STRAHLENSCHUTZ-BERICHT 2025

über den Schutz von Mensch und Umwelt in und um die Schweizer Kernanlagen

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

Strahlenschutzbericht 2025

über den Schutz von Mensch und Umwelt in und um die Schweizer Kernanlagen

Rapport sur la radioprotection 2025

sur la protection de l'homme et de l'environnement à l'intérieur et aux alentours des installations nucléaires suisses

Rapporto di radioprotezione 2025

sulla protezione dell'uomo e dell'ambiente negli impianti nucleari svizzeri e nelle loro vicinanze

Radiological Protection Report 2025

on the protection of man and the environment in and around Swiss nuclear installations

Inhalt

Vorwort 6

Préface 6

Prefazione 8

Foreword 8

Nationale Risikoanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» 10

Strahlenschutz in den Kernanlagen 18

1. Grundlagen anlageninterner Strahlenschutz **20**
- 1.1 Allgemeines 20
- 1.2 Grundlagen der Dosimetrie 22
- 1.3 Dosimetrierung von Personal 23
- 1.4 Ausbildung im Strahlenschutz 24
- 1.5 Grundlagen für den Strahlenschutzbericht 25

2. Kernkraftwerke **28**
- 2.1 Kernkraftwerk Beznau 28
- 2.2 Kernkraftwerk Gösgen 38
- 2.3 Kernkraftwerk Leibstadt 46
- 2.4 Kernkraftwerk Mühleberg 54

3. Weitere Kernanlagen **62**
- 3.1 Paul Scherrer Institut 63
- 3.2 Zwilag Zwischenlager Würenlingen 68
- 3.3 Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne 70

Umgebungsüberwachung und Schutz der Bevölkerung: Emissionen und Immissionen 72

4. Grundlagen Emissions- und Immissionsüberwachung 74

5. Emissionen aus den Kernanlagen 76

6. Immissionen in der Umgebung der Kernanlagen 80
- 6.1 Ortsdosis und Ortsdosisleistung in der Umgebung der Kernanlagen 80
- 6.2 Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der KKW (MADUK) 81
- 6.3 Immisionsmessungen im Wasserpfad 84
- 6.4 Aeroradiometrische Messungen 87

Notfallschutz 90

7. Grundlagen Notfallschutz 92
- 7.1 Notfallschutz in der Schweiz 93
- 7.2 Notfallschutz international 95

8. Notfallschutz im ENSI 98
- 8.1 Aufgaben des ENSI 98
- 8.2 Die ENSI-Notfallorganisation 98

9. Notfallschutzinspektionen 106

Sicherung & IT-Sicherheit 110

10. Sicherung von Kernanlagen 112
- 10.1 Sicherung: Drohnen & Schutz kritischer Infrastruktur 112
- 10.2 IT-Sicherheit in einer Kernanlage 113

Anhang 1 – Dosimetriedaten 116

Anhang 2 – Emissionsdaten aus den Kernanlagen 118

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser

Mit Kontrollen, Inspektionen und Messungen überwacht das ENSI die Emissionen der Schweizer Kernanlagen. Es konnte sich dabei vergewissern, dass die Limiten für die Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umwelt mit grossen Margen eingehalten wurden. Die potenziellen Dosen für die Bevölkerung aus dem Betrieb der Kernanlagen betrugen im Jahresmittel weniger als 0,01 Millisievert (unter «Übrige» in der nachfolgenden Grafik subsumiert dargestellt) und blieben damit sehr tief. Interessierte können die Dosisleistungsmessungen in der Umgebung der Kernkraftwerke mittels **MADUK**-Sonden in Echtzeit auf der ENSI-Website verfolgen. Dort können sie auch die monatlichen **Emissionen** der Kernkraftwerke zu Beginn des Folgemonats betrachten. Das ENSI bestätigt zudem, dass im Berichtsjahr alle gesetzlichen Vorgaben bezüglich der Strahlenexposition des Kernanlagen-Personals eingehalten wurden.

Um den ordnungsgemässen Betrieb der Kernanlagen aus Sicht des Strahlenschutzes und der Notfallbereitschaft zu überprüfen, führte das ENSI 2025 zahlreiche Inspektionen vor Ort durch, insbesondere bei Instandhaltungsarbeiten mit signifikanten Dosen für das Personal, welche mehrheitlich während der geplanten Stillstände stattfanden. ENSI-Inspektoren waren aber auch über das ganze Jahr hinweg für Stichprobenkontrollen in den Anlagen, dies auch unangemeldet oder mittels reaktiven Inspektionen infolge von Meldungen durch die Betreiber.

Bei den Kernanlagen in Stilllegung kontrollierte das ENSI die konforme Durchführung des Rückbaus mit einer dem Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt angepassten Aufsicht. Im Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) wurden 2025 die Stilllegungsarbeiten weitergeführt, wobei das ENSI überprüfte, ob ein radiologisch konformer Anlagenzustand jederzeit gewährleistet blieb und die Optimierungsmassnahmen des Strahlenschutzes systematisch etabliert wurden. Im Hinblick auf den durch die Axpo angekündigten Termin für die endgültige Einstellung des Leis-

Préface

Chères lectrices, chers lecteurs

Rosa Sardella

Grâce à des contrôles, des inspections et des mesures, l'IFSN surveille en permanence les émissions des installations nucléaires suisses. En 2025, l'IFSN s'est également assurée que toutes les installations respectaient les limites fixées pour le rejet de substances radioactives dans l'environnement et que les doses potentielles pour la population liées à l'exploitation restaient très faibles, avec une moyenne annuelle inférieure à 0,01 millisievert (présentées sous « Autres » dans le graphique ci-dessous). Le public peut consulter en temps réel les mesures d'immissions de radioactivité dans l'environnement à proximité des centrales, effectuées à l'aide de sondes **MADUK,** ainsi que les **émissions** mensuelles des centrales nucléaires publiées au début du mois suivant sur le site Internet de l'IFSN. L'IFSN confirme en outre que toutes les exigences légales relatives à l'exposition aux rayonnements ionisants du personnel des installations nucléaires ont été respectées au cours de l'année considérée.

Afin de vérifier le bon fonctionnement des installations du point de vue de la radioprotection et de la préparation aux situations d'urgence, l'IFSN a effectué de nombreuses inspections sur site, en particulier lors de travaux de maintenance exposant le personnel à des doses significatives, réalisés pour la plupart pendant des arrêts programmés. Les inspectrices et inspecteurs de l'IFSN ont effectué tout au long de l'année des contrôles aléatoires, y compris des contrôles inopinés ou des inspections réactives à la suite de constats déclarés par les exploitants.

Dans les installations nucléaires en cours de désaffectation, l'IFSN a contrôlé la conformité des travaux de démantèlement selon une approche adaptée au potentiel de risque pour l'être humain et l'environnement. À la centrale nucléaire de Mühleberg (CNM), les travaux de démantèlement se sont poursuivis en 2025, l'IFSN veillant en permanence à ce que l'état de l'installation reste conforme aux exigences radiologiques et que les mesures d'optimisation soient systématiquement

tungsbetriebs der Reaktoren im Kernkraftwerk Beznau in den Jahren 2032 und 2033 hat das ENSI seine Vorbereitungen für deren Stilllegung mit Fokus auf den Erfahrungsrückfluss aus der Stilllegung des KKM fortgeführt.

Bei der Weiterentwicklung der gesetzlichen Grundlagen wurde 2025 mit der neuen Fassung der Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung die Berufsgruppe K8 (Strahlenschutzassistentinnen und -assistenten) eingeführt, ein weiterer Baustein zur Sicherstellung der erforderlichen Fachkompetenz. Auf regulatorischer Ebene wurden die Neuausgaben der Richtlinien ENSI-B11 «Notfallübungen» und ENSI-G14 «Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung von Kernanlagen infolge emittierter radioaktiver Stoffe und Direktstrahlung» veröffentlicht.

Mit dem übergeordneten Ziel, den Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädlichen Auswirkungen von Strahlung zu gewährleisten, beaufsichtigt das ENSI die Kernanlagen auch im Bereich der nuklearen Sicherung, was den physischen Schutz und die IT-Sicherheit umfasst. Dazu gehört auch der Schutz gegen unbefugte Einwirkungen. Obwohl detaillierte Informationen zur Sicherung klassifiziert sind und nicht weitergegeben werden dürfen, wird diesen Themen ab dem vorliegenden Strahlenschutzbericht 2025 ein neuer zusammenfassender Abschnitt gewidmet, um zu veranschaulichen, dass der Schutz der Anlagen sowohl auf den Anforderungen der nuklearen Sicherheit (safety) als auch auf denen der Sicherung (security) basiert.

Ich wünsche Ihnen eine angenehme Lektüre!

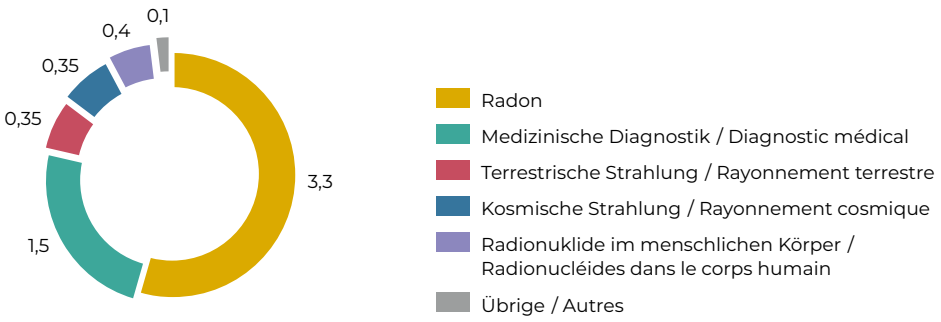
mises en œuvre. En prévision de l'arrêt définitif des réacteurs de Beznau annoncé pour 2032 et 2033, l'IFSN a relancé ses préparatifs en s'appuyant sur l'expérience acquise lors de la désaffectation de la CNM.

Dans le cadre du développement des bases légales, la nouvelle ordonnance sur la formation en radioprotection, entrée en vigueur en 2025, a introduit la catégorie professionnelle K8 (assistantes et assistants en radioprotection), contribuant àgarantir les compétences requises. Les directives ENSI-B11 « Exercices d'urgence » et ENSI-G14 « Calcul de l'exposition aux rayonnements ionisants dans l'environnement due à l'émission de substances radioactives par les installations nucléaires et au rayonnement direct » ont également fait l'objet de nouvelles éditions.

Afin de garantir la protection de l'être humain et de l'environnement contre les effets nocifs des rayonnements ionisants, l'IFSN assure également la surveillance de la sûreté (« security ») des installations, incluant la protection physique et la sécurité informatique. Bien que les informations détaillées soient classifiées et ne puissent être divulguées, une nouvelle section du rapport 2025 est consacrée à ces aspects, en complément de la sécurité nucléaire (« safety »).

Je vous souhaite une bonne lecture !

Mittlere Jahresdosis / Dose annuelle moyenne [mSv]



Prefazione

Cari lettori e care lettrici

tramite continui controlli, ispezioni e misurazioni l'IFSN sorveglia le emissioni dagli impianti nucleari svizzeri. In tal modo l'IFSN si è assicurato che nel 2025 tutti gli impianti nucleari in Svizzera abbiano rispettato con ampi margini i limiti di emissione di sostanze radioattive nell'ambiente e che le dosi alla popolazione dovute alle emissioni e alla radiazione diretta siano rimaste molto basse, con una dose media annuale inferiore a 0,01 millisievert (inclusa sotto «Altri» nella figura seguente). I dati delle sonde **MADUK,** che misurano la radioattività ambientale all'intorno delle centrali nucleari, sono pubblicati in tempo reale sul sito internet dell'IFSN così come mensilmente le **emissioni** delle stesse centrali. Anche per l'anno in esame l'IFSN conferma che tutte le prescrizioni legali per l'esposizione alle radiazioni del personale negli impianti nucleari sono state rispettate.

Per accertarsi del corretto funzionamento delle installazioni nucleari dal punto di vista della radioprotezione e preparazione alle emergenze anche nel 2025 l'ENSI ha svolto un assiduo programma di ispezioni. Durante i lavori di manutenzione con dosi rilevanti per il personale, e specialmente in corrispondenza degli arresti programmati delle centrali per il rinnovo del combustibile, la presenza degli ispettori dell'IFSN è mirata con controlli a campione, anche in modalità non annunciata o reattiva come conseguenza di eventi notificati dagli operatori.

Per quanto concerne gli impianti nucleari in smantellamento, l'IFSN ha condotto le proprie attività di sorveglianza adeguandole al potenziale residuo di rischio per l'uomo e l'ambiente. Nel 2025 le attività di smantellamento nella centrale nucleare di Mühleberg (KKM) sono proseguite mentre l'IFSN ha verificato che lo stato radiologico dell'impianto rimanesse conforme e che le misure di ottimizzazione della dose fossero applicate in modo sistematico. Alla luce dell'annuncio della Axpo relativo alla cessazione d'esercizio dei due reattori della centrale nucleare di Beznau nel 2032 e nel 2033 sono stati altresì riavviati i preparativi dell'IFSN con

Foreword

Dear Reader,

Rosa Sardella

Through inspections, measurements and continuous oversight, ENSI monitors **emissions** from Swiss nuclear installations. In 2025, ENSI again verified that all Swiss nuclear installations complied with the limits for the emissions of radioactive substances into the environment with substantial margins, and that the resulting doses to the population remained very low, with an annual average of less than 0,01 millisievert (shown under "Other" in the figure below). Ambient dose rate measurements from the **MADUK** monitoring network in the vicinity of nuclear power plants are published in real time on the ENSI website, while plant emission data are made available on a monthly basis. ENSI also confirms that all legal requirements regarding occupational radiation exposure at nuclear installations were met during the reporting year.

To verify the proper operation of nuclear installations from the perspective of radiation protection and emergency preparedness, ENSI conducted an extensive inspection programme in 2025. Particular attention was given to maintenance work associated with significant occupational doses, especially during scheduled outages and refuelling. ENSI inspectors were present throughout the year to perform sample-based inspections, including unannounced visits and reactive inspections following reportable events.

For nuclear installations undergoing decommissioning, ENSI adapted its supervisory activities to the actual risk for humans and the environment. Decommissioning activities at the Mühleberg nuclear power plant (KKM) continued in 2025. ENSI verified that the radiological condition of the installation remained compliant at all times and that dose optimisation measures were applied systematically. In light of Axpo's announcement regarding the planned final shutdown of the two reactor units at the Beznau nuclear power plant in 2032 and 2033, ENSI has also continued its preparatory work, with particular emphasis on lessons learned from the decommissioning of KKM.

particolare enfasi sul ritorno d'esperienza dallo smantellamento di KKM.

Sul piano delle basi normative e formative, il 2025 ha portato sviluppi importanti. Con l'entrata in vigore dal 1° agosto 2025 della nuova versione dell'ordinanza sulla formazione in radioprotezione, è stata introdotta la nuova categoria K8 (assistenti di radioprotezione), ampliando in modo mirato la struttura delle funzioni e delle competenze riconosciute nel settore. Anche le direttive dell'IFSN ENSI-B11 «Esercizi di emergenza» e ENSI-G14 «Calcolo dell'esposizione alle radiazioni nell'intorno delle installazioni nucleari a seguito dell'emissione di sostanze radioattive e della radiazione diretta» sono state ufficialmente emanate in versione completamente aggiornata.

Con l'obiettivo ultimo di garantire la protezione dell'uomo e dell'ambiente contro gli effetti nocivi delle radiazioni, l'IFSN esercita la sua sorveglianza sulle installazioni nucleari anche nell'ambito della security che include protezione fisica e sicurezza informatica, dove le misure adottate sono a difesa da interventi non autorizzati. Sebbene informazioni dettagliate sulla security siano soggette a restrizioni circa la loro distribuzione, a partire dal presente Rapporto di radioprotezione 2025 una nuova sezione sintetica è dedicata a questi temi al fine di poter apprezzare come la protezione degli impianti si basi sia sulle esigenze di quella che la Legge sull'energia nucleare chiama sicurezza interna (safety) sia su quelle di sicurezza esterna (security).

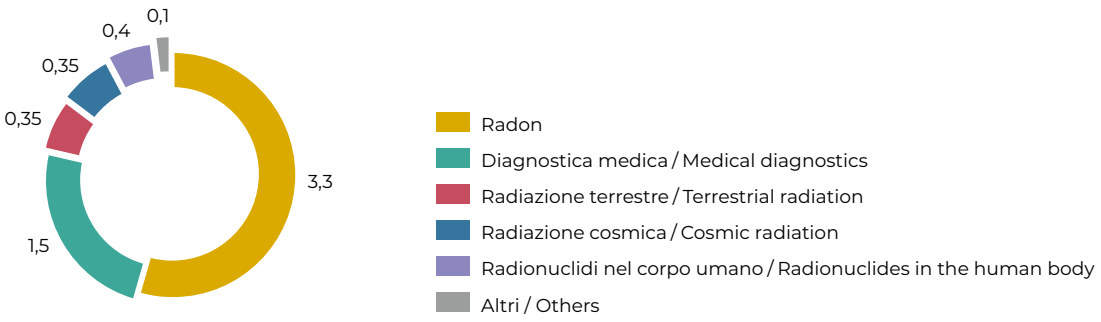
Buona lettura!

Significant developments were also made in the regulatory and training framework. With the entry into force of the revised Radiation Protection Training Ordinance on 1 August 2025, a new professional category, K8 (radiation protection assistants), was introduced, further strengthening the structure of recognised roles and competences in the field. In addition, ENSI issued fully revised versions of the guidelines ENSI-B11 "Emergency exercises" and ENSI-B14 "Calculation of the radiation exposure in the vicinity of nuclear installations resulting from emitted radioactive substances and direct radiation".

With the overarching objective of protecting humans and the environment from the harmful effects of ionising radiation, ENSI also exercises oversight of nuclear installations in the field of nuclear security, which includes physical protection and cyber security. Security addresses protection against unauthorised interference. Although detailed information in this area is subject to restrictions, a new summary section on these topics is included in the present Radiological Protection Report 2025, illustrating that the protection of nuclear installations is based both on requirements relating to nuclear safety and to nuclear security.

I wish you an enjoyable read!

Dose media annuale / Average annual dose [mSv]



Nationale Risikoanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz»

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
Autorinnen und Autoren: Dr. I. Dallo, Dr. S. Brem, Dr. R. Bollin, Dr. R. Bialek

Nukleare und radiologische Gefährdungen

Welches sind die grössten Gefährdungen für die Schweiz und wie ist bei deren Eintreffen vorzugehen? Die nationale Risikoanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS) untersucht ein breites Spektrum an bevölkerungsschutzrelevanten Gefährdungen und analysiert systematisch deren Risiken. Für KNS 2025 wurden insgesamt 44 Gefährdungen identifiziert und entsprechende Gefährdungsdossiers erstellt. Drei davon betreffen nukleare und radiologische Szenarien wie zum Beispiel einen KKW-Unfall. Entsprechende Vorsorge- und Bewältigungskonzepte geben vor, wie die Gefährdung bewältigt werden kann.

Integrales Risikomanagement

Um Katastrophen und Notlagen in der Schweiz zu bewältigen, wird das integrale Risikomanagement angewendet (BABS, 2014). Dies ermöglicht es, die Risiken von Schadensereignissen für die Bevölkerung und deren Lebensgrundlagen integral zu erfassen; das heisst von der Vorbeugung über die Bewältigung bis zur Regeneration. Die Basis für die Massnahmenplanung entlang dieser drei Phasen ist die Risikobewertung, das Kernstück des integralen Risikomanagements.

Die nationale Risikoanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS) bildet auf nationaler Ebene dieses Kernstück und deckt die Schritte von der Risikoidentifikation bis zur Risikobewertung ab. KNS bildet dadurch eine analytische Grundlage zur Unterstützung der vorsorglichen Planung im Bevölkerungsschutz. Durch das systematische Vorgehen ist ein Vergleich zwischen den Gefährdungen möglich und Querschnittsmassnahmen zur Bewältigung mehrerer Gefahren können abgeleitet werden.

Nationale Risikoanalyse KNS 2025

Das übergeordnete Ziel von KNS ist es, risikobasierte Planungsgrundlagen für jene Organisationen bereitzustellen, die strategisch oder operativ für die Bewältigung von Katastrophen und Notlagen verantwortlich sind. Mit einem all-hazards-Ansatz schafft KNS eine systematische Übersicht über das Gefährdungspotenzial und ermöglicht so eine fundierte Priorisierung der Risiken (Abbildung 1). KNS dient zudem als Basis für weiterführende Arbeiten wie Verwundbarkeitsanalysen bei kritischen Infrastrukturen[1] oder die Fähigkeitsanalyse Bevölkerungsschutz (BABS, 2024a). Die gewonnenen Erkenntnisse stärken den Risikodialog und tragen zur Sensibilisierung der Bevölkerung bei.

Die Analyse findet in drei Teilschritten statt (BABS, 2026a). Zuerst werden die möglichen bevölkerungsschutzrelevanten Gefährdungen identifiziert und in einem Katalog zusammengefasst (BABS, 2023). Anschliessend werden spezifische Gefährdungen anhand definierter Kriterien[2] ausgewählt und für diese wird je ein Gefährdungsdossier erstellt. Das Szenario der Intensität «gross» wird detailliert beschrieben, um im Rahmen von

---

[1] www.infraprotection.ch
[2] Die Auswahl der Gefährdungen für detaillierte Gefährdungsdossiers umfasst Ereignisse, die in der Schweiz bereits zu Notlagen geführt haben, im Ausland grosse Schäden verursacht haben und auch in der Schweiz denkbar sind oder grundsätzlich das Potenzial für eine Katastrophe oder Notlage besitzen.

Expertenworkshops die Auswirkungen in den Bereichen Personen (z. B. Anzahl Todesopfer), Umwelt (z. B. Verunreinigung von Böden), Wirtschaft (Bewältigungskosten u.a.) und Gesellschaft (z. B. Versorgungsengpässe) sowie die Eintrittswahrscheinlichkeit beziehungsweise Plausibilität für nicht-mutwillige Gefährdungen einschätzen zu können. Das Risiko berechnet sich aus dem Produkt der aggregierten Schäden und der Eintrittswahrscheinlichkeit.

Bei der nationalen Risikoanalyse KNS sind zahlreiche Expertinnen und Experten involviert. Insgesamt 265 Fachpersonen aus der Bundesverwaltung, den Kantonen, der Wissenschaft und der Wirtschaft wirkten bei der Aktualisierung und Überarbeitung der Gefährdungsdossiers und der Validierung des Gesamtbildes von KNS 2025 mit. Davon sind 68 % aus dem öffentlichen Sektor, 26 % aus der Wirtschaft, insbesondere Betreiber von kritischen Infrastrukturen, und 6 % aus der Wissenschaft. Der Einbezug eines breiten Expertenfeldes ermöglicht eine interdisziplinäre Betrachtung der Auswirkungen und stellt sicher, dass die Resultate und Produkte breit abgestützt sind. Dieses Vorgehen erhöht die Qualität und Akzeptanz der Produkte.

Gefährdungen – A-Szenarien

Im Rahmen von KNS 2025 wurden insgesamt 44 Gefährdungsdossiers aus den Bereichen Natur, Technik und Gesellschaft entwickelt (BABS, 2026c). Dabei wird zusätzlich zwischen nicht-mutwillig (Abbildung 1) sowie mutwillig (Abbildung 2) herbeigeführten Ereignissen unterschieden. Für KNS 2025 wurden drei Dossiers zu A-Szenarien (nukleare und radiologische Szenarien) erarbeitet: Es sind dies ein Kernkraftwerk (KKW) Unfall, ein Anschlag mit einer Dirty Bomb und ein Anschlag auf einen Nukleartransport. Im Folgenden werden die detailliert ausgearbeiteten Szenarien vorgestellt.

Diese Szenarien sind nicht als Prognosen oder Vorhersagen zu verstehen. Sie beschreiben im Sinne eines Denkmodells mögliche Ereignisabläufe, falls präventive Schutzmassnahmen versagen sollten. Durch die beispielhafte Beschreibung einer Gefährdung in einem Szenario wird antizipiert, wie sich ein solches Ereignis entwickeln und welche Auswirkungen die Gefährdung haben könnte. Dadurch können die Vorsorge und die Bewältigung gezielt verbessert werden.

KKW-Unfall

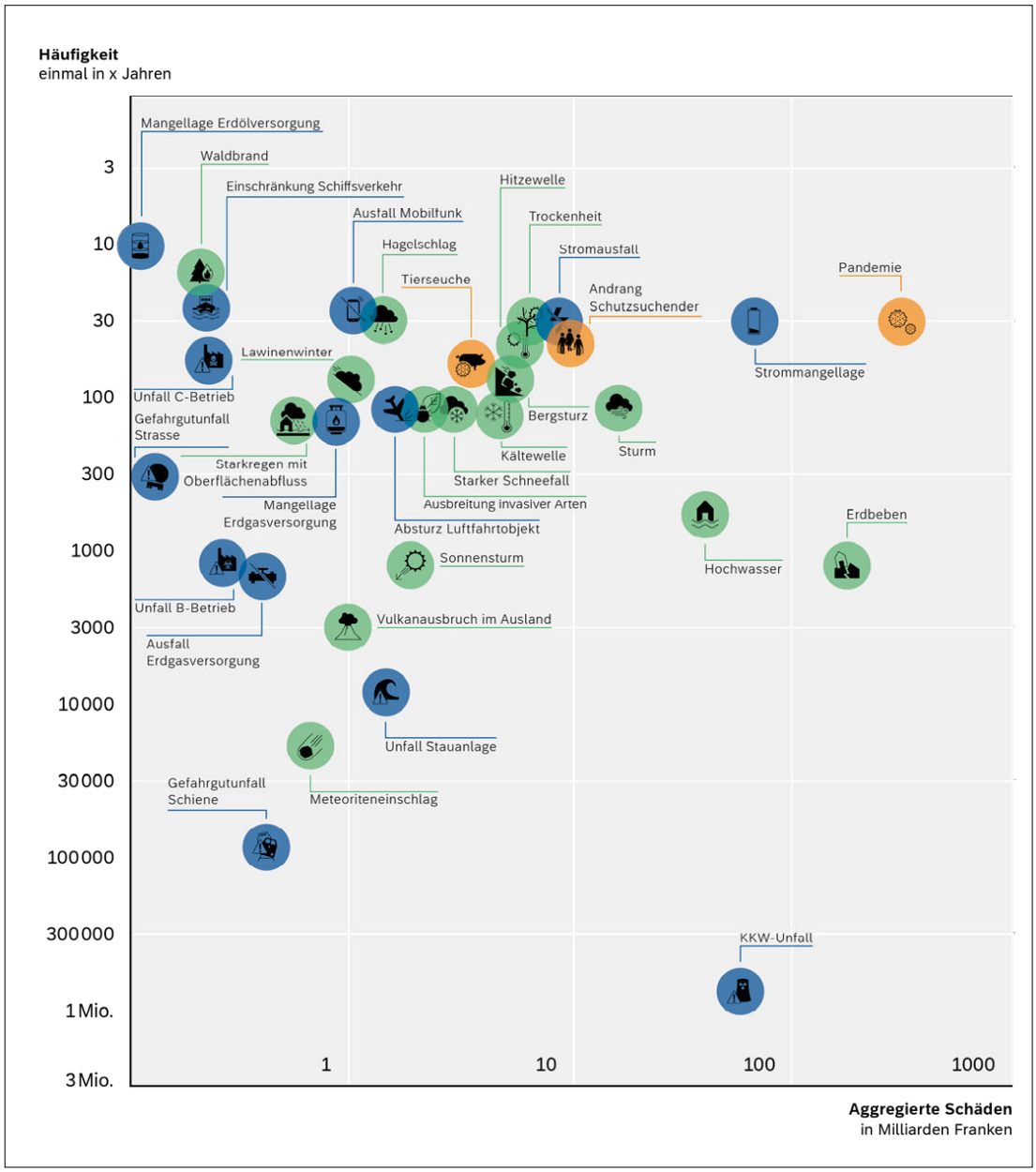
Im Szenario KKW-Unfall kommt es bei einem Schweizer Kernkraftwerk zu einem Bruch einer Kühlmittelleitung innerhalb der Sicherheitshülle und einem anschliessenden Versagen des Containments. Nach 9 Stunden folgt eine 2-stündige, unkontrollierte und ungefilterte Freisetzung von Radioaktivität. Das Notfallschutzkonzept kommt zum Einsatz, wobei die Notfallschutzzone 1 (5 km Radius um das KKW) vorsorglich evakuiert wird. Personen, die nicht evakuiert werden können, werden aufgefordert, im Innern von Gebäuden Schutz zu suchen. Aufgrund von Panikreaktionen kommt es zudem zu diversen Verkehrsunfällen. Ein Gebiet von mehr als 1000 km² wird radioaktiv kontaminiert. Die Wirtschaft im betroffenen Gebiet steht vorübergehend still und erleidet langfristige Schäden durch Produktionsverlagerungen, Wertverluste von Boden und Immobilien sowie hohe Kosten für die aufwendige Dekontamination radioaktiv belasteter Flächen (Abbildung 3).

Anschlag mit Dirty Bomb

Beim Szenario «Dirty Bomb» wird in einem Hauptbahnhof einer Schweizer Grossstadt ein Anschlag mit einer radiologischen Bombe, bestehend aus 10 Tbq Cäsium-137 und 5 kg konventionellem Sprengstoff verübt. Die Explosion löst bei den betroffenen Personen im Hauptbahnhof sowie der nahen Umgebung Panik aus. Das radioaktive Cäsium-137 wird durch die Explosion in Abwindrichtung weit verstreut. Der Anschlag führt zu weitreichenden Störungen im Bahnverkehr, umfangreichen Dekontaminations- und Sanierungsarbeiten an Infrastruktur und Gebäuden, langfristigen Belastungen auf die psychische Gesundheit der Bevölkerung sowie zu Wertverlusten von Liegenschaften.

Anschlag auf Nukleartransport

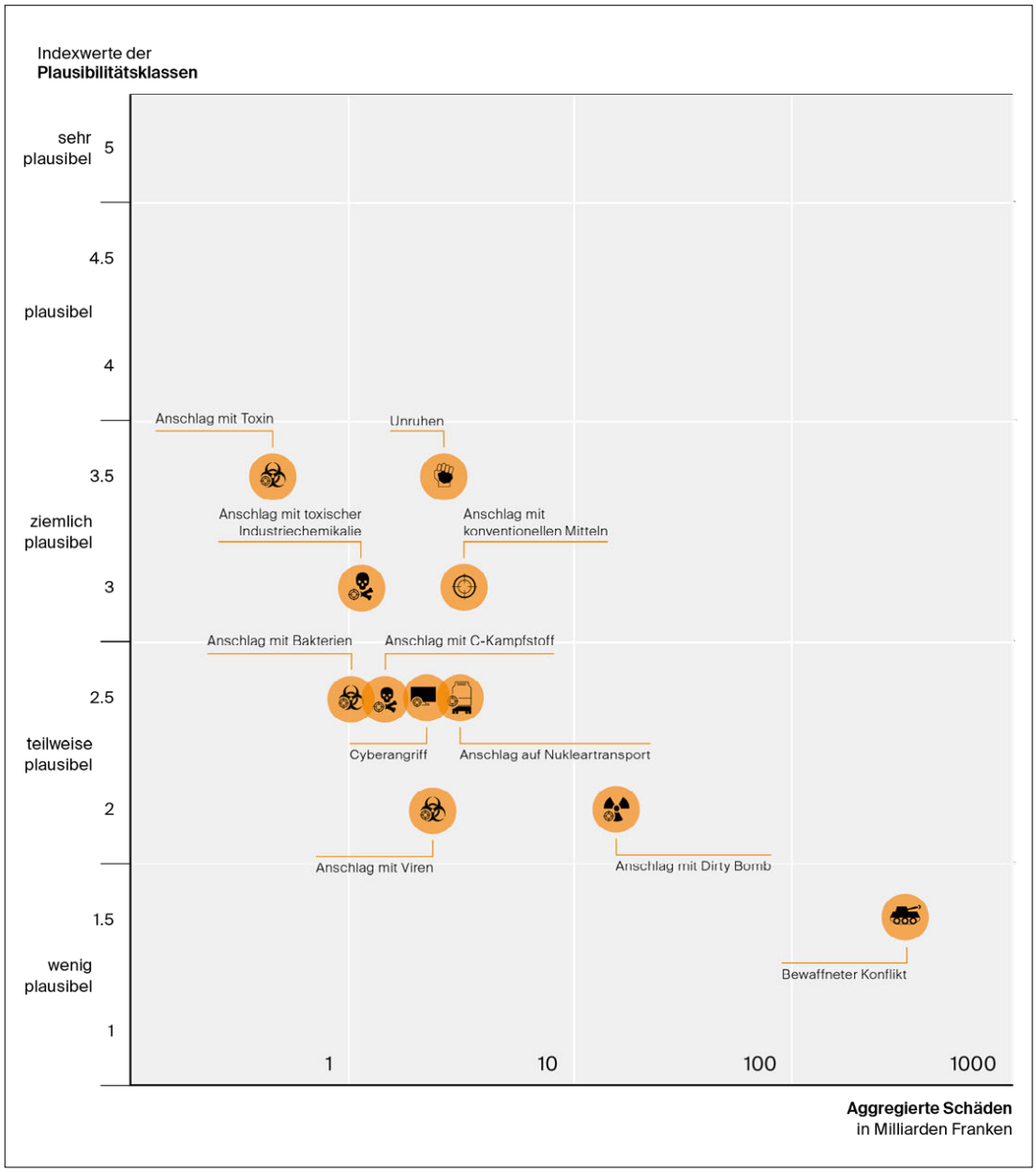
In diesem Szenario findet an einem Werktag nachts ein Anschlag auf einen von Sicherheitskräften begleiteten Strassentransport statt. Dieser enthält abgebrannte Brennelemente, die aus einem Kernkraftwerk in das zentrale Zwischenlager in Würenlingen transportiert werden. Eine



Darstellung 1: Risikomatrix aller nicht-mutwilligen Gefährdungen der nationalen Risikoanalyse KNS 2025.

Strassenblockade zwingt den Transport-Konvoi zum Anhalten und die Täter schiessen mit einer tragbaren, panzerbrechenden Waffe auf den Transportbehälter. Es entsteht ein Leck, wodurch ein Teil des radioaktiven Inhalts freigesetzt wird. Dieser steigt durch die Explosion mit der Staub-/Rauchwolke auf. Die Kontamination führt auf rund 100 km² zu schwerwiegenden ökologischen Schäden. Sie beeinträchtigt Gewässer sowie die Grund- und Trinkwasserversorgung und verursacht langfristige Sperrungen von Wäldern sowie Einschränkungen in der Landwirtschaft. Grosse Mengen kontaminierten Materials müssen entsorgt werden.

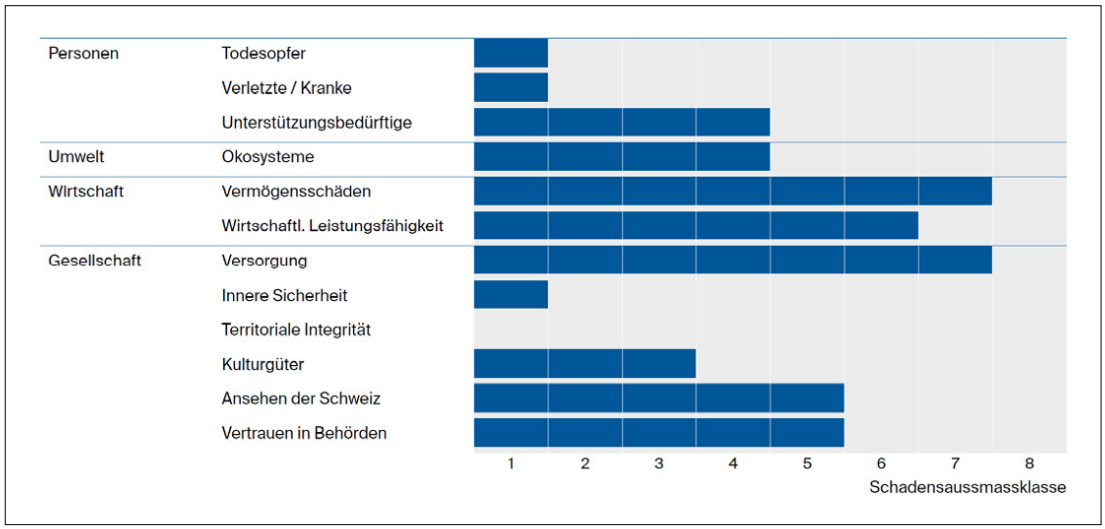
Es gibt noch weitere atomare Gefährdungen, welche im Kontext der ABC-Referenzszenarien berücksichtigt werden, zum Beispiel eine A-Waffen-Explosion in Grenznähe zur Schweiz. Diese werden ebenfalls im Rahmen des integralen Risikomanagements bearbeitet.



Darstellung 2: Risikomatrix der mutwilligen Gefährdungen der nationalen Risikoanalyse KNS 2025. Ausführliche Beschriebe zu den einzelnen Szenarien sind auf der Webseite des BABS zu finden.

A-Szenarien im Vergleich

Im Kontext aller 44 untersuchten Gefährdungen (BABS, 2026b) weisen die beiden Szenarien «KKW-Unfall» sowie «Anschlag mit Dirty Bomb» das fünft- respektive siebtgrösste Schadensausmass auf. Beim Szenario KKW-Unfall besteht unter den berücksichtigten nicht-mutwilligen Gefährdungen die niedrigste Eintrittswahrscheinlichkeit. Beim «KKW-Unfall» fallen vor allem wirtschaftlich hohe Kosten an, infolge von reduziertem Tourismus (schweizweit) sowie lokaler Einbussen bei der Lebensmittelherstellung und anderer produzierender Unternehmen. Der kontaminierte Boden und die Immobilien verlieren massiv an Wert und die Dekontamination ist mit hohen Kosten verbunden. Zudem kommt es zu diversen Versorgungsengpässen (z. B. bei Trinkwasser, Lebensmitteln, medizinischem Material) und Unterstützungsbedürftigen, welche in anderen, nicht-kontaminierten Gegenden untergebracht werden müssen.



Darstellung 3: Auswirkungsdiagramm des Szenario KKW-Unfall. Die Auswirkungsdiagramme zu den anderen Gefährdungen finden sich ebenfalls in den jeweiligen Gefährdungsdossiers.

Beim Szenario «Anschlag mit Dirty Bomb» sind zum einen ebenfalls die wirtschaftlichen Schäden hoch, sowohl die Vermögensschäden wie auch die Beeinträchtigung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit. Zum anderen ist die Verunsicherung gross und dadurch die innere Sicherheit stark eingeschränkt, da es sich um einen absichtlichen Anschlag an einem öffentlichen Ort (Bahnhof) handelt.

Beim Szenario «Anschlag auf den Nukleartransport» sind die Auswirkungen vergleichsweise gering. Bei dieser Gefährdung sind vor allem die Vermögensschäden infolge der hohen Dekontaminationskosten ausschlaggebend. Betriebe, Strassen und Bahnlinien im betroffenen Gebiet bleiben während der Dekontaminationsarbeiten geschlossen. Ernte- und Weideverbote führen zu erheblichen Verlusten in der Landwirtschaft. Auch der Tourismus kommt in der betroffenen Region längerfristig zum Erliegen.

Anwendungsbeispiel KKW-Unfall

Basis für die Vorsorge

Die KNS-Szenarien bilden eine Grundlage für Vorsorge- und Bewältigungskonzepte. Das Szenario «KKW-Unfall» beispielsweise dient als Grundlage für das «Notfallschutzkonzept bei einem Unfall in einer Kernanlage in der Schweiz» (BABS, 2024b). Das Konzept beschreibt generisch die Anforderungen zur Bewältigung eines Notfalls. Es dient den Stellen mit Aufgaben in der Planung, Vorbereitung und Bewältigung bei einem Unfall für die Umsetzung der rechtlichen Vorgaben des allgemeinen Verwaltungsrechtes, Bevölkerungsschutzes, Strahlenschutzes und Notfallschutzes für den Ereignisfall.

Als weitere Massnahme der Vorsorge finden betriebsintern jährlich Notfallübungen statt. Zudem findet alle zwei Jahre eine gross angelegte Gesamtnotfallübung (GNU) unter Leitung des BABS statt. Ziel ist die Überprüfung und Übung der Schutz- und Notfallprozesse im Fall eines schweren nuklearen Störfalles. Eine GNU dauert typischerweise mehrere Tage und involviert mehrere nationale und internationale Partner wie KKW-Betreiber, ENSI, Nationale Alarmzentrale (NAZ), Armee, kantonale Führungsstäbe, technische Betriebe wie etwa die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB), Labore und andere. Die Übungen sind so konzipiert, dass sie durch simulierte Zwischenfälle möglichst realitätsnah durchgeführt werden.

Nachdem mit dem Notfallmanagement die Sofortmassnahmen zum Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen in der Akutphase umgesetzt wurden und die Messorganisation die radiologische Lage erfasst hat, sind in der anschliessenden Frühphase weitere Massnahmen durch die zuständigen Stellen anzuordnen, um die Sofortmassnahmen abzulösen. Kann das Ereignis in den bestehenden Strukturen nicht bewältigt werden, setzt der Bundesrat die überdepartementale Krisenorganisation der Bundesverwaltung (KOBV) ein. Der politisch-strategische Kri-

senstab beurteilt die politisch-strategische Lage, erarbeitet Handlungsoptionen und Entscheidungsgrundlagen zuhanden des Bundesrates und unterstützt das federführende Departement bei der Vorbereitung entsprechender Anträge an den Bundesrat.

Die internationale Zusammenarbeit im Rahmen der frühzeitigen Benachrichtigung wie auch der Hilfeleistungen erfolgt über die IAEA-Übereinkommen (International Atomic Energy Agency). Die Abkommen mit den Nachbarländern regeln die bilaterale Zusammenarbeit. Diese Formen der Zusammenarbeit werden regelmässig geübt. Die internationale Zusammenarbeit im Bereich der Vorsorge erfolgt szenarienübergreifend und umfasst insbesondere auch komplexe Lagen wie einen möglichen KKW-Unfall. Ziel ist es, Vorsorgelücken frühzeitig zu erkennen und gemeinsam mit Partnerstaaten zu schliessen.

Ergänzend zur bilateralen Zusammenarbeit gewinnt der Koordinations- und Solidaritätsmechanismus des Katastrophenschutzverfahrens der Europäischen Union (UCPM) im Bereich der Vorsorge an Bedeutung, da er die frühzeitige Erkennung von Innovationen und Trends sowie deren Überführung in nationale Massnahmen ermöglicht. Der Host-Nation-Support-Prozess wird im Rahmen einer EU-MODEX praxisnah überprüft und weiterentwickelt.

Basis für die Bewältigung und Regeneration

Die Zuständigkeiten liegen beim Betreiber (anlageinterne Notfallorganisation), dem Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) als Aufsichtsbehörde, dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) sowie kantonalen Behörden für das Notfallmanagement und die Koordination des Bevölkerungsschutzes. Gesundheitsfragen werden vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) begleitet (z. B. der Einsatz von Jodtabletten) und Versicherungsfragen regelt das Bundesamt für Energie (BFE). Diese Rollen sind in den Notfallschutzvorschriften und -konzepten geregelt.

Der organisatorische, technische und kommunikative Aufwand ist je nach Unfallverlauf verschieden. Deshalb ist nur eine vereinfachte Beschreibung der verschiedenen Arbeiten und entsprechenden Ressourcen möglich: Organisatorisch ist die sofortige Warnung und Alarmierung sowie die Einsatzführung und Koordination aller beteiligter Akteure, die Logistik wie Evakuierungsrouten oder Notunterkünfte, das Einsetzen von Mess- und Dekontaminationsteams sowie die Festlegung von Schutzmassnahmen nach der Strahlenschutzgesetzgebung relevant. Technische Massnahmen beinhalten unter anderem die Kontroll- und Eingriffsmassnahmen durch den Betreiber (z. B. Kühlung des Reaktorkerns), die Ausweitung des Messnetzes und der Lebensmittelkontrolle, die Dekontamination von Personen, Material und Infrastrukturen, die Lagerung kontaminierter Abfälle und die Verteilung und gegebenenfalls Verabreichung von Jodtabletten. Schliesslich ist eine effektive Kommunikation zwischen allen beteiligten Akteuren entscheidend. Zu Beginn sind klare Warnmeldungen an die betroffene Bevölkerung mit konkreten Handlungsempfehlungen für alle betroffenen Gebiete essentiell. Diese Kommunikation wird durch regelmässige Lageberichte, Pressekonferenzen, Social-Media-Updates, Hotlines für die Bevölkerung und Medien weitergeführt. Dabei sind einheitliche Botschaften, die Vermeidung und allfällige Korrektur von Fehlinformationen sowie die koordinierte, grenzüberschreitende Information bei transnationaler Betroffenheit unabdingbar. Die Informationskoordination ist sowohl auf der Stufe der Notfallschutzorganisationen als auch auf übergeordneter Ebene sicherzustellen.

Fazit

Die nationale Risikoanalyse KNS 2025 bildet ein zentrales Instrument des integralen Risikomanagements der Schweiz und schafft eine fundierte und breit abgestützte Grundlage für die Vorsorge und Bewältigung von Katastrophen und Notlagen. Die Analyse der nuklearen und radiologischen Gefährdungen (A-Szenarien) zeigt, dass trotz geringer Eintrittswahrscheinlichkeit insbesondere der «KKW-Unfall» und der Anschlag mit einer «Dirty Bomb» mit sehr hohen Schadenspotenzialen für Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft verbunden sind und deshalb in der strategischen Planung aller beteiligter Akteure berücksichtigt werden müssen.

Die Ergebnisse unterstreichen den hohen Stellenwert einer vorausschauenden Vorsorge, klar geregelter Zuständigkeiten, regelmässiger Übungen sowie einer wirksamen, koordinierten Krisenkommunikation. KNS 2025 macht deutlich, dass die Schweiz über resiliente Strukturen im Umgang mit nuklearen und radiologischen Risiken verfügt. Diese müssen jedoch kontinuierlich überprüft und weiterentwickelt werden, um die Resilienz von Staat, Wirtschaft und Gesellschaft gegenüber seltenen, aber potenziell gravierenden Ereignissen nachhaltig zu stärken.

Referenzen

— Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2014): Integrales Risikomanagement – Bedeutung für den Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen. BABS, Bern.
— Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2023): Katalog der Gefährdungen. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2025. 3. Auflage. BABS, Bern.
— Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2024a): Fähigkeitsanalyse Bevölkerungsschutz. Analyse und Beurteilung notwendiger Fähigkeiten und Identifikation des Handlungsbedarfs. Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates SiK-N 22.3007 «Fähigkeiten zur Bewältigung von klimabedingten Naturgefahren» vom 18. Januar 2022, Bern
— Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2024b): Notfallschutzkonzept bei einem Unfall in einer Kernanlage in der Schweiz. BABS, Bern.
— Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2026a): Methode zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2025. Version 3.0. BABS, Bern.
— Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2026b): Bericht zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2025. BABS, Bern.
— Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2026c): Sammlung der Gefährdungsdossiers. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2025. BABS, Bern.
— Verordnung über den Bevölkerungsschutz (BevSV) vom 11. November 2020; SR 520.12.

Strahlenschutz in den Kernanlagen

Die Sektion «Radiologischer Arbeitsschutz» nimmt die Aufsicht über den Schutz des Personals vor ionisierender Strahlung in den Schweizer Kernkraftwerken und weiteren Kernanlagen im Aufsichtsbereich des ENSI wahr. Sie überprüft die Planung, Dokumentation, Vorbereitung und Durchführung von Strahlenschutz- und Überwachungsmassnahmen in allen Betriebsphasen. Schwerpunkte bilden die Beurteilung der radiologischen Situation vor Ort, die Überprüfung der Optimierung von Individual- und Kollektivdosen sowie die Kontrolle der Dosimetrierung und der Überwachungsprozesse. Ergänzend werden Schnittstellen zu Flucht- und Rettungswegen, Sanität und Wasserchemie berücksichtigt. Zudem werden in Zusammenarbeit mit der Suva Befunde zur konventionellen Arbeitssicherheit aufgenommen.

Vorwort der Leitung der Sektion «Radiologischer Arbeitsschutz»

Die Sektion Radiologischer Arbeitsschutz begleitet die Schweizer Kernanlagen aus Sicht des Strahlenschutzes über alle Betriebsphasen hinweg. Im Zentrum stehen dabei die Beurteilung der radiologischen Situation vor Ort sowie die Überprüfung, ob die Dosen des Personals zuverlässig erfasst, wirksam begrenzt und nach dem Optimierungsgrundsatz so tief wie möglich gehalten werden. Im Jahr 2025 standen neben der Aufsicht über Revisionen und Rückbauprojekte auch neue technische Ansätze zur Dosisoptimierung im Fokus.

Im Leistungsbetrieb der Kernkraftwerke, während der geplanten oder ungeplanten Stillstände, aber auch bei der Stilllegung richtete die Sektion ihr Augenmerk auf die Entwicklung der Individual- und Kollektivdosen. Insgesamt wurde der radiologischen Situation in allen Kernanlagen angemessene Aufmerksamkeit geschenkt. Die erforderlichen Schutz- und Optimierungsmassnahmen wurden ergriffen und konsequent umgesetzt. Hervorzuheben ist eine im Kernkraftwerk Leibstadt festgestellte «Good Practice»: Der gezielte Einsatz von Drohnen bei Sichtprüfungen in Bereichen mit erhöhter Dosisleistung führte zu einer markanten Reduktion der Kollektivdosis für die beteiligten Mitarbeitenden. Solche innovativen Ansätze zeigen, wie der Optimierungsgrundsatz praxisnah und wirkungsvoll umgesetzt werden kann. In diesem Sinne verfolgt auch das ENSI ein Projekt zur Entwicklung strahlenresistenter Robotersysteme. Ziel ist es dabei, den Einsatz solcher Systeme im Zusammenhang mit strahlenschutztechnischen Optimierungsmassnahmen zu fördern.

