawandels
- Menschliche Faktoren, insbesondere die Zuverlässigkeit von Operateurhandlungen sowie Aspekte der Organisation und des Wissenserhalts;
- Systemverhalten, Störfälle und schwere Unfälle;
- Angewandte Strahlenschutzthemen inklusive Dekontaminationsverfahren für Systeme und Komponenten.

Das ENSI unterstützt keine Forschung zu neuen Reaktoren der Generation III sowie zu möglichen zukünftigen Reaktoren der Generation IV, da diese keine Relevanz für die konkrete Aufsichtstätigkeit des ENSI haben. Das ENSI verfolgt jedoch die internationalen Entwicklungen in diesem Bereich, um auf dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik zu sein.