Ein weiterer Aspekt mit Blick auf zukünftige Technologien betraf im Berichtsjahr die Weiterentwicklung des regulatorischen Rahmens im Hinblick auf mögliche Bewilligungsverfahren für Small Modular Reactors (SMR). Die Sektion begann mit der Erarbeitung strahlenschutztechnischer Anforderungen an solche Anlagen unter Berücksichtigung von internationalen Empfehlungen.

Der Stillstand des Kernkraftwerks Gösgen hatte aus Sicht des Strahlenschutzes nur geringe Auswirkungen. Die Überwachung und Einhaltung der gesetzlichen Strahlenschutzanforderungen waren jederzeit sichergestellt. Davon hat sich die Sektion mittels Inspektionen überzeugt.

Der Rückbau des Kernkraftwerks Mühleberg machte weitere Fortschritte. Die sich andauernd verändernde Situation erfordert eine laufende Anpassung der Schutz- und Überwachungsmassnahmen, was eine den Umständen angepasste Aufsicht erfordert. Auch die Rückbauprojekte an den Forschungsreaktoren und an der Versuchs- und Verbrennungsanlage des Paul Scherrer Instituts wurden eng begleitet. Die Erfahrungen der Sektion zeigen, dass ein integraler Ansatz von konventionellem Arbeitsschutz und Strahlenschutz wesentlich für einen sicheren Rückbau ist. Mit der Bekanntgabe des Plans für die Stilllegung des Kernkraftwerks Beznau durch die Axpo wurden auch erste Vorbereitungen für die Aufsicht über den Rückbau eines weiteren Schweizer Kernkraftwerks getätigt.

Der fachliche Austausch mit ausländischen Aufsichtsbehörden wurde fortgeführt. Insbesondere mit der spanischen Aufsichtsbehörde Consejo de Seguridad Nuclear fand erneut ein vertiefter Dialog zu Fragen des Rückbaus von Kernkraftwerken sowie zur Aufsicht über Druckwasserreaktoren statt. Dieser internationale Erfahrungsaustausch trägt dazu bei, die eigene Aufsichtspraxis kritisch zu reflektieren und weiterzuentwickeln.

Insgesamt zeigt die Erfahrung aus der Aufsicht im Jahr 2025, dass der radiologischen Situation in allen Kernanlagen mit der erforderlichen Sorgfalt begegnet wird.

Markus Engelke

1. Grundlagen anlagen-interner Strahlenschutz

1.1 Allgemeines

Die Betreiber der Kernanlagen haben im Jahr 2025 in allen Betriebsphasen einen gesetzeskonformen und zweckmässigen Strahlenschutz durchgeführt. In den Kernkraftwerken im Leistungsbetrieb wirken sich die Betriebszyklen ohne Brennstoffschäden der vergangenen Jahre zusätzlich positiv auf die radiologische Situation in den Anlagen aus.

Ein bedeutsamer Aspekt im Strahlenschutz ist die Aus- und Fortbildung des Strahlenschutzpersonals. Fortbildungen sind speziell für den Erhalt der Fachkompetenz im Strahlenschutz sehr wichtig. Sie gewährleisten, dass das Know-how auf dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik gehalten wird. Das ENSI leistet dazu seinen Beitrag, indem es jährlich ein Strahlenschutzseminar veranstaltet. Dieses dient der Fortbildung und dem Austausch zwischen Strahlenschutzfachleuten der ganzen Schweiz. Im Berichtsjahr war das Thema des Seminars die «Strahlen-Epidemiologie», die sich mit den gesundheitlichen Auswirkungen von ionisierender Strahlung auf den Menschen beschäftigt. Untersuchungen zur Strahlen-Epidemiologie liefern einen wichtigen Beitrag zur wissenschaftlichen Basis, auf welcher die Strahlenschutzgesetzgebung und entsprechende Grenzwerte beruhen. Ihr Ziel ist es, den Zusammenhang zwischen Strahlenexposition und Erkrankungen, insbesondere Krebs, statistisch zu erfassen. Dafür werden unter anderem grosse Personengruppen, welche ionisierender Strahlung ausgesetzt waren, untersucht. Am sehr gut besuchten Strahlenschutzseminar haben Strahlenschutzexperten der Schweizer Kernanlagen, des deutschen Bundesamts für Strahlenschutz, des deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, der Universität Zürich sowie des ENSI teilgenommen.

Die Weiterentwicklung nuklearer Technologien, wie beispielsweise der Plan des Paul Scherrer Instituts (PSI) und des Unternehmens Copenhagen Atomics einen Testreaktor auf dem PSI-Areal zu errichten und zu betreiben, stellt auch die Aufsichtsbehörde vor Herausforderungen. Für diesen Testreaktor, der nach Auffassung des PSI als Anlage mit geringem Gefährdungspotential gemäss Art. 22 KEV vorgesehen ist, müssen regulatorische, verfahrensrechtliche und fachliche Fragen geklärt werden. Dies betrifft unter anderem den radiologischen Arbeitsschutz, der sich im Berichtsjahr der Entwicklung der regulatorischen Vorgaben auf Basis internationaler Empfehlungen widmete.

Die Ankündigung der Axpo, die beiden Blöcke des Kernkraftwerks Beznau (KKB) in den Jahren 2032 respektive 2033 stillzulegen, hat beim ENSI zu ersten Vorbereitungen bezüglich der Aufsicht über die Stilllegung geführt.

Im Berichtsjahr 2025 wurden wieder mehrere gemeinsame Inspektionen mit der Suva in verschiedenen Kernanlagen durchgeführt. Sie dienen dazu die Schnittstelle zwischen Strahlenschutz und Arbeitssicherheit zu begutachten. Das fördert nicht nur die Achtsamkeit in den jeweiligen Gebieten, sondern stärkt auch die effiziente Kooperation der beiden Aufsichtsbehörden.

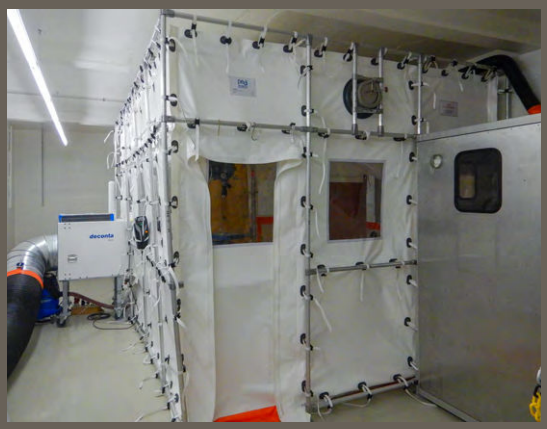
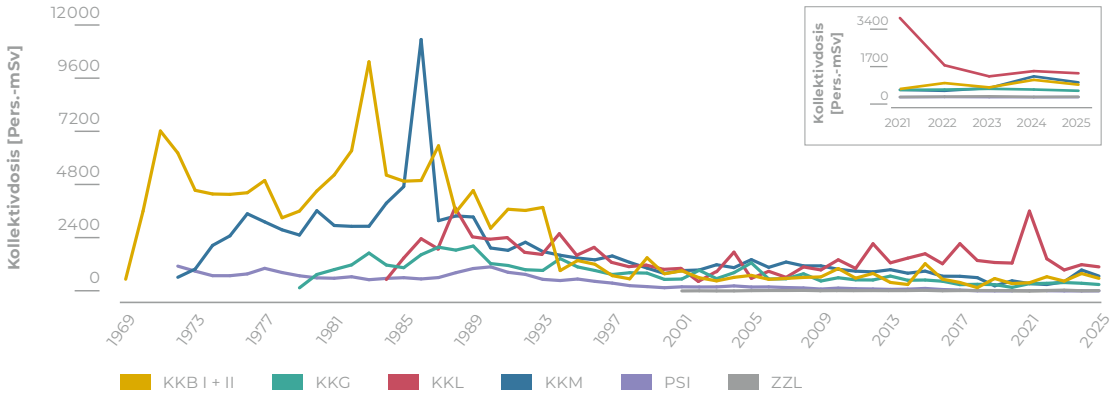


Bild 1: Aufbau zur Beprobung, Triage und Umladung radioaktiver Aluminium-Komponenten im Rahmen des Rückbaus am PSI.

Grundlagen anlageninterner Strahlenschutz

Jahreskollektivdosen 1969 bis 2025



Darstellung 4: Entwicklung der Kollektivdosen (Pers.-mSv) in den Kernanlagen von 1969 bis 2025.

Generell kann festgehalten werden, dass die Überwachungs- und Strahlenschutzmassnahmen für die Kernkraftwerke in Betrieb, KKB 1 und KKB 2, Gösgen (KKG) und Leibstadt (KKL) korrekt umgesetzt worden sind. Die Optimierungsmassnahmen zur Begrenzung der Kollektiv- und Individualdosen in den Kernkraftwerken sind mit regelmässigen Inspektionen überprüft worden. Vor den Revisionen wurde insbesondere die Strahlenschutzplanung der Betreiber und während dieser der operationelle Strahlenschutz bei Instandhaltungsarbeiten mit signifikanten Dosen für das Personal beurteilt.

Der Rückbau des Kernkraftwerks Mühleberg (KKM) schritt auch im Berichtsjahr voran. Seit dem Abtransport der letzten Brennelemente vom Areal im September 2023 befindet sich das KKM in der sogenannten Stilllegungsphase 2. Während der Rückbauarbeiten steigen die Anforderungen an den radiologischen Arbeitsschutz und die Arbeitssicherheit, da sich die Gegebenheiten vor Ort in einem ständigen Wandel befinden und der Strahlenschutz durch die Rückbauarbeiten von stark aktivierten und kontaminierten Systemen, Strukturen und Komponenten geprägt ist.

Die Kernanlagen am Paul Scherrer Institut befinden sich im Aufsichtsbereich des ENSI. Die Stilllegungsprojekte von Kernanlagen sowie die Langzeitprojekte im Hotlabor des PSI werden kontinuierlich weitergeführt. In den Anlagen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (AERA) fanden erste Einlagerungen in das im Sommer 2025 in Betrieb genommene Bundeszwischenlager 2 (BZL 2) statt.

Das Zentrale Zwischenlager (ZZL) hat 2025 zwei Verbrennungskampagnen mit dem Plasmaofen durchgeführt, die aus strahlenschutztechnischer Sicht problemlos verliefen. Das ENSI hat sich zudem mittels Inspektionen vor Ort von der konformen Abfertigung von Transporten radioaktiver Materialien überzeugen können.

Die Aufsicht des ENSI über die Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) bezieht sich auf deren Kernanlagen: den Forschungsreaktor CROCUS, das Neutronenexperiment CARROUSEL, die Neutronenquellenkavität LOTUS und die angegliederten Labors.

Die Wirksamkeit des operationellen Strahlenschutzes in den Kernanlagen ist aus den eingereichten Dosimetriedaten ersichtlich. Die Grenzwerte für die Individualdosen aus der Strahlenschutzverordnung wurden grundsätzlich mit grossen Margen eingehalten. Insgesamt stellt das ENSI fest, dass die Betreiber der Kernanlagen ihre Verantwortung wahrnehmen, die Individual- und Kollektivdosen des Personals zu optimieren und so tief wie möglich zu halten.

1.2 Grundlagen der Dosimetrie

Als zuständige Aufsichtsbehörde hat das ENSI zu prüfen, ob die Kernanlagen bei der Strahlenexposition des Personals die gesetzlichen Limiten sowie die regulatorischen Richtwerte einhalten. Die 2018 in Kraft getretene revidierte Strahlenschutzverordnung bildet die gesetzliche Grundlage zur Überwachung des beruflich und des nichtberuflich strahlenexponierten Personals in der Schweiz. Die Richtlinie ENSI-B09 «Ermittlung und Aufzeichnung der Dosen strahlenexponierter Personen» regelt technische Details über die Form und den Umgang mit den zu meldenden Individualdosen und arbeitsspezifischen Kollektivdosen. Zu den Aufgaben des ENSI zählt es, die Dosimetriemeldungen aus den einzelnen Anlagen zu prüfen und auszuwerten.

Die Strahlenschutzverordnung schreibt vor, dass die maximale effektive Dosis jeder beruflich strahlenexponierten Person 20 Millisievert (mSv) pro Kalenderjahr nicht überschreiten darf. In der Richtlinie ENSI-B03 «Meldungen der Kernanlagen» ist festgelegt, dass für Arbeiten während geplanten Stillständen mit einer erwarteten Jobdosis über 50 Personen-Millisievert (Pers.-mSv) der Aufsichtsbehörde vorgängig ausgearbeitete Strahlenschutzplanungen vorgelegt werden müssen. Das ENSI prüft diese und nimmt bei Bedarf mit den Betreibern Kontakt auf. Mit diesen Planungen und deren Kontrollen werden wichtige Beiträge zur Optimierung der radiologischen Schutzmassnahmen gemäss Strahlenschutzverordnung geleistet.

Zur Ermittlung der Dosen und zum Nachweis der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben betreiben alle KKW und das PSI eine vom ENSI anerkannte Personendosimetriestelle, welche persönliche Dosimeter für das Eigen- und Fremdpersonal zur Verfügung stellt, sie auswertet und die akkumulierten Dosen registriert. Für das ZZL der Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG übernimmt die Personendosimetriestelle des KKB diese Aufgaben. Das Institut de radiophysique (IRA) wertet die an der EPFL verwendeten Dosimeter aus. Die Dosimetriestelle des PSI stellt Neutronendosimeter für alle Anlagen zur Verfügung und wertet sie aus.

Individualdosis, Kollektivdosis und Jobdosis

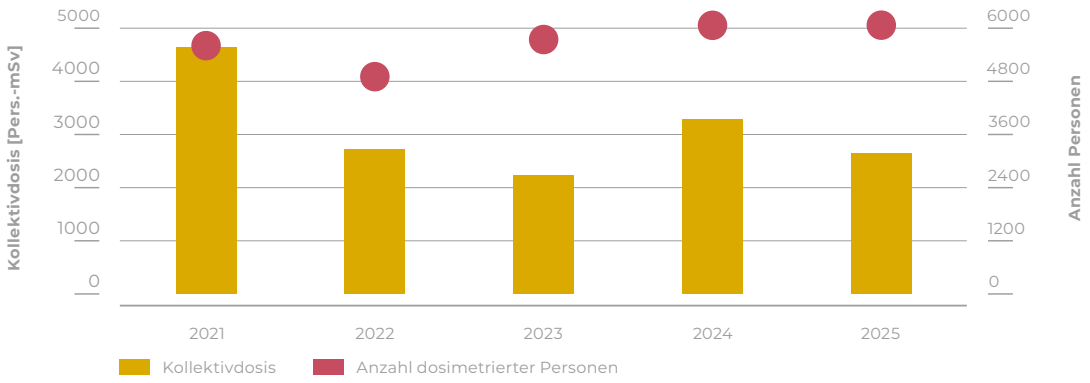
Im Kontext des Strahlenschutzes ist die Dosis ein Mass für die durch ionisierende Strahlung in das Gewebe übertragene Energie. Zur Beurteilung des gesundheitlichen Risikos wird die «effektive Dosis» verwendet. Wo nicht ausdrücklich anders spezifiziert, bezieht sich der Begriff Dosis auf die effektive Dosis.

Die Individualdosis ist die effektive Dosis einer einzelnen Person während eines bestimmten Zeitraums wie zum Beispiel einem Jahr, einem Monat oder der Dauer eines Revisionsstillstands. Sie wird in Millisievert (mSv) angegeben.

Die Kollektivdosis ist die Summe der Individualdosen aller Personen eines Betriebs, einer Organisationseinheit oder eines Arbeitsschrittes während eines vorgegebenen Zeitraums. Die Kollektivdosis wird in Personen-Millisievert (Pers.-mSv) angegeben.

Die Jobdosis ist ein in der Fachwelt oft verwendeter Begriff für die Individual- oder Kollektivdosis, die während der Vorbereitung, der Durchführung und dem Abschluss einer Arbeit (auf Englisch «Job»), eines Arbeitsschrittes oder eines Arbeitspakets akkumuliert wird.

Kollektivdosen und Anzahl dosimetrierter Personen der KKW



Darstellung 5: Summe der Kollektivdosen und Anzahl beruflich strahlenexponierter Personen in den KKW in den letzten fünf Jahren.

1.3 Dosimetrierung von Personal

Das dosimetrierte Personal in den Kernanlagen wird in Eigen- und Fremdpersonal aufgeteilt. Ferner wird das Personal auch in Arbeiter/in (auf Englisch «Worker») der Kategorie A oder B eingeteilt. Eine Person in der Kategorie A soll den Grenzwert von 20 mSv pro Kalenderjahr nicht überschreiten, in der Kategorie B liegt der entsprechende Richtwert laut Strahlenschutzverordnung bei 6 mSv.
Es kommt vor, dass Eigenpersonal aus dem Überwachungsbereich einer Personendosimetriestelle vorübergehend in den Überwachungsbereich einer anderen Personendosimetriestelle wechselt und dort als Fremdpersonal geführt wird. Durch die Regelungen in der Richtlinie ENSI-B09 «Ermittlung und Aufzeichnung der Dosen strahlenexponierter Personen» melden die Betreiber die akkumulierten Dosen dieser zwischen den Kernanlagen wechselnden Personen einerseits als Eigenpersonal-Dosen der einen Anlage und andererseits als Fremdpersonal-Dosen einer anderen Anlage. Da in diesen Fällen beide Dosimetriestellen dieselben Dosen melden, führt dies zu einer doppelten Verbuchung. Anhand der individuellen Dosismeldungen werden solche Doppelverbuchungen vom ENSI für die Informationen in seinem Strahlenschutzbericht bereinigt. Dadurch und durch die in Kapitel 1.5 erwähnten Rundungen können sich bei den Statistiken in den entsprechenden Tabellen dieses Berichts für den Strahlenschutz nicht relevante numerische Unterschiede zu den Rohdaten der Personendosimetriestellen ergeben.

Für das Jahr 2025 haben die fünf vom ENSI anerkannten Personendosimetriestellen (KKB, KKG, KKL, KKM und PSI) insgesamt 6058 beruflich strahlenexponierte Personen mit einer Kollektivdosis von 2634 Pers.-mSv gemeldet (Mehrfachbuchungen bereinigt). Diese Werte schliessen auch die Meldungen des IRA für das beruflich strahlenexponierte Personal der EPFL ein. Die Meldungen der Dosimetriestelle des PSI an das ENSI umfassen seit 2018 nur Dosen von Anlagen aus dem Aufsichtsbereich des ENSI. Die vom PSI für alle Kernanlagen der Schweiz zur Verfügung gestellten und ausgewerteten polymerbasierten Neutronen-Dosimeter des Typs PADC werden im Aufsichtsbereich des ENSI von den einzelnen Personendosimetriestellen der Kernanlagen abgegeben und die Resultate ebendort entsprechend verbucht.

In den Tabellen A1 bis A3 im Anhang 1 werden die detaillierten Dosimetriedaten nach Anzahl Personen und nach Kernanlagen aufgeschlüsselt.

1.4 Ausbildung im Strahlenschutz

Das ENSI übt, gestützt auf die Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung, die Aufsicht über die Ausbildung im Strahlenschutz aus. Hierzu zählt unter anderem die Anerkennung von Kursen für das Strahlenschutzpersonal, welches in den Kernanlagen eingesetzt wird.

Das eingesetzte Personal benötigt zur Übernahme von Strahlenschutzaufgaben innerhalb der kontrollierten Zone in den Kernanlagen fach- und arbeitsspezifische Aus- und Fortbildungen. Die gesetzlichen Vorgaben regeln dabei gezielt die Einsatzgebiete und die sogenannten «erlaubten Tätigkeiten» für das Strahlenschutzpersonal in den Kategorien Strahlenschutzsachverständige (Berufsgruppe K1), Strahlenschutztechnikerinnen und -techniker (Berufsgruppe K2), Strahlenschutzfachkräfte (Berufsgruppe K3) und mit dem Inkrafttreten der neuen Fassung der Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung vom 1. August 2025 auch in der Berufsgruppe der Strahlenschutzassistentinnen und -assistenten (Berufsgruppe K8). Für die Anerkennung der Ausbildung werden die Teilnahme an einem mehrwöchigen vom ENSI anerkannten Ausbildungskurs und ausreichende praktische Erfahrungen im Strahlenschutz einer Kernanlage vorausgesetzt.

Zusatzausbildung der Gruppe der schweizerischen Kernkraftwerksleiter (GSKL) für IHK-Fachkräfte

Während des Revisionsstillstands oder dem Brennelementwechsel sind in einem KKW zum Erfüllen der strahlenschutztechnischen Aufgaben deutlich mehr Strahlenschutzfachleute erforderlich als während des regulären Leistungsbetriebs. Um diesen temporär erhöhten Bedarf zu decken, findet ein länderübergreifender Austausch von Fachpersonal statt. Dabei ist es unerlässlich, länderspezifische Unterschiede, vor allem bezüglich der Vorgaben der Strahlenschutzgesetzgebung, gezielt zu schulen. Zu diesem Zweck hat die GSKL eine Zusatzausbildung für Strahlenschutzfachkräfte der deutschen Industrie- und Handelskammer (IHK) entwickelt, die vom ENSI im Jahr 2021 anerkannt worden ist. Der Einsatzbereich dieser Strahlenschutzfachkräfte ist auf die KKW beschränkt.

Der Kurs der GSKL fand im April 2025 am KKL statt. Acht Personen haben ihn erfolgreich abgeschlossen und wurden anschliessend neu als Strahlenschutzfachkraft in schweizerischen Kernanlagen anerkannt. Acht weitere Personen besuchten diesen Kurs im Rahmen ihrer Fortbildungspflicht.

Aus- und Fortbildungen in der Schule für Strahlenschutz des Paul Scherrer Instituts

Das Bildungszentrum des Paul Scherrer Instituts bietet verschiedene vom ENSI anerkannte Ausbildungs- und Fortbildungskurse für Strahlenschutz-Sachverständige (K1), für Strahlenschutztechnikerinnen und -techniker (K2) sowie für Strahlenschutzfachkräfte (K3) an.

Der Ausbildungskurs für Strahlenschutzsachverständige (Kursnummer K310) fand zu Beginn 2025 statt. Er wurde von vier Personen erfolgreich absolviert. Für die Ausbildungsanerkennung stehen noch die obligatorischen Praktika und die Teilnahme an einer Notfallübung aus. Der Kurs für Strahlenschutztechnikerinnen und -techniker (Kursnummer K312) fand ebenfalls im ersten Quartal 2025 statt. Er wurde von drei Personen besucht. In der zweiten Jahreshälfte wurde der Kurs für Strahlenschutzfachkräfte (Kursnummer K314) durchgeführt. Acht Personen haben den Kurs erfolgreich absolviert. Für den Erhalt der Diplome müssen noch die obligatorischen Praktika absolviert werden.

Im Februar, April und Juli fanden am PSI in der Schule für Strahlenschutz insgesamt drei Fortbildungskurse für das Strahlenschutzpersonal in Kernanlagen der Berufsgruppen K1, K2 und K3 (Kursnummer K311) statt. Sie wurden von 22 Personen aus Schweizer KKW, vier Personen des PSI und 13 Personen aus schweizerischen und deutschen Dienstleistungsunternehmen sowie von einer Person des ENSI und einer Privatperson besucht.

Wie die Gruppe der schweizerischen Kernkraftwerksleiter (GSKL) bietet auch die Schule für Strahlenschutz des PSI eine Zusatzausbildung für Strahlenschutzfachkräfte der deutschen Indust-

rie- und Handelskammer (IHK) mit auf KKW eingeschränktem Einsatzbereich (Kursnummer K333) an. Zusätzlich gibt es einen darauf aufbauenden, ergänzenden Ausbildungskurs für den uneingeschränkten Einsatz als Strahlenschutzfachkraft in Schweizer Kernanlagen einschliesslich des Einsatzes an Röntgen- und Beschleunigeranlagen (Kursnummer K334). Beide Kurse hätten im März/April 2025 stattfinden sollen, wurden aber aufgrund von zu wenigen Anmeldungen abgesagt.

Das ENSI anerkannte im Berichtsjahr zwei Fortbildungskurse für das Strahlenschutzpersonal in Kernanlagen der Berufsgruppen K1, K2 und K3 zum Thema Strahlenschutz-Messtechnik: den zweitägigen Grundlagenkurs (Kursnummer K318) sowie den dreitägigen Vertiefungskurs (Kursnummer K319).

Insgesamt hielt die Schule für Strahlenschutz des PSI im Berichtsjahr 21 Aus- und Fortbildungskurse für die Schweizer Kernanlagen und Dienstleistungsunternehmen ab, an denen insgesamt 262 Personen teilnahmen. An elf Kursen mit Bezug zu Transporten radioaktiver Gefahrgüter nahmen insgesamt 59 Personen teil.

Das ENSI beurteilte die Qualität des Unterrichts in den genannten Kursen stichprobenweise. In zwei Inspektionen beaufsichtigte das ENSI die Prüfungen der Ausbildungskurse für Strahlenschutz-Sachverständige (K310) und Strahlenschutzfachkräfte (K314). Es attestierte der Schule für Strahlenschutz, dass das Niveau der Lehrveranstaltungen die Anforderungen erfüllt.

1.5 Grundlagen für den Strahlenschutzbericht

Die Kernkraftwerke verwenden für die Planung und die Darstellung der Jobdosimetrie der während der Revisionen anfallenden Kollektivdosen aktive Personendosimeter-Werte (APD-Werte). In der Praxis werden als APD elektronische Personendosimeter (EPD) verwendet. Um die geplanten Revisionskollektivdosen mit den tatsächlich akkumulierten Revisionskollektivdosen vergleichen zu können und um die Ergebnisse nachvollziehbar zu bewerten, werden in diesem Bericht korrigierte APD-Werte beziehungsweise korrigierte EPD-Werte angegeben, sofern dies möglich ist. Die Revisionskollektivdosen können nicht mit den anerkannten Dosimetern (üblicherweise Thermolumineszenz-Dosimeter und Direct-Ion-Storage-Dosimeter) gemessen werden, weil die Revisionsperiode grundsätzlich nicht mit der Auswertungsperiode der anerkannten Dosimeter von einem Monat übereinstimmt. Zudem kann eine nachvollziehbare und korrekte Jobdosimetrie, also die Erfassung und Zuordnung arbeits- und ortspezifischer Strahlendosen, aufgrund ihrer Programmierbarkeit nur mit APD erfolgen. Damit am Ende des Dosimetriejahres eine Gesamtkollektivdosis (Summe aus Leistungsbetriebs- und Revisionskollektivdosen) gebildet werden kann, müssen die APD-Dosen aus physikalischen Gründen mithilfe eines Umrechnungsfaktors in die Werte der anerkannten Dosimeter umgerechnet werden.

Bei der Auswertung der Daten richtet sich das ENSI nach der «Empfehlung zur Rundung der Dosiswerte der anerkannten Personendosimetriestellen für die Meldung an die Kunden und an das Zentrale Dosisregister», die von der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz im Jahr 2004 veröffentlicht wurde. Diese Regelung zur Rundung von Dosiswerten in Art. 32 der Dosimetrieverordnung wurde vom ENSI ab dem 1. Januar 2018 übernommen. Die Messwerte werden gemäss den international üblichen Rundungsregeln für Dosimetriewerte in Schritten von 0,1 mSv gerundet. Messwerte unterhalb von 0,075 mSv werden auf 0 mSv abgerundet, während Messwerte zwischen 0,075 und 0,1 mSv auf 0,1 mSv aufgerundet werden.

Fallweise können einzelne nicht dosisrelevante numerische Abweichungen zwischen den Auswertungen der Personendosimetriestellen und denen des ENSI entstehen. Zudem berücksichtigt das ENSI ermittelte Neutronendosen bei der Bestimmung der Ganzkörperdosen. Die Nachweisgrenze von Neutronendosimetern liegt bei 0,5 mSv.

Im vorliegenden Bericht wird unter dem Begriff Kollektivdosis die Summe sowohl der effektiven Dosis, durch interne und externe Bestrahlung, als auch der Neutronendosis einer Bevölkerungsgruppe zusammengefasst.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Resultate der Auswertungen des ENSI dargestellt. Die Meldungen der Kollektivdosen erfolgen durch die Personendosimetriestellen ans ENSI gemäss Vorgabe aus der Richtlinie ENSI-B09 «Ermittlung und Aufzeichnung der Dosen strahlenexponierter Personen».

Um die Dosis einer Person zu messen, können aktive und passive Personendosimeter verwendet werden.

Bild 2: Personen, die bei ihrer Arbeit in Kernanlagen als strahlenexponiert gelten, müssen zwei verschiedene Dosis-Messgeräte tragen: Links im Bild ein passives Dosimeter, rechts ein aktives Dosimeter.

Thermolumineszenz-Dosimeter (TLD), Optically Stimulated Luminescent Dosimeter (OSL) und Direct-Ion-Storage-Dosimeter (DIS) gehören zu den passiven Ausführungen. TLD werden zur Auswertung aufgeheizt. Dabei emittiert das TLD Licht, dessen Intensität proportional zu der zuvor absorbierten Energie der Strahlung ist. Ähnlich funktionieren OSL Dosimeter, bei denen allerdings statt Hitze Licht einer bestimmten Wellenlänge verwendet wird, um wie beim TLD die Emission anzuregen. In DIS-Dosimetern ionisiert die Strahlung ein Gas in einer kleinen Kammer und die entstehende elektrische Ladung wird erfasst.

Zu den aktiven Personendosimetern gehören die elektronischen Personendosimeter (EPD), die vor dem Gebrauch aktiviert werden müssen. Sie haben den Vorteil, dass auf einem kleinen Display laufend die akkumulierte Dosis abgelesen werden kann. Zudem können Warnschwellen für die Dosis und Dosisleistung eingestellt werden.

Mithilfe von elektronischen Funkdosimetern (auch Teledosimeter genannt) kann die radiologische Umgebung sowie der Verlauf der Individualdosen des Personals vor Ort in Echtzeit von einem Bereich aus überwacht werden, in welchem die Ortsdosisleistung niedrig ist. Ein Funkdosismeter wird von Fachkräften zusätzlich zum obligatorischen, elektronischen Personendosimeter und zum ebenfalls obligatorischen, anerkannten und persönlichen Dosimeter getragen. Ziel einer Funkdosimetrie ist unter anderem die Optimierung der Strahlenexposition des Personals. In den Funkdosimetern können zudem Alarmwerte hinterlegt werden.

Das überwachende Strahlenschutzpersonal kann anhand der Angaben über Dosisleistungen und der akkumulierten Dosis, die auf dem zentralen Überwachungsgerät angezeigt wird, bei Bedarf rasch eingreifen und die Arbeitsverhältnisse sowie die Aufenthaltszeit optimieren. An ein Überwachungsgerät können üblicherweise fünf bis zehn Funkdosimeter angeschlossen werden. Dank einem oder mehreren Repeatern, die von Strahlenschutzfachkräften in der Anlage an geeigneten Orten montiert werden, kann die Reichweite der Funkdosimeter erhöht werden. Dies betrifft beispielsweise Räume und Bereiche in Kernanlagen, in denen sich massive Betonwände oder grosse Komponenten aus Stahl befinden, die als Abschirmung dienen.

2. Kernkraftwerke

2.1 Kernkraftwerk Beznau, KKB 1 und KKB 2

Betrieb am Netz [%]

93,6 | 80,7

Erzeugter Strom [GWh]

3055 | 2611

Dauer der Stillstände [d]

16 | 64

Kollektivdosis [Pers.-mSv]

125 | 443

Kollektivdosis im Leistungsbetrieb [Pers.-mSv]

46 | 40

Kollektivdosis während der Stillstände [Pers.-mSv]

79 | 403

Höchste Individualdosis [mSv]

6,8 | 6,8

Errechnete Dosis für die Bevölkerung aufgrund von Emissionen [mSv/Jahr]

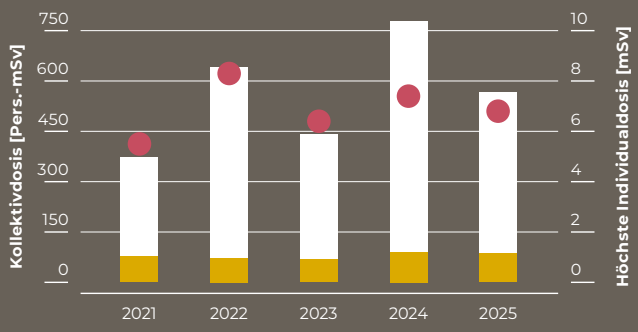
< 0,001

Block 1 | Block 2

Verhältnis der Kollektivdosen Leistungsbetrieb gegenüber Stillstand

Leistungsbetrieb | Stillstand

Jahreskollektiv- und höchste Individualdosen im KKB



Leistungsbetrieb | Stillstand | Höchste Individualdosis

Zusammenfassung

Das Betriebsjahr 2025 des Kernkraftwerkes Beznau (KKB) verlief aus Sicht des Strahlenschutzes insgesamt erfolgreich. Der radiologische Anlagenzustand war vorgabenkonform, wobei punktuell erhöhte Dosisleistungen auftraten. Die Revisionsabstellung von KKB 2 dauerte aufgrund von Verzögerungen bei Prüfarbeiten am Reaktordruckbehälter 64 Tage und damit vier Tage länger als geplant. Trotz angepasster Kollektivdosisplanung blieb die Kollektivdosis durch Optimierungen bei verschiedenen Arbeiten rund 20 % unterhalb des revidierten Planwertes. Der Brennelementwechsel in KKB 1 verlief planmässig. Die Leistungsbetriebsphasen beider Blöcke verliefen ohne bedeutsame radiologische Ereignisse. Die Strahlenschutzmassnahmen des KKB erwiesen sich insgesamt als wirkungsvoll.

Betriebsgeschehen

Das KKB hat mit einer Verfügbarkeit des KKB 1 von 93,6 % und des KKB 2 von 80,7 % ein den Erwartungen entsprechendes Betriebsjahr absolviert. Ausserhalb der Stillstände wurden keine grösseren strahlenschutzrelevanten Arbeiten durchgeführt. Der Bestand des Strahlenschutzpersonals betrug am Ende des Berichtsjahres 27 Personen und damit eine Person mehr als im vorherigen Berichtsjahr.

Der radiologische Anlagenzustand ist nach wie vor gesamthaft vorgabenkonform. Während des Leistungsbetriebs stellte das KKB in beiden Blöcken in den Zonentypen kleiner IV keine Luftkontaminationen über einem Richtwert fest. Die gemessenen abwischbaren Oberflächenkontaminationen entsprachen den gemäss Anhang 10 der Strahlenschutzverordnung für die verschiedenen Zonentypen erlaubten Werten. Bei den in der Anlage gemessenen Ortsdosisleistungen ergaben sich keine meldepflichtigen Werte.

Die Kontamination der Primärsysteme mit alphastrahlenden Nukliden war auch im Berichtsjahr 2025 in beiden Blöcken im Vergleich zu anderen Kernkraftwerken verhältnismässig hoch. Das KKB überwachte die Alpha-Kontaminationen und berücksichtigt diese bei der Planung von Strahlenschutzmassnahmen zum Schutz des Personals.

Die Axpo AG als Betreiberin des KKB hat im Berichtszeitraum öffentlich kommuniziert, dass sie plant, die beiden Blöcke des Kernkraftwerks Beznau in den Jahren 2032 (KKB 2) beziehungsweise 2033 (KKB 1) vom Netz zu nehmen und anschliessend stillzulegen. Die entsprechenden Planungen erfolgen gemäss Angaben des Betreibers unter der Voraussetzung eines weiterhin sicheren Betriebs bis zur endgültigen Abschaltung. Das ENSI wird die sicherheitstechnischen und strahlenschutzrelevanten Aspekte im Rahmen seiner gesetzlichen Aufsichtstätigkeit begleiten und bewerten.

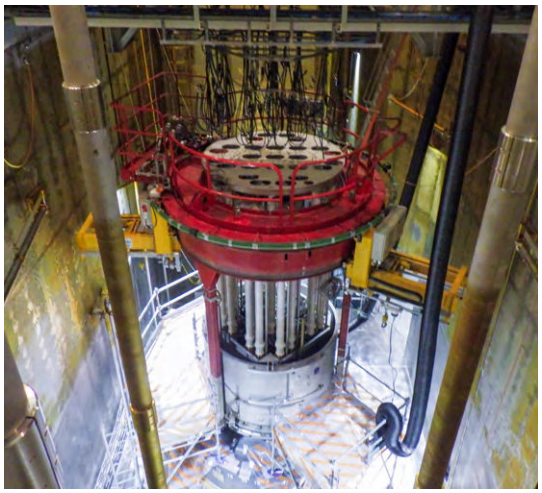


Bild 3: Arbeiten in der leeren Reaktorgrube während der Jahresrevision.

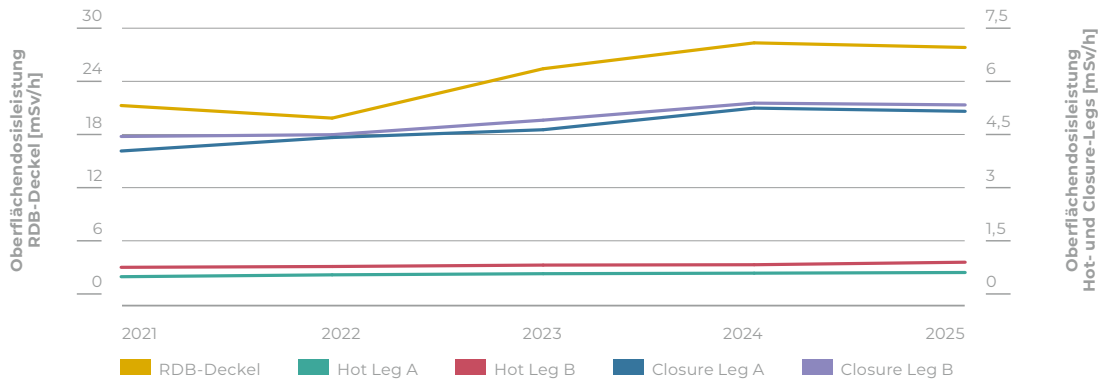
KKB 1

Die Ortsdosisleistungen an den Closure-Legs sind seit den letzten Messungen aus dem Vorjahr nicht weiter angestiegen. Ob dies eine Abkehr des seit einigen Jahren anhaltenden Anstiegs der Oberflächendosisleistungen an den Closure-Legs A und B bedeutet, wird sich erst zeigen müssen. Das KKB plant die Installation zusätzlicher Feinfilter, um aktivierte Partikel, die zur Dosisleistung beitragen, aus dem System zu entfernen. Die Oberflächendosisleistung beim Hot-Leg A ist weiter um 3 % und beim Hot-Leg B um 9 % gestiegen.

Die Oberflächendosisleistung an den Dampferzeugern ging leicht zurück (am Dampferzeuger A um –3 %, und am Dampferzeuger B um –9 %). Die gemittelte Oberflächendosisleistung am Reaktordruckbehälter-Deckel ist im Vergleich zum Vorjahr im Rahmen der Messgenauigkeit konstant geblieben.

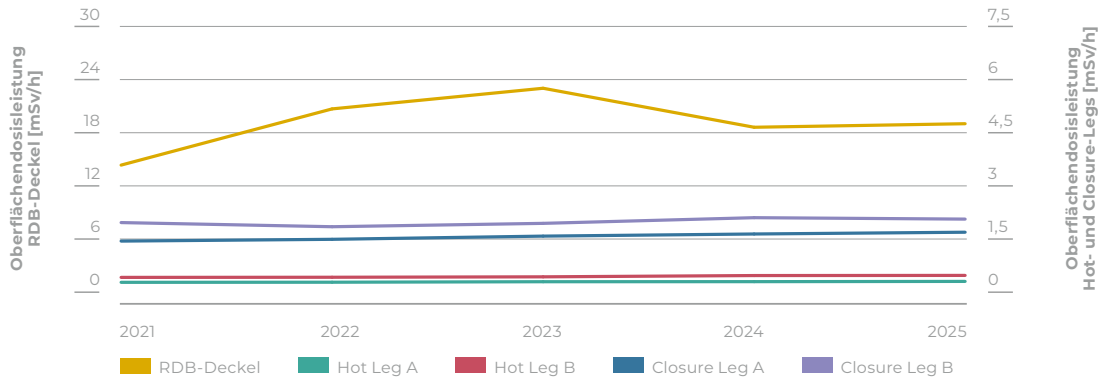
Diese Oberflächendosisleistungen führten zu keinen aussergewöhnlichen Herausforderungen für den operationellen Strahlenschutz.

Oberflächendosisleistungen an Komponenten des Primärkreislaufs des KKB 1



Darstellung 6: Verlauf der gemessenen Oberflächendosisleistung im KKB 1 am RDB-Deckel (linke Achse) und an den Hot- und Closure-Legs der Hauptkühlmittelleitungen (rechte Achse).

Oberflächendosisleistungen an Komponenten des Primärkreislaufs des KKB 2



Darstellung 7: Verlauf der gemessenen Oberflächendosisleistung im KKB 2 am Reaktordruckbehälter-Deckel (linke Achse) und an den Hot- und Closure-Legs der Hauptkühlmittelleitungen (rechte Achse).

KKB 2

Im KKB 2 setzte sich bei den Closure- und Hot-Legs der Trend von zunehmenden Oberflächendosisleistungen der Vorjahre nur teilweise fort. Der Anstieg der Oberflächendosisleistung beim Closure-Leg A liegt bei 3 %, während der Messwert am Closure-Leg B um –2 % gesunken ist. Beim Hot-Leg A lag der Anstieg der Oberflächendosisleistung bei 2 % und beim Hot-Leg B bei 1 %.

Die Oberflächendosisleistung an beiden Dampferzeugern ist im Vergleich zum Vorjahr leicht gesunken (Dampferzeuger A: –3 %, Dampferzeuger B: –2 %). Am Reaktordruckbehälter-Deckel ist die mittlere Dosisleistung gegenüber dem Vorjahr um 2 % gestiegen.

Die Oberflächendosisleistungen führten zu keinen zusätzlichen Massnahmen für den operationellen Strahlenschutz.

Brennelementwechsel im KKB 1

Das KKB stellte den Block 1 vom 8. April bis zum 23. April 2025 für den Brennelementwechsel während insgesamt 16 Tagen ab. Die akkumulierte Kollektivdosis lag mit 79 Pers.-mSv nur gering unter dem ursprünglichen Dosisplanwert von 80 Pers.-mSv. Der für die Planung tolerierbare Bereich umfasst ± 20 %. Die Kollektivdosis während des Stillstandes verteilte sich zu 52 % auf das Eigen- und zu 48 % auf das Fremdpersonal.

Die höchste Individualdosis, die während des Brennstoffwechsels akkumuliert wurde, betrug für das Eigenpersonal 2,1 mSv und für das Fremdpersonal 1,8 mSv. Beide Werte lagen deutlich unterhalb des gesetzlichen Grenzwertes für beruflich strahlenexponierte Personen. Während des Stillstandes wurden keine nicht leicht entfernbaren Personenkontaminationen festgestellt. Ebenso wurden keine Inkorporationen festge-

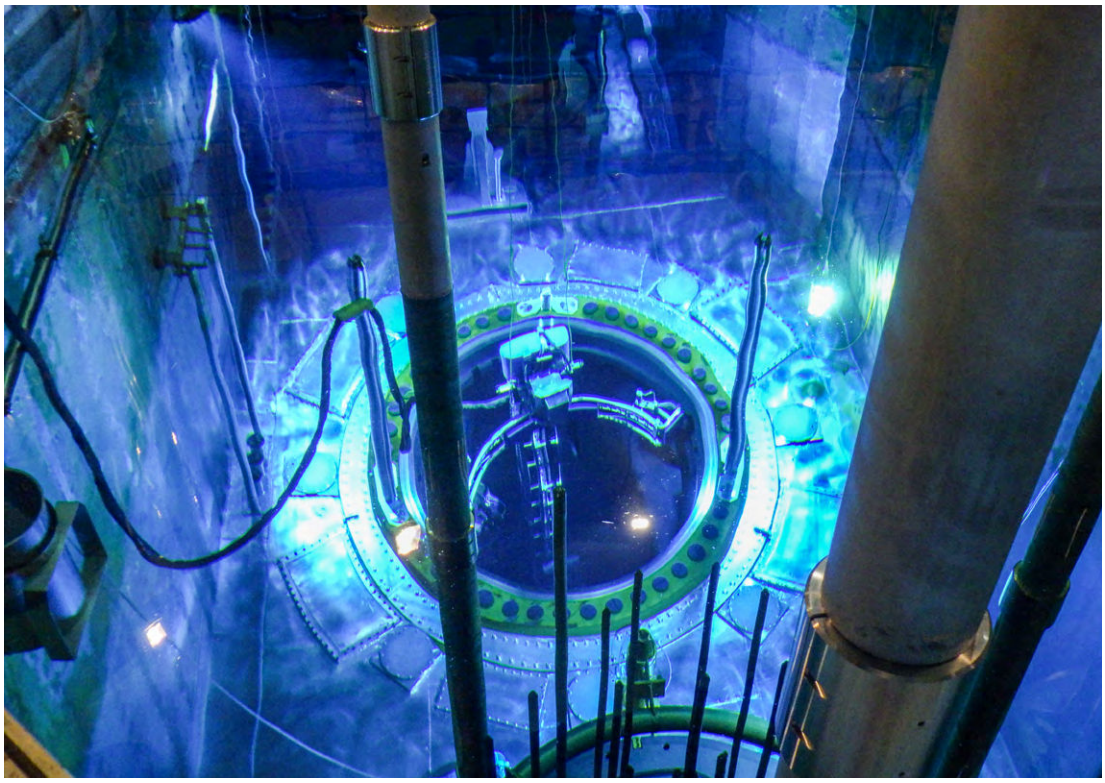


Bild 4: Geflutete Reaktorgrube mit offenem Reaktordruckbehälter und Manipulator für die Ultraschallprüfungen im KKB 2.

stellt. Bei 4569 Zutritten in die kontrollierte Zone wurden während des Brennelementwechsels 9502 Arbeitsstunden innerhalb der kontrollierten Zone geleistet.

Während dieses Stillstandes wurden folgende Tätigkeiten mit erwarteter, signifikanter Strahlenexposition ausgeführt:

— Öffnen und Schliessen des Reaktordruckbehälters
— Reinigung der Reaktorgrube und des Transferkanals

Die Anlage befand sich während und nach dem Brennelementwechsel in einem radiologisch und konventionell sauberen Zustand.

Aufgrund der vorhandenen Alpha-Kontaminationen im Primärsystem wurde die Reaktorgrube während der gesamten Dauer des Brennelementwechsels als Zonentyp IV eingestuft.

Zu keinem Zeitpunkt kam es zu einer signifikanten Kontaminationsverschleppung ausserhalb der temporär eingerichteten Zonentypen III und IV. Im Rahmen der Arbeitsplatzüberwachung

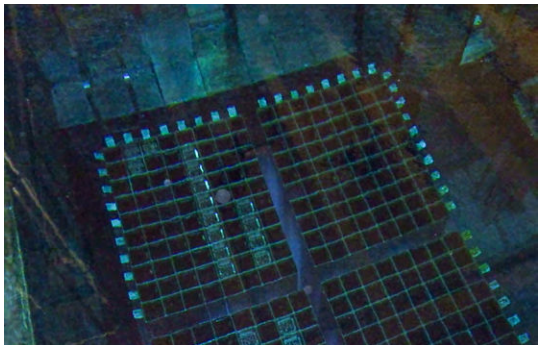
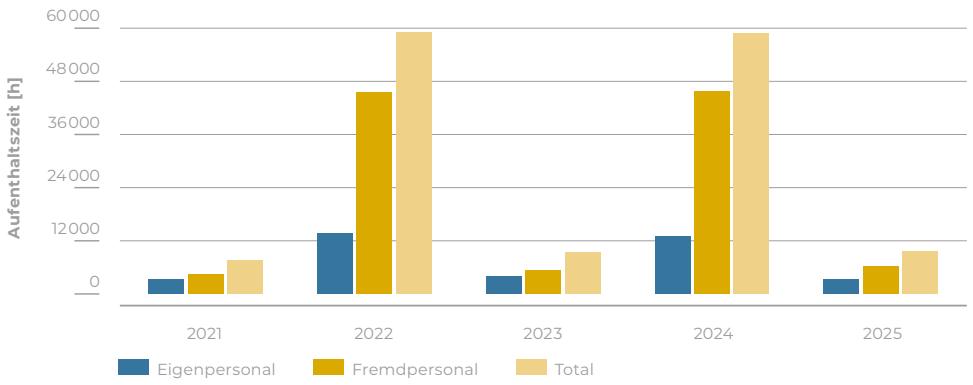


Bild 5: Brennelementlagerbecken des KKB 2 mit frisch ausgeladenen Brennelementen. Sichtbar ist die durch schnelle Elektronen ausgelöste bläulich schimmernde Cherenkov-Strahlung.

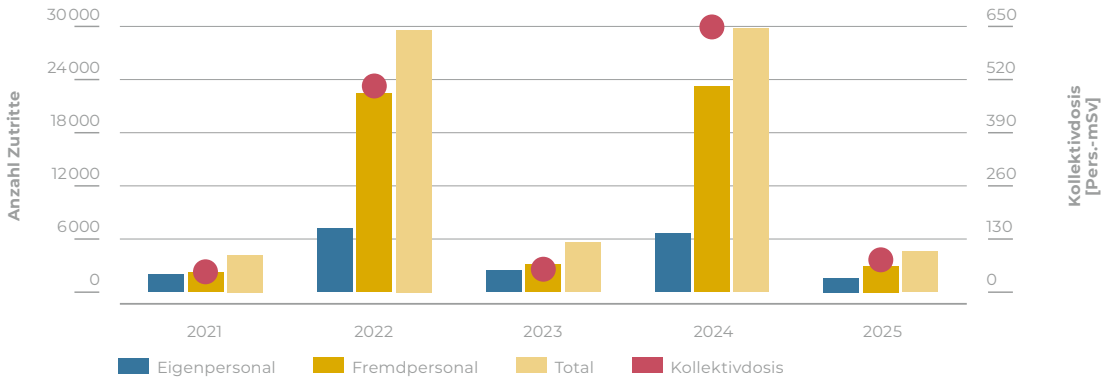
führte das KKB regelmässig Wischtest-Screenings zur Bestimmung allfälliger Kontamination durch Alpha- und Betastrahler durch. Weiterhin wurden Aerosolfilter hinsichtlich der beta-strahlenden Nuklide ausgewertet, wobei der Alpha-Anteil rechnerisch berücksichtigt wurde. Die Verkehrswege innerhalb der Zonentypen I und IIS wiesen keine Alpha-Kontamination auf. Nach der Feinreinigung wurde an keiner Stelle der Reaktorgrube Alpha-Kontamination detektiert. Abwischbare Alpha-Kontamination wurde beim Ausbau einer Armatur gemessen. Das Verhältnis von beta/gamma- zu alpha-strahlenden Nukliden der abwischbaren Kontaminationen lag dabei bei 282 zu 1.

Aufenthaltszeit in der kontrollierten Zone während der geplanten Stillstände im KKB 1



Darstellung 8: Aufenthaltszeiten von Fremd- und Eigenpersonal in der kontrollierten Zone während der geplanten Stillstände im KKB 1 in den letzten fünf Jahren.

Kollektivdosen und Zutritte in die kontrollierte Zone während der geplanten Stillstände des KKB 1



Darstellung 9: Kollektivdosen und Gesamtanzahl der Zutritte in die kontrollierte Zone während der geplanten Stillstände im KKB 1 in den letzten fünf Jahren.

Während des Brennstoffwechsels war im Sicherheitsgebäude und im Brennelementlager jeweils ein mobiler Aerosolmonitor permanent in Betrieb. Im Brennelementlager wurde zusätzlich ein permanent laufender Hochvolumensammler eingesetzt. Die Filter wurden einmal pro Schicht gewechselt und gammaspektrometrisch ausgewertet. Demnach hatte ^{60}Co den grössten Anteil an luftgetragener Kontamination (CA-Wert) mit 67 %, gefolgt von ^{95}Zr mit 11 %. Weitere Nuklide hatten einzeln keinen signifikanten Einfluss auf den CA-Wert. Es wurde kein ^{241}Am (Alphastrahler) in der Luft detektiert.

In der gefluteten Reaktorgrube kam die bereits in den Vorjahren bewährte Balduff-Filteranlage zum Einsatz. Die Reinigung des Wassers im Borsäuretank erfolgte über Ionentauscher und wurde bereits vier Wochen vor der Abstellung gestartet.

Die maximalen Aktivitätskonzentrationen von ^{58}Co und ^{60}Co im Primärkühlmittel während der Abfahr- und Reinigungsphase lagen im Vergleich zum Vorjahr um 70 % bzw. 4 % niedriger. Die Höchstwerte von ^{122}Sb und ^{124}Sb lagen um 148 % und 96 % höher als die Maximalwerte aus dem Vorjahr. Die Abweichungen zu den Vorjahresmessungen liegen im Bereich der erwarteten Schwankungen.

Das ENSI bewertet die durch den Strahlenschutz geplanten sowie umgesetzten Optimierungsmassnahmen als zielführend. Das Einbeziehen des Strahlenschutzes bereits in einer frühen Phase der Planung hat sich bewährt.

Revisionsstillstand im KKB 2

Das KKB stellte den Block 2 vom 1. August bis zum 3. Oktober 2025 zur Revision für insgesamt 64 Tage ab. Die akkumulierte Kollektivdosis von 403 Pers.-mSv lag etwa 17 % unter dem ursprünglichen Dosisplanungswert von 483 Pers.-mSv und damit in einem vertretbaren Rahmen für eine Dosisplanung. Die Plandosis wurde zunächst in einer ersten Revision der Dosisplanung an die Verzögerung aufgrund der Ultraschallprüfungen am Reaktordruckbehälter angepasst. Durch weitere Optimierungen im Ablauf und bei der Organisation der Arbeiten konnte der angepasste Planwert dennoch unterschritten werden. Die Kollektivdosis verteilt sich zu 20 % auf das Eigen- und zu 80 % auf das Fremdpersonal.

Die höchste Individualdosis für das Eigenpersonal während des Revisionsstillstandes betrug 3,2 mSv und für das Fremdpersonal 5,4 mSv. Beide Werte lagen damit deutlich unterhalb des gesetzlichen Grenzwertes von 20 mSv pro Jahr für beruflich strahlenexponierte Personen. Das KKB stellte keine nicht leicht entfernbaren Personenkontaminationen und keine Inkorporationen fest. Bei 42 760 Zutritten zur kontrollierten Zone wurden 77 589 Arbeitsstunden in der kontrollierten Zone geleistet.

Während des Revisionsstillstands führte das KKB unter anderem folgende Tätigkeiten mit geplanter, signifikanter Strahlenexposition aus:

- Öffnen und Schliessen des Reaktordruckbehälters
- Reinigung der Reaktorgrube und des Transferkanals
- Armaturenrevisionen
- Inneninspektion der Restwärmekühler
- Ultraschall- / Farbeindring-Prüfungen an der Ladeleitung Stutzen B
- RDB-Prüfungen und dazugehörige Arbeiten an den Manipulatoren

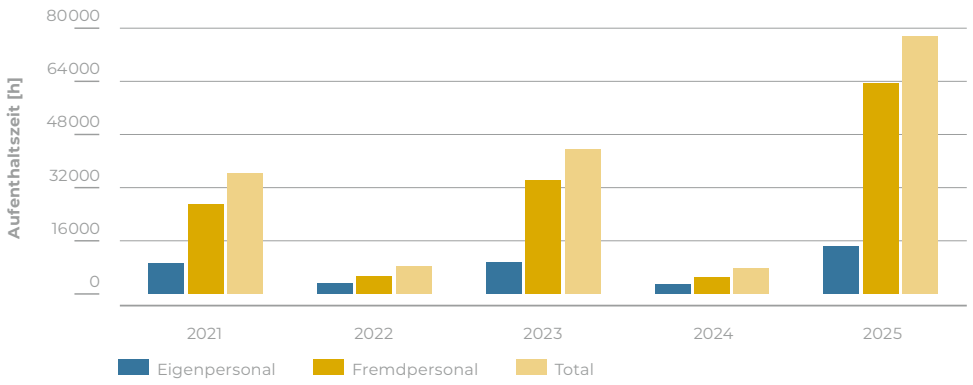
Die Anlage befand sich in einem radiologisch und konventionell sauberen Zustand. Aufgrund der vorhandenen Alpha-Kontamination im Primärsystem wurde die Reaktorgrube während der gesamten Dauer der Revisionsabstellung als Zonentyp IV eingestuft. Zusätzlich wurde während der Dauer der Reaktorgrubenreinigung das gesamte Containment als Zonentyp IV eingestuft.

Während des Revisionsstillstands kam es zu keiner Kontaminationsverschleppung aus den temporär eingerichteten Zonentypen III und IV. Die Verkehrswege innerhalb der Zonentypen I und IIS wiesen keine Alpha-Kontamination auf. Während der Grobreinigung der Reaktorgrube wurde an einer einzigen Stelle ^{241}Am in sehr niedriger Konzentration (0,4 mBq/m^3) gemessen. Nach der Feinreinigung konnte keine Alpha-Kontamination mehr festgestellt werden. Abwischbare Alpha-Kontaminationen wurden während verschiedener Ventilrevisionen vorgefunden. Ausserdem wurden Alpha-Kontaminationen bei der Prüfung des Reaktordruckbehälters (RDB) festgestellt. Bei einigen Arbeiten, wie beispielsweise bei Arbeiten am Chemie- und Volumenregelsystem (KCH) wurden ebenfalls abwischbare Alpha-Kontaminationen festgestellt. Das Verhältnis von beta/gamma- zu alpha-strahlenden Nukliden lag zwischen den Werten 80 : 1 und 10 667 : 1, abhängig vom Probeentnahmeort der jeweiligen Komponente und der Art der Arbeiten. Alle Arbeiten am RDB fanden grundsätzlich in einem Zonentyp IV statt.

Für die Arbeitsplatzüberwachung führte das KKB regelmässig Wischtest-Screenings zur Bestimmung der Kontamination durch Alpha- und Betastrahler durch. Zusätzlich wurden Aerosolfilter hinsichtlich der Beta-strahlenden Nuklide ausgewertet, wobei der Alpha-Anteil rechnerisch berücksichtigt wurde. Die Messungen wurden mit stationären und mobilen Messgeräten durchgeführt. Bei Werten über 7,8 Bq/m^3 erfolgte eine gammaspektrometrische Auswertung. Zwei Reinstgermaniumdetektoren stehen für die gammaspektrometrische Auswertung von Luftfiltern, Wischtest-Screenings, Materialproben und anderem zur Verfügung. Die nuklidspezifische Auswertung von Aerosolfiltern und Wischtest-Screenings ist ein fester Bestandteil der Überwachungsroutinen bei Revisionsabstellungen.

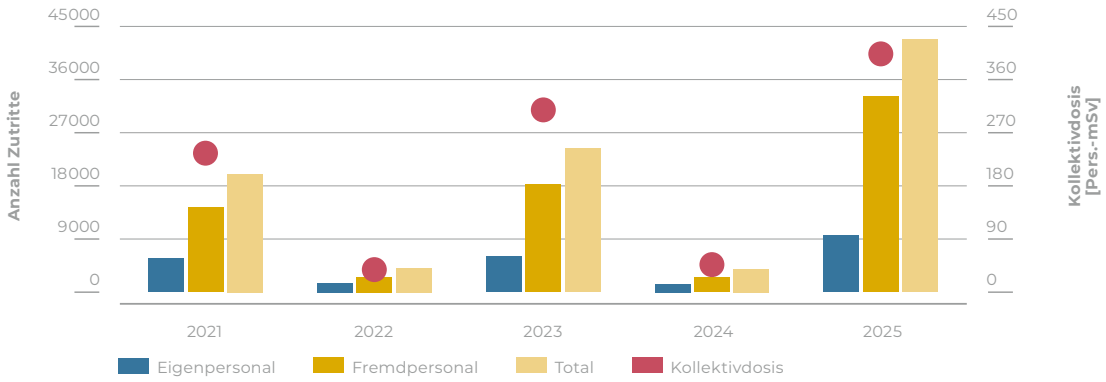
Während des Revisionsstillstandes waren im Sicherheitsgebäude und im Brennelementlager insgesamt fünf mobile Aerosolmonitore permanent im Einsatz. Des Weiteren betrieb das KKB auf allen Ebenen im Sicherheitsgebäude, wie auch im

Aufenthaltszeit in der kontrollierten Zone während der geplanten Stillstände im KKB 2



Darstellung 10: Aufenthaltszeiten von Fremd- und Eigenpersonal in der kontrollierten Zone während der geplanten Stillstände im KKB 2 in den letzten fünf Jahren.

Kollektivdosen und Zutritte in die kontrollierte Zone während der geplanten Stillstände des KKB 2



Darstellung 11: Kollektivdosen und Gesamtanzahl der Zutritte in die kontrollierte Zone während der geplanten Stillstände im KKB 2 in den letzten fünf Jahren.

Brennelementlager, permanent laufende Hochvolumensammler. Die Filter wurden einmal pro Schicht gewechselt und gammaspektrometrisch ausgewertet. Demnach hatte ^{60}Co den grössten Anteil am CA-Wert (93,7 %). Alle anderen Nuklide hatten einzeln keinen signifikanten Einfluss auf den CA-Wert. Es wurde kein ^{241}Am in der Luft detektiert. Ein mobiler Iod- und Edelgasmonitor ergänzte die permanente Luftüberwachung auf dem Bedienboden. Der Einsatz der Balduff-Filteranlage in der gefluteten Reaktorgrube und die Reinigung des Wassers in den Borwasservorratstanks trugen ebenfalls zu der insgesamt guten radiologischen Situation bei.

Die maximalen Aktivitätskonzentrationen von ^{58}Co und ^{60}Co im Primärkühlmittel während der Abfahr- und Reinigungsphase waren im Vergleich zum Vorjahr um ca. 33 % bzw. 32 % niedriger. Die Höchstwerte von ^{122}Sb und ^{124}Sb lagen um etwa 12 % respektive 2 % höher als im Vorjahr. Die Abweichungen zu den Vorjahresmessungen liegen im Bereich der erwartbaren Schwankungen.

Das ENSI bewertet die während der Abstellungsplanung und -durchführung durch den Strahlenschutz getroffenen Optimierungsmassnahmen als zielführend. Das Einbeziehen des Strahlenschutzes in der frühen Phase der Planung hat sich bewährt.

Vorkommnisse

Es gab keine meldepflichtigen Vorkommnisse betreffend den Strahlenschutz. Gleichwohl sind die Vorkommnisse in Zusammenhang mit dem Chemie- und Volumenregelsystem (KCH) in Betracht zu ziehen, im speziellen zwei Leckagen an der Ladepumpe (zum Jahreswechsel 2024/2025) sowie ein Federbruch an einem Sicherheitsventil. Dies vor dem Hintergrund, dass der Einschluss radioaktiver Stoffe im KCH-System durch die Vorkommnisse betroffen war.

Strahlenmessung

Anlässlich einer Inspektion überprüfte das ENSI die Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt über die Fortluft und das Abwasser. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Weg von der Probenerhebung über die Messung, die Bilanzierung und Buchführung bis hin zur Berichterstattung in den Monats- und Jahresberichten für die überprüften Stichproben nachvollziehbar und korrekt war. Die Messwerte des KKB wurden im Rahmen der vierteljährlichen Kontrollmessungen des ENSI und der halbjährlichen Vergleichsmessungen von Aerosolfiltern, Iodfiltern und Abwasserproben, die gemeinsam mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) durchgeführt wurden, verglichen. Das ENSI konnte bestätigen, dass die KKB-Messwerte mit den Messwerten der akkreditierten Labore der Aufsichtsbehörden übereinstimmen.

Im Berichtszeitraum wurden im Rahmen vierteljährlicher Inspektionen stichprobenweise die Ortsdosisleistungen an 21 festgelegten Messpunkten entlang der Umzäunung durch das akkreditierte Labor des ENSI direkt bestimmt. Auch unter konservativer Annahme einer kontinuierlichen Exposition bleibt selbst die höchste gemessene Ortsdosisleistung unterhalb des massgebenden Grenzwertes.

Ergänzend zu den vierteljährlichen Inspektionen wurden im Zusammenhang mit dem Öffnen des Reaktordruckbehälters während der Revision beziehungsweise während des Brennelementwechsels kurzfristig (innerhalb von maximal acht Tagen) an vier Standorten in der näheren Umgebung der Anlage Grasproben entnommen. Die Proben wurden durch das akkreditierte Labor des ENSI unter anderem auf künstliche Radionuklide analysiert. Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse dienten zur Überprüfung der Einhaltung der Vorgaben gemäss Abgabereglement der Anlage. Dabei lagen die Aktivitätskonzentrationen der künstlichen Radionuklide jeweils unterhalb der Nachweisgrenze.

Im Zweijahresrhythmus wird mittels In-situ-Gammaspektrometrie die Immission infolge einer möglichen Freisetzung künstlich erzeugter Radionuklide in der Umgebung des KKW überprüft. Im Berichtszeitraum wurde an 16 Messorten im Umfeld der Anlage der Neueintrag der Radionuklide ^{7}Be und ^{137}Cs untersucht. Es konnte keine Erhöhung der Konzentrationen der beiden Radionuklide festgestellt werden. Zusätzliche künstliche Radionuklide wurden an keinem der Messstandorte nachgewiesen.

Auf Antrag des KKB erteilte das ENSI die Freigabe für das Freimessverfahren mittels Freimesskammer zum Nachweis der Einhaltung der Freimesskriterien hinsichtlich absoluter oder spezifischer Aktivität. Die Freimesskammer wird zur Freimessung von Gegenständen, festen Stoffen, Abfällen und Flüssigkeiten eingesetzt.

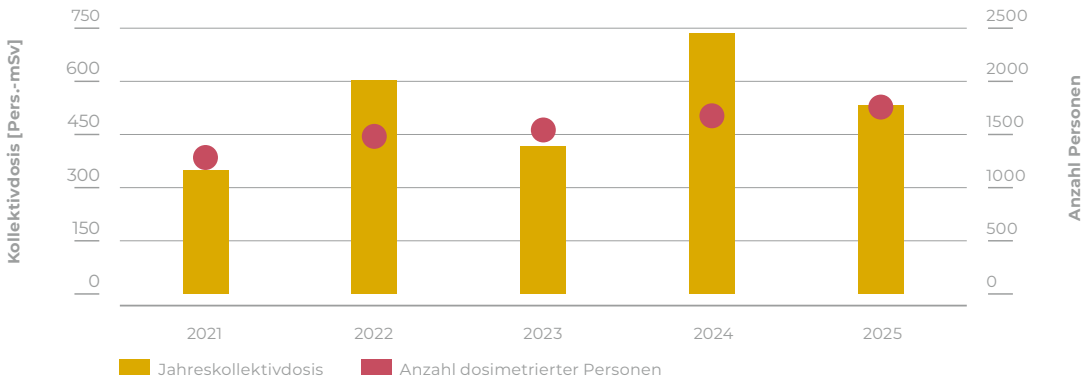
Dosimetrie

Während des Berichtsjahres kamen in der kontrollierten Zone oder bei Transporteinsätzen 1756 beruflich strahlenexponierte Personen zum Einsatz. Die Kollektivdosis während der Berichtsperiode betrug gerundet 568 Pers.-mSv. Die Aufteilung der Kollektivdosis zwischen Leistungsbetrieb und Stillständen stellte sich folgendermassen dar:

KKB Block 1/2	Kollektivdosis [Pers.-mSv]
Brennelementwechsel/ Revisionsstillstand	79/403
Leistungsbetrieb	46/40
Gesamte Jahreskollektivdosis	568

Die höchste Individualdosis im Kalenderjahr 2025 betrug 6,8 mSv. Diese Dosis lag unterhalb der Dosis des Vorjahreswertes (7,4 mSv) und deutlich unterhalb des für beruflich strahlenexponierte Personen festgelegten gesetzlichen Grenzwertes von 20 mSv pro Jahr.

Jahreskollektivdosen und Anzahl dosimetrierter Personen des KKB



Darstellung 12: Jahreskollektivdosen und Anzahl dosimetrierte Personen im KKB in den letzten fünf Jahren.

Das KKB stellte während der ganzen Berichtsperiode keine Personenkontaminationen fest, welche nicht mit einfachen Mitteln entfernt werden konnten. Zudem detektierte das KKB keine Inkorporationen oberhalb der Triageschwelle.

Die anerkannte Personendosimetriestelle des KKB führte folgende Anzahl an Dosisermittlungen durch:

Überwachung der äusseren Bestrahlung		
Ganzkörper	Haut	Extremitäten
1812	1812	–

Überwachung der Inkorporationen	
Ganzkörperzähler	Schilddrüse
1573	–

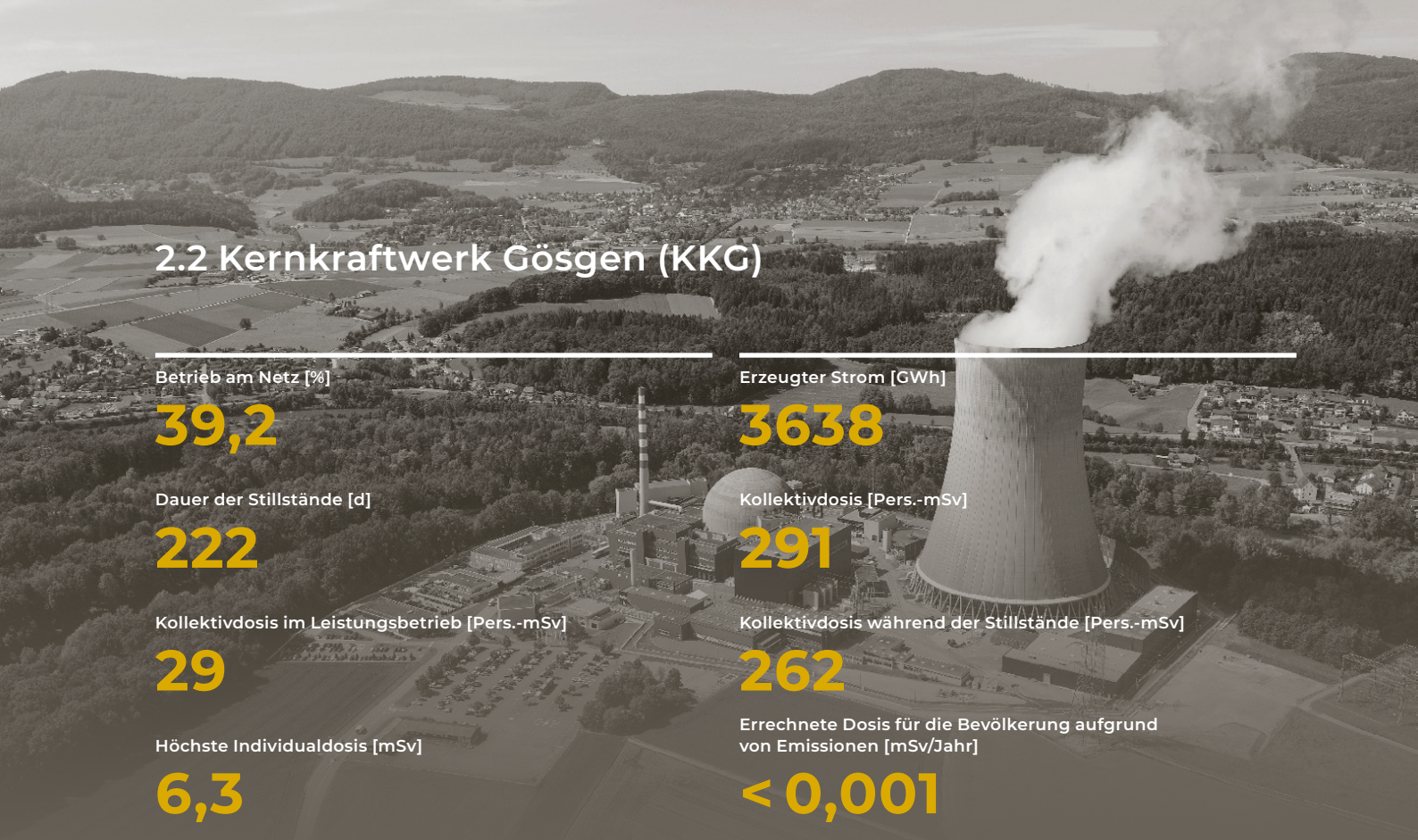
Bewertung der Strahlenexposition

Das KKB vollzieht einen dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechenden Strahlenschutz. Es erstellt zielführende Strahlenschutzplanungen und setzt wirksame Optimierungsmassnahmen um. Die Kollektivdosis fiel mit insgesamt 568 Pers-mSv für beide Blöcke niedriger aus als im Vorjahr (Vorjahr: 785 Pers.-mSv).

Das ENSI führte 2025 insgesamt 21 strahlenschutzbezogene Inspektionen im Kernkraftwerk Beznau durch. Dabei wurde festgestellt, dass im KKB ein gesetzlich konformer und effizienter Strahlenschutz betrieben wird und sämtliche Abgabewerte eingehalten wurden.

Der Quotient aus der Kollektivdosis pro erzeugte elektrische Energie im KKB war mit 0,1 Pers-mSv pro $GWh_{(e)}$ geringer als im Vorjahr und blieb damit weiterhin tief (Vorjahr: 0,13 Pers.-mSv/$GWh_{(e)}$).

axpo



2.2 Kernkraftwerk Gösgen (KKG)

Betrieb am Netz [%]
39,2

Erzeugter Strom [GWh]
3638

Dauer der Stillstände [d]
222

Kollektivdosis [Pers.-mSv]
291

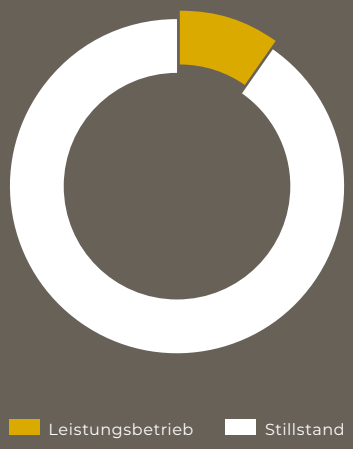
Kollektivdosis im Leistungsbetrieb [Pers.-mSv]
29

Kollektivdosis während der Stillstände [Pers.-mSv]
262

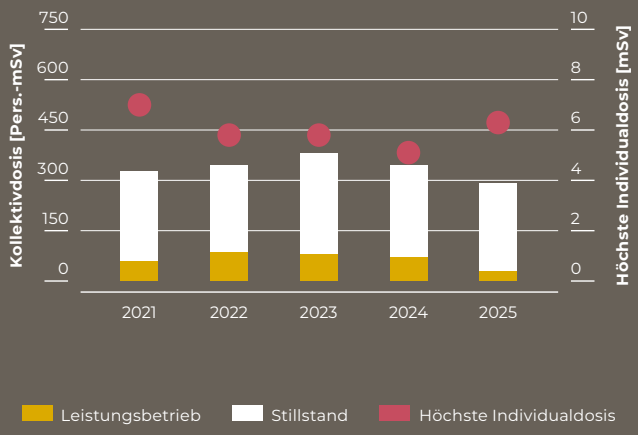
Höchste Individualdosis [mSv]
6,3

Errechnete Dosis für die Bevölkerung aufgrund von Emissionen [mSv/Jahr]
< 0,001

Verhältnis der Kollektivdosen Leistungsbetrieb gegenüber Stillstand



Jahreskollektiv- und höchste Individualdosen im KKG

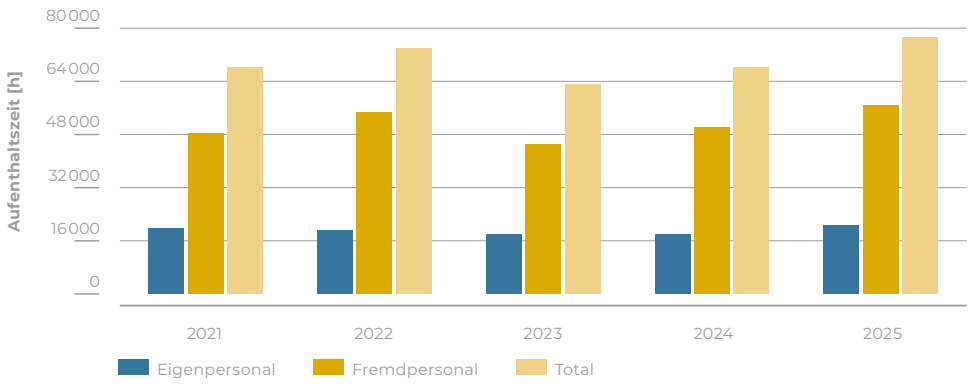


Zusammenfassung

Das Betriebsjahr 2025 des KKW Gösgen (KKG) verlief aus Sicht des Strahlenschutzes insgesamt erfolgreich. Am 24. Mai 2025 begann die Jahresrevision. Die geplanten Arbeiten wurden nach 40 Tagen am 2. Juli 2025 mit leichter Verzögerung abgeschlossen. Aufgrund der Entdeckung einer möglichen Auslegungsschwachstelle im Speisewassersystem konnte das KKG den Betrieb jedoch nicht wieder aufnehmen und befand sich auch zum Jahresende noch im Stillstand. In der Zeit seit Beginn der Jahresrevision bis zum 31. Dezember 2025 wurden neben den Arbeiten zur Behebung der Auslegungsschwachstelle geplante, routinemässige, aber auch zusätzliche Arbeiten durchgeführt, die vom Strahlenschutz überwacht und begleitet wurden.

Der Leistungsbetrieb verlief weitgehend ohne relevante Ereignisse oder Vorkommnisse mit Relevanz für den Strahlenschutz. Die durch das KKG geplanten und ergriffenen Strahlenschutzmassnahmen, sowohl während des Stillstands als auch während des Leistungsbetriebs, haben sich als wirkungsvoll erwiesen.

Aufenthaltszeit in der kontrollierten Zone während der Revision im KKG



Darstellung 13: Aufenthaltszeiten von Fremd- und Eigenpersonal in der kontrollierten Zone während der Revisionen im KKG in den letzten fünf Jahren.

Betriebsgeschehen

Das KKG hat mit einer Verfügbarkeit von 39,2 % ein ungewöhnliches Betriebsjahr erlebt. Die produzierte Menge an Strom fiel aufgrund des ungeplanten Stillstands im Vergleich mit den Vorjahren deutlich geringer aus. Während des Stillstands wurden geplante, routinemässige, aber auch zusätzliche Arbeiten durchgeführt. Der Bestand des zulassungspflichtigen Strahlenschutzpersonals hat sich 2025 um drei erhöht und beträgt nunmehr 20 Personen.

Der radiologische Anlagenzustand stellt sich weiterhin als gut dar. Die mittlere Dosisleistung an definierten Orten der Primäranlage nahm in Zusammenhang mit der Zink-Dosierung im Vergleich mit dem Vorjahr um rund 5,5 % ab.

Im beendeten Zyklus 46 gab es keine Anzeichen für Brennelementschäden. Deswegen und weil sich die lüftungstechnischen Massnahmen bewährt haben, ergaben sich 2025 keine aussergewöhnlichen Luftkontaminationen. Das Kernkraftwerk Gösgen stellte über das ganze Jahr keine Inkorporationen fest und keine Personenkontamination, die nicht mit einfachen Mitteln entfernt werden konnten.

Geplanter Revisionsstillstand

Das KKG stellte die Anlage am 24. Mai 2025 für die Jahresrevision mit Brennelementwechsel ab. Der Revisionsstillstand war bis zum 27. Juni 2025 geplant. Die Arbeiten wurden aber erst am 2. Juli 2025 mit leichter Verzögerung abgeschlossen. Aufgrund der Entdeckung einer möglichen Auslegungsschwachstelle im Speisewassersystem konnte das KKG den Betrieb jedoch nicht wieder aufnehmen und befand sich auch zum Jahresende noch im Stillstand.

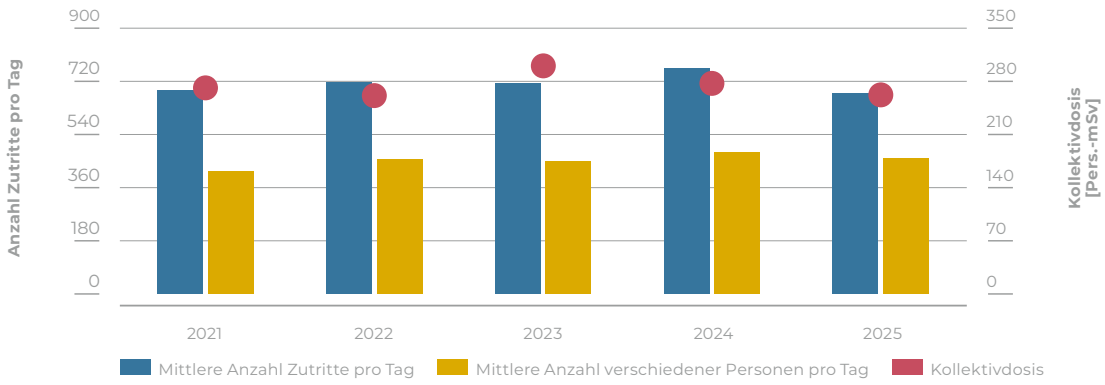
Die Kollektivdosis für die geplante Jahresrevision von Ende Mai bis Anfang Juli 2025 lag mit 194 Pers.-mSv um 20 % unter dem Planwert von 241 Pers.-mSv. Dies ist vorwiegend auf reibungslos durchgeführte Arbeiten ohne Verzögerungen oder Nacharbeiten zurückzuführen. Die Planung lag innerhalb des Toleranzbereichs von ± 20 %.

Die höchste Individualdosis für die geplante Jahresrevision betrug 2,5 mSv bzw. 5,0 mSv für den gesamten Stillstand. Sie lag deutlich unterhalb des gesetzlichen Grenzwerts von 20 mSv pro Jahr für beruflich strahlenexponierte Personen.

Gesamthaft wurden im Rahmen der geplanten Arbeiten rund 77 000 Arbeitsstunden in der kontrollierten Zone geleistet. Das KKG verzeichnete bis zu 678 Zutritte pro Tag von 458 verschiedenen Personen.

Das Abfahren der Anlage für die Jahresrevision wurde ähnlich wie in den vergangenen Jahren durchgeführt und durch das Ressort Chemie anhand von Analysen begleitet. Während des Abfahrens wurden im Primärwasser erwartungsgemäss Anstiege der Aktivitätskonzentrationen von ^{60}Co und weiteren Aktivierungsprodukten wie Chrom-, Mangan- oder Antimonisotopen gemessen. Die Messwerte waren mit jenen aus den Vorjahren vergleichbar. Der Anstieg der Aktivitätskonzen-

Kollektivdosen und Zutritte in die kontrollierte Zone des KKG



Darstellung 14: Kollektivdosen und Zutritte pro Tag in die kontrollierte Zone während der geplanten Revisionen im KKG in den letzten fünf Jahren.

trationen der Aktivierungsprodukte im Primärkühlmittel wurde wie geplant durch die Filter der Primärkühlmittelreinigung wieder abgebaut.

Die Aktivitätskonzentrationen von radioaktiven Edelgasen und von Iod-Nukliden im Primärkreis wurden während des Abfahrens engmaschig überwacht. Sowohl bei der Leistungsreduktion als auch bei der Druckentlastung wurde keine Erhöhung der Edelgas- oder Iod-Konzentrationen gemessen.

Die kontrollierte Zone in der Anlage zeigte sich während des gesamten Stillstands in einem radiologisch und konventionell sauberen Zustand. Die Dosierung von Zink in den Primärkreis wirkte sich über die Jahre positiv auf den Dosisleistungspegel und die akkumulierten Personendosen aus. Seit Beginn der Zinkdosierung im Jahr 2005 nahm die Dosisleistung an den Primärkreislaufkomponenten durchschnittlich um circa 80 % ab. Die Dosisleistung auf der Innenseite des Reaktordruckbehälter-Deckels nahm ab und betrug mit 35 mSv/h noch knapp 13 % des ursprünglichen Wertes von 2006 (280 mSv/h). Die regelmässigen Ortsdosisleistungsmessungen mit Handmessgeräten an den während der Jahresrevision zugänglichen Komponenten zeigten eine in etwa konstante Dosisleistung gegenüber dem Vorjahr.

Das Verhältnis von beta/gamma- zu alphastrahlenden Nukliden nahm gegenüber dem Vorjahr ab und betrug für den Reaktordruckbehälter-Deckel ungefähr 2700 zu 1. Dies liess einen Beta/Gamma-Strahler basierten Strahlenschutz zu.

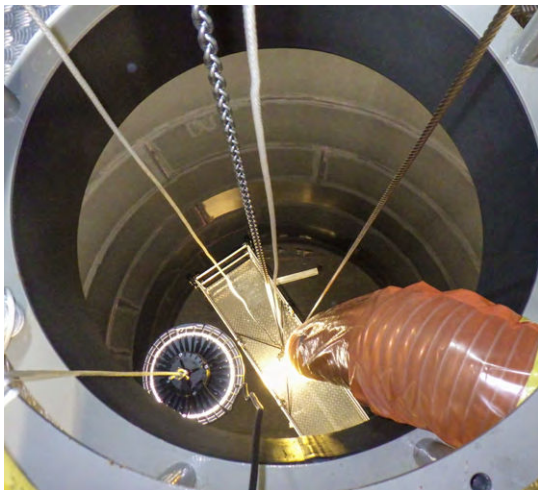


Bild 6: Der Flutbehälter TH20 ist für Wartungsarbeiten geöffnet. Im Bild ersichtlich sind beispielsweise die Arbeitsbühne sowie der mit oranger Kunststofffolie eingepackte Lüftungsschlauch.

Im Mittel lagen die Luftkontaminationen auf einem niedrigen Niveau deutlich unterhalb von 0,1 CA. So war beim ersten Abheben des Reaktordeckels kein Anstieg der Luftkontamination bezüglich Aerosole festzustellen. Auch die dabei gemessene Edelgaskontamination von 0,002 CA war gering. Ferner wurden nur geringfügige Aktivitätskonzentrationen von ^{131}Iod und ^{132}Iod gemessen. Die tiefen Kontaminationswerte begründen sich mit den vergangenen, brennelementdefektfreien Betriebszyklen.

Während des gesamten Stillstands traten keine Personenkontaminationen, die nicht mit einfachen Mitteln beseitigt werden konnten, oder Inkorporationen auf.

Insgesamt wurden in der kontrollierten Zone 22 Tonnen Blei für Abschirmungszwecke verwen-

Beta/Gamma-Strahler basierter Strahlenschutz
In Kernanlagen wird der operationelle Strahlenschutz häufig primär auf Beta- und Gamma-Strahler (beta- bzw. gamma-emittierende Radionuklide) ausgerichtet. Der Grund dafür ist, dass diese Nuklide in vielen Arbeitsbereichen den dominierenden Beitrag zur externen Strahlenexposition liefern. Sie lassen sich mit robusten, praxistauglichen Messverfahren zuverlässig überwachen (z. B. Ortsdosisleistungsmessungen, Kontaminationsmessungen, Luftproben mit Auswertung auf Beta/Gamma).

Ob ein Beta/Gamma-Strahler basierter Ansatz ausreichend ist, hängt wesentlich vom Verhältnis Beta/Gamma zu Alpha (alpha-emittierende Radionuklide) ab. Liegt der Anteil der Alpha-Aktivität im Vergleich zur Beta/Gamma-Aktivität deutlich tiefer, kann sich der Strahlenschutz in der Praxis auf Beta/Gamma fokussieren, sofern die relevanten Pfade (insbesondere Inkorporation) trotzdem angemessen überwacht werden. Dazu werden ergänzend nuklidspezifische Analysen (z. B. Gammaspektrometrie oder Alphaspektrometrie ausgewählter Proben) eingesetzt, um die Zusammensetzung der in einer Kontamination vorhandenen Nuklide zu verifizieren und sicherzustellen, dass sich das Verhältnis nicht unerwartet verändert.

Ein Beta/Gamma-Strahler basierter Strahlenschutz umfasst typischerweise:
— Festlegung von Zonen- und Schutzmassnahmen anhand von Ortsdosisleistungen und Beta/Gamma-Kontaminationen, z. B. durch Abgrenzung und Kennzeichnung radiologischer Bereiche sowie Vorgaben zu Zutritt, Schutzkleidung und Kontaminationskontrollen
— Arbeitsbegleitende Überwachung (z. B. Luftüberwachung, Kontaminationskontrollen, Frisking – manuelles Absuchen mit einem Kontaminationsmessgerät)
— Dosisoptimierung durch Abschirmungen, Arbeitsorganisation und Begrenzung von Aufenthaltszeiten
— Ergänzende, gezielte Alpha-Überwachung an neuralgischen Stellen bzw. bei Tätigkeiten mit potenzieller Aerosolbildung.

Mit einem Beta/Gamma-Strahler basierten Strahlenschutz kann der Strahlenschutz effizient auf die im jeweiligen Arbeitsbereich massgebenden Expositionspfade ausgerichtet werden.

det. Dadurch wurden Abschirmfaktoren von zwei bis zehn und eine geschätzte Dosisreduktion von 85 Pers.-mSv erreicht.

Des Weiteren wurden seitens Strahlenschutzes reguläre, zusätzliche Schutzmassnahmen getroffen, um das Inkorporationsrisiko und die Strahlenexposition während der Arbeiten für das Personal zu reduzieren. Etwa durch das Erstellen einer gerichteten Absaugung anhand der Spülluftstränge der betrieblichen Lüftung, das gezielte Absaugen mittels Filtermobil an Arbeitsplätzen oder die Verwendung eines Schutzhemdes beim Ziehen des Reaktordruckbehälterdeckels (RDB-Deckel). Beim Abheben des RDB-Deckels wurde sicherheitsgerichtet der Aufenthalt des Personals im Reaktorgebäude auf diejenigen Personen beschränkt, die für die Ausführung dieser Tätigkeit notwendig waren.

Grundsätzlich wurden Orte mit Ortsdosisleistungspunkten grösser 10 mSv/h speziell gekennzeichnet, um die Aufenthaltszeit an diesen Orten zu optimieren. Diese Massnahme galt nicht für unzugängliche oder verschlossene Bereiche.

Für die Arbeiten «Brennelementwechsel RDB öffnen und entladen» beziehungsweise «Brennelementwechsel RDB beladen und schliessen» wurden die Planwerte von rund 14 bzw. 16 Pers.-mSv mit rund 13 respektive 14 Pers.-mSv jeweils unterschritten. Auch für die Arbeiten «Reinigung und

Dekontamination», «MQ allgemein» (Qualitätsüberwachung der Abteilung Maschinentechnik) sowie «Isolationen» oder auch «Schweissnahtprüfungen an der Primärleitung» sowie mehrere «Armaturenarbeiten» wurden die Planwerte unterschritten. Die Begründungen dafür sind neben schneller und effizienter Durchführung der Arbeiten auch, dass keine Notwendigkeit für Nacharbeiten oder -reinigungen bestand. Für die Arbeiten zum Projekt Erweiterung Notstandsystem (ERNOS) wurde der Planwert mit 13 Pers.-mSv zu hoch angesetzt. Akkumuliert wurden rund 2 Pers.-mSv. Gründe dafür sind die Verlegung des Arbeitsplatzes an Orte mit tieferer Dosisleistung für die Vorarbeiten oder tiefere Dosisleistungen als erwartet vor Ort beziehungsweise Dosisleistungsreduktionen dank Bleiabschirmungen. Zudem waren die Arbeitsplätze für den Einbau der Leckstoppventile gut zugänglich.

Für den allgemeinen Aufbau von Bleiabschirmungen hingegen, wurde die Plandosis von rund 14 Pers.-mSv überschritten. Tatsächlich wurden rund 19 Pers.-mSv akkumuliert. Grund dafür ist ein höher Personalaufwand als geplant, sowie ein kurzfristiges Auftreten von teilweise erhöhten Dosisleistungen.

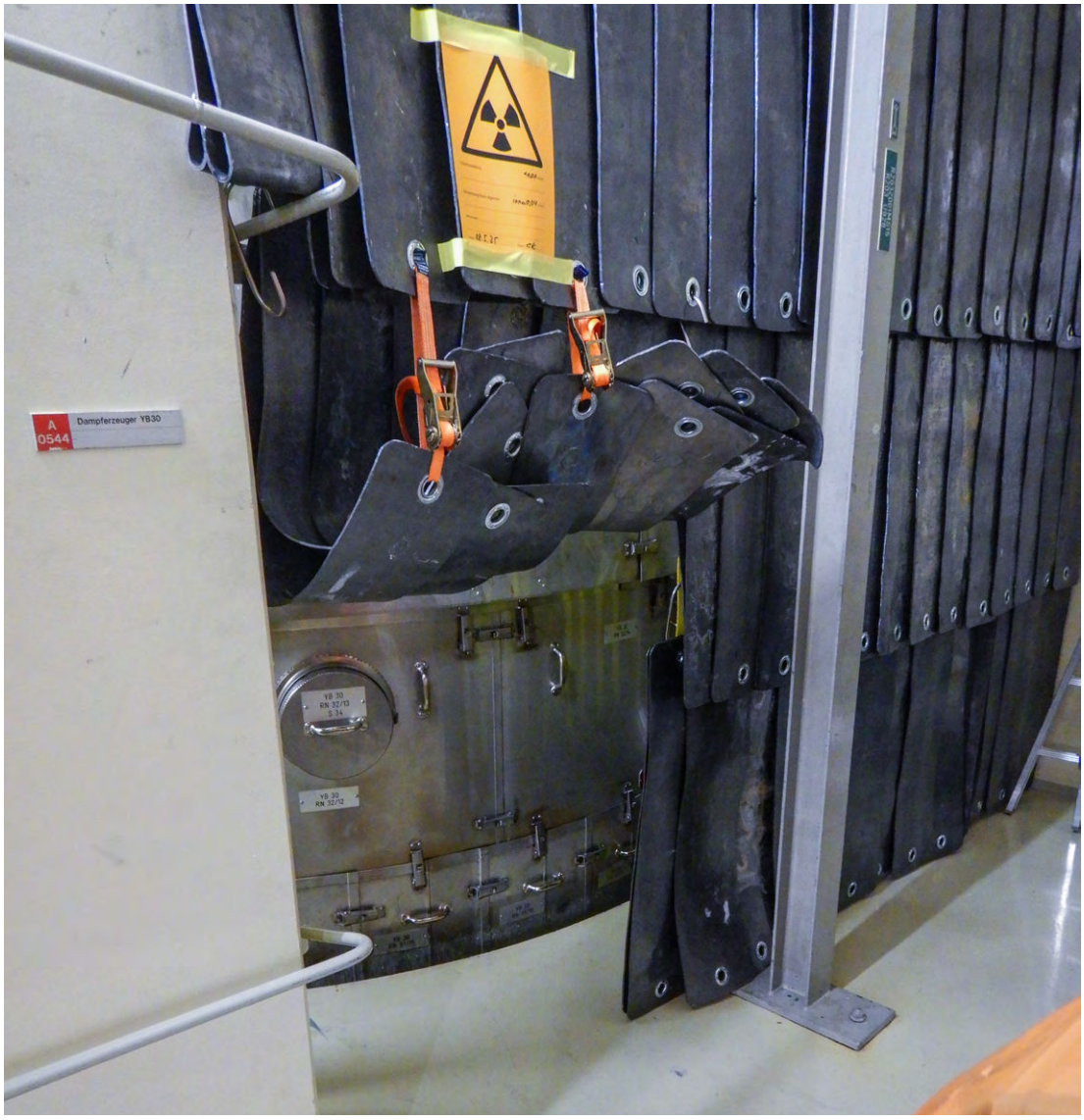


Bild 7: In der Bleiabschirmung für den Dampferzeuger YB30 wurde eine Zugangsöffnung geschaffen. Das Schild oberhalb der Öffnung gibt Auskunft über die aktuelle radiologische Situation.

Weitere Stillstände

Während des verlängerten Stillstands wurden in der kontrollierten Zone Arbeiten durchgeführt, die vom Strahlenschutz überwacht und begleitet wurden. Die akkumulierte Kollektivdosis dafür belief sich auf 68 Pers.-mSv, davon 40 Pers.-mSv für das Eigen- und 28 Pers.-mSv für das Fremdpersonal. Als strahlenschutzrelevante Arbeiten können Instandhaltungen (ca. 9 Pers.-mSv) und Kontrollgänge der Betriebsmannschaft (ca. 6 Pers.-mSv) sowie verschiedene (kleinere) Arbeiten und Tätigkeiten (32 Pers.-mSv) erwähnt werden. In dieser Zeit hat der Strahlenschutz die Überwachung und Begleitung sichergestellt und dabei 14 Pers.-mSv akkumuliert.

Eine weitere strahlenschutztechnische Massnahme betraf das Abschirmen der Druckhalter-Sprühleitungen. Dies um die die radiologische Situation vor Ort beim Öffnen der sekundärseitigen Handlöcher der Dampferzeuger zu verbessern.

Es wurden in der Zeit von Juli bis Ende Dezember rund 65 000 Arbeitsstunden in der kontrollierten Zone geleistet und bis zu 225 Zutritte pro Tag von bis zu 149 verschiedenen Personen registriert.

Vorkommnisse

Im KKG ereignete sich im Berichtsjahr ein Vorkommnis mit Relevanz für den Strahlenschutz. An einem Membranventil des Kühlmittelreinigungssystems wurde bei einem Routine-Anlagenrundgang eine Kleinstleckage entdeckt. Die radiologische Situation im betroffenen Raum wurde vom Strahlenschutz erfasst und entsprechende Strahlenschutzmassnahmen für die Reparatur des Membranventils wurden ergriffen. Die durch die Kleinstleckage entstandene Kontamination wurde in unter acht Stunden beseitigt und der Raum war danach wieder zonenkonform. Das Vorkommnis führte weder zu messbaren Freisetzungen von Radioaktivität in die Umgebung noch zu Kontaminationsverschleppungen innerhalb der Anlage.

Bild 8: Mit Hilfe dieses Filtermobils wurden die drei Dampferzeuger während des verlängerten Stillstands sekundärseitig konserviert (trocken gehalten).

Strahlenmessung

Anlässlich einer Inspektion überprüfte das ENSI die Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt über die Fortluft und das Abwasser. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Weg von der Probenerhebung über die Messung, die Bilanzierung und Buchführung bis hin zur Berichterstattung in den Monats- und Jahresberichten nachvollziehbar und korrekt war. Die Messwerte des KKG wurden im Rahmen der vierteljährlichen Kontrollmessungen des ENSI und der halbjährlichen Vergleichsmessungen von Aerosolfiltern, Iodfiltern und Abwasserproben, die gemeinsam mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) durchgeführt wurden, verglichen. Das ENSI konnte bestätigen, dass die Messwerte des KKG mit den Messwerten der akkreditierten Labore der Aufsichtsbehörden übereinstimmen.

Im Berichtszeitraum wurden im Rahmen vierteljährlicher Inspektionen stichprobenweise die Ortsdosisleistungen an 21 festgelegten Messpunkten entlang der Umzäunung durch das akkreditierte Labor des ENSI direkt bestimmt. Auch unter konservativer Annahme einer kontinuierlichen Exposition bleibt selbst die höchste gemessene Ortsdosisleistung unterhalb des massgebenden Grenzwertes.

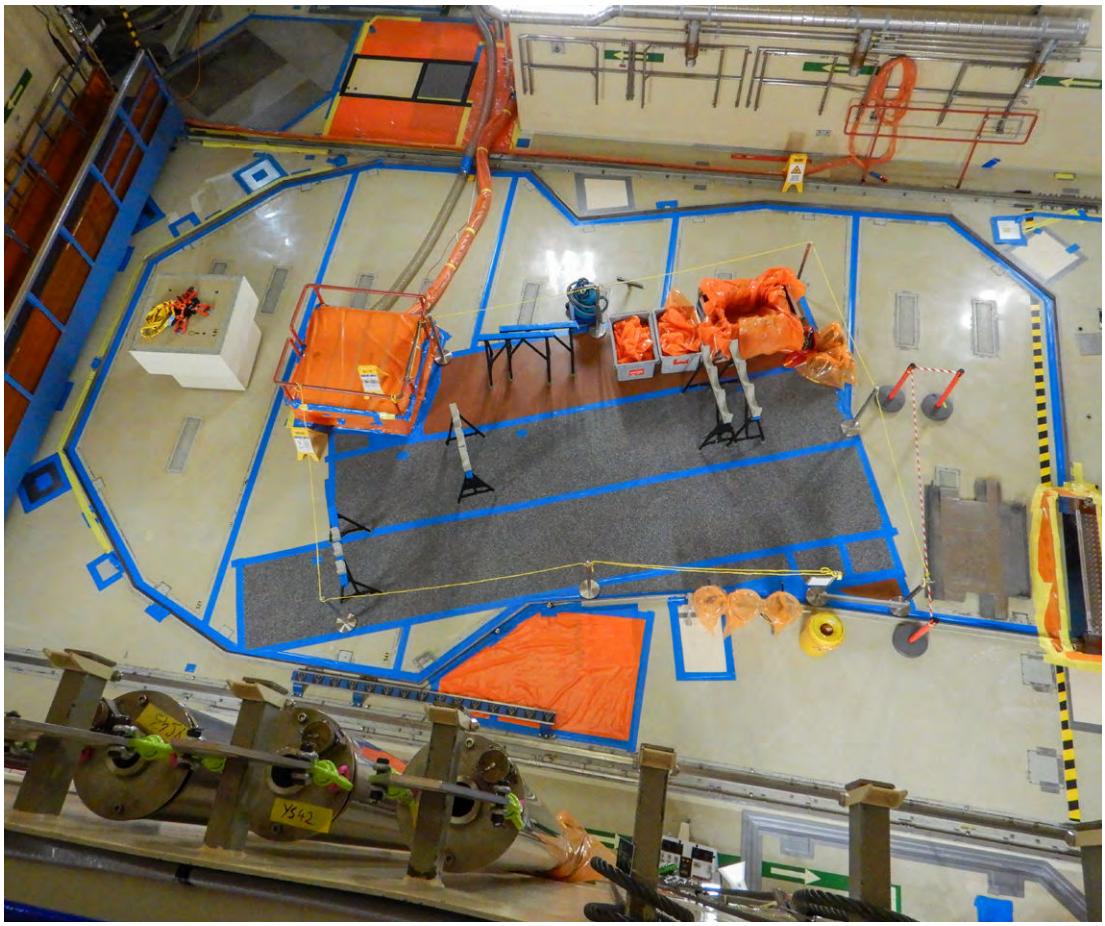


Bild 9: Abgesperrter Bereich für Arbeiten an den Steuerstäben während des verlängerten Stillstands inklusive Massnahmen zur Verbesserung der Unterdruckhaltung und zum Schutz gegen mechanische Einwirkungen.

Ergänzend zu den vierteljährlichen Inspektionen wurden im Zusammenhang mit dem Öffnen des Reaktordruckbehälters während der Revision kurzfristig (innerhalb von maximal acht Tagen) an vier Standorten in der näheren Umgebung der Anlage Grasproben entnommen. Die Proben wurden durch das akkreditierte Labor des ENSI unter anderem auf künstliche Radionuklide analysiert. Die Untersuchungsergebnisse dienten der Überprüfung der Einhaltung der Vorgaben gemäss Abgabereglement der Anlage. Die Aktivitätskonzentrationen künstlicher Radionuklide lag jeweils unterhalb der Nachweisgrenzen.

Mit der Erteilung der Freigabe für die Inbetriebnahme durch das ENSI konnte das KKG die erneuerte radiologische Frischdampfleitungsüberwachung in Betrieb nehmen. Im Rahmen der Erneuerung ersetzte das KKG die vorherigen ^{16}N-Messstellen durch zeitgemässe neue Messstellen.

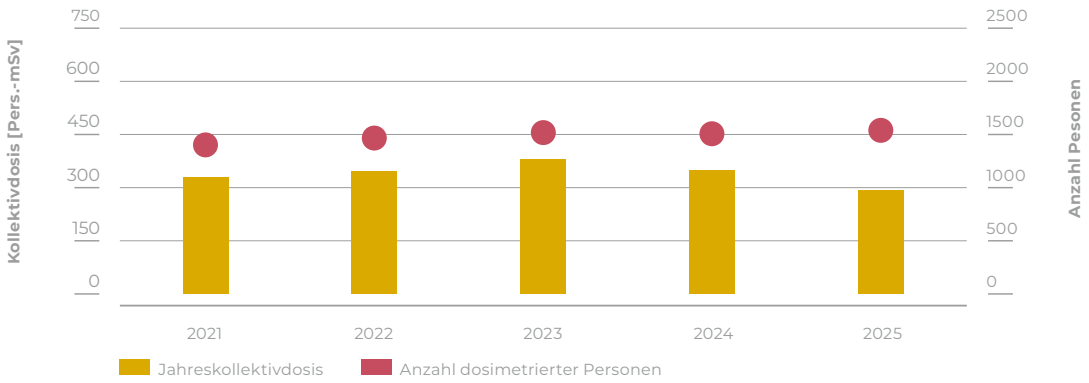
Dosimetrie

Während des Berichtsjahres kamen in der kontrollierten Zone oder bei Transporteinsätzen 1536 beruflich strahlenexponierte Personen zum Einsatz. Die Kollektivdosis während der Berichtsperiode betrug 291 Pers.-mSv. Die Aufteilung der Kollektivdosis zwischen Leistungsbetrieb und Revisionsstillstand stellte sich folgendermassen dar:

KKG	Kollektivdosis [Pers.-mSv]
Revisionsstillstand	262
Leistungsbetrieb	29
Gesamte Jahreskollektivdosis	291

Die höchste Individualdosis im Kalenderjahr 2025 betrug 6,3 mSv. Sie lag, bedingt durch den Arbeitsumfang, leicht höher im Vergleich mit dem Vorjahreswert (5,1 mSv), jedoch deutlich unterhalb des für beruflich strahlenexponierte Personen festgelegten gesetzlichen Grenzwertes von 20 mSv pro Jahr.

Jahreskollektivdosen und Anzahl dosimetrierter Personen des KKG



Darstellung 15: Jahres-kollektivdosen und Anzahl dosimetrierter Personen im KKG der letzten fünf Jahre.

Es wurden während der ganzen Berichtsperiode keine Kontaminationen, welche nicht mit einfachen Mitteln entfernt werden konnten, festgestellt. Im Jahr 2025 hat das KKG keine Inkorporationen oberhalb der Triageschwelle detektiert.

Folgende Anzahl an Personen wurden von der anerkannten Personendosimetriestelle des KKG überwacht:

Überwachung der äusseren Bestrahlung		
Ganzkörper	Haut	Extremitäten
1618	1618	10

Überwachung der Inkorporationen	
Ganzkörperzähler	Schilddrüse
1342	1342

Bewertung der Strahlenexposition

Die Kollektivdosis im KKG konnte aufgrund der im Jahr 2025 fortgeführten Zinkeinspeisung sowie dem konsequenten Umsetzen von strahlenschutztechnischen Optimierungsmassnahmen bezogen auf den Arbeitsaufwand weiter reduziert werden. Trotz eines insgesamt höheren Arbeitsaufwandes aufgrund der verlängerten Jahresrevision zeichnete sich das Betriebsjahr 2025 durch eine durchschnittliche Kollektivdosis aus. Die fünf vergangenen Jahresrevisionen führten zu einem Durchschnittswert von 277 Pers.-mSv pro Revision. Das KKG setzt den Strahlenschutz entsprechend dem Stand von Wissenschaft und Technik um, indem es unter anderem Erfahrungswerte aus den Vorjahren zur Optimierung heranzieht und neue Verbesserungsmassnahmen umsetzt. Davon konnte sich das ENSI im Rahmen von insgesamt 22 strahlenschutzbezogenen Inspektionen im Berichtsjahr überzeugen.

Der Quotient aus der Kollektivdosis pro erzeugte elektrische Energie betrug im KKG im Berichtsjahr 0,086 Pers-mSv pro $GWh_{(e)}$. Aufgrund des verlängerten Stillstands und der damit geringeren produzierten Leistung ist dieser Wert höher als im Vorjahr (0,041 Pers.-mSv/$GWh_{(e)}$).

2.3 Kernkraftwerk Leibstadt (KKL)

Betrieb am Netz [%]

91,4

Erzeugter Strom [GWh]

9558

Dauer der Stillstände [d]

32

Kollektivdosis [Pers.-mSv]

1085

Kollektivdosis im Leistungsbetrieb [Pers.-mSv]

256

Kollektivdosis während der Stillstände [Pers.-mSv]

829

Höchste Individualdosis [mSv]

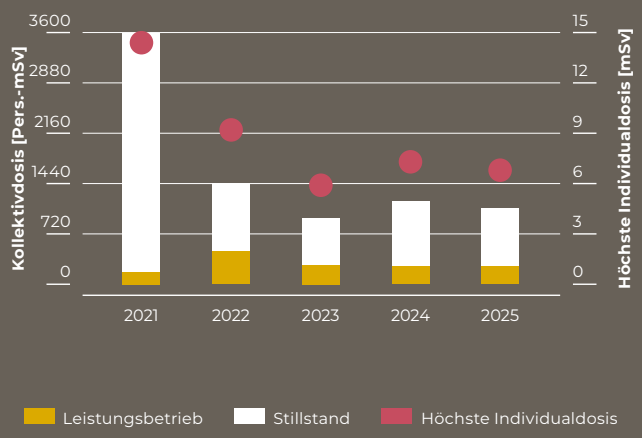
6,8

Errechnete Dosis für die Bevölkerung aufgrund von Emissionen [mSv/Jahr]

0,001

Verhältnis der Kollektivdosen Leistungsbetrieb gegenüber Stillstand

Jahreskollektiv- und höchste Individualdosen im KKL



Zusammenfassung

Die durch das KKW Leibstadt (KKL) ergriffenen Massnahmen im Strahlenschutz, sowohl für den 32 Tage dauernde Revisionsstillstand als auch für den Leistungsbetrieb, bewertet das ENSI als zielführend. Der radiologische Anlagenzustand wird durch die ^{60}Co-Aktivitätskonzentration im Primärkühlmittel dominiert.

Dank den vergangenen brennstoffschadensfreien Betriebszyklen ist die Aktivitätskonzentration der Spaltprodukte im Primärkühlmittel auch im Berichtsjahr leicht gesunken.

Betriebsgeschehen

Im Jahr 2025 befand sich das KKL mit einer Verfügbarkeit von 91,4 % überwiegend im Leistungsbetrieb. Der Bestand des Strahlenschutzpersonals betrug am Ende des Berichtsjahres 26 Personen und damit eine Person mehr als im vorherigen Berichtsjahr. Die produzierte Menge an Strom ist mit derjenigen aus den Vorjahren vergleichbar.

Der ^{60}Co-Quellterm ist nach wie vor hoch im Vergleich mit anderen Siedewasser-Reaktoren. Eine Verbesserung wurde durch den Ersatz von stellithaltigen Bauteilen aus Systemen erreicht. Die radiologische Situation in der Anlage bewegte sich im erwarteten Bereich. Hinweise auf Brennstoffschäden ergaben sich nicht.

Die geplante Kollektivdosis für den Leistungsbetrieb von 270 Pers.-mSv wurde mit 256 Pers.-mSv eingehalten.

Revisionsstillstand

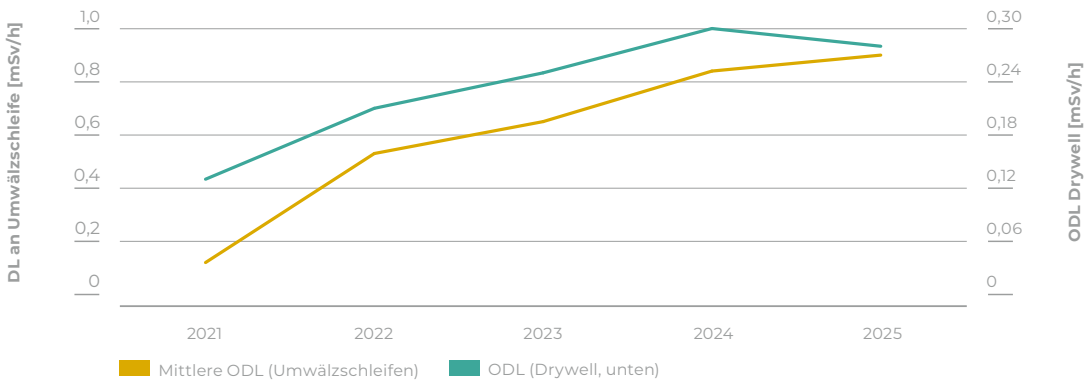
Der Revisionsstillstand 2025 dauerte vom 28. April bis zum 28. Mai 2025 (32 Tage). Während dieses Zeitraums wurden umfangreiche Instandhaltungs-, Prüf- und Änderungsarbeiten durchgeführt, die teilweise mit erhöhten radiologischen Anforderungen verbunden waren.

Die amtliche Kollektivdosis für den Revisionsstillstand im Berichtsjahr betrug rund 825 Pers.-mSv und lag damit signifikant unter dem Planungswert von 1150 Pers.-mSv. Dies ist auf eine konsequente Umsetzung von Optimierungsmassnahmen sowie auf eine effiziente Durchführung einzelner Arbeiten zurückzuführen. Die während der Revision registrierte, maximale Individualdosis für das Eigenpersonal lag bei 6,7 mSv. Jene für das Fremdpersonal bei 6,8 mSv. Davon waren Personen betroffen, die bei Instandhaltungsarbeiten eingesetzt wurden.

Während des Revisionsstillstands 2025 wurden insgesamt 52 385 Zoneneintritte registriert. Die Kontaminationsrate beim Austritt aus der kontrollierten Zone lag bei 0,91 % und erfüllte damit das KKL-interne Ziel von ≤ 1 %. In 479 Fällen wurden mit einfachen Mitteln entfernbare Personenkontaminationen festgestellt. Während der Revision trat keine Personenkontamination in der Kategorie «Hohe Kontamination» auf. Zu diesem Ergebnis trugen insbesondere die obligatorischen Personenkontaminationskontrollen («Frisking»-Verfahren) mit einer grossflächigen Messsonde an neuralgischen Orten in der Anlage bei. Das Personal ist beim Verlassen von Orten mit erhöhter Kontamination angewiesen, sich selbstständig auszumessen.

Das Abfahren zum Revisionsstillstand erfolgte mit dem etablierten und bewährten Soft-Shutdown-Verfahren. Mit Beginn des Abfahrens am 27. April 2025 wurden nach der planmässigen Leistungsreduktion und dem Handscram Leckagekontrollen im Drywell und im Dampftunnel durchgeführt. Anschliessend erfolgten der Druckabbau sowie die Abkühlung über das Nachkühlsystem RHR-A. In diesem Zusammenhang zeigten sich

Mittlere Ortsdosisleistung (ODL) an den Umwälzschleifen und im Drywell (unten)



Darstellung 16: Verlauf der gemessenen mittleren Oberflächendosisleistung an den Umwälzschleifen und der Ortsdosisleistung im Drywell (unten) in den letzten fünf Jahren.

Bild 10: Demontage des Reaktordruckbehälter-Deckels während des Revisionsstillstands.

erwartungsgemäss erhöhte Ortsdosisleistungen an Pumpen und Wärmetauschern des RHR-Systems (teilweise >1 mSv/h) mit einem charakteristischen zeitlichen Verlauf in Abhängigkeit der Systembetriebsweise.

An den Umwälzschleifen wurde nach dem Abfahren eine mittlere Dosisleistung von 0,90 mSv/h gemessen. Im Vergleich mit dem Vorjahreswert von 0,84 mSv/h wurde somit eine Zunahme um rund 8 % festgestellt. Der Anstieg der Dosisleistung fiel niedriger aus als erwartet. Im Drywell wurden nach dem Abfahren die Ortsdosisleistungen an 16 repräsentativen Messpunkten bestimmt. Im Bereich «Drywell unten» (8-Punkte-Mittelwert) lag die gemittelte Ortsdosisleistung mit rund 0,28 mSv/h etwa 7 % tiefer als im Vorjahr (2024: ca. 0,30 mSv/h). Auch im Bereich «Drywell oben» (8-Punkte-Mittelwert) war die gemittelte Ortsdosisleistung mit rund 0,073 mSv/h leicht tiefer als im Vorjahr (2024: ca. 0,075 mSv/h).

Das Verhältnis von beta/gamma- zu alpha-strahlenden Nukliden, das mit Proben von Oberflächen, die in Kontakt mit dem Primärwasser stehen, bestimmt wird, lag beim Reaktordruckbehälter-Deckel bei ca. 1827 zu 1 und bei den Isolationsventilen des Frischdampfsystems (MSIV) bei 10 305 zu 1. Die Überwachung der Alpha-Luftkontamination wurde an neuralgischen Orten weiterhin durchgeführt. Obwohl aufgrund der Verhältnisse nicht zwingend erforderlich, wurde die Alpha-Luftkontamination an ausgewählten Arbeitsplätzen zusätzlich durch permanent messende Alpha-Luftmonitore überwacht.

Es fand eine Arbeit mit einer zu erwartenden Kollektivdosis von über 50 Pers.-mSv statt. Dabei handelte es sich um das Auftragsschweissen im Drywell im Rahmen des Projekts WOLYULA mit einer geplanten Dosis von 155 Pers.-mSv. Für diese Arbeit hat das KKL dem ENSI eine detaillierte Strahlenschutzplanung eingereicht und im Vor-

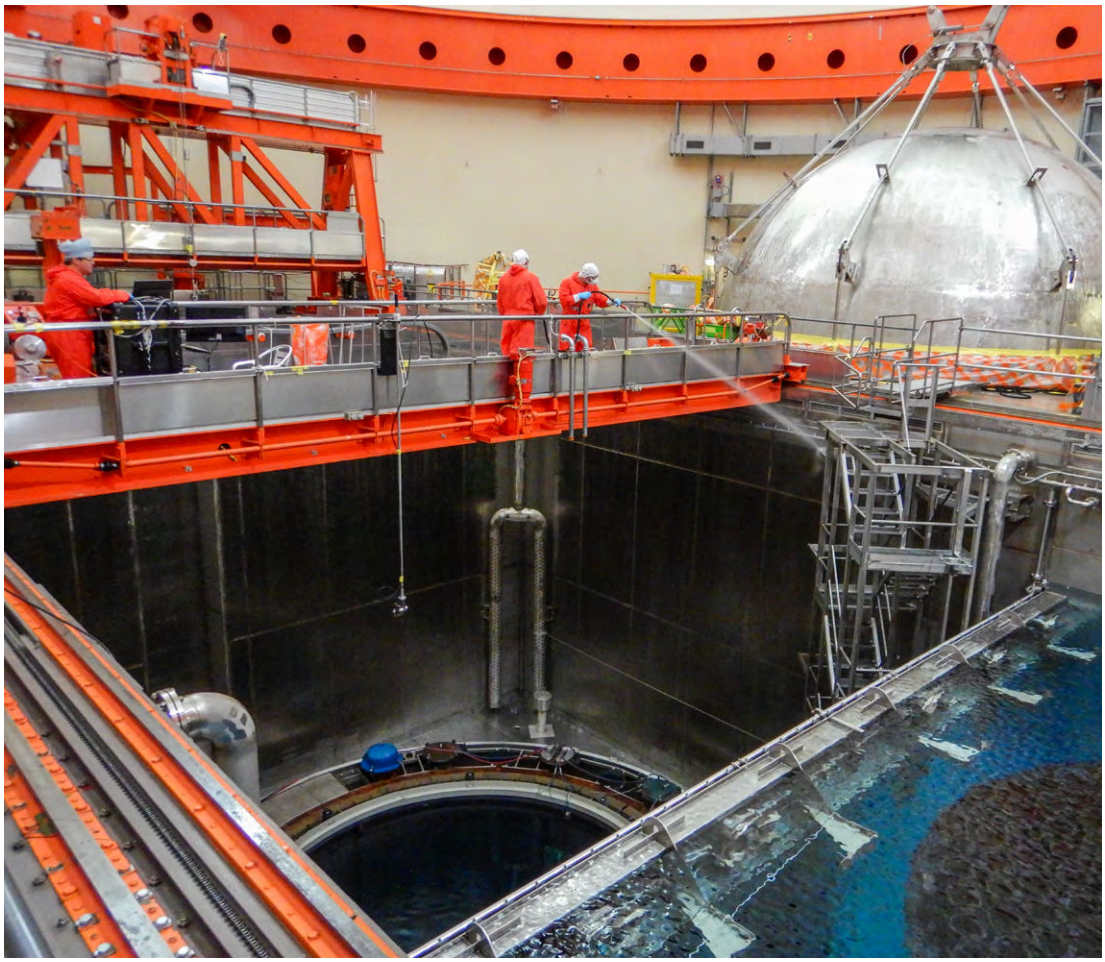


Bild 11: Reinigungsarbeiten in der Reaktorgrube während des Revisionsstillstands.

feld der Revision eine umfassende Optimierung der Arbeitsabläufe durchgeführt. Hierzu baute das KKL zwei realitätsnahe Mock-Ups auf, an denen sämtliche Arbeitsschritte trainiert und hinsichtlich Aufenthaltszeiten, Abschirmungskonzept und Möglichkeiten zur fernbedienten Erledigung von Arbeiten optimiert werden konnten. Schweiss- und Polierarbeiten wurden weitgehend ferngesteuert ausgeführt, wobei sich das ausführende Personal hinter zusätzlichen Abschirmungen befand. Organisatorische Massnahmen, wie der Einsatz grösserer Schweissdrahtspulen zur Reduktion von Wechselvorgängen, dienten der weiteren Minimierung der Expositionszeiten.

Die Revisionsarbeiten wurden unter strahlenschutztechnischer Überwachung des Eigen- und Fremdpersonals durchgeführt. Die eingesetzten Strahlenschutzfachkräfte wurden vor ihrem Einsatz über den radiologischen Zustand der Anlage und die geplanten Arbeiten instruiert. Dabei wurden insbesondere auch Erwartungen an das Verhalten bei sich verändernden radiologischen Situationen, der Einsatz relevanter Messtechnik sowie Prozesse zur Nachverfolgung bei Personenkontaminationen thematisiert. Insgesamt nahmen an den Instruktionen 115 Personen teil, darunter 24 interne Mitarbeitende.

Die Personenkontaminationsrate bewegte sich im erwarteten Bereich. Es traten keine Personenkontaminationen mit einer resultierenden Hautdosis von mehr als 1 mSv auf. Inkorporationen oberhalb der Triageschwelle wurden nicht festgestellt. Die Überwachung mittels elektronischer Personendosimeter sowie begleitende Überwachungsmassnahmen ermöglichten eine laufende Kontrolle der Expositionssituation. Die Dosisentwicklung einzelner Arbeitspakete wurde vom Strahlenschutz eng begleitet und bei Bedarf durch zusätzliche Abschirmungen oder organisatorische Anpassungen optimiert.

Im Rahmen des Revisionsstillstands wurde der operationelle Strahlenschutz mit Fokus auf das Projekt WOLYULA überprüft. Zudem begleitete das ENSI eine Inspektion zur Strahlenschutzoptimierung an Mock-Up-Trainings für die geplanten Schweissarbeiten. Die personelle Abdeckung im Strahlenschutz (Qualifikation und Präsenz vor Ort) war zweckmässig, die Dosisplanung nachvollziehbar und die Schutzmassnahmen wurden angemessen umgesetzt.

Während der Revision wurden keine Kontaminationsverschleppungen festgestellt. Die Zonen- und Gebietstypeneinteilungen entsprachen der radiologischen Situation vor Ort. Stichprobenweise Messungen des ENSI bestätigten die vom Betreiber ausgewiesenen Dosisleistungswerte.

Aus strahlenschutztechnischer Sicht verlief die Revision 2025 planmässig. Die radiologische Situation entsprach den Erwartungen. Die Dosisplanung war konservativ und angemessen. Die tatsächliche Kollektivdosis blieb unterhalb der Planung.

Weitere Stillstände

Es kam zu einem ungeplanten Stillstand mit einer Dauer von knapp sechs Stunden in Zusammenhang mit einem nicht strahlenschutzrelevanten Vorkommnis. Eine Übersicht über alle meldepflichtigen Ereignisse ist im ENSI-Aufsichtsbericht dargestellt.

Vorkommnisse

Im Berichtsjahr ereigneten sich keine Vorkommnisse mit Relevanz für den Strahlenschutz.

Strahlenmessung

Anlässlich einer Inspektion überprüfte das ENSI die Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt über die Fortluft und das Abwasser. Dabei wurde festgestellt, dass der Weg von der Probenerhebung, über die Messung, die Bilanzierung und Buchführung bis hin zur Berichterstattung in den Monats- und Jahresberichten für die überprüften Stichproben nachvollziehbar und korrekt war. Die Messwerte des KKL wurden im Rahmen der vierteljährlichen Kontrollmessungen des ENSI und der halbjährlichen Vergleichsmessungen von Aerosolfiltern, Iodfiltern und Abwasserproben, die gemeinsam mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) durchgeführt wurden, verglichen. Das ENSI konnte bestätigen, dass die Messwerte des KKL mit den Messwerten der akkreditierten Labore der Aufsichtsbehörden übereinstimmen.

Im Berichtszeitraum wurden im Rahmen vierteljährlicher Inspektionen stichprobenweise die Ortsdosisleistungen an 20 festgelegten Messpunkten entlang der Umzäunung durch das akkreditierte Labor des ENSI direkt bestimmt. Auch unter konservativer Annahme einer kontinuierlichen Exposition bleibt selbst die höchste gemessene Ortsdosisleistung unterhalb des massgebenden Grenzwertes.

Bild 12
Links: Prüfung der ODL an einer Zonengrenze durch einen ENSI-Inspektor. Rechts: Messung der Ortsdosisleistung auf dem Dach eines KKL-Betriebsgebäudes.

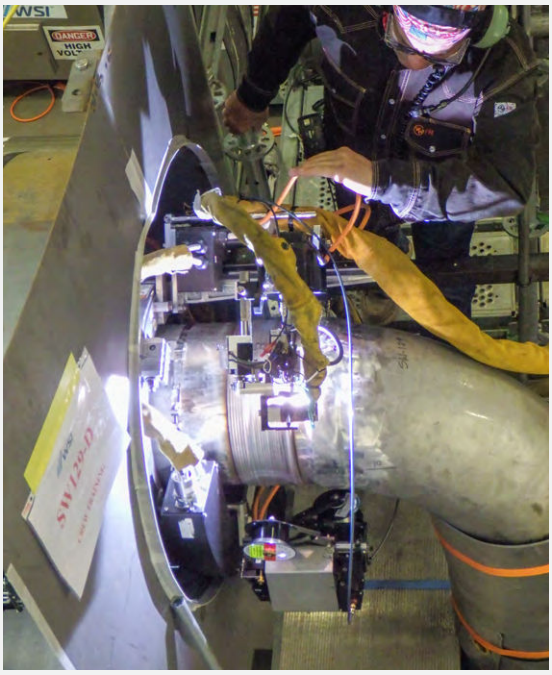
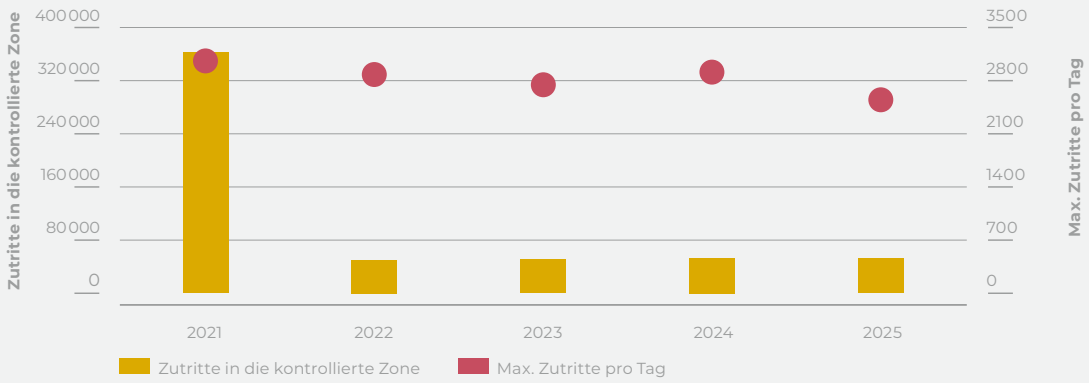


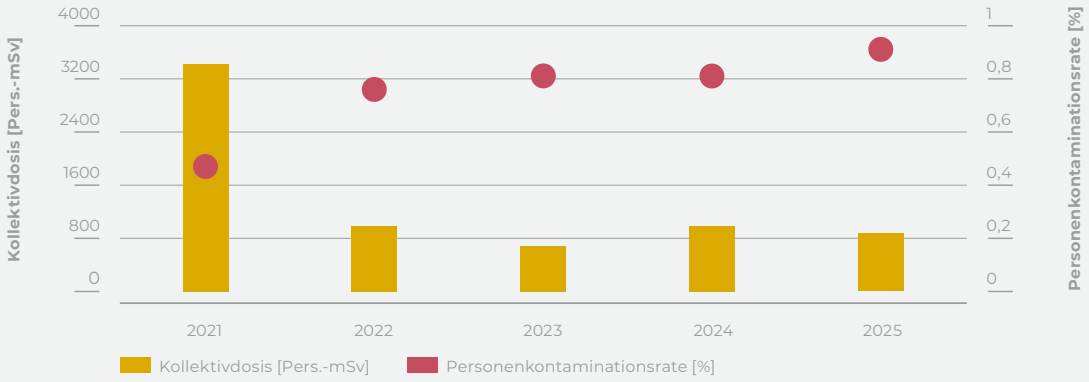
Bild 13: Links: Drohne im Einsatz für Sichtprüfungen. Rechts: Schweiss-Arbeiten am WOLYULA Mock-Up.

Zutritte zur kontrollierten Zone während der Revisionsstillstände des KKL



Darstellung 17: Gesamtanzahl der Zutritte zur kontrollierten Zone des KKL während der Revisionsstillstände und maximale Zutritte pro Tag der letzten fünf Jahre.

Kollektivdosen und Personenkontaminationsraten bei Austritt aus der kontrollierten Zone während der Revisionen



Darstellung 18: Kollektivdosen und Personenkontaminationsraten beim Austritt aus der kontrollierten Zone des KKL während der Revisionen der letzten fünf Jahre.

Ergänzend zu den vierteljährlichen Inspektionen wurden im Zusammenhang mit dem Öffnen des Reaktordruckbehälters während der Revision beziehungsweise des Brennelementwechsels kurzfristig (innerhalb von maximal acht Tagen) an vier Standorten in der näheren Umgebung der Anlage Grasproben entnommen. Die Proben wurden durch das akkreditierte Labor des ENSI unter anderem auf künstliche Radionuklide analysiert. Die Untersuchungsergebnisse dienten der Überprüfung der Einhaltung der Vorgaben gemäss Abgabereglement der Anlage. Die Aktivitätskonzentrationen künstlicher Radionuklide lag unterhalb der Nachweisgrenzen.

Im Rahmen des Wiederanerkennungsprozesses der Personendosimetriestelle überprüfte das ENSI gemeinsam mit einem externen Experten die Betriebsvorgaben, den technischen Zustand der eingesetzten Mess- und Auswertegeräte sowie die organisatorischen Abläufe der Personendosimetriestelle des KKL. Auf dieser Basis wurde die Anerkennung der Personendosimetriestelle für weitere fünf Jahre bestätigt.

Dosimetrie

Im Berichtsjahr kamen 2175 beruflich strahlenexponierte Personen zum Einsatz. Sie akkumulierten eine Kollektivdosis von 1085 Pers.-mSv.

Die Aufteilung der Kollektivdosis zwischen Leistungsbetrieb und Revisionsstillstand stellt sich folgendermassen dar (Werte gerundet):

KKL	Kollektivdosis [Pers.-mSv]
Revisionsstillstand	825
Weitere Stillstände	5
Leistungsbetrieb	256
Gesamte Jahreskollektivdosis	1085

Die höchste Individualdosis im Kalenderjahr 2025 betrug 6,8 mSv. Diese lag unterhalb des Vorjahreswertes (7,3 mSv) und deutlich unterhalb des für beruflich strahlenexponierte Personen festgelegten gesetzlichen Grenzwertes von 20 mSv pro Jahr.

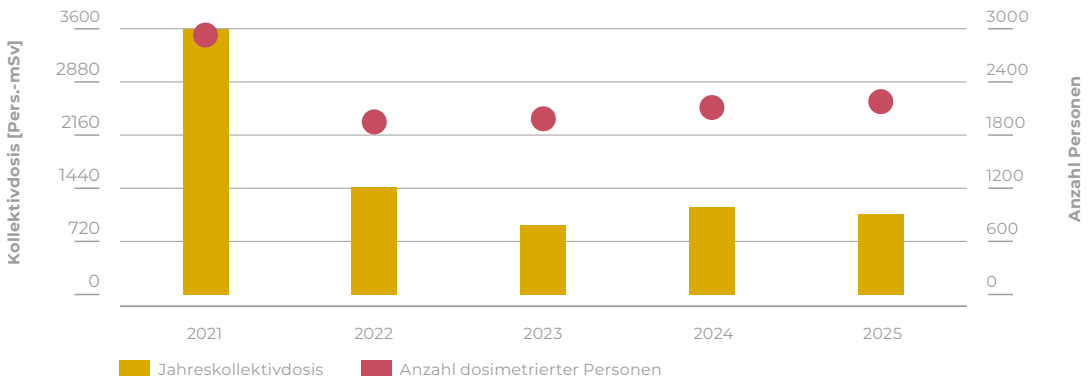
Während der ganzen Berichtsperiode wurden keine Kontaminationen, welche nicht mit einfachen Mitteln entfernt werden konnten, festgestellt. Im Jahr 2025 hat das KKL keine Inkorporationen oberhalb der Triageschwelle detektiert.

Folgende Anzahl Dosisermittlungen wurden von der anerkannten Personendosimetriestelle des KKL durchgeführt:

Überwachung der äusseren Bestrahlung	
Ganzkörper, Haut	Extremitäten
2231	76

Überwachung der Inkorporationen	
Ganzkörperzähler	Schilddrüse
2063	2063

Jahreskollektivdosen und Anzahl dosimetrierter Personen des KKL



Darstellung 19: Jahreskollektivdosen und Anzahl dosimetrierter Personen im KKL in den letzten fünf Jahren.

Bewertung der Strahlenexposition

Das ENSI beurteilt den Strahlenschutz im Kernkraftwerk Leibstadt im Berichtsjahr 2025 als erfolgreich umgesetzt. Die radiologische Überwachung der Anlage erfolgte zuverlässig. Die Planung und Durchführung dosisrelevanter Arbeiten, insbesondere im Rahmen des Projekts WOLYULA, zeigte eine konsequente Anwendung des Optimierungsprinzips. Für weitere Arbeiten mit jeweils erwarteten Kollektivdosen kleiner als 50 Pers.-mSv hat der Strahlenschutz des KKL ebenfalls Strahlenschutzplanungen erstellt. Im Revisionsbericht des KKL sind hierfür unter anderem 19 Arbeiten aufgeführt (zum Beispiel CRD-Arbeiten, Arbeiten zum Öffnen/Schliessen des Reaktordruckbehälters (RDB), Arbeiten an Schwingungsbremsen der Umwälzschleifen, zerstörungsfreie Prüfungen im Drywell sowie verschiedene vorbereitende und kontrollierende Tätigkeiten). Die für diese Arbeiten definierte Kollektivdosisplanung war nachvollziehbar begründet. Das ENSI überprüfte die Vorbereitung sowie die Durchführung der Arbeiten im Rahmen von Fachgesprächen und Inspektionen und stellte dabei fest, dass das Optimierungsprinzip konsequent umgesetzt wurde.

Die gesetzlichen Dosisgrenzwerte wurden eingehalten.

Das ENSI konnte 2025 bei seinen 21 strahlenschutzbezogenen Inspektionen sowie bei Aufsichtsgesprächen feststellen, dass im KKL in allen Betriebsphasen ein gesetzeskonformer und effizienter Strahlenschutz betrieben wird und sämtliche Abgabewerte eingehalten wurden.

Eine spezifische Inspektion befasste sich mit dem Einsatz von Drohnen für Sichtprüfungen in Bereichen der Anlage mit erhöhter Ortsdosisleistung. Dabei wurde geprüft, inwiefern durch den Einsatz der Drohne eine Reduktion der Personendosis erreicht werden kann. Das ENSI bewertete das Vorgehen als Good Practice, da durch den innovativen Einsatz der Technik die Exposition des Personals stark reduziert und gleichzeitig eine zuverlässige Durchführbarkeit der Sichtprüfung gewährleistet wurde.

Der Quotient aus der Kollektivdosis und der erzeugten elektrischen Energie betrug im KKL 0,114 Pers.-mSv pro $GWh_{(e)}$ und ist somit etwas niedriger als 2024 (Vorjahr: 0,123 Pers.-mSv/$GWh_{(e)}$).

2.4 Kernkraftwerk Mühleberg (KKM)

Menge nicht endkonditionierter radioaktiver Abfälle [t]

336

Freigemessenes Material [t]

359

Freigemessenes Material seit Beginn der Stilllegung [t]

4670

Anzahl Tage seit Beginn der Stilllegung [d] zum 31.12.2025

1934

Kollektivdosis [Pers.-mSv]

670

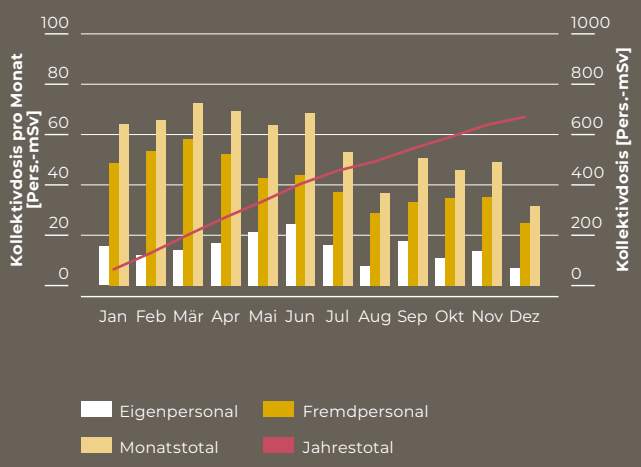
Höchste Individualdosis [mSv]

12,4

Errechnete Dosis für die Bevölkerung aufgrund von Emissionen [mSv/Jahr]

0,002

Kollektivdosis Eigen- und Fremdpersonal des KKM in 2025



Zusammenfassung

Im Berichtsjahr 2025 führte das Kernkraftwerk Mühleberg (KKM) die Stilllegungsarbeiten unter anspruchsvollen radiologischen Rahmenbedingungen weiter. Schwerpunkte bildeten insbesondere die Zerlegung und Verpackung der Kerneinbauten im Reaktorgebäude sowie die Rückbauarbeiten an den Kondensatoren im Maschinenhaus. Trotz der vielfältigen und teilweise dosisintensiven Tätigkeiten konnte jederzeit ein radiologisch konformer Anlagenzustand gewährleistet werden. Die Kollektivdosis lag mit 670 Pers.-mSv (Vorjahr: 945 mSv) deutlich unterhalb der ursprünglichen Planung, was unter anderem auf Verschiebungen einzelner Arbeiten zurückzuführen ist. Die Abgaben von radioaktiven Stoffen lagen deutlich unter den bewilligten Limiten. Die höchste Individualdosis betrug rund 12 mSv und ist damit mit dem Vorjahreswert (13 mSv) vergleichbar. Das ENSI überprüfte die Tätigkeiten im Rahmen von Inspektionen und Rundgängen und begleitete die Arbeiten aufsichtsseitig.

Betriebsgeschehen während der Stilllegung

Die Zerlegung und Verpackung der Kerneinbauten im Reaktorgebäude bildeten auch im Berichtsjahr 2025 einen zentralen Schwerpunkt der Stilllegungstätigkeiten. Die Arbeiten erfolgten überwiegend auf der Ebene RG +29 m in der Reaktorgrube sowie im Einbautenbecken. Sie betrafen insbesondere die Kerneinbauten aus dem Reaktordruckbehälter. Aus strahlenschutztechnischen Gründen wurden diese Tätigkeiten weiterhin unter Wasser durchgeführt, um sowohl die Dosisleistung im Arbeitsbereich zu reduzieren als auch einer Kontaminationsausbreitung entgegenzuwirken.

Im Verlauf der Arbeiten traten dabei zeitweise erhöhte Dosisleistungen sowie Einschränkungen der Sichtverhältnisse infolge erhöhter mikrobiologischer Aktivität in allen Wasservorlagen auf. Diese wurden erkannt, durch geeignete Massnahmen adressiert und beseitigt, unter anderem durch angepasste Reinigungs- und Filtrationsprozesse. Ergänzend wurden Bedieneinheiten von Trennwerkzeugen in Bereiche mit geringerer Dosisleistung verlegt und zusätzliche Abschirmungen eingesetzt. Die umgesetzten Massnahmen führten zu einer Stabilisierung der radiologischen Situation in den betroffenen Arbeitsbereichen.

Im Berichtsjahr erfolgte zudem eine organisatorische Optimierung bei der Zerlegung und Verpackung der Kerneinbauten. Die zuvor durch eine externe Firma ausgeführten Tätigkeiten wurden in die direkte Verantwortung des Kernkraftwerkes Mühleberg überführt. Das ENSI begleitete diesen Übergang im Rahmen seiner laufenden Aufsicht. Die Anpassung wirkte sich auf die Planung und Durchführung der Arbeiten aus und trug zu einer insgesamt stabileren und effizienteren organisatorischen Abwicklung der Rückbauarbeiten mit Vorteilen für den Strahlenschutz bei.

Auch im Maschinenhaus wurden die Rückbauarbeiten im Berichtsjahr 2025 fortgesetzt. Ein Schwerpunkt lag auf der Demontage von Komponenten in der Kondensation sowie auf Aufräum- und Dekontaminationsarbeiten in angrenzenden Bereichen. Die Demontagearbeiten an den Kondensatoren konnten im Berichtsjahr weitergeführt und abgeschlossen werden, nachdem im Vorjahr Anpassungen bei der Werkzeugwahl erforderlich waren. Die Arbeiten erfolgten unter Berücksichtigung der bestehenden Wechselwirkungen mit weiteren Stilllegungsaktivitäten und unter Einhaltung des Rückwirkungsschutzes noch benötigter Systeme.

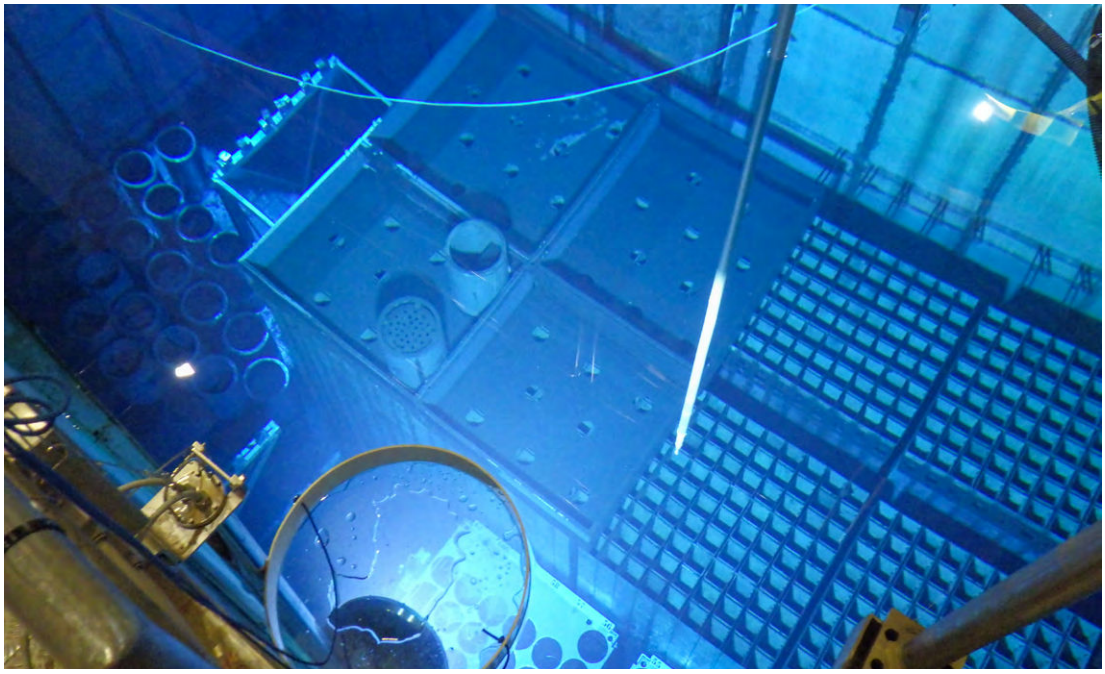


Bild 14: Zerlegung von aktivierten Bauteilen im Brennelementlagerbecken.

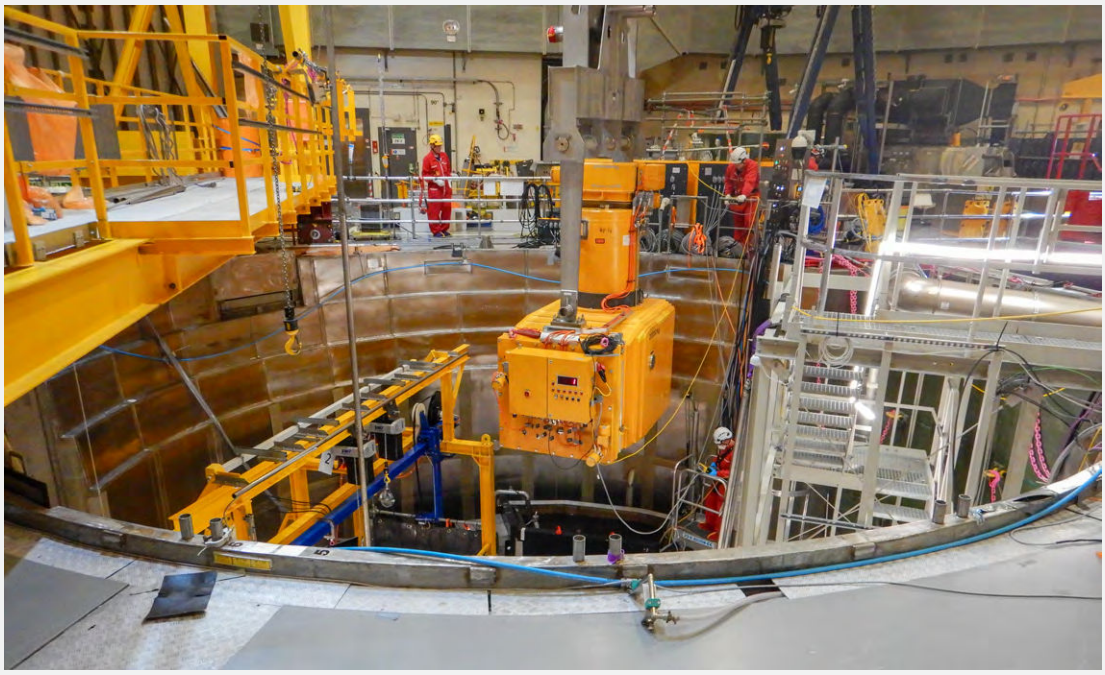


Bild 15: Hilfseinrichtungen in der Reaktorgrube für die Zerlegung der Kerneinbauten im Reaktordruckbehälter.

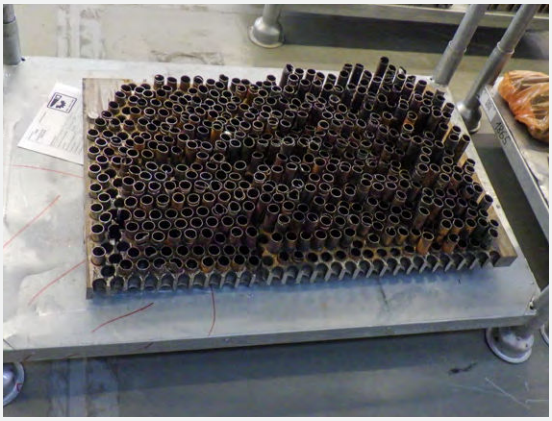


Bild 16: Zerlegearbeiten am Kondensator (links) und Endstück mit abgetrennten Kondensatorrohren (rechts), vorbereitet für die Entscheidungsmessung.

Bild 17: Mit Beton gefüllter Kühler des «Shutdown and Torus Cooling System» (STCS) (links) und Reinigung kontaminierter Komponenten mittels einer Hochdrucklanze in der Nassdekontaminationsanlage im Maschinenhaus (rechts).

Entscheidungsmessung
Die Entscheidungsmessung ist der messtechnische Nachweis, dass ein Abfallgebinde die radiologischen Kriterien für den vorgesehenen Entsorgungsweg erfüllt. Sie dient damit als Grundlage für die Entscheidung, ob radioaktive Abfälle beispielsweise in ein Abklinglager eingelagert werden dürfen oder ob Materialien nach einer Freigabe aus der Strahlenschutzgesetzgebung an die Umwelt abgegeben werden können.

Die Entscheidungsmessung erfolgt nach festgelegten, durch das ENSI freigegebenen Messverfahren und unter definierten Randbedingungen (z. B. Messgeometrie, Messdauer, Kalibrierung, Nachweisgrenzen). Sie umfasst eine qualitätsgesicherte Auswertung der Messergebnisse und eine nachvollziehbare Dokumentation. Die massgeblichen Kriterien und Vorgaben sind in der Richtlinie ENSI-B04 (Anhang 1) festgelegt.

Aufgrund von Asbest in Teilbereichen der Kondensation im Maschinenhaus mussten einzelne Arbeiten zeitlich neu angeordnet werden. Diese Rahmenbedingung wirkte sich auf die Planung und den Fortschritt der Rückbauarbeiten aus, ohne jedoch den radiologisch konformen Zustand der Anlage zu beeinträchtigen. Der Strahlenschutz setzte bei den Arbeiten im Maschinenhaus bewährte Massnahmen ein, darunter Abschirmungen, optimierte Arbeitsabläufe sowie eine enge Begleitung der Tätigkeiten vor Ort.

Neben den Arbeiten an den Kerneinbauten wurden im Reaktorgebäude weitere Systeme, Strukturen und Komponenten demontiert. Dies betraf Arbeiten auf weiteren Ebenen des Reaktorgebäudes sowie Demontagen im Bereich des Drywells. Die Arbeiten waren teilweise durch beengte Platzverhältnisse geprägt, was erhöhte Anforderungen an die Arbeitsvorbereitung und an die strahlenschutztechnische Planung stellte.

Im Untergeschoss des Reaktorgebäudes wurden zudem Zerlegearbeiten an den Kühlern des STCS-Systems (Abfahr- und Toruskühlsystem) durchgeführt. Dabei wurden die Kühler vorgängig mit Beton ausgegossen, um vorhandene Kontaminationen zu binden und die Dosisleistung im Arbeitsbereich zu reduzieren. Die anschliessenden Zerlegearbeiten erfolgten unter Anwendung eines Sägeverfahrens.

Das KKM setzte auch bei diesen Arbeiten etablierte Optimierungsmassnahmen um, beispielsweise durch eine angepasste Reihenfolge der Demontagen, den gezielten Einsatz von Abschirmungen sowie die Verlagerung von Tätigkeiten in Bereiche mit geringerer Dosisleistung, soweit dies möglich war.

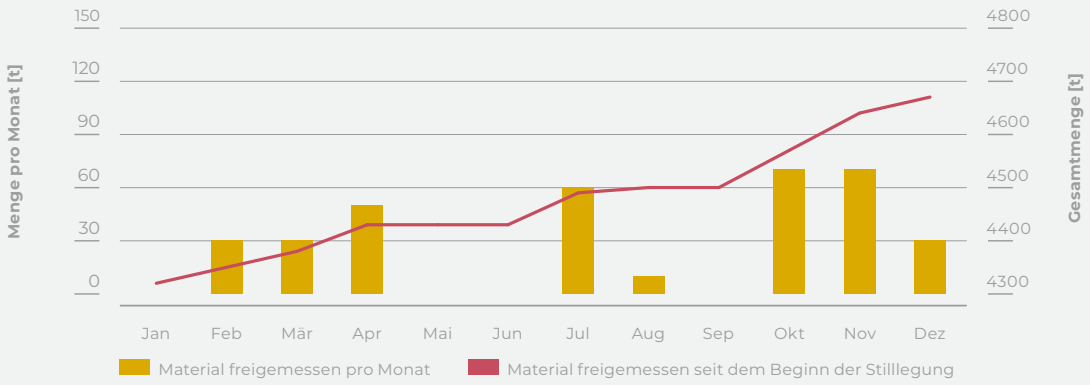
Die beim Rückbau angefallenen Anlagenteile wurden in den dafür vorgesehenen Materialbehandlungseinrichtungen zerlegt und dekontaminiert. Das Ziel war es, möglichst grosse Materialmengen freizumessen und als konventionellen Abfall zu rezyklieren oder zu entsorgen. Im Berichtsjahr 2025 konnte so ein erheblicher Anteil des bearbeiteten Materials von insgesamt 359 t gemäss den Vorgaben der Strahlenschutzverordnung freigemessen werden. Demgegenüber fielen 336 t radioaktive Abfälle an, die entsprechend prozessiert und zur späteren Endkonditionierung vorgesehen wurden.

Die Arbeiten zur Materialbehandlung und Freimessung wurden strahlenschutzseitig eng begleitet. Das ENSI überprüfte die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben im Rahmen von Inspektionen. Unerwartete radiologische Situationen wurden adressiert und strahlenschutztechnisch optimiert. Der Bestand des Strahlenschutzpersonals betrug 32 Personen und damit eine mehr als im Vorjahr.

Vorkommnisse

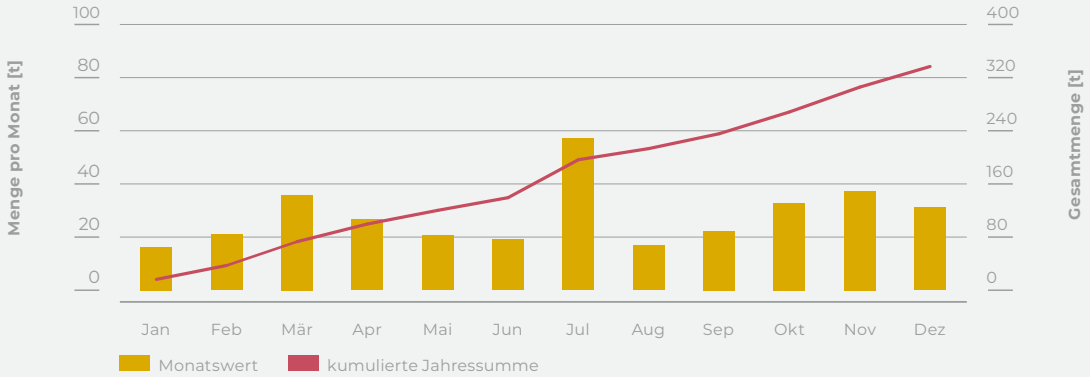
Im Kernkraftwerk Mühleberg ereigneten sich im Berichtsjahr 2025 keine Vorkommnisse mit Relevanz für den Strahlenschutz. Eine Übersicht über alle meldepflichtigen Ereignisse ist im ENSI-Aufsichtsbericht dargestellt.

Freigemessenes Material im KKM in 2025



Darstellung 20: Menge freigemessenes Material 2025. Das KKM entliess 359 t Material durch Befreiungsmessungen aus der Strahlenschutzgesetzgebung.

Zur Konditionierung vorgesehene radioaktive Abfälle im KKM in 2025



Darstellung 21: Materialmenge angefallener, zu konditionierender radioaktiver Abfälle.

Strahlenmessung

Anlässlich einer Inspektion überprüfte das ENSI die Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt über die Fortluft und das Abwasser. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Weg von der Probenerhebung über die Messung, die Bilanzierung und die Buchführung bis hin zur Berichterstattung in den Monats- und Jahresberichten nachvollziehbar und korrekt war. Die Messwerte des KKM wurden im Rahmen der vierteljährlichen Kontrollmessungen des ENSI und der halbjährlichen Vergleichsmessungen von Aerosolfiltern und Abwasserproben, die gemeinsam mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) durchgeführt wurden, verglichen. Das ENSI konnte bestätigen, dass die Messwerte des KKM mit den Messwerten der akkreditierten Labore der Aufsichtsbehörden übereinstimmen.

Im Berichtszeitraum wurde im Rahmen vierteljährlicher Inspektionen stichprobenweise die Ortsdosisleistung an 36 festgelegten Messpunkten entlang der Umzäunung durch das akkreditierte Labor des ENSI direkt bestimmt. Auch unter konservativer Annahme einer kontinuierlichen Exposition bleibt selbst die höchste gemessene Ortsdosisleistung unterhalb des massgebenden Grenzwertes.

Im Zweijahresrhythmus wird mittels In-situ-Gammaspektrometrie die Immission infolge einer möglichen Freisetzung künstlich erzeugter Radionuklide in der Umgebung des KKW überprüft. Im Berichtszeitraum wurde an 12 Messorten im Umfeld der Anlage der Neueintrag der Radionuklide ^{7}Be und ^{137}Cs untersucht. Es konnte keine Erhöhung der Konzentrationen der beiden Radionuklide festgestellt werden. Zusätzliche künstliche Radionuklide wurden an keinem der Messstandorte nachgewiesen.

Auf Antrag des KKM erteilte das ENSI die Freigabe für das Freimessverfahren mittels einer sogenannten Gesamt-Gamma-Freimessanlage. Damit werden weitgehend automatische Messungen zum Nachweis der Einhaltung des massenspezifischen Aktivitätskriteriums durchgeführt. Die Freimessanlage wird zur Freimessung von verschiedenen Materialien eingesetzt.

Dosimetrie

Im Berichtsjahr 2025 waren im Rahmen der Stilllegung des KKM 693 beruflich strahlenexponierte Personen in der kontrollierten Zone oder bei Transporteinsätzen tätig. Die Kollektivdosis während der Berichtsperiode betrug 670 Pers.-mSv und lag damit deutlich unterhalb des ursprünglich geplanten Werts von 921 Pers.-mSv. Diese Abweichung ist unter anderem auf Verschiebungen einzelner Arbeiten sowie auf angepasste Arbeitsabläufe zurückzuführen.

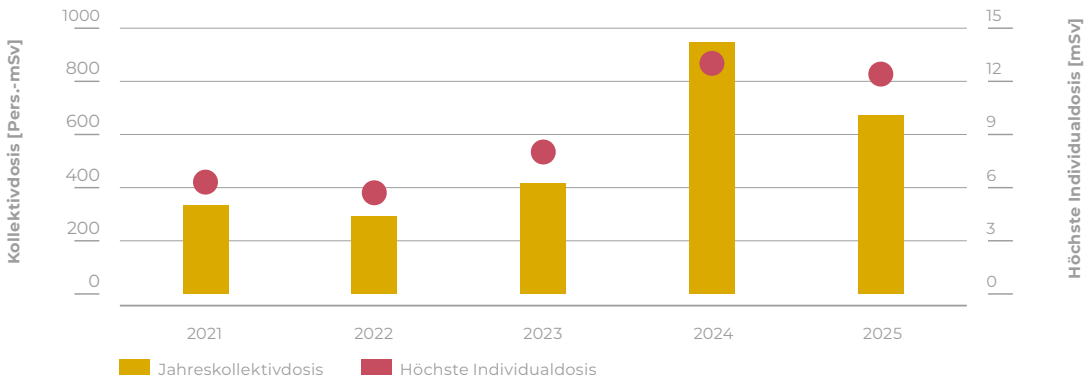
Die höchste im Kalenderjahr 2025 erfasste Individualdosis lag bei 12,4 mSv und damit unterhalb des gesetzlichen Grenzwertes von 20 mSv pro Jahr für beruflich strahlenexponierte Personen. Personenkontaminationen, die nicht mit einfachen Mitteln hätten entfernt werden können, wurden nicht festgestellt. Ebenso wurden keine Inkorporationen oberhalb der Triageschwelle detektiert.

Die anerkannte Personendosimetriestelle des KKM führte die Überwachung der äusseren Bestrahlung sowie der Inkorporationen durch. Sie stellte die ordnungsgemässe Erfassung der Personendosen sicher und führte folgende Anzahl an Dosisermittlungen durch:

Überwachung der äusseren Bestrahlung		
Ganzkörper	Haut	Extremitäten
744	744	7

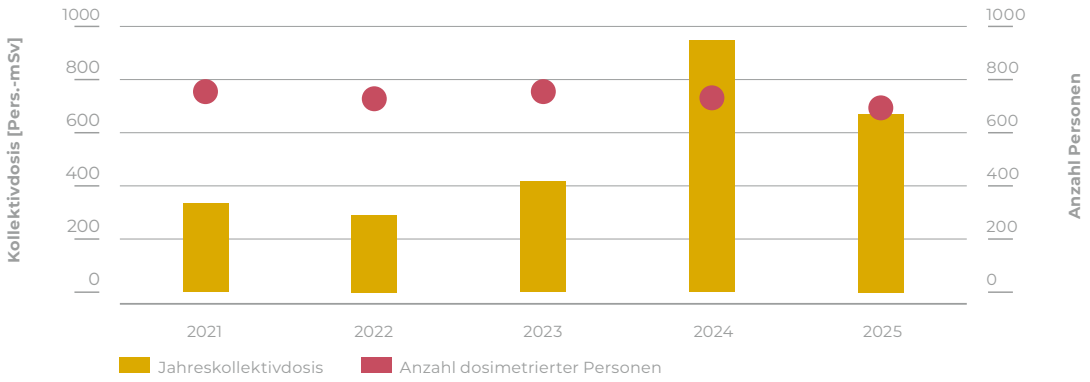
Überwachung der Inkorporationen	
Ganzkörperzähler	Schilddrüse
727	727

Jahreskollektiv- und höchste Individualdosen im KKM



Darstellung 22: Jahreskollektiv- (Pers.-mSv) und höchste Individualdosen (mSv) KKM in den letzten fünf Jahren.

Jahreskollektivdosen und Anzahl dosimetrierter Personen des KKM



Darstellung 23: Summe der Kollektivdosen und Anzahl beruflich strahlenexponierter Personen im KKM in den letzten fünf Jahren.

Bewertung der Strahlenexposition

Das ENSI konnte im Berichtsjahr 2025 im Rahmen von insgesamt 17 strahlenschutzbezogenen Inspektionen feststellen, dass im KKM ein zielgerichteter und effizienter Strahlenschutz betrieben wird. Die Inspektionen deckten insbesondere die dosisrelevanten Arbeiten an den Kerneinbauten im Reaktorgebäude, den Umgang mit den Wasservorlagen, Rückbauarbeiten im Maschinenhaus sowie weitere Demontagen im Reaktorgebäude ab.

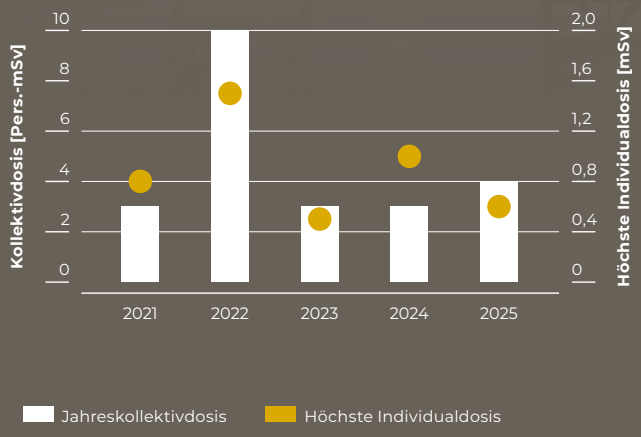
Für das Jahr 2025 wurde vom KKM eine Kollektivdosis von 921 Pers.-mSv abgeschätzt, die im Rahmen der halbjährlichen Überarbeitung auf 772 Pers.-mSv reduziert wurde. Akkumuliert wurden im Endeffekt ca. 670 Pers.-mSv (TLD). Zwar gab es Herausforderungen bei gewissen Rückbauarbeiten (bspw. bei der Entrohrung der Kondensatoren), die zu einem zeitlichen Mehraufwand, und damit zu einer höheren Kollektivdosis, führten. Andererseits mussten einige für 2025 geplante Vorhaben, die in der Dosisschätzung berücksichtigt wurden, auf das Folgejahr verschoben werden (bspw. Demontage Reaktorwasserreinigungsanlage, Brennelementbecken-Entleerung). Zusammen mit der Überschätzung der geplanten Kollektivdosis für die Demontagen in den Räumen der Kondensatreinigungsanlage ergab sich eine geringere akkumulierte Kollektivdosis im Vergleich zum Planwert.

Allfällige vom ENSI angeordneten Massnahmen wurden vom KKM fristgerecht umgesetzt. Die Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt lagen während des gesamten Berichtsjahres deutlich unterhalb der bewilligten Limiten.

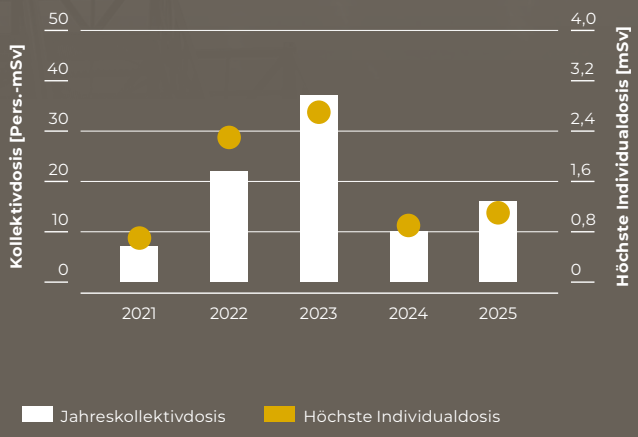
3. Weitere Kernanlagen

Paul Scherrer Institut (PSI), Zentrales Zwischenlager der Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG (ZZL), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

Jahreskollektiv- und höchste Individualdosen im PSI



Jahreskollektiv- und höchste Individualdosen im ZZL



Zusammenfassung

Paul Scherrer Institut (PSI): Am PSI wurden die Arbeiten in den Kernanlagen unter der notwendigen, strahlenschutztechnischen Aufsicht durch das ENSI durchgeführt. Die erfasste Kollektivdosis der Kernanlagen liegt wie in den Vorjahren in einem niedrigen Bereich. Dem ENSI wurden drei strahlenschutzrelevante Vorkommnisse in den Kernanlagen des PSI gemeldet.

Zentrales Zwischenlager der Zwilag Würenlingen AG (ZZL): Im zentralen Zwischenlager wurden die Planungsziele für die Kollektivdosis grundsätzlich erfüllt und lagen insgesamt auf einem niedrigen Niveau. Im Berichtsjahr wurden aus Strahlenschutzsicht zwei Verbrennungskampagnen an der Plasma-Anlage erfolgreich durchgeführt. Das ENSI stellte fest, dass im ZZL ein konsequenter und gesetzeskonformer Strahlenschutz angewendet und dadurch die Strahlenexposition geringgehalten wird. Es kam im Berichtsjahr zu keinen Vorkommnissen mit strahlenschutztechnischer Relevanz.

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL): Der CROCUS-Versuchsreaktor der EPFL wird hauptsächlich für den Unterricht der Reaktorphysik, für experimentelle Forschung und zur Demonstration von systemtechnischen Prozessen verwendet. Die Kollektivdosis für das Betriebspersonal bewegte sich, wie in den Vorjahren, auf sehr tiefem Niveau unterhalb von 1 Pers.-mSv. Dem ENSI wurde im Berichtsjahr ein Vorkommnis mit Relevanz für den Strahlenschutz gemeldet.

3.1 Paul Scherrer Institut

Unter PSI sind nachfolgend die Kernanlagen des Paul Scherrer Instituts zusammengefasst. Die Einrichtungen im Bereich Medizin und Forschung liegen im Aufsichtsbereich des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) und sind nicht Gegenstand dieser Berichterstattung.

Betriebsgeschehen

Unter anderem setzte das PSI im Berichtsjahr die nachfolgend dargelegten strahlenschutzrelevanten Arbeiten fort.

Versuchsverbrennungsanlage (VVA)

Die Versuchsverbrennungsanlage (VVA) befand sich im Jahr 2025 in Phase 4 des Rückbaus. Diese Arbeiten betrafen im Wesentlichen den Rückbau der restlichen Infrastruktur, beispielsweise des Warenaufzugs, der Handwaschbecken und Ablaufleitungen sowie des Pumpensumpfs.

Ferner hat das Paul Scherrer Institut Vormessungen für das Festlegen des Freimessverfahrens der Gebäudestruktur durchgeführt. Dazu wurde mit In-situ-Gammaspektrometrie-Messungen in den Räumlichkeiten begonnen. Diese konnten im Berichtsjahr noch nicht abgeschlossen werden.

Da die anlagenspezifische Dosimetrierung mittels elektronischer Personendosimeter aufgrund des fortgeschrittenen Stands des Rückbaus der VVA im Jahr 2025 eingestellt wurde, wird auf die Erstellung eines Dosisdiagramms verzichtet.

Proteus

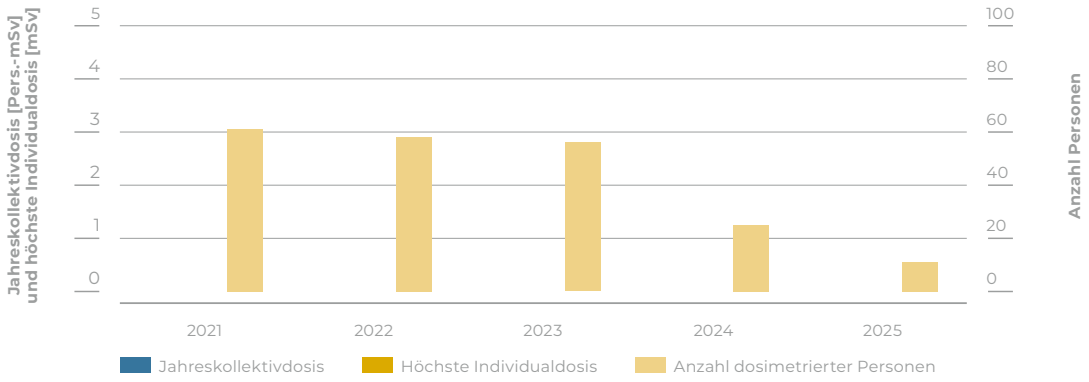
Beim Rückbau des Forschungsreaktors Proteus wurde mit dem Einreichen des Dokuments zur Materialbilanzierung die Rückbauphase 2 abgeschlossen. Des Weiteren wurden im Berichtsjahr die verbleibenden 28 Blöcke der biologischen Abschirmung zur Ablagerung auf einer Deponie abtransportiert.

Bei der biologischen Abschirmung, auch bekannt als «Bio-Shield» handelt es sich um eine massive Struktur aus Beton, die den Reaktordruckbehälter umgibt und die Umgebung vor ionisierender Strahlung aus dem Reaktor abschirmt.

Voraussetzung für den Start der Rückbauphase 3 (RP3) ist der Abtransport des Kernbrennstoffs. Aufgrund offener Modalitäten der vorgesehenen Abnehmerin verzögert sich dieser. Generell sind die Vorbereitungsarbeiten für die Rückbauphase (RP3) abgeschlossen.

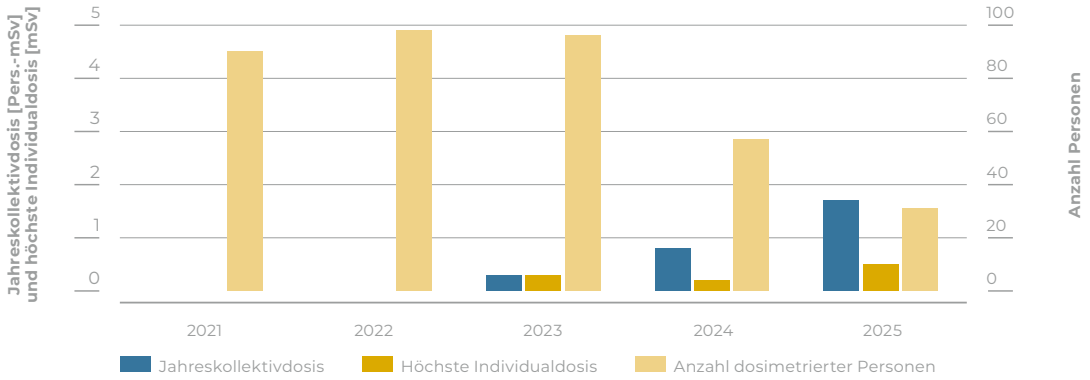
Die akkumulierte anlagenspezifische Kollektivdosis belief sich auf <1 Pers.-mSv.

Anlagenbezogene Jahreskollektivdosis, Anzahl dosimetrierter Personen und höchste Individualdosis – Proteus



Darstellung 24: Verlauf der Jahreskollektivdosis, der Anzahl dosimetrierter Personen und der höchsten Individualdosis der vergangenen fünf Jahre im Proteus. Sowohl die Kollektivdosen als auch die höchsten Individualdosen sind null.

Anlagenbezogene Jahreskollektivdosis, Anzahl dosimetrierter Personen und höchste Individualdosis – Diorit



Darstellung 25: Verlauf der anlagenbezogenen Jahreskollektivdosis, der Anzahl dosimetrierter Personen und der höchsten Individualdosis der vergangenen fünf Jahre – Diorit.

Diorit

Der ehemalige Forschungsreaktor Diorit befand sich im Jahr 2025 weiterhin in der Rückbauphase 4. Die an den Diorit angrenzenden Räume wurden auch im Berichtsjahr als Büros und Laborarbeitsplätze genutzt. Wegen hohen Lärmbelastungen aufgrund von Rückbauarbeiten wurden keine Tätigkeiten aus den Arbeitspaketen 2 und 3 durchgeführt.

Das Konzept für den Abbruch des Gebäudes (Teilschritt 5), wurde vom PSI im Berichtjahr im Rahmen des ergänzenden Stilllegungsprojektes für die Detailprüfung beim BFE eingereicht.

Die Charakterisierung und Bearbeitung von Aluminiumabfällen aus den ehemaligen Forschungsreaktoren Saphir und Diorit, welche im Diorit lagern, wurden in Berichtsjahr fortgesetzt. Triage- und Beprobungsarbeiten an den radioaktiv belasteten Aluminiumabfällen haben zum Ziel, die Abfälle zu verpacken und zu entsorgen. Zwei an diesen Arbeiten beteiligte Mitarbeitende wurden in der Folge einer zusätzlichen nuklidspezifischen Triagemessung gemäss Dosimetrieverordnung unterzogen. Die Laborergebnisse der ersten Messungen deuteten auf eine Inkorporation radioaktiver Stoffe hin. Dies wurde dem ENSI als Vorkommnis gemeldet. Aufgrund weiterer Probenanalysen, unter anderem von einem unabhängigen Labor, und der umfangreichen Prüfung des Sachverhalts kam das ENSI zum Schluss, dass es bei den beiden Mitarbeitenden zu keiner Inkorporation gekommen ist. Als Ursache für die falschpositiven Laborresultate der ersten zusätzlichen, nuklidspezifischen Triagemessung wird eine Querkontamination der Proben vermutet. Das PSI hat Massnahmen getroffen, um die Prozesse in der Laboranalytik zu verbessern. Weil sich die Inkorporation nicht bestätigt hat, verfolgt das ENSI den Sachverhalt im Rahmen der laufenden Aufsicht und nicht als Vorkommnis weiter.

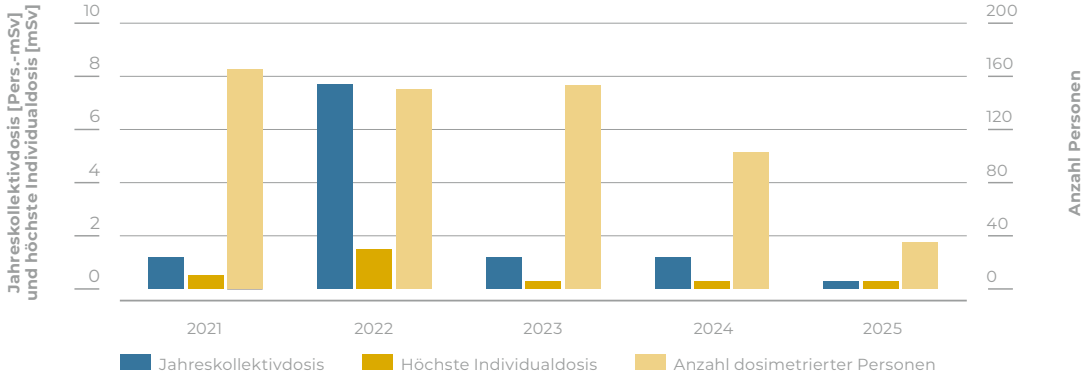
Die akkumulierte anlagenspezifische Kollektivdosis durch Direktstrahlung betrug 1,7 Pers.-mSv und die höchste Individualdosis 0,5 mSv.

Saphir

Der ehemalige Forschungsreaktor Saphir befindet sich unverändert im Teilschritt 4 des Rückbaus. Die Freimessarbeiten in der Reaktorhalle konnten bis zum Ende des Berichtsjahrs weitestgehend abgeschlossen werden. Zudem wurden im Berichtsjahr weitere Freimessarbeiten im Gebäude OSRA, dem Gebäude des Saphir, durchgeführt. Die Büronutzung in diesem Gebäude ist seit Juni 2025 eingestellt. Die Demontage der Lüftungsanlage wurde im August 2025 abgeschlossen. Der Abbruch des Gebäudes soll nach dem geplanten Aufheben der kontrollierten Zone im Jahr 2026 erfolgen.

Da die Dosimetrierung mittels elektronischer Personendosimeter aufgrund des fortgeschrittenen Stands des Rückbaus des Saphir im Jahr 2024 eingestellt wurde, wird für den Saphir kein Dosisdiagramm mehr erstellt.

Anlagenbezogene Jahreskollektivdosis, Anzahl dosimetrierter Personen und höchste Individualdosis – Hotlabor



Darstellung 26: Verlauf der anlagenbezogenen Jahreskollektivdosis, der Anzahl dosimetrierter Personen und der höchsten Individualdosis im Hotlabor in den letzten fünf Jahren.

Bild 18: Messgerät des PSI Strahlenschutzes für Kontaminationsmessungen am Ausgang einer kontrollierten Zone.

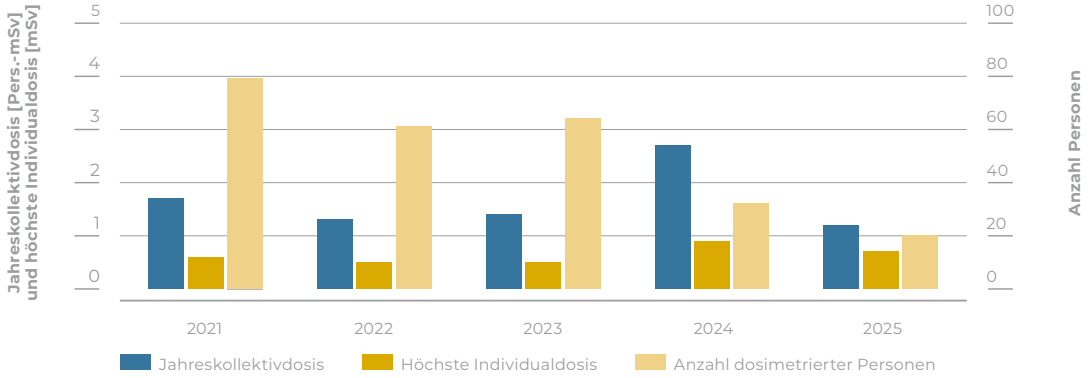
Hotlabor

Das Hotlabor beschäftigt sich hauptsächlich mit wissenschaftlichen Untersuchungen an hochradioaktiven Materialien, welche nur mit den entsprechenden Einrichtungen getätigt werden können. Dies bietet das Hotlabor auch als Dienstleistung für die Nuklearindustrie an. Zu seinen Auftraggebern zählen internationale Organisationen, aber auch das Paul Scherrer Institut selbst. Seitens PSI gehören unter anderem das Labor für nukleare Materialien (LNM) und das Labor für Endlagersicherheit (LES) zu den Benutzern des Hotlabors.

Im Berichtsjahr liefen im Hotlabor verschiedene Langzeitprojekte. Dazu gehört das Projekt «Hotlabor 25+», mit dem die Anlage sicherheitstechnisch aufgerüstet werden soll. Das Hotlabor ist ebenfalls im Projekt «Balder» involviert, im Rahmen dessen ein Testreaktor in Form eines Flüssigsalz-Reaktors mit dem Design von Copenhagen Atomics und einer maximalen Leistung von 1 MW geplant ist.

Die akkumulierte anlagenspezifische Kollektivdosis durch Direktstrahlung betrug 0,3 Pers.-mSv. und die höchste Individualdosis betrug ebenfalls 0,3 mSv.

Anlagenbezogene Jahreskollektivdosis, Anzahl dosimetrierter Personen und höchste Individualdosis – AERA



Darstellung 27: Verlauf der anlagenbezogenen Jahreskollektivdosis, der Anzahl dosimetrierter Personen und der höchsten Individualdosis in der AERA in den letzten fünf Jahren.

Anlagen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (AERA)

Das Paul Scherrer Institut (PSI) betreibt Anlagen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (AERA). Darunter befinden sich das Bundeszwischenlager (BZL), das Bundeszwischenlager 2 (BZL2), das Betriebsgebäude (OBGA) und das Abfalllabor (OALA).

Im Berichtsjahr haben nach dessen Inbetriebnahme erste Einlagerungen ins Bundeszwischenlager 2, beziehungsweise Umlagerungen von Gebinden aus dem BZL, stattgefunden.

Die akkumulierte anlagenspezifische Kollektivdosis durch Direktstrahlung betrug rund 1 Pers.-mSv. und die höchste Individualdosis betrug 0,6 mSv.

Vorkommnisse

Kontaminierter Schacht ausserhalb der kontrollierten Zone

Am 12. Mai 2023 öffneten Fachkräfte des Paul Scherrer Instituts im Rahmen der Sanierung des Zulaufbeckens des Abwassersystems auf dem Areal PSI-Ost neben dem Pumpenhaus einen Schacht mit unbekannter Funktion. Vom Strahlenschutzpersonal vorgenommene Messungen ergaben eine Ortsdosisleistung von bis zu 2,4 mSv/h und eine Oberflächenkontamination von zwölf Richtwerten im Bereich des Bodens und des Wasserablaufs. Das PSI hat anschliessend mit Sanierungsarbeiten im kontaminierten Schacht begonnen und diese im Berichtsjahr fortgeführt. Aufgrund weiterer Aktivitätsfunde im Boden konnte die Sanierung im Berichtsjahr nicht abgeschlossen werden. Es wurden bisher 26 Tonnen Kies und Lehm sowie elf Tonnen Betonbruch aus dem Schacht entfernt, welche anschliessend radiologisch und konventionell charakterisiert wurden. Ein Teil der Wände des Schachts konnte im Berichtsjahr freigemessen werden.

Betrieb eines neuen Alpha/Beta-Detektors der Hotlabor-Abluftüberwachung ohne Inbetriebnahme-Freigabe

Am 13. Dezember 2021 erteilte das ENSI die Montagefreigabe für die Erneuerung eines Alpha-/Beta-Detektors zur Überwachung der Abluft des Hotlabors. Die formelle Freigabe für die Inbetriebnahme dieses sicherheitsrelevanten Messgeräts hätte in einem weiteren Schritt durch das ENSI erfolgen müssen.

Der entsprechende Antrag wurde vom PSI am 22. November 2024 eingereicht, nachdem das ENSI darauf hingewiesen hatte, dass diese Freigabe noch ausstand. In diesem Zusammenhang stellte sich heraus, dass der Detektor bereits im März 2023 in Betrieb genommen und über einen Zeitraum von rund zwei Jahren ohne die erforderliche Freigabe für die Inbetriebnahme des ENSI betrieben worden war.

Während des gesamten Zeitraums kam es zu keinen messbaren Freisetzungen radioaktiver Stoffe. Das Ereignis hatte folglich keine radiologischen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

Ausfall Fortluftbilanzierung Halle OPRA – Proteus

Am 8. Februar 2025 wurde in der Sicherungszentrale ein Alarm der Fortluftbilanzierungsanlage Proteus angezeigt. Die Ursache dafür wurde vom Paul Scherrer Institut nicht umgehend abgeklärt. Der Alarm bestand bis zum 4. März 2025 fort.

Am 4. März wurde während des Wechsels der Kohlekapseln und des Aerosolfilters festgestellt, dass kein Luftdurchfluss durch die Fortluftbilanzierungsanlage vorhanden war. Als Ursache wurde gemäss Angaben des PSI eine defekte Pumpe identifiziert. Dies löste das Auswechseln der betroffenen Pumpe am 6. März aus. Anschliessend wurde ein vollständiger Funktionstest aller Alarme der Fortluftbilanzierungsanlage Proteus durchgeführt. Dabei wurden keine Beanstandungen festgestellt.

Im Zeitraum vom 8. Februar 2025 bis zum 6. März 2025 erfolgte somit an der betroffenen Messstelle im ungünstigsten Fall keine Fortluftbilanzierung. Die Unterdruckhaltung in den betroffenen Räumlichkeiten war jedoch jederzeit gewährleistet und in der gesamten Periode wurden im Proteus keine Rückbauarbeiten durchgeführt. Es kam zu keiner in der Umwelt messbaren Freisetzung und zu keiner erhöhten Dosis für Einzelpersonen.

Strahlenmessung

Anlässlich einer Inspektion überprüfte das ENSI die Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt über die Fortluft und das Abwasser. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Weg von der Probenerhebung, über die Messung, die Bilanzierung und Buchführung bis hin zur Berichterstattung in den Monats- und Jahresberichten nachvollziehbar und korrekt war. Die Messwerte des Paul Scherrer Instituts wurden im Rahmen der vierteljährlichen Kontrollmessungen des ENSI und der halbjährlichen Vergleichsmessungen von Aerosolfiltern, Iodfiltern und Abwasserproben, die gemeinsam mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) durchgeführt wurden, verglichen. Das ENSI konnte bestätigen, dass die Messwerte des PSI mit den Messwerten der akkreditierten Labore der Aufsichtsbehörden übereinstimmen

Im Berichtszeitraum wurde im Rahmen vierteljährlicher Inspektionen stichprobenweise die Ortsdosisleistung an 26 festgelegten Messpunkten entlang der Umzäunung durch das akkreditierte Labor des ENSI direkt bestimmt. Auch unter konservativer Annahme einer kontinuierlichen Exposition bleibt selbst die höchste gemessene Ortsdosisleistung unterhalb des massgebenden Grenzwertes.

Ins Berichtsjahr fiel auch der Wiederanerkennungsprozess der Personendosimetriestelle. Das ENSI überprüfte gemeinsam mit zwei externen Experten mittels zweier Inspektionen die Betriebsvorgaben, den technischen Zustand der eingesetzten Mess- und Auswertegeräte sowie die organisatorischen Abläufe der Personendosimetriestelle des PSI. Auf dieser Basis wurde die Anerkennung der Personendosimetriestelle für weitere fünf Jahre bestätigt.

Dosimetrie

In der Berichtsperiode kamen am PSI im Aufsichtsbereich des ENSI 520 beruflich strahlenexponierte Personen in den kontrollierten Zonen oder bei Aussenarbeiten zum Einsatz. Die Kollektivdosis während des gesamten Berichtszeitraumes betrug 4 Pers.-mSv.

Die höchste Individualdosis im Kalenderjahr 2025 betrug 0,6 mSv und lag damit deutlich unterhalb des für beruflich strahlenexponierte Personen festgelegten gesetzlichen Grenzwertes von 20 mSv pro Jahr.

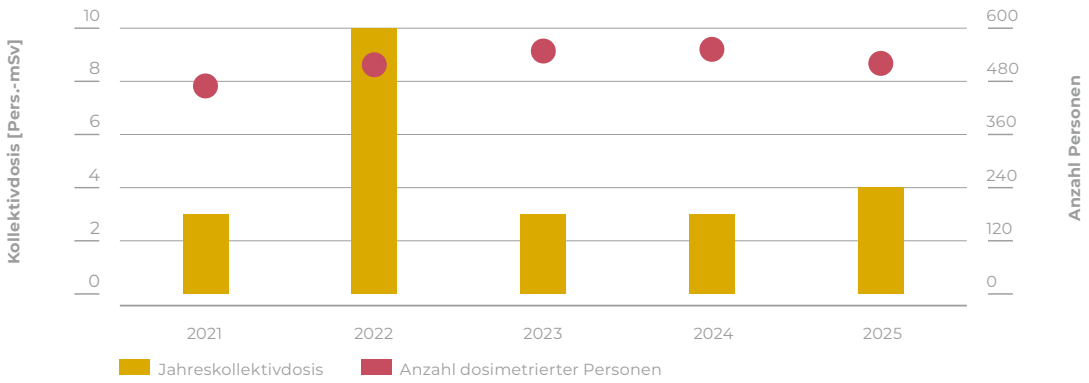
Während des ganzen Jahres traten keine Kontaminationen auf, welche nicht mit einfachen Mitteln entfernt werden konnten.

Folgende Anzahl an Dosiserhebungen wurden von der anerkannten Personendosimetriestelle des PSI durchgeführt:

Überwachung der äusseren Bestrahlung		
Ganzkörper	Haut	Extremitäten
832	41	832

Überwachung der Inkorporationen		
Ganzkörperzähler	Schilddrüse	Urin
22	–	23

Jahreskollektivdosen und Anzahl dosimetrierter Personen des PSI



Darstellung 28: Kollektivdosen und Anzahl beruflich strahlenexponierter Personen im PSI in den letzten fünf Jahren.

Bewertung der Strahlenexposition

Das PSI verfügt über verschiedene Kernanlagen, die unter anderem zur Entsorgung radioaktiver Abfälle betrieben werden. Der überwiegende Teil der Anlagen befindet sich im Rückbau und ist bereits längere Zeit weitgehend frei von Kernbrennstoff. Dementsprechend sind die im Berichtsjahr angefallen Personendosen, wie in den Vorjahren, vergleichsweise gering. Hauptursachen für die angefallenen Dosen sind Zerlegearbeiten im Rahmen von Stilllegungstätigkeiten sowie die Abfallbewirtschaftung. Die Arbeiten in den Kernanlagen des PSI wurden unter der notwendigen, strahlenschutztechnischen Aufsicht durch das ENSI durchgeführt. Das ENSI überprüft dabei die gesetzliche Konformität und die strahlenschutztechnische Optimierung unter anderem mittels Inspektionen.

3.2 Zwilag Zwischenlager Würenlingen

Betriebsgeschehen

An der Plasma-Anlage wurden zwei Verbrennungskampagnen durchgeführt. Die erste Kampagne wurde am 5. Mai 2025 gestartet und am 11. Juli 2025 aufgrund technischer Schwierigkeiten vorzeitig beendet. In diesem Zeitraum wurden total 422 Fässer verarbeitet. Die Kampagnenvorgabe von 550 Fässern wurde nicht erreicht.

Die zweite Kampagne wurde im Zeitraum vom 29. September 2025 bis 19. Dezember 2025 durchgeführt. In diesem Zeitraum wurden total 614 Fässer verarbeitet. Die Kampagnenvorgabe von 550 Fässern wurde damit übertroffen.

Insgesamt wurden im Zwilag Zwischenlager Würenlingen im Berichtsjahr 1036 Fässer (davon 44 mit inaktivem Glas und 992 mit aktivem Abfall) verarbeitet und 215 endlagerfähige Kokillen produziert. Die interne Zielsetzung von 1100 verarbeiteten Fässern wurde nicht erreicht.

Während des Berichtsjahres wurden im ZZL die folgenden strahlenschutzrelevanten Arbeiten durchgeführt:

— Instandhaltung Ofen und Rauchgasreiniung
— Verbrennungsbetrieb (Plasma-Anlage)
— Instandhaltung Geb. V und IWA
— Dekont / Konditionierung / Freimessung
— Gebindehandhabung
— Dichtungswechsel Behälter
— Arbeiten im Gebäude H

LC-Behälter:
Bei LC-Lagercontainern handelt es sich um von der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (NAGRA) entwickelte, endlagerfähige Stahlbetoncontainer zur Lagerung von schwach- und mittelaktiven Abfällen. Die rechteckigen Behälter werden mit hohen Anforderungen an die Masstoleranzen gefertigt, um eine lagegenaue Stapelung, zum Beispiel in der Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG oder im geologischen Tiefenlager zu ermöglichen.

Bild 19: Anlieferung eines LC-Behälters im ZZL.

Vorkommnisse

Im Berichtsjahr gab es keine strahlenschutzrelevanten Vorkommnisse.

Strahlenmessung

Anlässlich einer Inspektion überprüfte das ENSI die Bilanzierung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umwelt über die Fortluft und das Abwasser. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Weg von der Probenerhebung, über die Messung, die Bilanzierung und Buchführung bis hin zur Berichterstattung in den Monats- und Jahresberichten nachvollziehbar und korrekt war. Die Messwerte der Zwilag wurden im Rahmen der vierteljährlichen Kontrollmessungen des ENSI und der halbjährlichen Vergleichsmessungen von Aerosolfiltern und Abwasserproben, die gemeinsam mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) durchgeführt wurden, verglichen. Das ENSI konnte bestätigen, dass die Messwerte des ZZL mit den Messwerten der akkreditierten Labore der Aufsichtsbehörden übereinstimmen.

Im Berichtszeitraum wurde im Rahmen vierteljährlicher Inspektionen stichprobenweise die Ortsdosisleistung an 30 festgelegten Messpunkten entlang der Umzäunung durch das akkreditierte Labor des ENSI direkt bestimmt. Auch unter konservativer Annahme einer kontinuierlichen Exposition bleibt selbst die höchste gemessene Ortsdosisleistung unterhalb des massgebenden Grenzwertes.

Die Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG hat im Rahmen des «Tag der offenen Tore 2025» sechs Räume und zwei abgegrenzte Bereiche in weiteren Räumen temporär befreit. Mittels stichprobenartiger Messungen durch das akkreditierte Labor des ENSI wurde im Rahmen einer Inspektion überprüft, ob die Freimesskriterien bei der temporären Befreiung der Räume eingehalten wurden. Die Überprüfung ergab, dass dies der Fall war. Die Räumlichkeiten wurden nach dem Tag der offenen Tore wieder gemäss dem radiologischen Zonenkonzept des ZZL eingestuft.

Dosimetrie

In der Berichtsperiode kamen im ZZL 381 beruflich strahlenexponierte Personen zum Einsatz. Die Kollektivdosis für den gesamten Berichtszeitraum betrug gerundet 16 Pers.-mSv und lag damit ca. 4 % oberhalb des Planwerts von knapp 15 Pers.-mSv, aber innerhalb des für eine Planung tolerierbaren Bereichs von ± 20 %. Diese geringfügige Überschreitung kam aufgrund von Instandhaltungsarbeiten mit schwer einzuschätzenden Jobdosen zustande.

Als höchste Individualdosis wurde 1,1 mSv gemessen. Dieser Wert liegt deutlich unterhalb des für beruflich strahlenexponierte Personen festgelegten gesetzlichen Grenzwertes vom 20 mSv pro Jahr sowie dem Zwilag-internen Schutzziel für die Individualdosis von höchstens 5 mSv pro Jahr.

Im ZZL wurden im Jahr 2025 für insgesamt 362 Personen Triagemessungen durchgeführt, davon 100 beim Eigenpersonal sowie 263 beim Fremdpersonal. Eine Person wechselte vom Fremd- zum Eigenpersonal und wird daher in der Statistik doppelt gezählt. Es wurden im Berichtsjahr keine Inkorporationen oberhalb der Triageschwelle detektiert.

Die anerkannte Personendosimetriestelle des Kernkraftwerks Beznau (KKB) führte für das ZZL folgende Anzahl an Dosisermittlungen durch:

Überwachung der äusseren Bestrahlung		
Ganzkörper	Haut	Extremitäten
485	485	–

Überwachung der Inkorporationen	
Ganzkörperzähler	Schilddrüse
362	362

Bewertung der Strahlenexposition

Die Tätigkeiten im ZZL wurden unter Einhaltung der gesetzlichen und internen Strahlenschutzvorgaben durchgeführt. Die Kollektivdosis war 2025 vergleichbar mit denjenigen aus den Vorjahren und entsprach den Erwartungen für die durchgeführten Arbeiten. Das ENSI stellte fest, dass im ZZL ein konsequenter und gesetzeskonformer Strahlenschutz angewendet und dadurch die Strahlenexposition geringgehalten wird.

3.3 Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Betriebsgeschehen

Die Kernanlagen der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne umfassen den Forschungsreaktor CROCUS, das Neutronenexperiment CARROUSEL, die Neutronenquellenkavität LOTUS und die angegliederten Labore. Diese Anlagen sind dem Laboratoire de physique des Réacteurs et de comportement des Systèmes (LRS) zugeteilt, das dem Institut de Physique (IPHYS) angehört. Im Jahr 2025 stand der CROCUS-Reaktor Ingenieur- und Physikstudierenden der EPFL, Kursteilnehmenden der Reaktorschule des Paul Scherrer Instituts und Studierenden des Swiss Nuclear Engineering Masterkurses der ETHZ/EPFL während 461 Stunden bei kleiner Leistung (bis 60 W) für Ausbildungs- und Forschungszwecke zur Verfügung. Dabei wurden insgesamt 1823 Wh thermische Energie erzeugt. Bei ähnlicher Betriebsdauer im Vergleich zum Vorjahr stieg die Gesamtleistung aufgrund von Neutronenbildgebungsversuchen, die über kurze Zeiträume, aber mit höherer Leistung durchgeführt wurden.

Vorkommnisse

Im Jahr 2025 kam es zu einem gemäss Richtlinie ENSI-B03 meldepflichtigen Vorkommnis. Am 3. April 2025 wurde während einer Inventur der radioaktiven Quellen am Laboratoire de physique des Réacteurs et de comportement des Systèmes (LRS) festgestellt, dass die Aktivitätsbestimmung mehrerer radioaktiver Quellen am LRS historisch zu einfach behandelt und die Aktivität pro Quelle somit unterschätzt worden war. Die Aktivität war bisher nur durch Berechnungen über Isotopenverhältnisse aus der Literatur bestimmt worden. Eine neue Berechnung der Aktivität führte zur Überschreitung des maximal zulässigen Gesamtinventars aller radioaktiven Materialien am LRS gemäss einer Auflage der entsprechenden ENSI-Umgangsbewilligung. Das Vorkommnis hatte keinen Einfluss auf die Sicherung oder Sicherheit der Kernanlagen der EPFL und führte zu keinen erhöhten Personendosen.

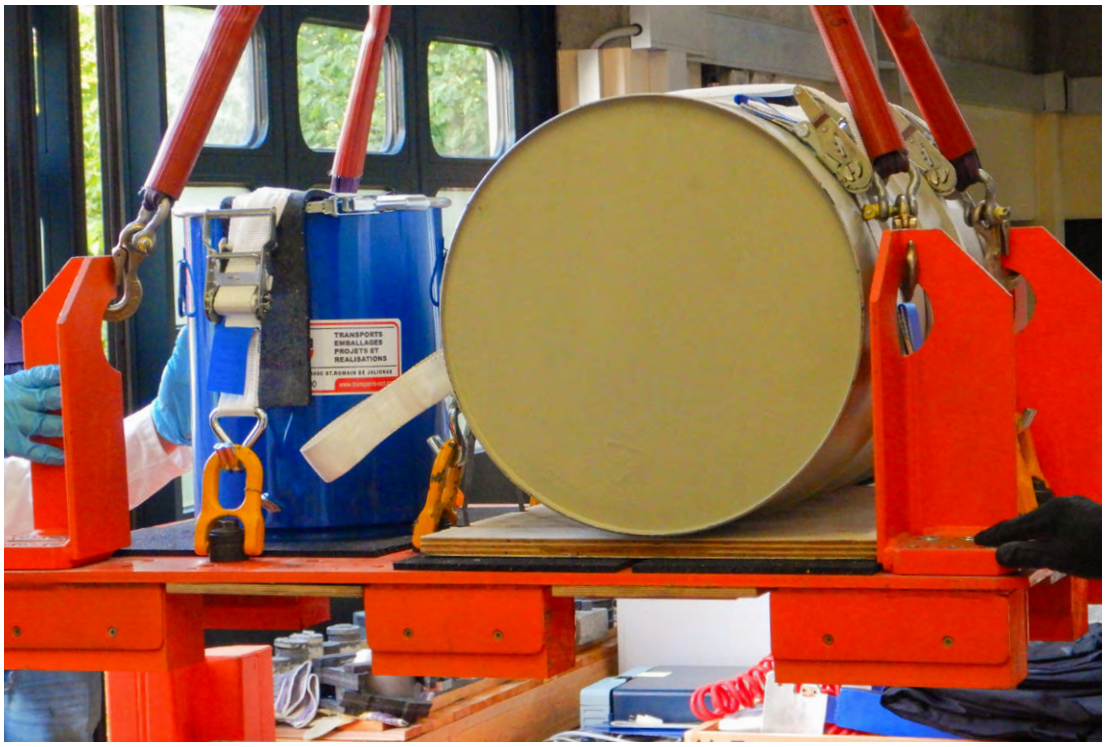


Bild 20: Verladung von radioaktiven Quellen, die in speziellen Behältern transportiert werden.

Dosimetrie

Die 12 beruflich strahlenexponierten Personen an der EPFL akkumulierten im Berichtsjahr eine Kollektivdosis von <1 Pers.-mSv.

Bewertung der Strahlenexposition

Im Berichtsjahr 2025 ergab sich für das Personal eine Kollektivdosis, die wie im Vorjahr auf sehr tiefem Niveau im Bereich der Untergrundstrahlung lag. Die Abgabe radioaktiver Stoffe über den Luftpfad ist unbedeutend: Es wird keine Bilanzierung verlangt. Abgaben über den Abwasserpfad werden vor Abgabe gemäss den Vorgaben der Strahlenschutzverordnung freigemessen und befreit.

Im Rahmen einer Inspektion hat das ENSI den operationellen Strahlenschutz sowie den Zustand und die Dokumentation der Einrichtungen der kontrollierten Zone überprüft. Dabei wurden insbesondere der Bestand sowie die Lagerung von radioaktiven Quellen am LRS inspiziert. Während einer weiteren Inspektion wurde der Abtransport von radioaktiven Quellen zu einem Empfänger in Tschechien inspiziert.

Die Ergebnisse der beiden Inspektionen bestätigen grundsätzlich die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben durch die Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Im Rahmen der Inspektion des Zustands und der Dokumentation der Einrichtungen der kontrollierten Zone wurde ein Verbesserungsbedarf festgestellt. Dieser betrifft die Kennzeichnung von radioaktiven Quellen sowie deren Buchhaltung.

Umgebungsüberwachung und Schutz der Bevölkerung: Emissionen und Immissionen

Die Sektion Strahlenmessung befasst sich im Rahmen der Aufsicht über die Kernanlagen mit Messmitteln und -verfahren zum Schutz von Personen und Umgebung, mit der Beurteilung und Kontrolle der Abgaben radioaktiver Stoffe und ihren Auswirkungen auf die Umwelt sowie mit der Freimessung von Materialien und Räumen aus Kontrollbereichen zur konventionellen Nutzung oder Entsorgung. Zur Erfüllung dieser Aufgaben betreibt die Sektion das Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke (MADUK) und eine akkreditierte Prüfstelle, die Messungen an Umwelt- und Materialproben, an Fortluft- und Abwasserproben sowie Messungen innerhalb der Kernanlagen und in deren Umgebung durchführt.

Vorwort der Leitung der Sektion Strahlenmessung

Die Gewährleistung eines wirksamen und umfassenden Strahlenschutzes erfordert neben Fachkompetenz auch klare regulatorische Grundlagen und verlässliche Messmethoden. Die Sektion Strahlenmessung leistet hierzu seit vielen Jahren einen zentralen Beitrag, indem sie ein breites Tätigkeitsfeld im Bereich der Strahlenmessung abdeckt. Der vorliegende Bericht für das Jahr 2025 gibt Einblicke in die vielfältigen Arbeiten der Sektion und zeigt auf, wie regulatorische, messtechnische und organisatorische Anforderungen umgesetzt werden.

Ein wichtiger Meilenstein im Berichtsjahr war der Abschluss der Revision der Richtlinie ENSI-G14 «Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung von Kernanlagen infolge emittierter radioaktiver Stoffe und Direktstrahlung». Diese Richtlinie konkretisiert wesentliche Anforderungen im Bereich der Dosisberechnung in der Umgebung von Kernanlagen. Die Neuausgabe zog auch eine Anpassung der entsprechenden Ausbreitungsrechnungssoftware mit sich, die zum Berechnen der Einhaltung des quellenbezogenen Dosisrichtwerts eingesetzt wird. Dieser ist für alle Standorte von Kernanlagen vorgegebenen.

Parallel dazu rückte die Thematik der radiologischen Befreiung von Räumen und Strukturen verstärkt in den Fokus. Insbesondere im Kontext laufender Rückbauprojekte stellt die fachlich fundierte Beurteilung solcher Befreiungen eine wachsende Herausforderung dar. Erste Konzepte zur vorgesehenen Vorgehensweise für die Befreiung von Räumlichkeiten im Kernkraftwerk Mühleberg wurden vorgestellt und zur Bewertung durch das ENSI eingereicht.

Ein weiterer zentraler Bestandteil der Tätigkeiten ist der Betrieb des akkreditierten Prüflabors. Im Berichtsjahr wurde die Re-Akkreditierung durch die Schweizerische Akkreditierungsstelle (SAS) erfolgreich abgeschlossen. Damit konnte erneut bestätigt werden, dass die angewendeten Messverfahren und Qualitätssicherungsprozesse den hohen internationalen Anforderungen entsprechen. Sie bilden damit eine geeignete Grundlage für zuverlässige Messungen, die für die Aufsichtstätigkeit des ENSI herangezogen werden. Im Berichtsjahr 2025 hat das ENSI die Dienstleistungen des eigenen akkreditierten Prüflabors in 58 Inspektionen beansprucht.

Im Bereich der Personendosimetrie wurden die Dosimetriestelle des Paul Scherrer Instituts und diejenige des Kernkraftwerks Leibstadt nach eingehender Prüfung der Unterlagen sowie Inspektionen vor Ort erneut anerkannt. Damit ist sichergestellt, dass die Ermittlung der Personendosen gemäss den geltenden Anforderungen verlässlich erfolgt. Eine Wiederanerkennung hat gemäss den gesetzlichen Vorgaben alle fünf Jahre zu erfolgen.

Die kontinuierliche Überwachung der Umwelt bildet einen weiteren Schwerpunkt der Sektion Strahlenmessung. Auch im Berichtsjahr kamen hierzu etablierte Mess- und Überwachungsmethoden zum Einsatz. Die Auswertung der erhobenen Daten zeigte keine Auffälligkeiten und bestätigte, dass die überwachten Anlagen keine signifikanten radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung haben.

Mit diesem Bericht legen wir unsere Tätigkeiten transparent dar und zeigen auf, wie die Sektion Strahlenmessung den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen im Strahlenschutz mit fachlicher Expertise, verlässlichen Messungen und klaren regulatorischen Rahmenbedingungen begegnet.

David Wittwer

Bild 21: Immissionsmessungen des ENSI mit Sonnenschutz für den Detektor.

4. Grundlagen Emissions- und Immissions-überwachung

Radioaktive Stoffe geringer Aktivität dürfen gemäss Art. 112 der Strahlenschutzverordnung (StSV) über die Fortluft an die Atmosphäre oder über das Abwasser an Oberflächengewässer abgegeben werden. Die Bewilligungsbehörde legt für jede Abgabestelle die maximal zulässigen Abgaberaten und Aktivitätskonzentrationen fest. In anlagenspezifischen Abgabereglementen definiert die Aufsichtsbehörde zusätzlich die Kontrollmassnahmen zur Überwachung der Emissionen und Immissionen im Rahmen des Umgebungsüberwachungsprogramms.

Die Kontrolle der Abgaben liegt in der Schweiz in der Verantwortung der Betreiber von Kernanlagen. Sie erfolgt im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde. Das ENSI stellt sicher, dass die Betreiber diese Kontrollen ordnungsgemäss durchführen und die Abgabevorschriften eingehalten werden. Zu diesem Zweck führt es eigene Messungen und Inspektionen durch, prüft stichprobenartig die Funktionsfähigkeit der Messsysteme für Fortluft und Abwasser und vergleicht die vom Betreiber gemeldeten Messwerte mit eigenen Probenmessungen. Zusätzlich kontrolliert das ENSI die Berichterstattung und Buchführung der radioaktiven Abgaben im Rahmen jährlicher Bilanzierungsinspektionen. Dieses Zusammenspiel von Eigenmessungen, Inspektionen und Beurteilungen der freigabepflichtigen Arbeiten an den Messsystemen gewährleistet eine zuverlässige Überwachung der Emissionen.

Auch das Überwachen der Direktstrahlung und der Radioaktivität in der Umgebung der Kernanlagen stellt eine zentrale Schutzmassnahme für die Bevölkerung dar. Die Immissionsmessungen erfolgen durch die Betreiber und die zuständigen Behörden gemäss dem Umgebungsüberwachungsprogramm. Dieses Programm, das jährlich vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) und vom ENSI überprüft wird, legt die zu überwachenden Parameter, Probeentnahmeorte, Messhäufigkeiten, Verfahren zur Probenentnahme und Messung sowie die erforderliche Empfindlichkeit der Messungen fest. Neben den Kernanlagen sind das Bundesamt für Gesundheit, das Wasserforschungsinstitut Eawag, das Institut de radiophysique (IRA) in Lausanne, die Universität Bern, kantonale Labore sowie das ENSI an der Umsetzung beteiligt. Zusätzlich führt die Nationale Alarmzentrale (NAZ) im Auftrag des ENSI aeroradiometrische Messungen in der Umgebung der Anlagen durch. Die Ergebnisse der Messungen, die das ENSI 2025 selbst durchführte oder in Auftrag gab, sind in diesem Bericht dargestellt. Sie fliessen zudem in den Jahresbericht «Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz» des BAG ein, in welchem sämtliche Ergebnisse der Umweltüberwachung, sowohl für die unmittelbare Umgebung der Kernanlagen als auch landesweit publiziert werden. Damit liefern die Daten eine transparente Grundlage für die Beurteilung der Strahlenbelastung der Bevölkerung.

ENSI
ENSI

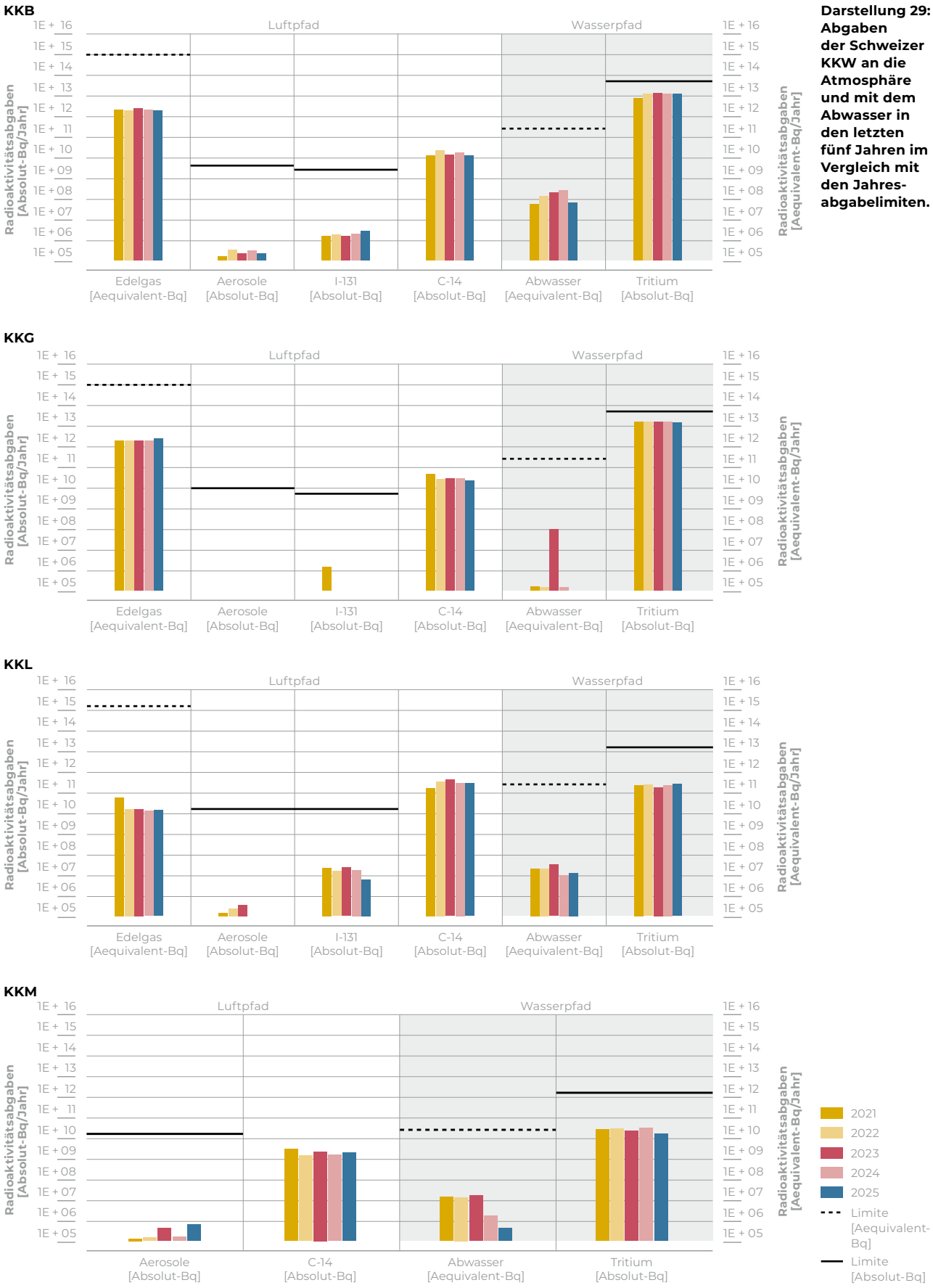
5. Emissionen aus den Kernanlagen

Die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und der Fortluft lagen im Jahr 2025 für die vier Schweizer Kernkraftwerke (KKW) in Beznau (KKB), Gösgen (KKG), Leibstadt (KKL) und Mühleberg (KKM) sowie für das Paul Scherrer Institut (PSI) und das am gleichen Standort gelegene Zentrale Zwischenlager (ZZL) der Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG (Zwilag) deutlich unterhalb der Jahres- und Kurzzeit-Abgabelimiten. Die errechnete Strahlenexposition aus den tatsächlichen Abgaben und der Direktstrahlung aus der jeweiligen Anlage liegt, selbst unter Berücksichtigung der Ablagerungen aus den Vorjahren, für Erwachsene, zehnjährige Kinder und Kleinkinder weit unterhalb des für Standorte von Kernanlagen festgelegten quellenbezogenen Dosisrichtwerts von 0,3 mSv pro Jahr.

Die Abgaben von radioaktiven Stoffen mit der Fortluft und dem Abwasser der Schweizer KKW sind in der Darstellung 29 und A1 im Anhang 2 für die letzten fünf Jahre zusammen mit den entsprechenden Jahreslimiten dargestellt. Eine Aufschlüsselung der Abgaben der KKW nach Monat für die limitierten radioaktiven Abgaben ist in den Darstellungen A2 und A3 im Anhang 2 aufgezeigt. Die Tabelle A4 zeigt die in den KKW und im ZZL gemessenen Abgabewerte sowie die unter ungünstigen Annahmen, gemäss Richtlinie ENSI-G14 «Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung von Kernanlagen infolge emittierter radioaktiver Stoffe und Direktstrahlung», errechneten Personendosen für Erwachsene, zehnjährige Kinder und Kleinkinder in der Umgebung der betreffenden Anlage im Jahr 2025. Die Abgaben des PSI und die daraus in gleicher Weise berechneten Dosiswerte sind in der Tabelle A5 zusammengestellt. Eine nuklidspezifische Aufschlüsselung der Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser findet sich in der Tabelle A6, mit der Fortluft in den Tabellen A7 und A8 (alle Tabellen in Anhang 2). Die Darstellung 30 zeigt für die vier Schweizer KKW den Verlauf der in der Umgebung berechneten Dosen für die meistbetroffenen Personen (nur Erwachsene) über die letzten 29 Jahre.

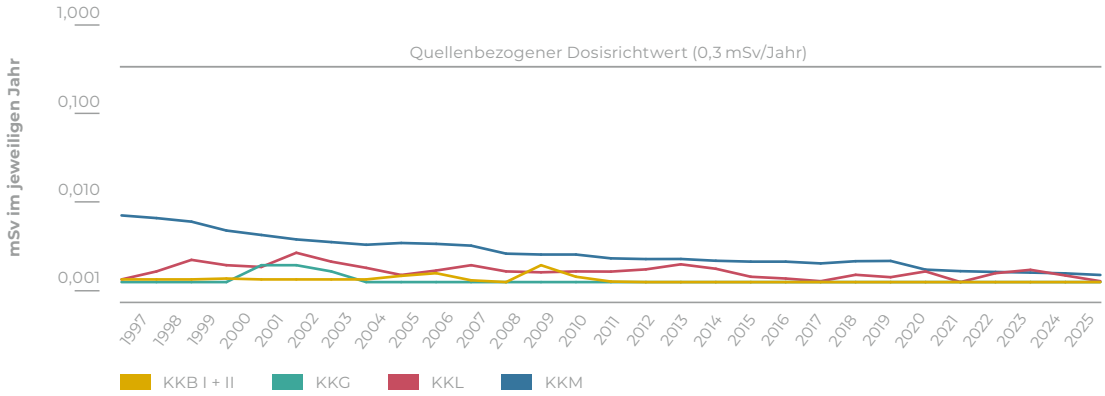
Zur Überprüfung der Messverfahren von Kernanlagen hat das ENSI 156 eigene gammaspektrometrische Messungen durchgeführt. Dabei wurden Aerosol- und Iodfilter sowie Abwasserproben aus den Anlagen stichprobenweise analysiert. Die Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung zwischen den Messwerten der Beaufsichtigten und jenen des akkreditierten Labors des ENSI. Bei der monatlichen Aufschlüsselung der radioaktiven Abgaben aus den KKW (vergleiche Darstellung A2 im Anhang 2) ist bei den flüssigen Abgaben beim KKG die jährlich jeweils vor dem Revisionsstillstand durchgeführte Verwerfungsaktion für tritiumhaltiges Wasser erkennbar. Solche Abgaben sind bei den Druckwasserreaktoren systembedingt erforderlich, um den operationellen Strahlenschutz während der Revision zu optimieren. Im Gegensatz zum KKG erfolgen die Tritiumabgaben im KKB über das ganze Jahr verteilt.

Alle Schweizer KKW haben auch 2025 die ^{14}C-Aktivität in der Fortluft gemessen. Der Dosisbeitrag von ^{14}C wurde aus den Messwerten ermittelt. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die ^{14}C-Abgaben aus den nicht-stillgelegten Schweizer KKW während des Normalbetriebs über die Ingestion von Nahrungsmitteln den grössten Beitrag zur Dosis in der Umgebung der Anlagen liefern. Dieser Beitrag liegt lediglich bei wenigen Prozenten des quellenbezogenen Dosisrichtwertes und ist somit radiologisch nicht relevant. Die aus den Emissionen der KKW errechnete Jahresdosis für Einzelpersonen der Bevölkerung beträgt unter Berücksichtigung der Ablagerungen aus den Vorjahren in unmittelbarer Nähe des KKG weniger als 0,001 mSv, beim KKB weniger als 0,001 mSv sowie in unmittelbarer Nähe des KKM etwa 0,002 mSv und bei KKL etwa 0,001 mSv. Die Dosiswerte für Einzelpersonen der Bevölkerung in der Umgebung betrugen somit im Jahr 2025



Darstellung 29: Abgaben der Schweizer KKW an die Atmosphäre und mit dem Abwasser in den letzten fünf Jahren im Vergleich mit den Jahres-abgabelimiten.

Berechnete Jahresdosen aus den erfolgten Emissionen



[1] Bis 2024: Erwachsene Person, die sich dauernd am kritischen Ort aufhält, ihre gesamte Nahrung von diesem Ort bezieht und nur Trinkwasser aus dem Fluss unterhalb des jeweiligen KKW konsumiert. An diesem Ort ist der Dosisbeitrag durch die Direktstrahlung aus den KKW vernachlässigbar. Werte kleiner als 0,001 mSv werden in der Figur als 0,001 mSv dargestellt.
Ab 2025 (Revision der Berechnungsgrundlage Richtlinie ENSI-G14): Fiktive Person mit Lebensgewohnheiten gemäss dem Konzept der repräsentativen Person nach ICRP-Veröffentlichung 101a und IAEA Safety Standard GSG-10.

Darstellung 30: Berechnete Dosen für die meistbetroffenen Personen[1] in der Umgebung der schweizerischen KKW.

nur einen Bruchteil des quellenbezogenen Dosisrichtwerts. Das PSI ist aufgrund der Bewilligung für die Abgabe radioaktiver Stoffe und die Direktstrahlung verpflichtet, sowohl für die einzelnen Anlagen als auch für die Gesamtanlage des PSI die aus den Abgaben resultierende Dosis in der Umgebung zu berechnen. Das ENSI errechnete beim PSI eine Jahresdosis für Einzelpersonen in der Umgebung von etwa 0,008 mSv. Diese Dosis ergibt sich hauptsächlich durch die Abgabe von kurzlebigen radioaktiven Gasen aus den Teilchenbeschleunigern im West-Areal des Institutes. Die vom PSI und vom ENSI unabhängig voneinander durchgeführten Berechnungen zeigen, dass unter ungünstigen Annahmen die Jahresdosis für Einzelpersonen der Bevölkerung in der Umgebung im Berichtsjahr deutlich unterhalb von 0,15 mSv pro Jahr, dem Anteil des PSI am quellenbezogenen Dosisrichtwert für den gemeinsamen Standort des PSI und des ZZL, liegt. Für das ZZL beträgt der Anteil 0,05 mSv pro Jahr. Die für das Jahr 2025 bilanzierten Abgaben des ZZL sind nuklidspezifisch in den Tabellen A6 bis A8 (im Anhang 2) zusammengestellt. Die berechnete Jahresdosis für Einzelpersonen der Umgebungsbevölkerung lag aufgrund der Abgaben unter ungünstigen Annahmen unterhalb von 0,001 mSv (Tabelle A4).

Das KKM hat nach dem Übergang zur Stilllegungsphase 1 im Einverständnis mit dem ENSI die Iodabgabemessung eingestellt. Aufgrund des weiter zurückliegenden Zeitpunkts, zu dem der Leistungsbetrieb eingestellt wurde und der Halbwertszeiten der Iodnuklide, war das übriggebliebene Iod beim Übergang zur Stilllegungsphase 1 bereits grösstenteils zerfallen. Seit September 2023 werden vom KKM auch keine Edelgasabgaben mehr gemessen, weil die Anlage seit diesem Zeitpunkt keinen Brennstoff mehr vor Ort hat und somit die Quelle für diese Nuklidgruppe wegfällt.

Die komplette Datensammlung und deren grafische Auswertung sind in Anhang 2 abgebildet.

Für radioaktive Edelgase und Abwasser aus den KKW sind die Emissionen bezogen auf sogenannte Äquivalentabgaben begrenzt. Dies bedeutet, dass neben der eigentlichen Abgabemenge aus dem Werk auch die radiologische Gefährlichkeit, das heisst die Radiotoxizität der abgegebenen Stoffe, berücksichtigt wird. Entsprechend darf von einem Stoff welcher zehnmal radiotoxischer ist als ein anderer, auch zehnmal weniger an die Umgebung abgegeben werden.

100
101
106
107
111
112
105
102
108
110
109

6. Immissionen in der Umgebung der Kernanlagen

6.1 Ortsdosis und Ortsdosisleistung in der Umgebung der Kernanlagen

Die Ortsdosis (OD) respektive die Ortsdosisleistung (ODL) durch externe Strahlung bei den Kernkraftwerken (KKW) und beim Paul Scherrer Institut (PSI) wird mit dem MADUK-Messnetz (siehe Kapitel 6.2) sowie mit passiven Dosimetern in der Umgebung und am Arealzaun überwacht. Bei den passiven Dosimetern handelt es sich um Thermolumineszenz-Dosimeter (TLD), Radiophotolumineszenz-Dosimeter (RPLD) und Environmental Direct Ion Storage-Dosimeter (EDIS). Zusätzlich führt das ENSI vierteljährlich Dosisleistungsmessungen am Arealzaun durch, welche bei Bedarf mit speziellen Messkampagnen zur Bestimmung der ODL ergänzt werden. Die Messungen aller Betreiber und des ENSI ergaben 2025 keinen Hinweis auf eine Verletzung der nach Art. 79 Absatz 2 StSV anzuwendenden Immissionsgrenzwerte für die Direktstrahlung ausserhalb des Betriebsareals von 0,02 mSv pro Woche für Wohn- und Aufenthaltsräume und von 0,1 mSv pro Woche für andere Bereiche.

Die ODL ist im Nahbereich (beispielsweise am Arealzaun) des Siedewasserreaktors im KKW Leibstadt (KKL) durch Direkt- und Streustrahlung aus dem Maschinenhaus erhöht. Diese Strahlung resultiert aus dem radioaktiven Zerfall des kurzlebigen Stickstoffnuklids ^{16}N, welches im Reaktor produziert und bei Siedewasserreaktoren mit dem Dampf in die Turbine im Maschinenhaus getragen wird. Zudem können Abfalllager zu einer erhöhten OD am Zaun beitragen. Rückbauarbeiten, wie sie im KKW Mühleberg (KKM) stattfinden, können ebenfalls zu temporären Erhöhungen der OD am Zaun führen.

An der Arealgrenze des KKW Beznau (KKB) wurden in den Quartalsmessungen des ENSI ODL zwischen dem natürlichen Untergrund (NU) von 0,07 Mikrosievert pro Stunde (µSv/h) und 0,11 µSv/h festgestellt. Dies entspricht nach Abzug des NU einer maximalen OD von 0,007 mSv pro Woche. Mittels den quartalsweise ausgewerteten TLD wurde nach Abzug des NU am meistexponierten Ort eine OD von 0,008 mSv pro Woche ermittelt.

Beim KKW Gösgen (KKG) hat das ENSI am Zaun eine ODL zwischen 0,07 µSv/h (NU) und 0,09 µSv/h gemessen. Nach Abzug des NU entspricht dies einer höchsten wöchentlichen OD von 0,003 mSv. Mittels EDIS konnte keine signifikante Erhöhung der OD über dem NU festgestellt werden.

Am Zaun des KKL ermittelte das ENSI bei seinen vierteljährlichen Messungen ODL zwischen 0,07 µSv/h (NU) und 0,19 µSv/h. Dies entspricht nach Abzug des NU am meistexponierten Ort einer Erhöhung der OD von etwa 0,020 mSv pro Woche. Die vom KKL quartalsweise ausgewerteten EDIS am Zaun ergeben nach Subtraktion des NU eine maximale, auf eine Woche gemittelte Erhöhung der OD von etwa 0,013 mSv.

Beim KKM hat das ENSI bei seinen vierteljährlichen Messungen ODL zwischen 0,07 µSv/h (NU) und 0,11 µSv/h eruiert. Auf eine Woche hochgerechnet, basierend auf dem maximalen Momentanwert am meistexponierten Ort, resultiert damit eine Erhöhung der OD von etwa 0,007 mSv. Die vom KKM quartalsweise ausgewerteten TLD am Zaun ergeben nach Abzug des NU eine maximale, auf eine Woche gemittelte Erhöhung der OD von etwa 0,008 mSv.

Am Zaun des PSI ermittelte das ENSI bei seinen vierteljährlichen Messungen ODL zwischen

0,07 µSv/h (NU) und 0,10 µSv/h. Dies entspricht nach Abzug des NU am meistexponierten Ort einer Erhöhung der OD von ca. 0,005 mSv pro Woche. Die vom PSI quartalsweise ausgewerteten RPLD am Zaun ergeben nach Subtraktion des NU eine maximale, auf eine Woche gemittelte Erhöhung der OD von etwa 0,008 mSv.

Beim ZZL konnte mittels der Quartalsmessungen, bei denen die ODL-Werte zwischen 0,07 µSv/h (NU) und 0,09 µSv/h lagen, eine auf dem Maximalwert der ODL basierende Erhöhung der wöchentlichen OD von 0,003 mSv nach Abzug des NU bestimmt werden. Dieselbe Auswertung der RPLD am Zaun ergab eine Erhöhung der OD nach Abzug des NU von 0,002 mSv pro Woche.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass der Immissionsgrenzwert aus der StSV für die Direktstrahlung in der Umgebung der oben aufgeführten Kernanlagen 2025 eingehalten wurde.

6.2 Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der KKW (MADUK)

6.2.1 Übersicht

Das Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der KKW (MADUK) inklusive der Einrichtungen zur Übernahme von Anlageparametern (ANPA) und Kaminemissionswerten (EMI) aus den KKW wurde im Laufe des Jahres 1993 aufgebaut und im Frühling 1994 in den operationellen Betrieb überführt. Das System, das die Dosisleistung in der Umgebung der KKW ganzjährig rund um die Uhr misst und überwacht, dient der Beweissicherung für die Behörden und gegenüber der Öffentlichkeit. Zudem ermöglicht es das Erkennen von Betriebsstörungen und Unfällen, da Erhöhungen über den natürlichen Dosiswerten ab einem vordefinierten Schwellenwert dem ENSI automatisch gemeldet werden. Bei einem Störfall unterstützt das MADUK-System die Notfallorganisation bei der Bestimmung des betroffenen Gebietes und bei der Einschätzung für mögliche Massnahmen. Zudem trägt MADUK mit einem schnellen Datenaustausch zur erfolgreichen Zusammenarbeit mit den involvierten Behörden bei.

Das MADUK-Netz zur Messung der Dosisleistungen besteht aus insgesamt 57 Immissionsmessstationen in der Umgebung der vier KKW. Die Messsonden des MADUK-Systems komplettieren und ergänzen das gesamtschweizerische Messnetz zur Radioaktivitätsüberwachung (Netz für automatische Dosisalarmierung und -messung – NADAM), das aus 76 über die ganze Schweiz verteilte Messstationen besteht. Die Geiger-Müller-Zählrohre in den Sonden ermitteln die Gamma-Dosisleistung im Messbereich von 10 nSv/h (Niederdosiszählrohr) bis 10 Sv/h (Hochdosiszählrohr). Die MADUK-Zentrale des ENSI verarbeitet und archiviert die Daten, sorgt im Bedarfsfall für eine sofortige Alarmierung der ENSI-Notfallorganisation und sichert die Daten langfristig. Zudem stellt sie einen permanenten Datenaustausch mit externen Partnern wie der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) und der Kernreaktorfernüberwachung Baden-Württemberg sicher. Die Darstellung 31 zeigt die Standorte der Messsonden in der Umgebung der KKW.

Auf der Webseite https://ensi.admin.ch/de/messwerte-radioaktivitat/ sind alle seit 1994 archivierten Tages-, Stunden- und Zehn-Minuten-Mittelwerte der MADUK-Stationen abrufbar.

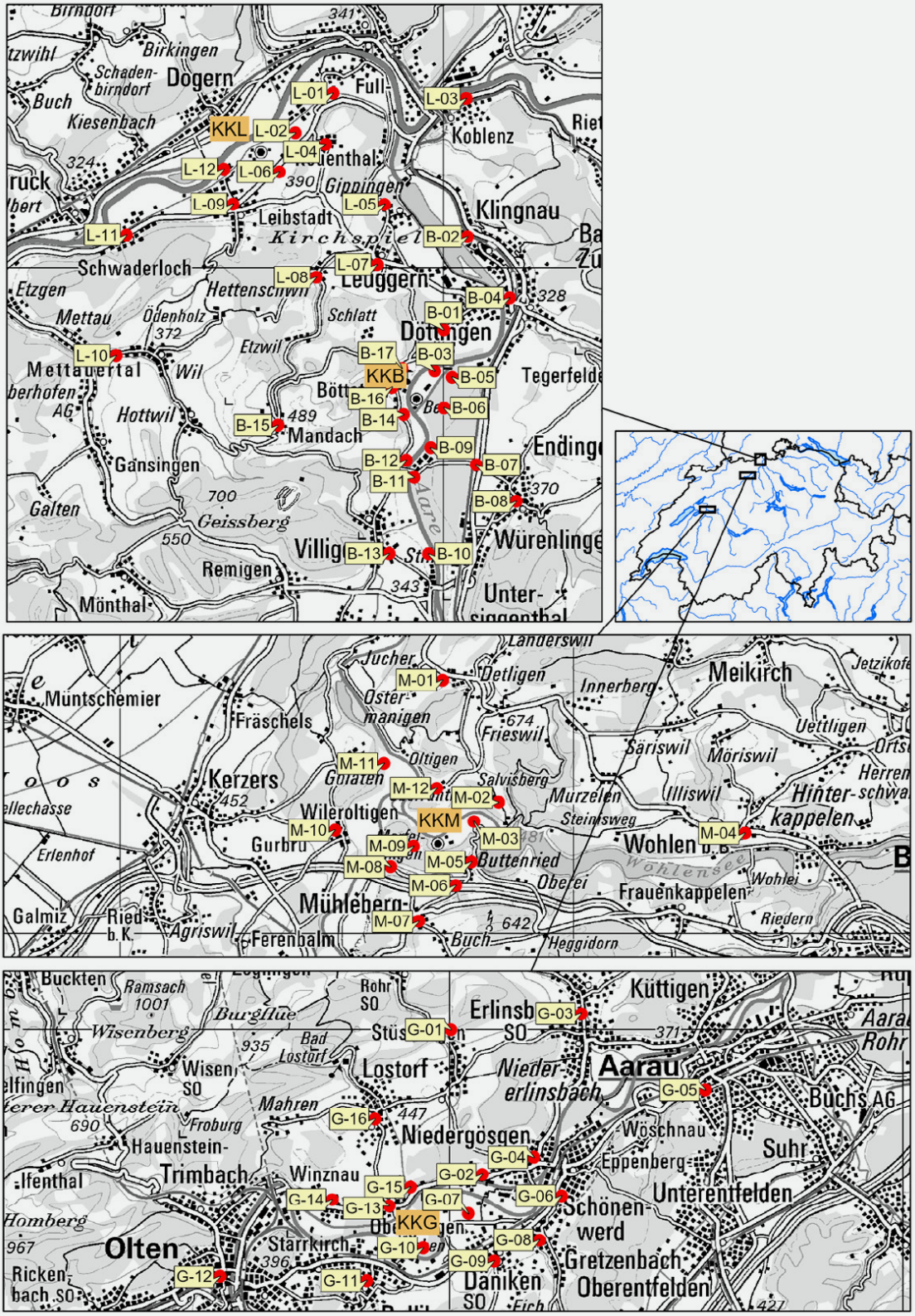
6.2.2 Systeminstandhaltung und -ergänzung

Im 2. Quartal 2025 hat das ENSI seine Rechner für die Erfassung der Dosisleistungsdaten der MADUK-Stationen auf der Virtualisierungsumgebung der Notfallorganisation emuliert. Die Migration konnte aufgrund der vorhandenen Redundanzen ohne Unterbruch des Betriebs von MADUK durchgeführt werden. Mit diesen Arbeiten konnte die vollständige Virtualisierung der MADUK-Systeme im ENSI abgeschlossen werden.

6.2.3 Systemverfügbarkeit und Störungen

Die System- und Datenverfügbarkeit ist bei MADUK von besonderer Bedeutung. Das System muss eine kontinuierliche Überwachung gewährleisten können. Diese wird von der Öffentlichkeit wahrgenommen. Die entsprechenden Kenngrössen für die System- und Datenverfügbarkeit

MADUK Standorte



Darstellung 31: Die vier Messringe des MADUK-Netzes. Kartendaten PK200 © Bundesamt für Landestopografie.

wurden auf den 1. Januar 2024 neu definiert. Mit der Kenngrösse «Systemverfügbarkeit» (Zielwert 100 %) wird die Verfügbarkeit der MADUK-Zentrale beurteilt, mit der Kenngrösse «Datenverfügbarkeit» (Zielwert 99 %) die Verfügbarkeit der verschiedenen in MADUK erfassten Daten. Im Jahr 2025 lag die Kenngrösse «Systemverfügbarkeit» bei 100 %, die Kenngrösse «Datenverfügbarkeit» bei 99,4 %.

Nur ein einziger Unterbruch im Berichtsjahr, der länger als eine Stunde dauerte, wurde bei den MADUK-Messstationen verzeichnet. Bei der Station M-11 (Golaten, Wittenberg) fiel am 29. April die ODL-Messung während drei Stunden aus. Nach einem automatischen Neustart der Messsonde konnte jedoch wieder einwandfrei gemessen werden. Längere Unterbrüche bei der Datenübertragung werden durch eine Redundanz via Satelliten verhindert. Damit konnten in der Vergangenheit diverse Ausfälle in der Mobilfunkübertragung überbrückt werden. Die Verfügbarkeit der Dosisleistungsdaten aller MADUK-Stationen im Archiv betrug 99,99 %.

Ebenfalls ohne längere Unterbrüche lief die Übertragung der ANPA-/EMI-Daten. Wartungsarbeiten führten beim KKL während der Jahresrevision zu einem Unterbruch von sechs Stunden. Beim KKG wurden insgesamt vier Unterbrüche verzeichnet, die länger als eine Stunde dauerten. Die Maximaldauer betrug 2,3 Stunden und ereignete sich während des Anlagenstillstands.

Den grössten negativen Beitrag zur Kenngrösse Datenverfügbarkeit lieferten Unterbrüche bzw. Ausfälle von Meteodaten. So kam es im April und Mai zu längeren Ausfällen der Windmessungen bei der Station KKG des automatischen Messnetzes von MeteoSchweiz (SwissMetNet) von insgesamt rund 130 Stunden. Im September wurde ein Ausfall von 165 Stunden bei der SwissMetNet-Station des KKB registriert.

Bei den ODL-Daten aus der Kernreaktorfernüberwachung Baden-Württemberg wurden Ende November aufgrund von Unterhaltsarbeiten Ausfälle, beziehungsweise Verzögerungen in der Datenlieferung einzelner Stationen über rund 50 Stunden beobachtet.

6.2.4 Qualitätssicherung

Die Aufgaben im Bereich der Qualitätssicherung basieren auf dem Qualitätsmanagementsystem des ENSI. Dadurch ist gewährleistet, dass alle Aufgaben im Zusammenhang mit dem Betrieb, der Wartung und der Instandhaltung oder Erneuerung qualitätsgesichert und nachvollziehbar bearbeitet werden.

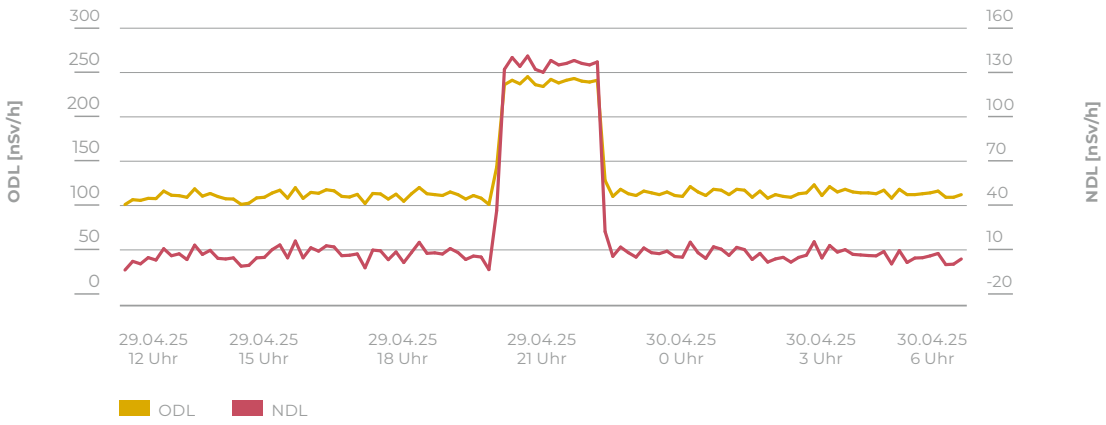
Im dritten Quartal 2025 erfolgte, wie üblich, eine jährliche Funktionsprüfung der Messsonden mit Hilfe einer radioaktiven Quelle. Alle Messsonden erfüllten die Prüfkriterien.

Als weitere qualitätssichernde Massnahme führt das ENSI üblicherweise Messungen mittels In-situ-Gammaspektrometrie bei den Messstationen durch. Im Jahr 2025 erfolgten die Messungen an den MADUK-Standorten der Messringe des KKB und des KKM. Bei allen Messungen konnten keine Immissionen aufgrund der Kernanlagen nachgewiesen werden.

Datum und Uhrzeit		Station	Dauer [h]	Max. NDL [nSv/h]	Max. ODL [nSv/h]
29. April 2025	20.10	B-15	2,0	141	245
25. Juli 2025	19.00	G-07	0,5	63	166
26. Juli 2025	19.00	G-05	0,5	54	144
26. Juli 2025	16.50	B-13	0,5	71	189
26. Juli 2025	17.50	L-10	0,3	57	171
31. Juli 2025	01.20	B-12	0,2	50	147
19. August 2025	14.00	G-02	0,2	190	290
20. August 2025	20.40	L-06	1,0	94	215
20. August 2025	20.30	L-12	1,2	72	198
20. August 2025	21.20	L-09	0,2	50	185
20. August 2025	10.30	B-11	0,2	389	494

Tabelle 1: Auflistung der Schwellwertüberschreitungen durch die Nettodosisleistung im Jahr 2025.

Erhöhte Messwerte bei der Station B-15, Gemeindehaus Mandach



Darstellung 32: Verläufe der ODL und NDL bei der Station B-15, Gemeindehaus, Mandach, am 29. und 30. April 2025.

6.2.5 Messergebnisse

Im Jahr 2025 verzeichneten die Messstationen insgesamt elf Verletzungen des Nettodosisleistungsschwellenwertes von 50 nSv/h (Tabelle 1). Zwei Erhöhungen (G-02 – Niedergösgen Mülifeld, 19. August 2025, 14 Uhr; B-11 – Würelingen, PSI Personalrestaurant, 20. August 2025, 10.30 Uhr) waren auf Messungen im Rahmen der Funktionsprüfung 2025 zurückzuführen. Bei der Funktionsprüfung wird die Station jeweils in den Testzustand gesetzt, womit auch die Messwerte entsprechend gekennzeichnet werden. Die beiden betroffenen Stationen wurden zu früh vom Testbetrieb wieder in den Normalbetrieb gesetzt. Dadurch wurden die Messwerte nicht korrekt markiert und über die normale Datenverarbeitung auch auf dem Internet publiziert.

Am 29. April ab 20.10 Uhr zeigte die Messtation B-15 (Mandach, Gemeindehaus) erhöhte Messwerte (Darstellung 32) der Ortsdosisleistung (ODL) und der Nettodosisleistung (NDL). In der Folge wurde um 21.16 Uhr der ENSI-Pikettingenieur automatisch alarmiert. Um 22.20 Uhr fielen die Messwerte wieder auf das normale Niveau ab. Die Erhöhung war über die gesamte Zeit innerhalb der Messunsicherheiten konstant. Dies liess eine konstante radioaktive Quelle in der näheren Umgebung der Messstation vermuten. Die Messstation liegt in unmittelbarer Nähe zum Gemeindehaus sowie zum Schulhaus und der Mehrzweckhalle. Mit Hilfe der Gemeinde Mandach konnte als Ursache eine radioaktive Quelle für medizinische Zwecke identifiziert werden, die sich in einem während dieser Zeit geparkten Auto in unmittelbarer Nähe zur Messsonde befand.

Alle anderen registrierten Erhöhungen über dem Schwellenwert waren auf Washout von natürlichen Radionukliden zurückzuführen.

Das ENSI stellte keine erhöhten Ortsdosisleistungswerte fest, welche auf die Abgaben der KKW zurückzuführen waren.

Die Darstellung 33 zeigt die Maxima, die Minima und die Medianwerte der Tagesmittelwerte der jeweiligen Messringe im Berichtsjahr in den Umgebungen der KKW.

6.3 Immisionsmessungen im Wasserpfad

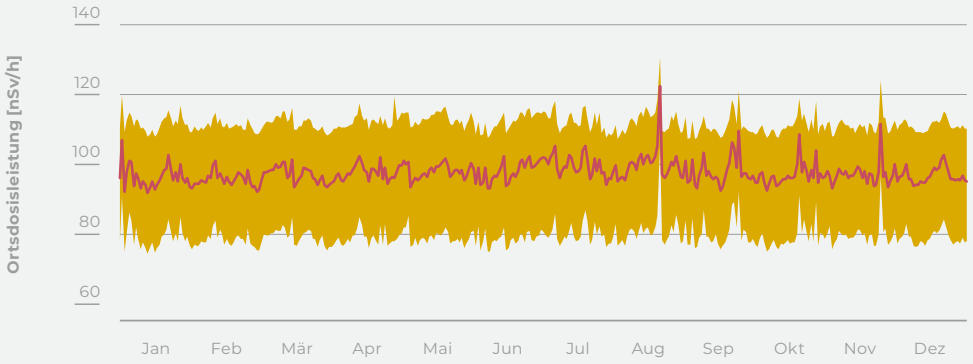
Die Eawag führt im Auftrag des ENSI Immissionsmessungen im Wasserpfad stromabwärts der Kernanlagen durch. Gemessen werden Wasser-, Grundwasser-, Sediment-, Wasserpflanzen- und Fischproben gemäss den Abgabereglementen.

In den Wasserproben aus Aare und Rhein konnten keine Radionuklide aus dem Betrieb der Kernanlagen nachgewiesen werden. Entsprechend wurden die Immissionsgrenzwerte und die Untersuchungsschwelle gemäss Strahlenschutzverordnung eingehalten. In den Grundwasserproben von Aarberg, Schönenwerd, Böttstein und Pratteln wurden keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen.

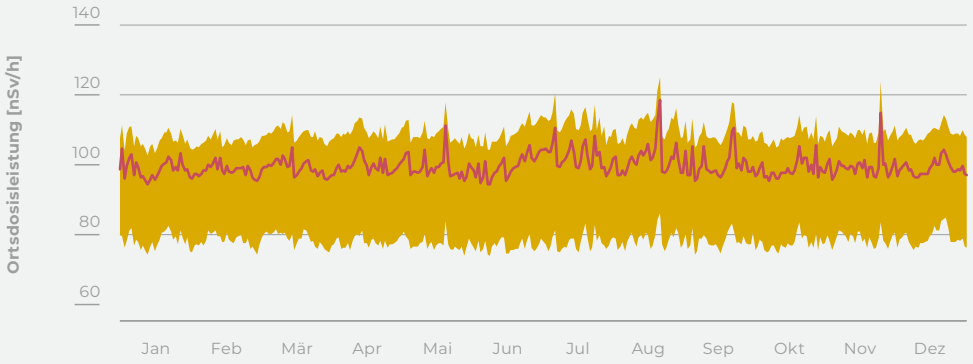
Immissionen in der Umgebung der Kernanlagen

Darstellung 33: Wertebereiche aus Tagesmittelwerten für die Messringe des KKB, KKG, KKL und KKM im Jahr 2025.

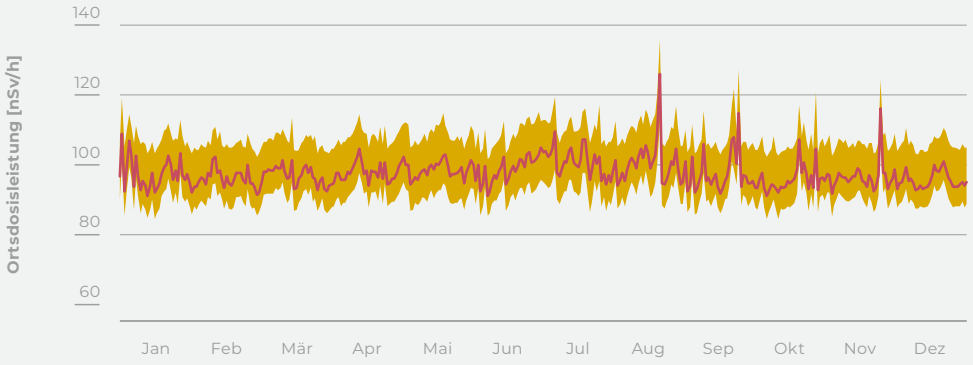
Maxima, Minima und Medianwerte des MADUK-Messrings des KKB für das Jahr 2025



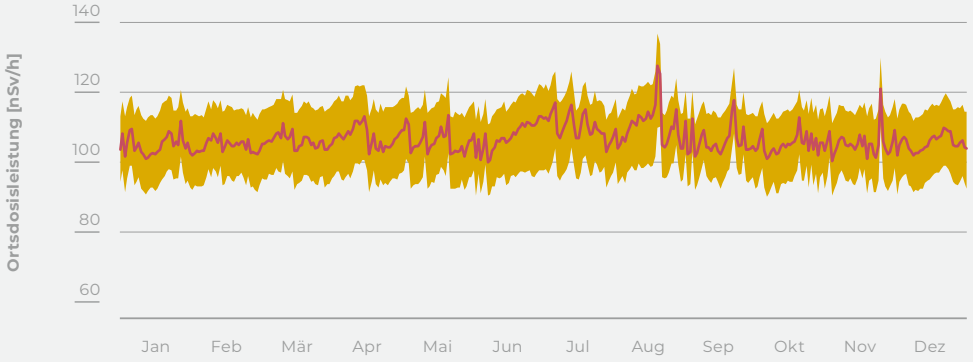
Maxima, Minima und Medianwerte des MADUK-Messrings des KKG für das Jahr 2025



Maxima, Minima und Medianwerte des MADUK-Messrings des KKL für das Jahr 2025



Maxima, Minima und Medianwerte des MADUK-Messrings des KKM für das Jahr 2025

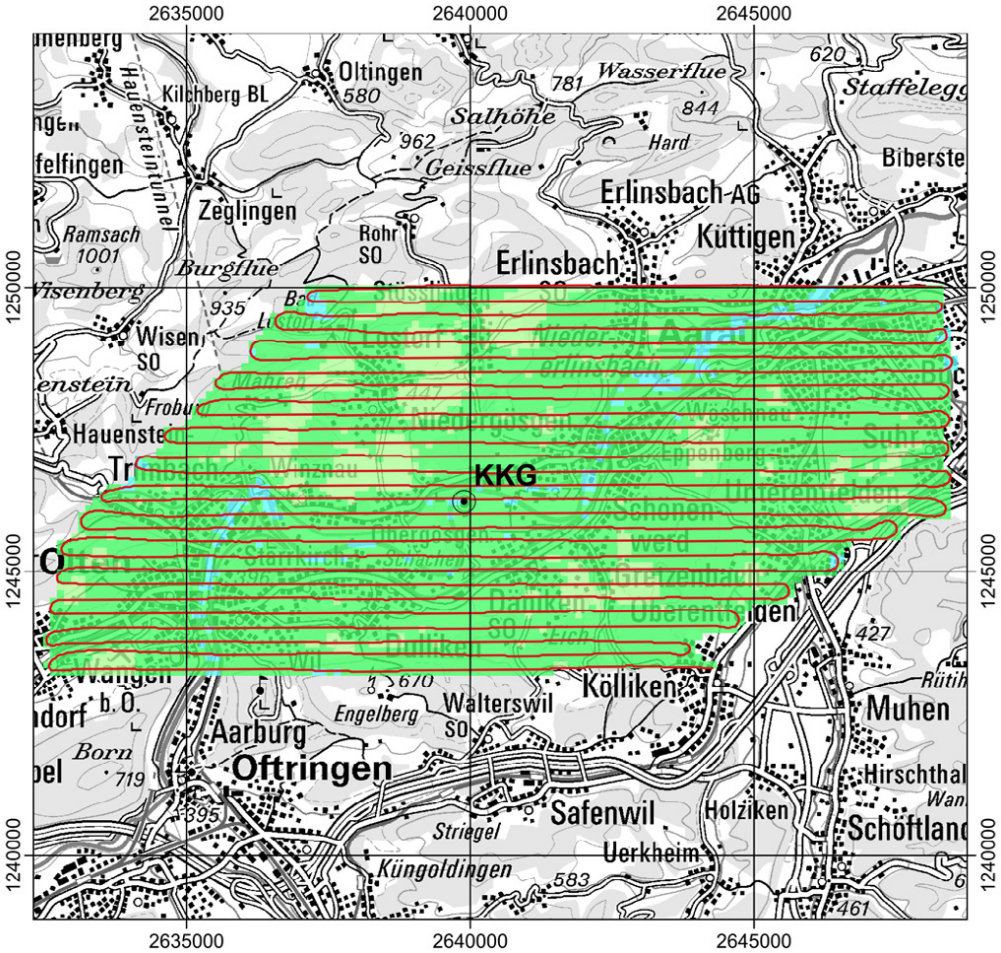


In diversen Sedimentproben bei Hagneck, Klingnau und Pratteln wurden Spuren von ^{54}Mn detektiert. Der maximale Wert für ^{54}Mn lag bei Hagneck bei 0,5 Bq/kg (Befreiungsgrenze LL = 100 Bq/kg). An der Messstelle Klingnau lag der maximale Wert für ^{54}Mn bei 0,6 Bq/kg und an der Messstelle Pratteln bei 0,5 Bq/kg. In allen Sedimentproben wurde ^{137}Cs gemessen. Dieses stammt hauptsächlich aus ausgewaschenem ^{137}Cs des Fallouts aus den Kernwaffentests und dem Tschernobyl-Ereignis. Der maximale Wert für ^{137}Cs im Sediment betrug 6,8 Bq/kg (Befreiungsgrenze LL = 100 Bq/kg).

In den Proben von Wasserpflanzen konnten keine Radionuklide aus dem Betrieb der Kernanlagen nachgewiesen werden. In der Fischprobe aus dem Rhein bei Augst wurden ^{137}Cs-Aktivitäten von 1,3 Bq/kg festgestellt (Höchstgehalt 1250 Bq/kg gemäss Kontaminantenverordnung SR 817.022.15, Anhang 10). In den Fischproben aus dem Bielersee wurden keine Aktivitäten von künstlichen Radionukliden über der Nachweisgrenze festgestellt.

Detaillierte Resultate zu allen Messungen des Probenahme- und Messprogramms können dem Jahresbericht des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) 2025 über «Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz» entnommen werden.

Ortsdosisleistung im Messgebiet KKG



Darstellung 34: Ortsdosisleistung 2025 im Messgebiet KKG. Kartendaten PK200 © Bundesamt für Landestopografie.

Fluglinien

ODL (µSv/h)
- <= 0,04
- 0,04–0,06
- 0,06–0,08
- 0,08–0,1
- 0,1–0,15
- 0,15–0,2
- 0,2–0,3
- 0,3–0,5
- 0,5–2
- 2–5
- 5–10
- > 10

6.4 Aeroradiometrische Messungen

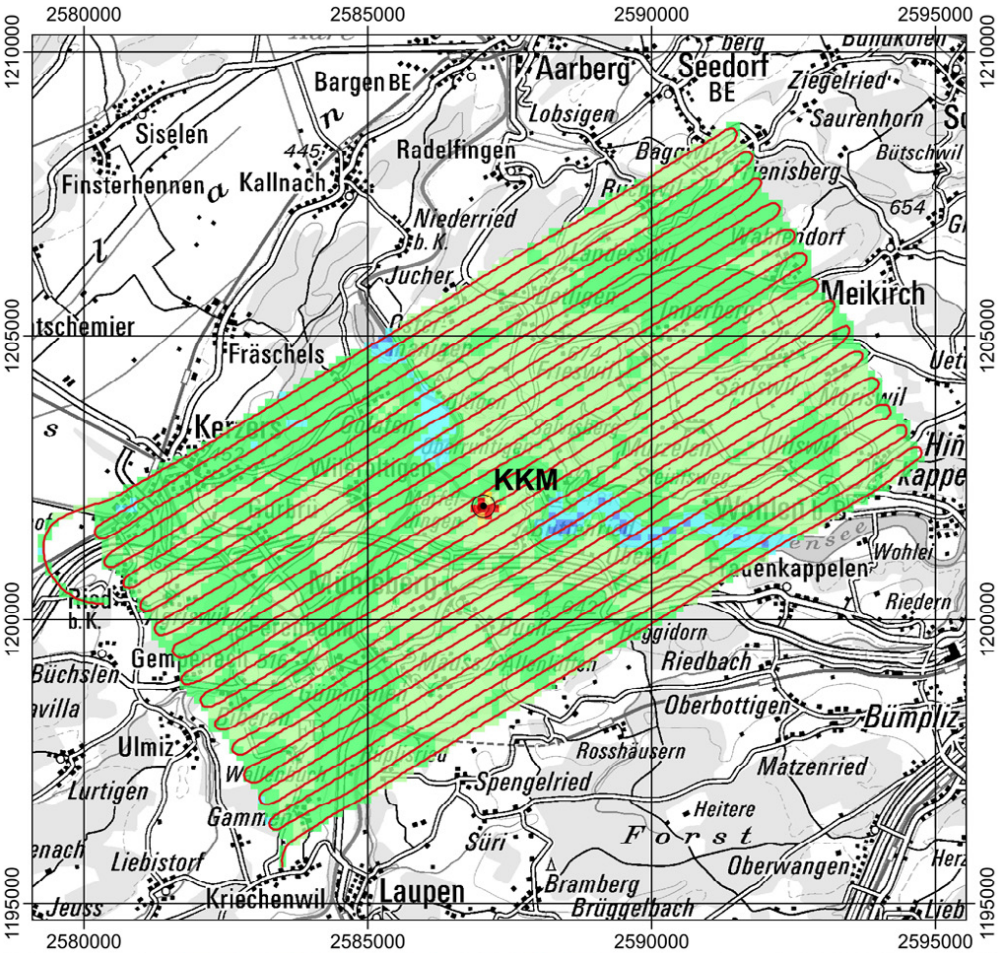
6.4.1 Einleitung

Aeroradiometrische Messungen wurden in der Schweiz im Jahr 1986 mit einem geophysikalischen Projekt am Institut für Geophysik der Eidgenössisch Technischen Hochschule Zürich aufgenommen. Die grundlegende Methodik für Datenerfassung, Datenverarbeitung, Kalibrierung und Kartendarstellung wurde innerhalb dieses Projektes entwickelt. Seit 1989 wird die Umgebung der Schweizer Kernanlagen mindestens im Zweijahresrhythmus vermessen.

Im Jahr 1994 wurde die Aeroradiometrie in die Einsatzorganisation Radioaktivität des Bundes integriert. Als mögliche Einsatzfälle stehen Transport- und Industrieunfälle mit radioaktivem Material, KKW-Störfälle, Abstürze von Satelliten mit Nuklearreaktoren sowie «Dirty Bombs» im Vordergrund. Die jährlichen Messprogramme werden durch die Fachgruppe Aeroradiometrie zusammengestellt. Diese besteht aus Mitgliedern der beteiligten Stellen.

Mit den Messflügen 2018 erfolgte die Ablösung der alten Messsysteme durch ein Messsystem der Firma Mirion. Dieses wurde durch die Rüstungsunternehmen-Aktiengesellschaft (RUAG) in den

Ortsdosisleistung im Messgebiet KKM

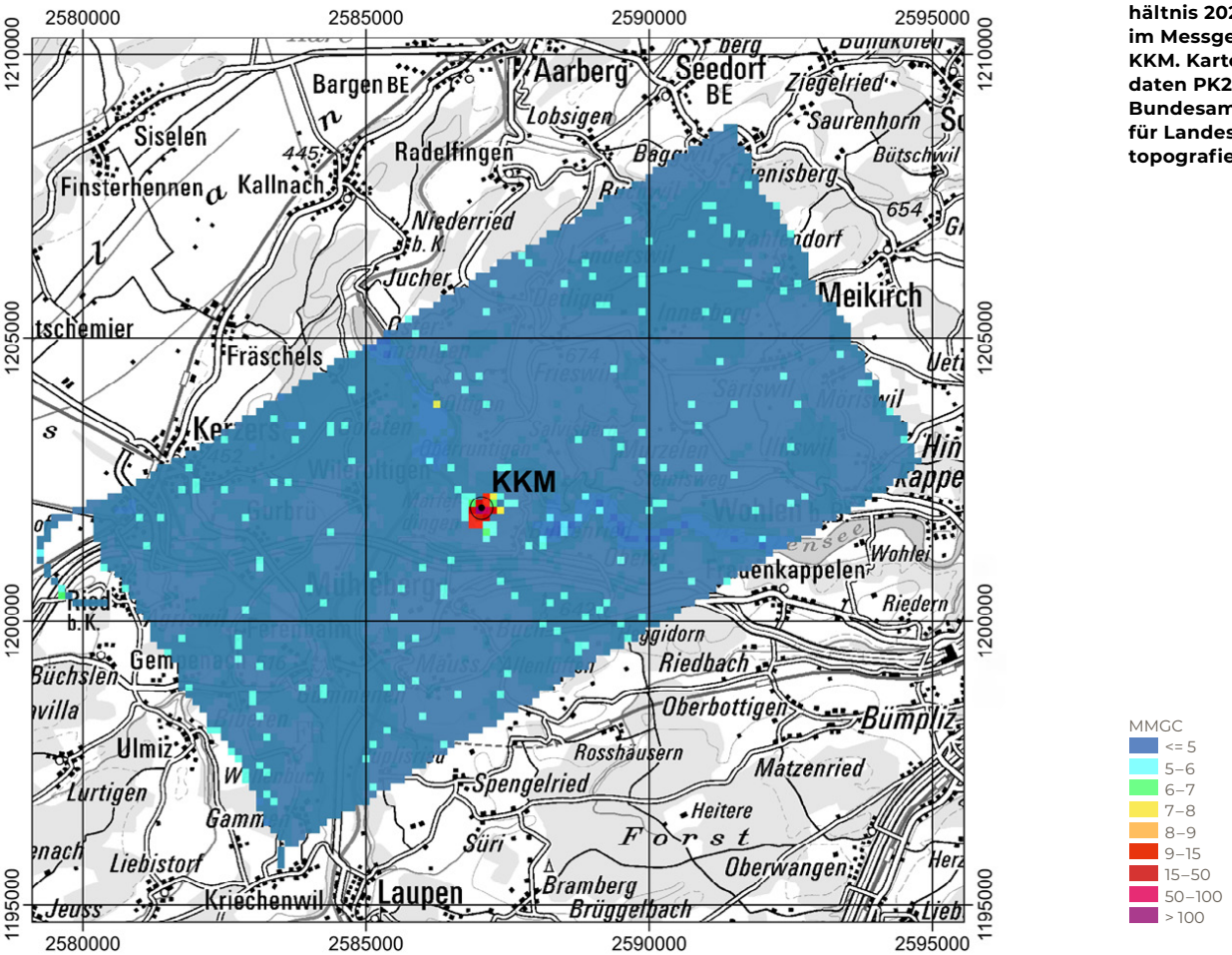


Darstellung 35: Ortsdosisleistung 2025 im Messgebiet KKM. Kartendaten PK200 © Bundesamt für Landestopografie.

Fluglinien

ODL (µSv/h)
- <= 0,04
- 0,04–0,06
- 0,06–0,08
- 0,08–0,1
- 0,1–0,15
- 0,15–0,2
- 0,2–0,3
- 0,3–0,5
- 0,5–2
- 2–5
- 5–10
- > 10

MMGC-Verhältnis im Messgebiet KKM



Darstellung 36: MMGC-Verhältnis 2025 im Messgebiet KKM. Kartendaten PK200 © Bundesamt für Landestopografie.

Super-Puma-Helikopter der Schweizer Luftwaffe integriert. Dieses Messsystem wurde in den vorangehenden Messübungen eingehend getestet und die Ergebnisse wurden mit denen des alten Systems verifiziert. Für die Aufgaben der NAZ sowie des Kompetenzzentrums ABC-KAMIR der Armee stehen insgesamt vier Messsysteme zur Verfügung. Deren Wartung und Unterhalt erfolgen durch die Lieferanten.

Im Jahr 2010 wurde mithilfe der Auswertung der Langzeitdaten die Nachweisgrenze der Messmethode ermittelt: 0,02 µSv/h werden in 95 von 100 Fällen erkannt (Vertrauensbereich 95 %). Dies entspricht ungefähr 20 % der natürlichen externen Strahlung.

6.4.2 Messungen und Messresultate

Während der Messübung unter der Leitung der NAZ wurden turnusgemäss die Umgebungen des KKG (27. Mai 2025) und des KKM (28. Mai 2025) aeroradiometrisch gemessen.

Vom 2. bis 6. Juni fand zudem die internationale Messübung AGC25 mit Teilnehmern aus Deutschland, Frankreich, Tschechien und Litauen statt. Die detaillierten Ergebnisse sämtlicher Messungen wurden in einem PSI-Bericht (https://www.dora.lib4ri.ch/psi/item/psi:84944) anfangs des Jahres 2026 publiziert.

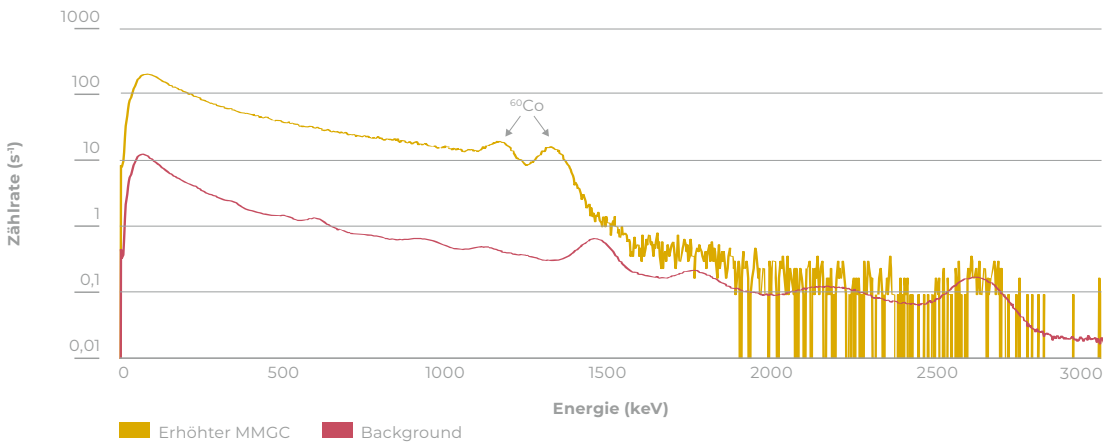
Die Messresultate im Messgebiet KKG zeigten ein ähnliches Bild wie in den vorangegangenen Messkampagnen. Im Bereich des Kernkraftwerkes sind

Immissionen in der Umgebung der Kernanlagen

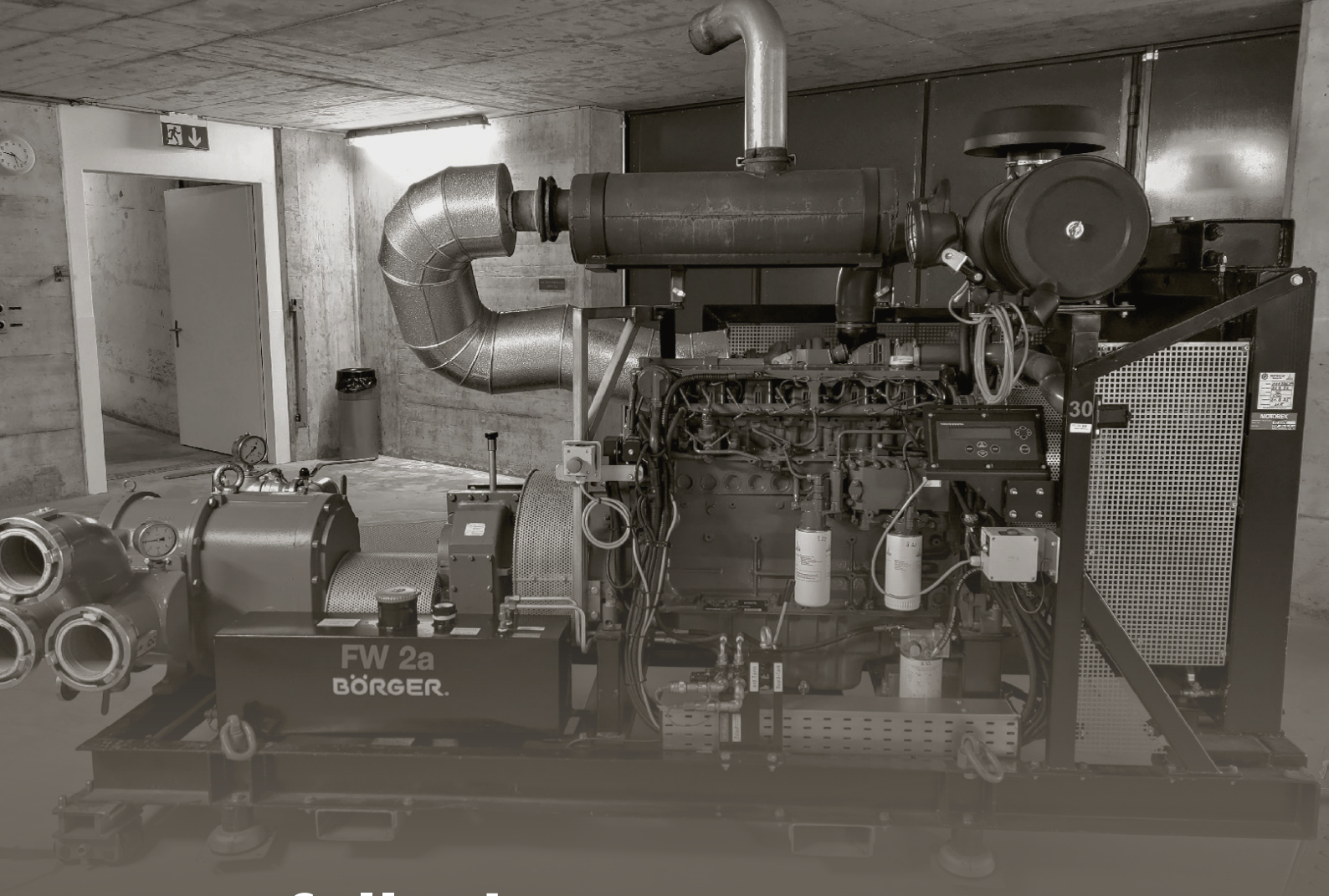
keine besonderen Werte bei der Ortsdosisleistung (Darstellung 34) zu erkennen.

Die Messresultate im Messgebiet KKM, das sich im Rückbau befindet, zeigten ebenfalls ein ähnliches Bild wie in der vorangegangenen Messkampagne. Im Bereich des KKM sind sowohl bei der Ortsdosisleistung (Darstellung 35) wie auch beim Man Made Gross Count (MMGC)-Verhältnis (Darstellung 36) erhöhte Werte zu erkennen. Das MMGC-Verhältnis steht für den Quotienten der Zählraten im Energiebereich von 400–1400 Kiloelektronenvolt [keV] und 1400–3000 keV. Da die meisten Spaltprodukte Gammalinien im Energiebereich unterhalb von 1400 keV aufweisen, stellt das MMGC-Verhältnis ein empfindliches Instrument zur Lokalisierung künstlicher Radionuklide dar. Die erhöhten Werte im Bereich des KKM sind auf zwischengelagerte radioaktive Abfälle aus dem Rückbau zurückzuführen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Komponenten mit dem Aktivierungsprodukt ^{60}Co. Die entsprechenden Gammalinien von ^{60}Co konnten in den gemessenen Spektren deutlich erkannt werden (Darstellung 37). Die in der Karte rot markierte Fläche erscheint grösser als das Kraftwerksareal. Dies liegt an der begrenzten örtlichen Auflösung der Messdaten sowie daran, dass der Detektor nicht nur senkrecht eintreffende Strahlung erfasst, sondern auch Strahlung aus einem kegelförmigen Volumen zu den Messwerten beiträgt. Erhöhte Werte ausserhalb des Areals von KKM waren nicht erkennbar. Weitere Unterschiede in der Ortsdosisleistung sind auf Einflüsse der Topografie, wie Untergrund, Vegetation und Gewässer zurückzuführen.

Gamma-Spektrum im Messgebiet KKM



Darstellung 37: Gemittelte Spektren im Gebiet der erhöhten MMGC-Verhältnisse und über einem Gebiet ausserhalb der erhöhten Werte (Background).



Notfallschutz

Die Sektion «Störfallauswirkungen und Notfallschutz» befasst sich mit Störfallszenarien in Kernanlagen und beurteilt deren radiologische Auswirkungen auf das Personal und die Umgebung. Sie berät und unterstützt die Behörden des Bundes und der Kantone bei der Planung und Realisierung von Notfallschutzmassnahmen und ist federführend bei der Aufsicht über die Notfallbereitschaft der Kernanlagenbetreiber. Weiter sorgt sie für die Einsatzbereitschaft der ENSI-eigenen Notfallorganisation (ENSI-NFO). Zudem ist sie für den Betrieb, den Unterhalt und die Entwicklung des Prognosemodells JRODOS, mit dem die radiologischen Auswirkungen im Falle von unfallbedingten atmosphärischen Freisetzungen von radioaktiven Stoffen bestimmt werden, zuständig. Im Besonderen sorgt die Sektion für die jährliche Aktualisierung der Notfallschutzzonenpläne.

Vorwort der Leitung der Sektion «Störfallauswirkungen und Notfallschutz»

Das Jahr 2025 zeichnete sich rückblickend erneut durch ein breites Spektrum von Aktivitäten aus: Unter anderem konnten die Arbeiten an der Richtlinie ENSI-B11 mit der Inkraftsetzung im Oktober abgeschlossen werden, die nach dieser Richtlinie von den Schweizer Kernanlagenbetreibern durchzuführenden Notfallübungen wurden planmässig inspiziert und die Inspektionen der Notfallkommunikationsmittel bestätigten deren uneingeschränkte Verfügbarkeit. Die Umsetzung der nach dem Unfall in Fukushima gestiegenen Anforderungen an die Notfallvorsorge wurde mit einer Inspektion der Notfallräumlichkeiten im Kernkraftwerk Gösgen im August überprüft. Das Hauptaugenmerk der Inspektion lag auf den grundlegenden Anforderungen an die zur Verfügung gestellten Räumlichkeiten, wie etwa das Bereithalten von aktuellen Notfallvorschriften und Führungshilfen. Zudem wurden die technischen Ausrüstungen inspiziert, die den Aufenthalt und das Arbeiten der Notfallorganisation (NFO) in der Anlage unter erschwerten Bedingungen ermöglichen sollen. Die Planung weiterer gleichartig ausgerichteter Inspektionen hat begonnen. Auch die Vorbereitungen für die Gesamtnotfallübung im September 2026 haben Fahrt aufgenommen. Hierbei sind zahlreiche Details zu klären und zu regeln: unter anderem sind der Ausbildungsumfang und -inhalt der Notfallorganisation des ENSI zu beschliessen, der Besuch ausländischer Gäste beziehungsweise Experten zu organisieren und Übungsbeobachter beim ENSI sowie in der Kernanlage festzulegen. Ausserdem sind Szenario und Drehbuch mit den teilnehmenden Organisationen abzustimmen. Parallel zu den Planungsarbeiten für die Gesamtnotfallübung 2026 erfolgten Fortschritte bei der Umsetzung des an der letzten Gesamtnotfallübung 2024 erkanntem Verbesserungspotenzials: Prozessunterlagen wurden angepasst, Lösungsansätze ausgearbeitet. Die Planung der Arbeiten zur umfangreichen Modernisierung der Präsentationstechnik in den geschützten Notfallräumen der ENSI-Notfallorganisation ist erfolgt, sodass die Umsetzung zu Beginn des Jahres 2026 angegangen werden kann. Mit dem Aufsetzen eines E-Learning Pilot-Moduls konnte zudem ein erfreulicher Fortschritt bei der Ausbildung der Mitglieder der ENSI-Notfallorganisation verzeichnet werden.

Auf nationaler Ebene hatte das ENSI auch dieses Jahr wieder Gelegenheit einzelne Kantone bei der Ausbildung ihres Personals zu begleiten: im Februar und im April unterstützte es die Kantone Genf und Waadt im Rahmen von ABCN-Ausbildungsveranstaltungen mit einem Referat zum Notfallschutz in der Umgebung der Kernanlagen. Dadurch konnte es den Kontakt zu den Kantonen weiter ausbauen. Mit dem fortschreitenden Rückbau des Kernkraftwerks Mühleberg und der damit verbundenen, deutlichen Abnahme des Inventars an radioaktiven Stoffen wurden die Grundsätze zum weiteren Bestand der Notfallschutzzonen in der Umgebung der Kernanlage neu bewertet. Ein Antrag der BKW zur Aufhebung der Notfallschutzzonen wurde während des Berichtjahrs vom ENSI bearbeitet.

Das seit vielen Jahren von der Notfallorganisation des ENSI verwendete Werkzeug Java-based Real-time Online Decision Support System (JRODOS) für die Erstellung von Ausbreitungsprognosen von luftgetragenen radioaktiven Stoffen im Falle eines Notfalls in einer Schweizer Kernanlage stellte die Experten der Sektion 2025 zudem vor unerwartete Herausforderungen bezüglich seiner Einsatzbereitschaft, für die umgehend Lösungen gefunden werden mussten. Das ENSI berichtete darüber am diesjährigen JRODOS-Users Group Meeting in Estland.

International ist insbesondere die Beobachtung einer Notfallübung im Kernkraftwerk Chinon in Frankreich am Sitz der französischen Aufsichtsbehörde ASNR in Fontenay-aux-Roses hervorzuheben, wobei wertvolle Einblicke in die Organisation und die Bewältigung von Ereignissen in Kernanlagen gewonnen werden konnten. Darüber hinaus ist auch die aktive Verfolgung der Entwicklungen in der Notfallvorsorge bei den neuartigen sogenannten Small Modular Reactors im Rahmen einer Expertengruppe der NEA zu erwähnen.

Die vergangenen Monate haben eindrücklich bewiesen, wie dynamisch, abwechslungsreich und anspruchsvoll unsere Tätigkeit ist. Eine Erfahrung, die uns motiviert ins neue Jahr blicken lässt.

Ronald Rusch

7. Grundlagen Notfall-schutz

Gesetzgebung

Die für den Notfallschutz in der Schweiz massgeblichen Gesetze sind das Kernenergiegesetz, das Bundesgesetz über den Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz sowie das Strahlenschutzgesetz.

Die Grundlagen des Notfallschutzes auf Stufe Verordnung des Bundes (insbesondere die Kernenergieverordnung, die Notfallschutzverordnung, die Verordnung über den Bundesstab Bevölkerungsschutz, die Bevölkerungsschutzverordnung, die Jodtablettenverordnung und die Strahlenschutzverordnung) wurden vom Bundesrat erlassen. Sie definieren die Aufgaben, Pflichten, Verantwortlichkeiten und die Zusammenarbeit mit den in einem Notfall involvierten Stellen. Im Dezember 2024 verabschiedete der Bundesrat zudem eine neue Verordnung über die Krisenorganisation der Bundesverwaltung (KOBV).

Darüber hinaus hat die Schweiz im Bereich des Notfallschutzes Abkommen und Vereinbarungen mit dem Ausland abgeschlossen. Es sind dies beispielsweise das Übereinkommen über die frühzeitige Benachrichtigung bei nuklearen Unfällen, das Übereinkommen über Hilfeleistung bei nuklearen Unfällen oder strahlungsbedingten Notfällen sowie die Vereinbarung zwischen dem Schweizer Bundesrat und der Regierung der Bundesrepublik Deutschland über den radiologischen Notfallschutz.

Das Dosismassnahmenkonzept (siehe Tabelle 2) bildet im Notfallschutz die Grundlage für die Anordnung von Sofortmassnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei einem Ereignis mit erhöhter Radioaktivität. Massnahmen sind zwingend anzuordnen, wenn erwartet wird, dass die Referenzwerte gemäss der Strahlenschutzverordnung (100 Millisievert (mSv) im ersten Jahr) überschritten werden. Die Schweiz und Deutschland teilen sich die Notfallschutzzone um das KKW Leibstadt (KKL) und KKW Beznau (KKB). Um grenzübergreifend gleiche Massnahmen anordnen zu können, ist eine Angleichung der Schwellenwerte und der Dosisintegrationszeiten zielführend. Entsprechend werden in der Schweiz Sofortmassnahmen bei einer zu erwartenden Dosis von 10 mSv angeordnet. Ab 1 mSv werden Verhaltensempfehlungen zum Schutz der vulnerablen Bevölkerungsgruppen ausgesprochen.

Auf der Grundlage von Erkenntnissen aus dem Nuklearunfall in Fukushima-Daiichi und dem danach erarbeiteten Ansatz der Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities (HERCA), ausführlich erklärt im Strahlenschutzbericht 2019, wurden für die Anordnung von Sofortmassnahmen zusätzliche Entscheidungskriterien in das Dosismassnahmenkonzept aufgenommen. Auf diese greifen die Notfallschutzpartner zurück, wenn die Informationslage nicht ausreichend ist und nicht erwartet werden darf, dass sich dies in nützlicher Frist ändert. Der internationale Konsens sieht vor, dass in einem solchen Fall von einer Fachbehörde (in der Schweiz ist dies das ENSI) beurteilt werden soll, ob eine Kernschmelze vorliegt oder absehbar ist und ob Barrierefunktionen intakt sind oder nicht (Integrität des Sicherheitsgebäudes). Diese Regelung ermöglicht es der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) bei längerfristig unzureichender Informationslage basierend auf der Einschätzung des ENSI Sofortmassnahmen anzuordnen, ohne dass zuvor durch Ausbreitungsrechnungen die Überschreitung von Dosisschwellen prognostiziert wurde.

Regelwerk

Als Aufsichtsbehörde und gestützt auf seine in Verordnungen formulierten Aufträge erlässt das ENSI Richtlinien. Sie sind Vollzugshilfen, die rechtliche Anforderungen konkretisieren und eine einheitliche Vollzugspraxis erleichtern. Die vom ENSI erlassenen Richtlinien konkretisieren zudem den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Für den Notfallschutz unmittelbar relevant sind

Sofortmassnahmen	Dosis	Dosisschwelle	Integrationszeit
Geschützter Aufenthalt (im Haus, Keller oder Schutzraum)	$E_{Ext + Inh}$	10 mSv	7 Tage
Einnahme von Iodtabletten	$H_{Sch, Inh, Iod}$	50 mSv	7 Tage
Vorsorgliche Evakuierung oder geschützter Aufenthalt	$E_{Ext + Inh}$	100 mSv	7 Tage

Tabelle 2: Dosismassnahmenkonzept seit 1. Januar 2021.

Dosis: Als Dosis gilt in allen Fällen die Dosis, die durch Exposition oder Inkorporation im Freien innerhalb von sieben Tagen nach dem Ereignis ohne die in Betracht gezogene Schutzmassnahme zu erwarten ist.

Integrationszeit: Angenommene Dauer der gefährdenden Freisetzung. Dauert diese länger als sieben Tage, so gilt die effektive Freisetzungsdauer als Integrationszeit.

mSv: Millisievert

$E_{Ext + Inh}$: Effektive Dosis aus externer Bestrahlung und Inhalation im Freien.

$H_{Sch, Inh, Jod}$: Schilddrüsendosis aus der Inhalation von radioaktivem Iod im Freien.

die Richtlinien ENSI-B03 «Meldungen der Kernanlagen», ENSI-B11 «Notfallübungen», ENSI-B12 «Notfallschutz in Kernanlagen» und ENSI-A08 «Quelltermanalyse: Umfang, Methodik und Randbedingungen». Im Jahr 2021 begann das ENSI damit, die Richtlinie ENSI-B11 «Notfallübungen» grundlegend zu überarbeiten. Die Neuauflage der Richtlinie wurde 2025 in Kraft gesetzt.

Stand von Wissenschaft und Technik

Als Basis für seine Ausbreitungs- und Dosisberechnungen (siehe Kapitel 8.2) nutzt das ENSI Wettervorhersagen des Bundesamts für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz). Dabei kommt das Wettervorhersagemodell ICON-CH1 zum Einsatz, welches einen Prognosehorizont von 33 Stunden aufweist. ICON-CH1 zeichnet sich zudem durch seine räumliche und zeitliche Auflösung aus. Die horizontale räumliche Auflösung bei diesem Modell beträgt zirka ein Kilometer und die zeitliche Auflösung der Prognose zehn Minuten. Alternativ stehen der ENSI-Notfallorganisation (ENSI-NFO) auch Wettervorhersagen aus dem Modell ICON-CH2 mit einer räumlichen Auflösung von zirka zwei Kilometern und einer zeitlichen Auflösung der Prognose von einer Stunde zur Verfügung. Dafür bieten diese Wettervorhersagen einen erweiterten Prognosehorizont von fünf Tagen. Das numerische ICON-Modell zur Beschreibung der Atmosphäre zeichnet sich im Unterschied zu seinem Vorgängermodell COSMO durch ein unstrukturiertes Dreiecksgitter aus, wodurch die Topografie der Schweiz differenzierter abgebildet werden kann.

7.1 Notfallschutz in der Schweiz

Der Notfallschutz in der Schweiz ist auf Stufe des Bundes organisiert. Die Ziele des Notfallschutzes gemäss Notfallschutzverordnung sind: die betroffene Bevölkerung und ihre Lebensgrundlage zu schützen, die betroffene Bevölkerung zu betreuen und zu versorgen und generell die Auswirkungen eines Ereignisses zu begrenzen. Bei regional beschränkten Katastrophen und Notfällen bewältigen die Kantone die Krise nach Möglichkeit selbstständig. Der Notfallschutz orientiert sich an den regelmässig aktualisierten Berichten zur nationalen Risikoanalyse. Mögliche Krisen und Notlagen in der Schweiz werden darin einer Risikobewertung unterzogen und entsprechend den Auswirkungen und der Ereignishäufigkeit eingeteilt. Damit ist die Risikoanalyse ein wichtiges Instrument für das integrale Risikomanagement der Schweiz. Sie soll helfen, die kontinuierliche Verbesserung des Notfallschutzes voranzutreiben. Für den Fall einer unfallbedingten Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus einer Kernanlage in einem für die Bevölkerung gefährlichen Umfang gibt es gesetzliche Grundlagen und Konzepte, welche die Zusammenarbeit der involvierten Stellen sowie deren Aufgaben und Pflichten regeln beziehungsweise beschreiben.

Die für den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen beteiligten Notfallschutzpartner sind:

— die Betreiber von Kernanlagen,
— das ENSI,

— weitere Bundesstellen (unter anderem der Bundesstab Bevölkerungsschutz (BSTB) beziehungsweise die Krisenorganisation der Bundesverwaltung, das Bundesamt für Gesundheit (BAG), das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), die Nationale Alarmzentrale (NAZ), MeteoSchweiz, die Gruppe Verteidigung)
— die Kantone,
— die Regionen und Gemeinden.

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS übernimmt die federführende Rolle bei der Unterstützung und Koordination der Notfallschutzpartner in der Planung, Vorbereitung und Durchführung der alle zwei Jahre stattfindenden Gesamtnotfallübungen (GNU). Zudem betreibt es gemeinsam mit der Bundeskanzlei die Basisorganisation für Krisenmanagement der Bundesverwaltung. Die Verordnung über die Krisenorganisation der Bundesverwaltung (KOBV) wurde im Februar 2025 in Kraft gesetzt, ohne die Verordnung über den Bundesstab Bevölkerungsschutz aufzuheben. Bis zur Klärung verbleibender, offener Fragen stützt sich nachfolgende Darstellung auf die Verordnung über den Bundesstab Bevölkerungsschutz ab.

Der Notfallschutz unterscheidet Planung und Vorbereitung («Emergency Preparedness») vom Ereignisfall («Emergency Response»). Die Planung und Vorbereitung stellt sicher, dass sämtliche Notfallschutzpartner jederzeit über eine ausgebildete und regelmässig beübte Notfallorganisation (NFO) verfügen und die Abläufe im Ereignisfall allen Notfallschutzpartnern bekannt sind. Das ENSI beaufsichtigt die Notfallbereitschaft der Kernanlagen (vergleiche Kapitel 9) und konkretisiert die entsprechenden Vorgaben aus Gesetz und Verordnungen in Richtlinien (siehe Gesetzgebung und Regelwerk).

Das Verhindern eines Notfalls als Folge eines Störfalls sowie die Minimierung beziehungsweise das Abwenden einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen ist Aufgabe der Betreiber der Kernanlagen. Das ENSI orientiert im Falle eines Ereignisses unverzüglich die NAZ und liefert mittels Prognosen zum Unfallverlauf und zur möglichen Freisetzung radioaktiver Stoffe einen wichtigen Beitrag zur fundierten Entscheidungsfindung betreffend der Notfallschutzmassnahmen für die Bevölkerung. Diese wiederum werden vom BSTB beim Bundesrat beantragt, der über ihre Umsetzung entscheidet. Sind die zuständigen Stellen des Bundes in einem Ereignisfall noch nicht einsatzbereit, trifft die NAZ gestützt auf das Dosismassnahmenkonzept und basierend auf den Prognosen des ENSI sowie den verfügbaren Informationen im Austausch mit den Notfallschutzpartnern Sofortmassnahmen zum Schutz der Bevölkerung. Wichtig für den Notfallschutz ist ein kontinuierlicher und stufengerechter Austausch von Informationen aller Notfallschutzpartner entsprechend der abgestimmten Abläufe.

Zur Wahrnehmung seiner Aufgaben im Notfallschutz ist das ENSI in unterschiedlichsten Fachgremien involviert. Es leistet dort einen wichtigen Fachbeitrag im Zusammenhang mit dem radiologischen Notfallschutz. Im nationalen Umfeld ist das ENSI im BSTB sowie in den Eidgenössischen Kommissionen für Strahlenschutz und für ABC-Schutz vertreten.

Das ENSI unterstützt die Notfallschutzpartner dabei, die Notfallabläufe, insbesondere diejenigen der Kernanlagen und des ENSI, besser zu verstehen sowie Fachbegriffe so zu erklären, dass auch Notfallschutzpartner, deren Hauptaugenmerk nicht auf der Bewältigung eines Unfalls in einer Kernanlage liegt, Entscheidungsgrundlagen nachvollziehen können. In diesem Zusammenhang bietet das ENSI den von einem Unfall potenziell betroffenen Kantonen an, deren Einsatzelemente diesbezüglich zu schulen. Im Jahr 2025 referierte das ENSI über die grundlegenden Aspekte der Notfallvorsorge und der Notfallbekämpfung im Falle eines Kernkraftwerkunfalls in der Schweiz an je einer ABCN-Ausbildungsveranstaltung im Kanton Waadt und einer im Kanton Genf.

7.2 Notfallschutz international

International wirkt das ENSI in verschiedenen Gremien mit, die sich mit der Weiterentwicklung des radiologischen Notfallschutzes befassen:

Deutsch-Schweizerische Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen

Die Deutsch-Schweizerische Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen (DSK) basiert auf einem bilateralen Abkommen zwischen Deutschland und der Schweiz aus dem Jahr 1983. Sie hat zum Ziel, dass sich die Vertragsparteien regelmässig gegenseitig über grenznahe kerntechnische Einrichtungen unterrichten. Im Jahr 2025 fand die DSK-Sitzung der Arbeitsgruppe Notfallschutz in Stuttgart statt. Die Hauptsitzung der DSK wurde Ende des Jahres in Hamburg durchgeführt.

Commissione Italo-Svizzera

Im Rahmen der Commissione Italo-Svizzera (CIS) haben das Inspektorat für nukleare Sicherheit und Strahlenschutz (ISIN) und das ENSI im Jahr 2019 eine Vereinbarung zur Zusammenarbeit auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit erneuert. Im Jahr 2025 fand das Treffen der CIS im Sommer in Genf statt.

Commission Franco-Suisse

Die Commission Franco Suisse (CFS) beruht auf dem im Jahr 1989 geschlossen Abkommen zwischen Frankreich und der Schweiz über den Informationsaustausch bei Zwischenfällen oder Unfällen, die radiologische Auswirkungen haben können. Die Expertengruppe «crise nucléaire» der CFS führte im Jahr 2025 einen Online-Austausch durch. Die Hauptsitzung der CFS wurde vom 25. und 26.Juni 2025 in Paris und La Hague abgehalten.

Emergency Preparedness and Response Standards Committee der Internationalen Atomenergie-Organisation

Im Jahr 2015 wurde von der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) das sogenannte Emergency Preparedness and Response Standards Committee (EPReSC) etabliert. Das EPReSC muss für neu erstellte beziehungsweise revidierte Safety Standards oder Safety Guides der IAEA die Bereiche Emergency Preparedness and Response bewerten und allfälligen Änderungen oder Revisionen zustimmen.

Die Versammlungen des EPReSC wurden 2025 in Wien durchgeführt. Für die Revision, beziehungsweise Neuerstellung von Dokumenten mit Hauptfokus auf Notfallvorsorge und Notfallbekämpfung ist das EPReSC federführend. Untenstehende Dokumente befinden sich unter anderem aktuell in Revision oder in Ausarbeitung:

- GS-G-2.1 – «Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency»
- GSG-2 – «Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency»
- DS534 – «Protection Strategy for a Nuclear or Radiological Emergency»
- GSR Part 7 – «Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency»

Nachfolgend an die Diskussion der Vorschläge und Kommentare weiterer Komitees der IAEA wurde das sogenannte «Document Preparation Profile» für die Aktualisierung des GSR Part 7 vom EPReSC verabschiedet. Ein Entwurf soll bis Mitte 2027 ausgearbeitet werden. Der Fokus liegt dabei auf Klarheit, Kürze und das Einbeziehen möglicher Anforderungen für neue Technologien. Gleichfalls sollen eine neue Struktur eingeführt und die Erkenntnisse aus der bereits durchgeführten Gap-Analyse berücksichtigt werden. Das Ziel ist ein überarbeiteter, konsolidierter Anforderungskatalog für ein angemessenes Niveau der Vorsorge und Reaktion bei nuklearen oder radiologischen Notfällen unabhängig von ihrer Ursache. Im Weiteren wurde die Notwendigkeit der Harmonisierung von Ansätzen für die sich in unterschiedlichen Ausarbeitungsstadien befindenden zitierten Dokumente dargelegt und Vorschläge präsentiert. Gleichermassen wurden auch erste Vorschläge zur Verbesserung des Prozesses zur Überarbeitung von IAEA-Dokumenten vorgestellt und das weitere Vorgehen dazu umrissen. Am EPReSC wurde zudem ein Überblick über die im Juni im Gastgeberland Rumänien (KKW Cernavoda) durchgeführte Convex-3 Übung und die daraus gewonnenen Erkenntnisse gegeben.

HERCA Working Group on Emergencies

International ergeben sich immer noch Unterschiede bei den Kriterien, bei deren Erreichen in einem nuklearen oder radiologischen Notfall Schutzmassnahmen anzuordnen sind. Die Dosisschwellen sind teilweise unterschiedlich und die Integrationszeit für die Ermittlung der Dosis variiert ebenfalls. Unterschiede ergeben sich auch durch die Schutzwirkung der vorhandenen Infrastruktur. So ist in der Schweiz durch die robuste Bauweise der Häuser der geschützte Aufenthalt deutlich wirksamer als zum Beispiel in den USA mit einer leichteren Bauweise. Auch die in der Schweiz für alle Einwohner gesetzlich vorgesehen Schutzräume mit deutlich höherer Schutzwirkung sind nicht in allen Ländern vorgesehen. Zudem können beispielsweise unterschiedliche Bevölkerungsdichten das Auslösen von Schutzmassnahmen und die Evakuierung beeinflussen.

Aus diesem Grund ist es vor allem für Länder mit grenznahen Kernanlagen wichtig, dass nicht nur die Schutzmassnahmen grenzübergreifend kompatibel sind, sondern auch deren Auslösung und Anordnung. In Europa wird ein Ansatz der Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities (HERCA) verfolgt, welcher in Zusammenarbeit mit der Western European Nuclear Regulators Association (WENRA) entwickelt wurde. Die Working Group on Emergencies (WGE) begleitete auch 2025 mit einem Vertreter des ENSI die nationalen Umsetzungen des HERCA-WENRA-Ansatzes in den Partnerländern. Es fanden zwei Sitzungen der Arbeitsgruppe WGE statt, eine davon virtuell. Dabei wurden der Stand der Integration in den Partnerländern, aktuelle Herausforderungen sowie zukünftige Entwicklungen im Bereich des nuklearen und radiologischen Notfallschutzes diskutiert. Besondere Schwerpunkte lagen auf dem Erfahrungsaustausch zu Änderungen innerhalb der Notfallorganisationen auf nationaler Ebene, der Weiterentwicklung von Instrumenten zum grenzüberschreitenden Informationsaustausch sowie auf der Vermittlung von Ergebnissen aus internationalen Überprüfungsmissionen (IRRS). Die Plattform wurde ausserdem für den fachlichen Austausch zu aktuellen Entwicklungen im Strahlenschutz und deren potenzielle Auswirkungen auf den Notfallschutz genutzt.

Darüber hinaus beschäftigte sich die WGE auch 2025 intensiv mit der sicherheitspolitischen Lage infolge des bewaffneten Konflikts in der Ukraine. Die Ukraine Task Force verfolgte die Entwicklungen an den ukrainischen Kernanlagen, insbesondere in Saporischschja und Tschernobyl, und tauschte sich regelmässig mit dem staatlichen Nuklearaufsichtsinspektorat der Ukraine (SNRIU) aus. Aktuelle Ereignisse, darunter sicherheitsrelevante Vorfälle an bestehenden Anlagen, wurden diskutiert und deren mögliche Auswirkungen auf den radiologischen Notfallschutz bewertet. Ergänzend wurden Fragen der internationalen Unterstützung, die Notfallkommunikation sowie der Umgang mit Desinformation in Krisensituationen thematisiert. Diese Arbeiten tragen dazu bei, die gemeinsame Lagebeurteilung zu stärken und die grenzüberschreitende Koordination von Schutzmassnahmen weiter zu verbessern.

Working Party on Nuclear Emergency Matters

Die Working Party on Nuclear Emergency Matters (WPNEM) ist eine Arbeitsgruppe der Nuclear Energy Agency (NEA), einer Institution innerhalb der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Die Mission der WPNEM besteht darin, die Notfallmanagementsysteme für Unfälle in Kernanlagen innerhalb der Mitgliedstaaten zu verbessern sowie Wissen und Erfahrungen auf breiter Basis auszutauschen.

Von Anfang an lag der Schwerpunkt der von der WPNEM durchgeführten Arbeiten der NEA darauf, die Wirksamkeit der internationalen Vorbereitung und Reaktion auf nukleare Notfälle zu verbessern. Ein Teil des Arbeitsprogramms konzentriert sich auf die Erforschung und Entwicklung neuer Konzepte und künftiger Verfahren zur Verbesserung der nationalen und internationalen Bereitschaft und des Reaktionsmanagements. Wesentliche Aspekte dieser Bemühungen sind das Vorbereiten, Durchführen und Bewerten der internationalen nuklearen Notfallübungen (INEX), die von der WPNEM organisiert werden. Die letzte durchgeführte Übung INEX-6 fand Anfang 2024 statt. Das ENSI hat im Rahmen der Schweizer Beteiligung unter der Federführung des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) daran teilgenommen. Mit 26 teilnehmenden Ländern war dies die grösste INEX-Übung seit über 20 Jahren. Ihr Fokus lag auf der

langfristigen Wiederaufbauphase nach einem nuklearen oder radiologischen Unfall. Im Jahre 2025 wurde die Auswertung der Übung fortgeführt.

Die jährliche Sitzung der WPNEM fand im Jahr 2025 bei der französischen Aufsichtsbehörde ASNR in Fontenay-aux-Roses statt. Neben den obligatorischen Länderberichten, anhand derer die Mitgliedsländer zu ihren Tätigkeiten im Bereich des radiologischen Notfallschutzes berichten, wurden zwei Schwerpunktthemen behandelt: Das erste befasste sich mit dem Stand der Notfallvorsorge zum Thema Small Modular Reactors (SMR) in den Mitgliedsländern, insbesondere im Hinblick auf den aktuellen Planungsstand und der Anwendbarkeit von bereits bestehenden gesetzlichen Bestimmungen. Eine eigens für diese Thematik gegründete Expertengruppe innerhalb der WPNEM stellte ihren diesbezüglich entwickelten Fragebogen vor, der anschliessend im Gremium diskutiert wurde. Der Fragebogen wird den NEA-Mitgliedsländern zum Ausfüllen zugestellt und soll nach seiner Auswertung einen Überblick über den Stand der Notfallvorsorge zum Thema SMR in den Mitgliedsländern bieten. Das zweite Schwerpunktthema war das Handbuch der NEA für frühe Schutzmassnahmen. Die dafür eingesetzte Arbeitsgruppe präsentierte die Resultate einer Umfrage unter den Mitgliedsländern, welche in die Revision des Handbuchs einfliessen sollten. Da die erhofften Ergebnisse jedoch ausgeblieben waren, wurde ein neuer Ansatz diskutiert, der unter anderem eine stärkere Orientierung an bereits bestehenden internationalen Standards vorsieht.

8. Notfallschutz im ENSI

Notfallschutz ist eine Verbundaufgabe. Die involvierten Partner haben verschiedene Aufgaben, die in ihrer Gesamtheit zum Erreichen der Ziele im Notfallschutz führen sollen. Diese Aufgaben sind in Verordnungen festgelegt, welche für die adressierten Stellen die jeweils erforderliche Handlungsgrundlage bilden.

Die Notfallschutzverordnung stellt ein zentrales Vorgabedokument dar. Sie regelt den Notfallschutz bei Ereignissen in Schweizer Kernanlagen, bei denen eine erhebliche Freisetzung von Radioaktivität nicht ausgeschlossen werden kann.

8.1 Aufgaben des ENSI

Als Aufsichtsbehörde über die nukleare Sicherheit und Sicherung in der Schweiz verantwortet das ENSI diverse Aufgaben rund um den nuklearen Notfallschutz. Diese lassen sich in Vorbereitungsaufgaben und Aufgaben im Ereignisfall unterteilen. Die Aufgaben des ENSI in der Planung und Vorbereitung sind unter anderem in Art. 8 der Notfallschutzverordnung verankert:

- Es betreibt einen eigenen Pikettdienst und stellt eine eigene interne Notfallorganisation (NFO) sicher.
- Es betreibt ein Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der KKW (MADUK).
- Es berät und unterstützt die Kantone bei der Planung und Vorbereitung ihrer Aufgaben.
- Es überwacht die vom Betreiber der Kernanlagen zu treffenden Massnahmen; insbesondere überprüft es die Einsatzbereitschaft der NFO von Kernanlagen mit Notfallübungen.
- Es regelt die Anforderungen an die Bestimmung der Quellterme in einer Richtlinie.
- Es regelt unter Einbezug der relevanten Notfallschutzstellen die Anforderungen an die Durchführung von Notfallübungen in einer Richtlinie.

Die Aufgaben des ENSI im Ereignisfall sind in Art. 9 der Notfallschutzverordnung festgelegt:

- Das ENSI orientiert die Nationale Alarmzentrale (NAZ) unverzüglich über Ereignisse in Schweizer Kernanlagen.
- Es beurteilt die Zweckmässigkeit der vom Betreiber der Kernanlagen getroffenen Massnahmen und überprüft deren Umsetzung.
- Es erstellt Prognosen zur Entwicklung des Störfalles in der Anlage sowie zur möglichen Ausbreitung der Radioaktivität in der Umgebung und deren Konsequenzen.
- Es berät das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und den Bundesstab Bevölkerungsschutz (BSTB) bei der Anordnung von Schutzmassnahmen für die Bevölkerung.
- Es stuft das Ereignis auf der internationalen Störfall Bewertungsskala (INES) der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) ein.

Als Aufsichtsbehörde ist das ENSI gemäss Kernenergieverordnung und Strahlenschutzverordnung verpflichtet, die Öffentlichkeit und Behörden, die mit dem Vollzug einer Folgeaufgabe betraut sind, über Ereignisse und Befunde rechtzeitig zu informieren. Zudem meldet das ENSI der IAEA die Einstufung eines Störfalls nach der internationalen Bewertungsskala für nukleare Ereignisse (INES) ab der Stufe 2.

8.2 Die ENSI-Notfallorganisation

In Erfüllung der Aufgabe, einen Pikettdienst zu betreiben und eine eigene interne Notfallorganisation (NFO) sicherzustellen, hat sich das ENSI entsprechend organisiert. Der Notfallkoordinator aus dem Fachbereich Strahlenschutz koordiniert und organisiert sämtliche Vorgänge im Zusammenhang mit der ENSI-NFO. Dabei wird er nach Bedarf durch weitere Mitarbeitende des ENSI unterstützt.

Grundsätzlich sind alle festangestellten Mitarbeitenden des ENSI in der ENSI-NFO eingeteilt. Sie übernehmen die ihnen zugewiesenen Aufgaben und Funktionen. Die Einteilung basiert auf dem jeweiligen Erfahrungsgrad der Mitarbeitenden und der im ENSI wahrgenommenen Funktion im

Tagesgeschäft. Um ein ereignisangepasstes Aufgebot sicherstellen zu können, besteht die ENSI-NFO zunächst aus einer Aufbauorganisation. Die nach einem Aufgebot eingerückten Mitarbeitenden bilden die Einsatzorganisation, welche in Einsatzgruppen gegliedert ist. Eine Übersicht über die grundsätzliche Gliederung der Einsatzorganisation gibt die Darstellung 38. Diese Einsatzorganisation kann bei Bedarf angepasst werden. Insbesondere können auch weitere Verbindungspersonen eingesetzt werden, die als Fachexperten des ENSI eine beratende Funktion wahrnehmen.

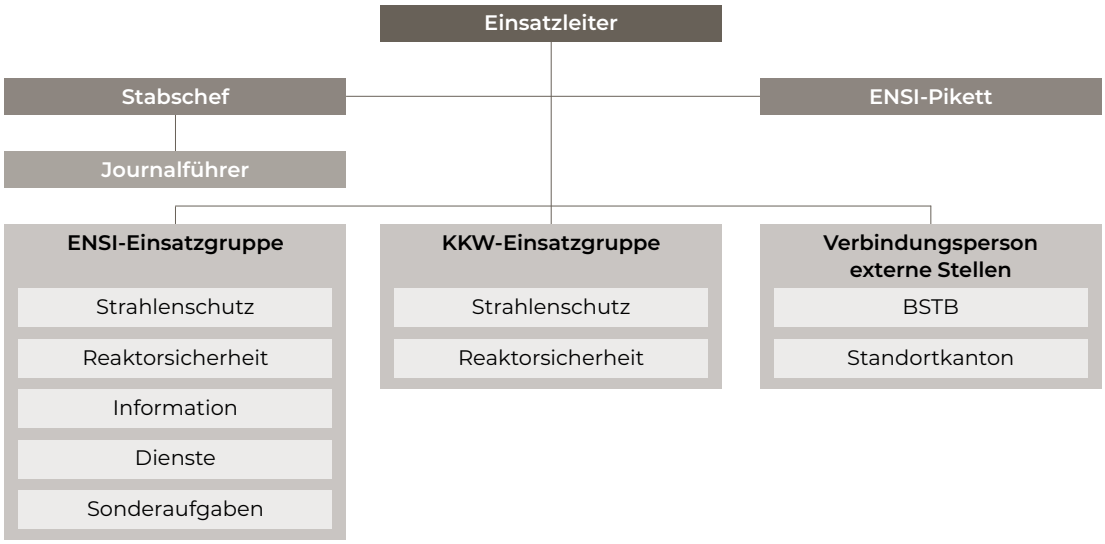
Die Aufbauorganisation der ENSI-NFO besteht aus einem diensthabenden Pikettingenieur (PI), dem Kernteam A, dem Kernteam B und dem Unterstützungsteam. Das Kernteam A unterstützt den diensthabenden Pikettingenieur bei Ereignissen. Im Kernteam B sind diejenigen Mitarbeitenden eingeteilt, welche die Kernkompetenzen der ENSI-NFO in Notlagen sicherstellen. Etwas mehr als ein Drittel der Belegschaft gehört einem der beiden Kernteams an. Das restliche Personal ist im Unterstützungsteam eingeteilt, das bei Bedarf aufgeboten wird.

Durch eine gestaffelte Alarmierung wird sichergestellt, dass die Handlungsfähigkeit der Einsatzorganisation mit einem genügend grossen, fachkompetenten und dem Ereignis angepassten Aufgebot in weniger als einer Stunde erreicht wird. Die Kernteams werden durch den diensthabenden Pikettingenieur via Pager aufgeboten. Das Aufgebot an die Mitglieder des Unterstützungsteams wird telefonisch ausgelöst.

Um die Erreichbarkeit der ENSI-NFO rund um die Uhr sicherstellen zu können, betreibt das ENSI einen Pikettdienst, der von speziell dafür ausgebildeten und langjährigen Mitarbeitenden wahrgenommen wird. Der diensthabende Pikettingenieur ist die zentrale Anlaufstelle des ENSI für alle Ereignisse in den Schweizer Kernanlagen. Bei eingehenden Meldungen entscheidet er anhand festgelegter Kriterien, ob ein Aufgebot der ENSI-NFO notwendig ist. Das ENSI verfügt grundsätzlich über 13 aktive Pikettdienstleistende.

Zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben steht der ENSI-NFO am Standort des ENSI in Brugg eine eigene Infrastruktur zur Verfügung. Für den Fall, dass der Standort Brugg für einen Einsatz der Notfallorganisation nicht genutzt werden kann, betreibt das ENSI auch einen Ausweichstandort. Zu dieser Infrastruktur gehören spezielle Werkzeuge, welche die Auftragserfüllung der ENSI-NFO unterstützen. Sie werden nachfolgend kurz vorgestellt.

Einsatzorganisation



Darstellung 38: Gliederung der Einsatzorganisation.

a. Kommunikationseinrichtungen

Das ENSI nutzt zur Kommunikation mit den Notfallschutzpartnern bei Ereignissen in den Schweizer Kernanlagen grundsätzlich die üblichen Kommunikationskanäle: Telefon, Mobilfunk und E-Mail. Zusätzlich werden die Notfallschutzpartner über die elektronische Lagedarstellung der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) mit Informationen zum Ereignis bedient. Für den Fall, dass diese Kommunikationskanäle nicht mehr verfügbar sind, kommt das Sicherheitsfunknetz der Schweiz (POLYCOM) zum Einsatz. Als weitere Rückfallebene wird auch die Satellitenkommunikation eingesetzt, wobei die ENSI-NFO über mehrere Satellitentelefone verfügt. Der diensthabende Pikettingenieur ist während seines Dienstes permanent auch über ein POLYCOM-Funkgerät erreichbar.

b. ADAM: Accident Diagnostics, Analysis and Management

Die Software «Accident Diagnostics, Analysis and Management» (ADAM) erfasst, visualisiert und interpretiert die vom Kernkaftwerk zum ENSI ständig übermittelten und definierten Anlageparameter. Der diensthabende Pikettingenieur wird damit im Ereignisfall bei der ersten raschen Beurteilung des Anlagezustandes im betroffenen KKW unterstützt. Auf Basis einer einfachen Logik interpretiert ADAM den momentanen Anlagenzustand und leitet daraus ab, ob sich das KKW in einem sicheren respektive unsicheren Zustand befindet.

c. MADUK: Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der KKW

Das Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der KKW (MADUK) gestattet die permanente Erfassung, Überprüfung und Speicherung von Dosisleistungsdaten aus den 57 Immissionsmesssonden in der Umgebung der Kernkraftwerke und des PSI (siehe Kapitel 6.2).

d. JRODOS: Atmosphärisches Ausbreitungs- und Dosisberechnungsmodell

Das Java-based Realtime Online Decision Support System (JRODOS) dient der Einsatzgruppe Strahlenschutz zur Simulation der atmosphärischen Ausbreitung radioaktiver Stoffe (dem sogenannten Quellterm) im Ereignisfall und der Berechnung der sich daraus potenziell ergebenden Strahlendosis für die Bevölkerung. JRODOS erlaubt dem ENSI zu Handen der Notfallschutzpartner eine Empfehlung bezüglich Schutzmassnahmen abzugeben.

Modellberechnungen im Ereignisfall

Die Organisation, die Zuständigkeiten und der Einsatz der Organe des Bundes bei einem Ereignis in einer Kernanlage mit einer bevorstehenden oder bereits erfolgten Freisetzung von radioaktiven Stoffen sind in der Verordnung über den Notfallschutz in der Umgebung von Kernanlagen (Notfallschutzverordnung), in der Verordnung über den Bundesstab Bevölkerungsschutz und in der Bevölkerungsschutzverordnung geregelt. Bei einer störfallbedingten Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus einer Schweizer Kernanlage ist das ENSI zuständig für die Prognose der Entwicklung des Störfalls in der Anlage, für die Prognose der möglichen Ausbreitung dieser Stoffe in der Umgebung und für eine Abschätzung derer Konsequenzen. Das ENSI berät zudem das Bundesamt für Bevölkerungssschutz (BABS) und den Bundesstab Bevölkerungsschutz (BSTB) bei der Anordnung von Schutzmassnahmen für die Bevölkerung.

Die Beurteilung der radiologischen Gefährdung bildet die Grundlage für die Anordnung von Schutzmassnahmen für die Bevölkerung. Diese sollten wenn möglich vorsorglich angeordnet werden. Zu Beginn der Akutphase stehen typischerweise keine hinreichend belastbaren Mess-

daten zur Verfügung. Die von der Kernanlage bei einem Unfall ausgehende Gefährdung wird deshalb mittels anlagenbezogener Daten und Ausbreitungsrechnungen in der Umgebung abgeschätzt. Diese Modellrechnungen dienen insbesondere dazu, das potenziell gefährdete Gebiet abzugrenzen, die notwendigen Schutzmassnahmen festzulegen und den Einsatz der Messorganisation nach erfolgter Freisetzung von radioaktiven Stoffen zu planen.

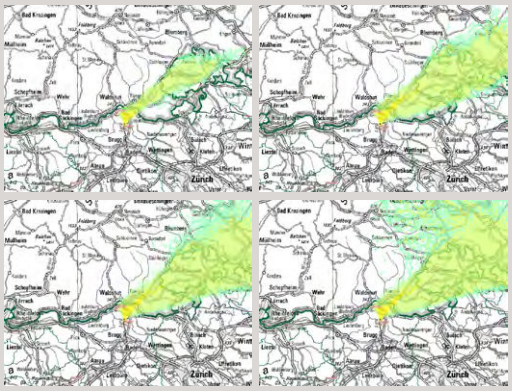
Das im Jahr 2016 beim ENSI eingeführte Java-based Realtime Online Decision Support System (JRODOS) ist ein vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickeltes modulares Entscheidungshilfesystem für den anlagenexternen Notfallschutz. Es wird von vielen Ländern genutzt. Seine Weiterentwicklung erfolgt laufend durch das KIT, gesteuert von der RODOS User Group, in welcher das ENSI Einsitz hat. Innerhalb von JRODOS wird für die eigentliche Ausbreitungsrechnung das Programm LASAT (LAgrange-Simulation von Aerosol-Transport) verwendet. Dieser Programmcode berechnet die Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre. Hierbei wird für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert (Lagrange-Simulation). LASAT findet in folgenden Bereichen Anwendung: Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Störfälle, Screening, Geruchsstoffe, Bioaerosole, Radionuklide und bewegte Quellen. LASAT wird kontinuierlich weiterentwickelt. Es wurde ausgehend von den Anforderungen des ENSI von seinen Entwicklern zum Teil wesentlich überarbeitet und verbessert, insbesondere hinsichtlich Parallelisierung.

JRODOS erlaubt die direkte Verwendung von 3D-Wettervorhersagedaten aus den von MeteoSchweiz routinemässig eingesetzten Modellen ICON-CH1 und ICON-CH2. Diese liefern Prognosen in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung bis zu 33 Stunden respektive 120 Stunden im Voraus. Bei der Verwendung dieser Wettervorhersagen werden die 3D-Daten mit einem Windfeldmodell auf die vom Ausbreitungsmodell benötigten Auflösungen heruntergerechnet. Dies ermöglicht Simulationen auf einem feiner aufgelösten Rechengitter als demjenigen des Wettervorhersagemodells. Das Rechengitter von JRODOS besitzt eine Schachtelung von unterschiedlich fein aufgelösten Gebieten, wobei die Anzahl Stufen wählbar ist. Damit sind Simulationen mit grossen Abwinddistanzen innerhalb von für den Notfallschutz akzeptablen Rechenzeiten möglich.

Neben dem Windfeld ist die Auflösung der Geländeform (Orographie) eine wesentliche Einflussgrösse. Die kleinräumige Landschaftstopografie der Schweiz und des süddeutschen Raumes stellt daran erhöhte Anforderungen, weshalb JRODOS das Höhenmodell DHM25 des Bundesamts für Landestopographie (swisstopo) verwendet.

In Darstellung 39 wird beispielhaft eine JRODOS-Simulation dargestellt. Die Darstellung stammt aus einer routinemässig durchgeführten Simulation. Sie zeigt die berechnete integrierte Aktivitätskonzentration in Bodennähe als Funktion der Zeit für verschiedene ausgewählte, nicht repräsentative Zeitpunkte einer realen Wetterlage.

JRODOS-Simulation



Ausbreitungsrechnung einer fiktiven Freisetzung, Abgabehöhe 50 Meter über Boden, Dauer der angenommenen Freisetzung zwei Stunden.

Ausbreitungssituation je um 10 Uhr (links oben), 12 Uhr (rechts oben), 16 Uhr (links unten) und 20 Uhr (rechts unten) Lokalzeit.

Vordergrund: Integrierte Luftaktivität in Bodennähe als Funktion der Zeit bis zu einer Abwinddistanz von 48 Kilometern.

Darstellung 39: Beispiel einer JRODOS-Simulation.

Atmosphärische Ausbreitung und Dosisberechnung

Das ENSI verfügt seit vielen Jahren über die Mittel und das Expertenwissen, um Entwicklungen in Schweizer Kernanlagen bei Unfällen nicht nur früh zu erkennen, zu beurteilen und einzustufen, sondern diese auch auf ihre Bedeutung für den Bevölkerungsschutz hin zu bewerten. Die Vereinigung dieser Fachkompetenzen stellt eine wichtige Voraussetzung für rasches Handeln dar, wenn es um das Erfassen und Einschätzen von sich ändernden Rahmenbedingungen am Standort der Kernanlage und um die Ausarbeitung von Empfehlungen zum Schutz der Bevölkerung geht.

Als Plattform für die Verarbeitung von Meteodaten, die Berechnung von Windfeldern sowie die Ermittlung der Konsequenzen einer Freisetzung von luftgetragenen radioaktiven Stoffen und deren Visualisierung wird beim ENSI seit 2016 das Programm JRODOS eingesetzt.

Aktueller Stand

Das Ausbreitungsmodell JRODOS ist für alle Kernanlagen operationell. Es ist in der ENSI-NFO eingebunden und technisch mit den anderen Notfallwerkzeugen ADAM und MADUK verknüpft. Um seine in der Notfallschutzverordnung zugewiesenen Aufgaben zuverlässig wahrnehmen zu können, betreibt das ENSI zwei eigene unabhängige und räumlich getrennte JRODOS-Systeme.

Zur Gewährleistung der dauernden Verfügbarkeit des Systems und der Überwachung der aktuellen Ausbreitungssituation werden automatisiert rund um die Uhr im Stundentakt für alle Kernanlagen routinemässige Berechnungen mit einer Einheitsquelle (1 Bq/s kontinuierliche Abgabe auf drei verschiedenen Freisetzungshöhen) für die folgenden zwölf Stunden durchgeführt. Zudem können Routineberechnungen auch im Ereignisfall, insbesondere zu Beginn eines Einsatzes der ENSI-NFO, für eine erste Beurteilung verwendet werden.

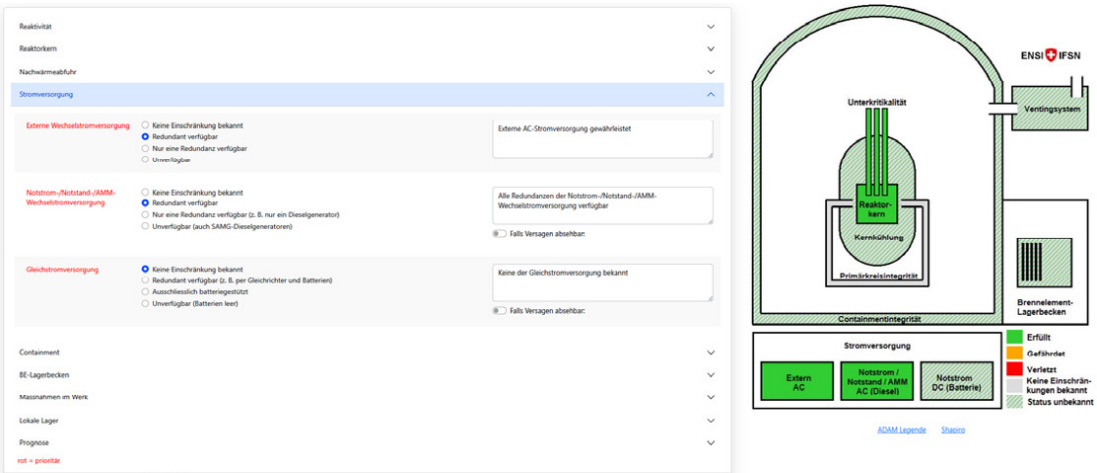
Für die Sicherstellung der Notfallbereitschaft im Ereignisfall muss neben der technischen Verfügbarkeit auch die personelle Bedienung des Systems gewährleistet sein. Zu diesem Zweck erfolgen vierteljährliche Schulungen aller als JRODOS-Operateure eingeteilten Mitglieder der ENSI-NFO. Im Rahmen von Notfallübungen wird das System unter realitätsnahen Bedingungen eingesetzt und die vorgesehenen Abläufe werden verifiziert. Anlässlich der alle zwei Jahre stattfindenden Gesamtnotfallübung (GNU), an welcher mehrere Notfallschutzpartner beteiligt sind, wird zudem ein spezielles Augenmerk auf den Informationsaustausch mit den Partnerorganisationen gelegt. Dabei wird auch die Eignung der vom ENSI hergestellten Produkte überprüft, um sie im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses bei Bedarf zu überarbeiten.

e. Digitale Arbeitsoberfläche für die Notfallorganisation

Die digitale Arbeitsoberfläche für die Notfallorganisation (NFO) ist eine Software, welche die Arbeitsabläufe in den Einsatzgruppen Reaktorsicherheit und Strahlenschutz unterstützt. Sie gewährleistet einen kontinuierlichen Situationsüberblick und eine laufende Situationsbeurteilung. Dabei integriert sie auch Daten, welche über die Systeme JRODOS und MADUK bereitgestellt werden, wie zum Beispiel Ausbreitungsrechnungen. Mit ihrer Hilfe werden Dokumente zu Händen der Notfallschutzpartner erzeugt, welche in der elektronischen Lagedarstellung bereitgestellt werden.

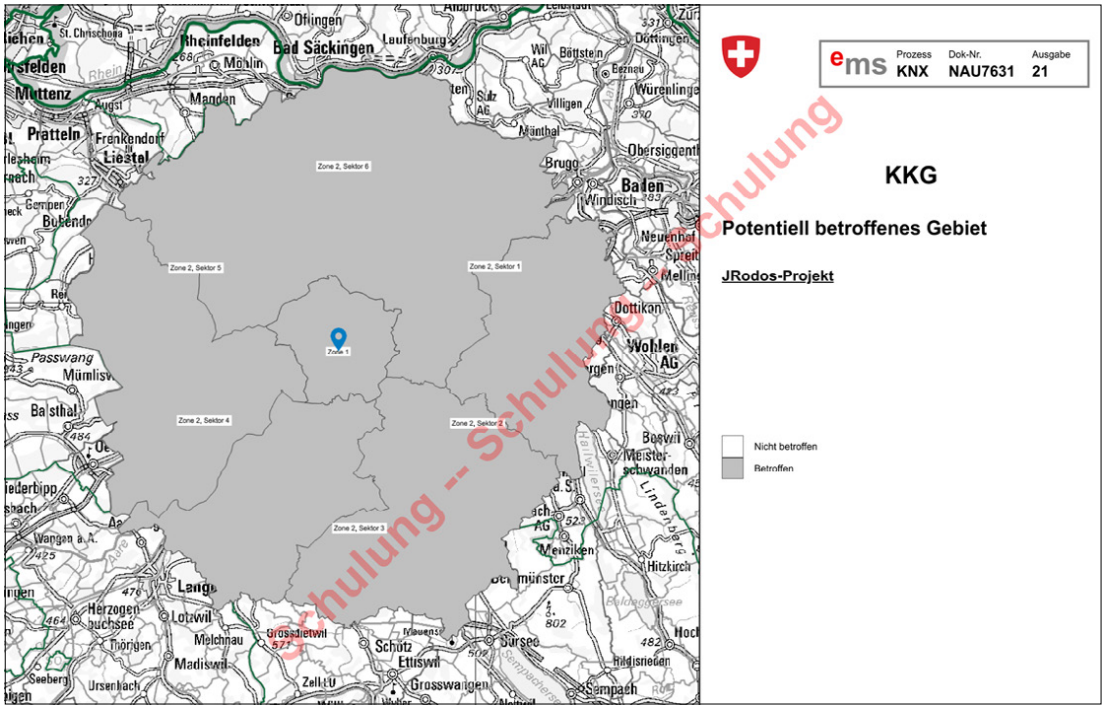
Die operationelle digitale Arbeitsoberfläche der NFO ermöglicht den beiden Einsatzgruppen Strahlenschutz und Reaktorsicherheit einen Grossteil ihrer wiederkehrenden Arbeiten digital auszuführen und zu dokumentieren. Sie ersetzt damit grösstenteils die bislang verwendeten Papierformulare. Seitens der Einsatzgruppe Reaktorsicherheit fokussiert die Benutzeroberfläche auf eine anlagenspezifische Liste der für die Sicherheit der Kernanlage und für die Störfallbeherrschung zentralen Systeme und Komponenten. Ausgehend von der Beurteilung der Verfügbarkeit dieser Systeme und Komponenten werden diese in einer stark vereinfachten schematischen Anlagengrafik unter Verwendung von Signalfarben eingefärbt (vgl. Darstellung 40). Damit wird den Notfallschutzpartnern ein vereinfachter Überblick über die Situation vor Ort geboten.

Übersicht über den Anlagenzustand in der digitalen Arbeitsoberfläche der NFO



Darstellung 40: Liste der Systeme und Komponenten (links), deren Statusbeurteilung zur automatischen Einfärbung der Anlagengrafik (rechts) führt (Beispieldarstellung Druckwasserreaktor).

Potentiell betroffenes Gebiet am Standort des KKG



Darstellung 41: Beispiel einer im Rahmen einer Schulung entstandenen Grafik für das Produkt «Potentiell betroffenes Gebiet» aufgrund einer fiktiven Freisetzung am Standort des KKW Gösgen (KKG).

Zudem kann über die neue Benutzeroberfläche eine grafische Darstellung der vom ENSI gegebenenfalls empfohlenen Schutzmassnahmen erstellt werden. Hierbei werden die Notfallschutzzonen und -sektoren, sowie die Gemeinden ausserhalb der Notfallschutzzonen, entsprechend eingefärbt (vgl. Darstellung 42). Die digitalisierte Arbeitsoberfläche visualisiert die bislang ausschliesslich in Tabellenform mitgeteilten Empfehlungen des ENSI für Schutzmassnahmen in einfacherer, schnell erfassbarer Form.

Die digitale Arbeitsoberfläche enthält zusätzlich einen stets aktuell gehaltenen Statusbalken, der unter anderem eine Übersichtsdarstellung zu den radiologischen Schutzzielen (in Ampelform), zum MADUK-Schwellwertalarm, zur Windgeschwindigkeit am Standort und zur Notfallklasse be-

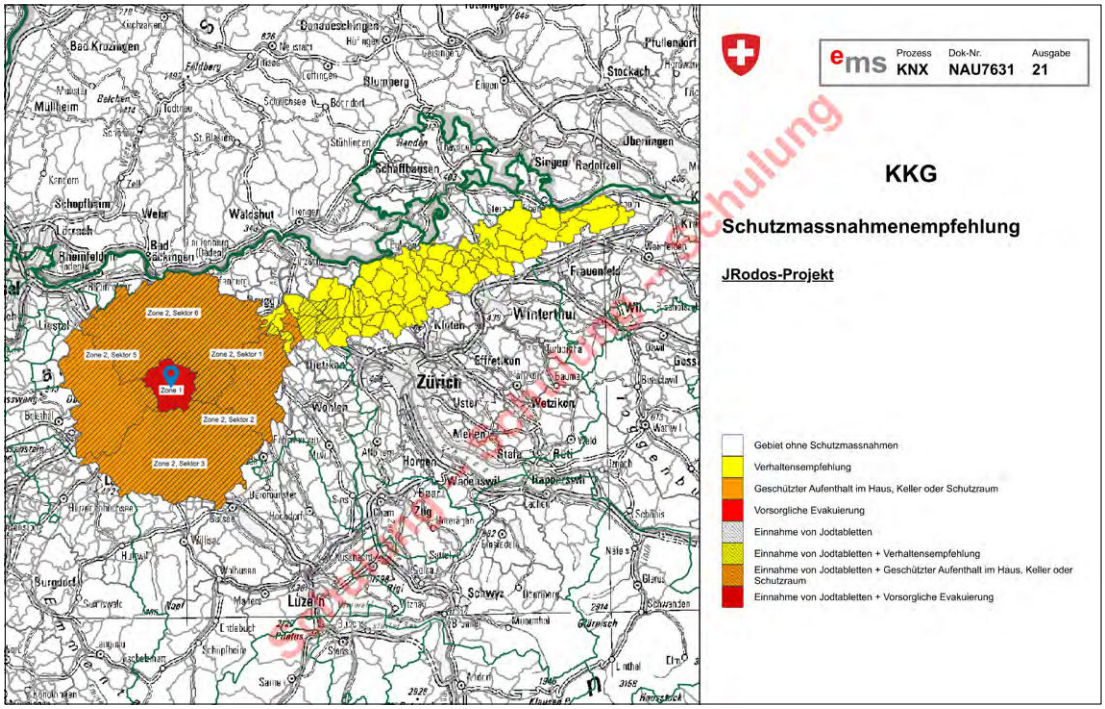
sitzt. Dies gibt den Nutzern jederzeit einen Überblick über den aktuellen Stand der wesentlichen Kenngrössen.

Im Berichtsjahr wurde die Entwicklung der digitalen Arbeitsoberfläche weiter vorangetrieben. Diverse Formulare zur Infrastruktur, zu Rapportinformationen, zu Webartikeln sowie zu Erfassung und Versand von Meldungen für die Schichtplanung und die Alarmbearbeitung wurden beispielsweise erstellt und implementiert. Es ist auch möglich JRODOS-Rechnungen aus der digitalen Arbeitsoberfläche automatisch auszulösen. Weiter wurden Formulare zur Notfallklassierung und zur INES-Einstufung erstellt. Die Operationalisierung der Arbeitsoberfläche in der Ausbaustufe 2 soll bis zur Gesamtnotfallübung 2026 erfolgen.

f. Ausweichstandort

Die Notfallorganisation (NFO) verrichtet ihre Arbeit in geschützten Notfallräumlichkeiten am Standort Brugg. Diese stehen jederzeit zur Verfügung. Seit der Operationalisierung des Ausweichstandorts für die ENSI-NFO und der ENSI-Rechenzentren verfügt das ENSI auch über einen zukunftsgerichteten Ausweichstandort (vgl. Bild 22), der die Verfügbarkeit der ENSI-NFO und ihrer Produkte zugunsten des Notfallschutzes auf nationaler Ebene gewährleistet. Im Berichtsjahr erfolgten punktuell weitere Ergänzungen der Infrastruktur am Ausweichstandort.

Empfehlungen nach Dosismassnahmenkonzept



Darstellung 42: Im Rahmen einer Schulung generierte grafische Darstellung der Empfehlung des ENSI entsprechend den Dosisschwellen nach dem Dosismassnahmenkonzept am Beispiel eines unterstellten, fiktiven Quellterms.

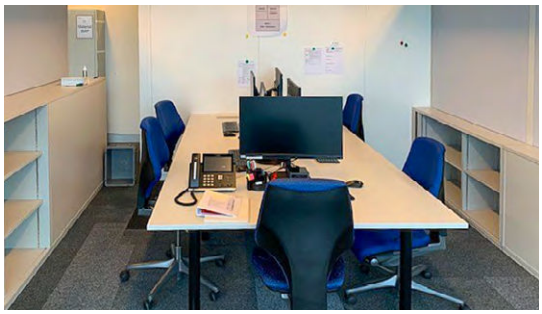


Bild 22: Ausweichstandort der ENSI-NFO.

automess
S/N 92496
ext
µSv/h
0.073

9. Notfallschutz-inspektionen

Im Rahmen der Aufsicht führt das ENSI auch im Fachgebiet Notfallschutz regelmässig wiederkehrende Inspektionen durch. So werden die Notfallkommunikationsmittel der Kernkraftwerke jährlich nach den Vorgaben der Richtlinie ENSI-B12 «Notfallschutz in Kernanlagen» überprüft. Gemäss Notfallschutzverordnung haben die Betreiber von Kernanlagen geeignete Notfallkommunikationsmittel für die Kommunikation mit

a. dem ENSI,
b. der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) und
c. den von den Kantonen bezeichneten Stellen, auf deren Gebiet sich Gemeinden beziehungsweise Gemeindeteile der Zone 1 befinden,

zu beschaffen und zu installieren. Geeignete Kommunikationsmittel des Werkes zu externen Stellen sind bei einem Notfall eine wichtige Voraussetzung für die Alarmierung der Notfallpartner, zur Bewältigung von Stör- und Notfalllagen sowie zur Vorbereitung und Anordnung von Schutzmassnahmen für die Bevölkerung. Die Inspektionen soll zeigen, dass dokumentierte Einrichtungen für die Alarmierung externer Stellen vorhanden sind, dass Vorgaben für periodische Funktionsprüfungen existieren und Nachweise über deren Durchführungen vorliegen. Zusätzlich sollen stichprobenartige Funktionskontrollen von Kommunikationseinrichtungen deren ordnungsgemässe Funktion verifizieren.

Als weiterer wichtiger Baustein der Aufsichtstätigkeit im Bereich Notfallschutz inspiziert das ENSI die gemäss Richtlinie ENSI-B11 «Notfallübungen» durchzuführenden Notfallübungen der Kernanlagen. Damit verfolgt das ENSI grundsätzlich das Ziel zu überprüfen, ob die für die Notfallbereitschaft auf hohem Niveau festgelegten Erfolgskriterien in der Übung erreicht werden. Zudem sollen Abweichungen erkannt und Optimierungsmöglichkeiten festgestellt werden. Auf Basis dieser Inspektionen bewertet und beurteilt das ENSI die Notfallorganisation (NFO) der entsprechenden Anlage. Je nach Übungstyp wird das ENSI durch weitere Behörden oder Organisationen unterstützt, die in Tabelle 3 ausgewiesen werden.

In Ergänzung zu den Inspektionen der Notfallübungen werden, ebenfalls basierend auf der Richtlinie ENSI-B11, Alarmierungsnotfallübungen durchgeführt. Dabei handelt es sich um Aufgebotstests, mit denen die Verfügbarkeit des Notfallstabes gemäss dem entsprechenden Notfallreglement überprüft wird. Die Aufgebotstests werden vom ENSI durch das Auslösen eines Übungsalarms als unangemeldete Inspektion durchgeführt.

Weitere Inspektionen hinsichtlich der Notfallbereitschaft betreffen die Notfallräumlichkeiten und das externe Lager Reitnau. Sie werden alle drei bis fünf Jahre durchgeführt und dienen der Überprüfung der Einsatzbereitschaft. So wurde im August 2025 eine Inspektion der Notfall- und Ersatznotfallräume im KKW Gösgen (KKG) durchgeführt. Der Fokus dieser Inspektion lag einerseits auf den grundlegenden Anforderungen an die zur Verfügung zu stellenden Räumlichkeiten, wie zum Beispiel das Bereithalten von aktuellen Notfallvorschriften und Führungshilfen. Andererseits wurden auch die technischen Ausrüstungen, die den Aufenthalt und das Arbeiten der NFO unter erschwerten Bedingungen ermöglichen sollen, inspiziert. Die Inspektion zeigte auf, dass die diesbezüglich gestellten Anforderungen im KKG erfüllt sind.

Im Jahr 2025 konnten alle Kernanlagen ihre geplanten Notfallübungen durchführen. Die Anlagen KKW Beznau (KKB), KKW Mühleberg (KKM), KKW Leibstadt (KKL) und Zentrales Zwischenlager (ZZL) der Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG haben im Jahr 2025 jeweils eine Werksnotfallübung durchgeführt. Das KKG führte eine Stabsnotfallübung durch, bei der auch die Überprüfung der Zusammenarbeit des Notfallstabs mit

Übungstyp	Behörde/Organisation zusätzlich zum ENSI
Werksnotfallübung mit Schwerpunkt Polizeieinsatz	Zuständige Kantonspolizei
Werksnotfallübung/Institutsnotfallübung mit Schwerpunkt Feuerwehreinsatz	Zuständiges kantonales Feuerwehrinspektorat
Institutsnotfallübungen	Bundesamt für Gesundheit (BAG), Abteilung Strahlenschutz

Tabelle 3: Übungstypen und partizipierende Behörden/Organisationen.

den Stäben externer Stellen überprüft wurde. Bei der im Paul Scherrer Institut (PSI) durchgeführten Institutsnotfallübung lag ein Szenario zugrunde, welches Schutzmassnahmen in der speziellen Gefährdungszone PSI/ZZL notwendig machte. Alle Anlagen konnten zeigen, dass sie über eine zur Beherrschung von Störfällen geeignete Notfallorganisation (NFO) verfügen.

Die Inspektionen betreffend der externen Notfallkommunikationsmittel wurden im Jahr 2025 wie geplant durchgeführt. Bei allen Inspektionen konnte die uneingeschränkte Verfügbarkeit der überprüften Mittel festgestellt werden. Ferner wurde in den KKW und im ZZL durch die Auslösung der unangemeldeten Aufgebotstests ausnahmslos die Verfügbarkeit des Werksnotfallstabs innerhalb der zeitlichen Vorgaben gemäss Richtlinie ENSI-B11 «Notfallübungen» bestätigt.

Gesamtnotfallübungen

Eine Gesamtnotfallübung (GNU) wird in der Schweiz alle zwei Jahre unter der Federführung des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS) durchgeführt (vgl. Kapitel 7.1). Sie dient primär dazu, die Zusammenarbeit der Notfallorganisation des betroffenen KKW mit den externen Notfallschutzpartnern zu überprüfen. Das ENSI und die weiteren Notfallschutzpartner mit aktiver Rolle im Ereignisfall sind gemäss den Bestimmungen aus der Notfallschutzverordnung zur Teilnahme an der GNU verpflichtet. Neben dem beübten KKW und dem ENSI sind dies insbesondere der Standortkanton, die Kantone mit Gemeinden in der Notfallschutzzone 2, das BABS, MeteoSchweiz und die Gruppe Verteidigung. Bei jeder GNU besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit, weitere nationale und internationale Partner in die Übung einzubinden, um die entsprechenden Schnittstellen, zum Beispiel zur Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) zu überprüfen.

Die Auswertung der GNU 2024 zeigte, dass die allgemeinen sowie die organisationsspezifischen Übungsziele des ENSI in den Bereichen Stabsarbeit, Medienarbeit und Organisation erreicht wurden. Gleichzeitig wurde systematisch Optimierungspotenzial identifiziert. Dieses betrifft insbesondere weitere Verbesserungen in der Bereitstellung bedarfsgerechter Entscheidungsgrundlagen, die Effizienz der internen Abläufe der ENSI-NFO sowie die Kommunikation der Empfehlung von Schutzmassnahmen im Austausch mit den Notfallschutzpartnern. Die ruhige, strukturierte und zielgerichtete Arbeitsweise der ENSI-NFO während des Übungseinsatzes sowie die zeit- und sachgerechte Beratung der Notfallschutzpartner bestätigten insgesamt das hohe Leistungsniveau der Notfallorganisation des ENSI. Die neue digitale Arbeitsoberfläche (vgl. Kapitel 8.2) bewährte sich dabei als wirksames Instrument zur Unterstützung der Führungs- und Kommunikationsprozesse.

Die aus der GNU 2024 abgeleiteten Erkenntnisse wurden systematisch ausgewertet und in konkrete Massnahmen überführt. Ein wesentlicher Teil dieser Massnahmen wurde im Jahr 2025 bereits implementiert oder befindet sich in der Umsetzung. Alle Massnahmen fliessen in den kontinuierlichen Verbesserungsprozess der ENSI-NFO ein und zielen darauf ab, die Effizienz der Abläufe weiter zu steigern sowie die Zusammenarbeit und den Informationsaustausch mit den Notfallschutzpartnern weiter zu stärken. Ihre Umsetzung soll bis zur nächsten Gesamtnotfallübung GNU 2026 erfolgt sein. Die planmässigen Vorbereitungsarbeiten für diese nächste Gesamtnotfallübung, die mit dem KKB durchgeführt wird, wurden bereits im Jahr 2024 aufgenommen.

Bild 23: Zusammenarbeit der Betriebssanität, des Betriebsstrahlenschutzes und der Betriebsfeuerwehr im Rahmen der Institutsnotfallübung (INU) INDIA am PSI vom 20. November 2025.

Sicherung & IT-Sicherheit

Die Sektion «Sicherung & IT-Sicherheit» beurteilt und überwacht Massnahmen zum Schutz der Schweizer Kernanlagen gegen unbefugte Einwirkungen, insbesondere zur Verhinderung von Sabotage und Entwendung von Kernmaterialien und radioaktivem Material. Im Bereich des physischen Schutzes beaufsichtigt sie Auslegung, Ausführung und Zustand der sicherungstechnischen Einrichtungen. Im Bereich der IT-Sicherheit überprüft sie Schutzmassnahmen zur Sicherstellung von Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulichkeit von Informationen und Systemen, einschliesslich schutzbedürftiger IT- und OT-Systeme. Zudem bewertet die Sektion fortlaufend die Gefährdungslage, verfolgt technologische Entwicklungen und richtet ihre Aufsicht an aktuelle und absehbare Bedrohungen aus.

Vorwort der Leitung der Sektion «Sicherung & IT-Sicherheit»

Die Verhinderung von Sabotage oder Entwendung von Kernmaterialien sowie von radioaktivem Material erfordert ein hohes Mass an Vorstellungsvermögen. Eine Kernanlage ist so auszulegen, dass böswilligen Aktionen entschieden begegnet wird. Geht es um die physische Sicherheit in Kernanlagen, gelten die vier Grundprinzipien: Abschrecken, Erkennen, Verzögern und Reagieren. Sie bilden ein mehrschichtiges Verteidigungssystem, das Sabotage oder Entwenden verhindern soll. Das übergeordnete Ziel ist dabei wie beim Strahlenschutz der Schutz von Mensch und Umwelt vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen.

Im Bereich des physischen Schutzes gegen unbefugtes Einwirken begutachtet und beaufsichtigt die Sektion «Sicherung & IT-Sicherheit» die Auslegung, die Ausführung, das Betriebsverhalten sowie den Zustand der sicherungstechnischen Einrichtungen. Grundsätzlich wird sie vom Anspruch geleitet, die Einhaltung der Schutzziele der nuklearen Sicherheit bei unbefugten Einwirkungen zu gewährleisten. Eine der vielen Herausforderungen besteht darin, die dafür getroffenen Schutzmassnahmen in Einklang mit dem Konzept der nuklearen Sicherheit zu bringen. Zum Beispiel dann, wenn es darum geht, den Einbruchschutz mit den Anforderungen des Brandschutzes (Notausgänge) zu vereinbaren. Auch im Berichtsjahr wurden in Kernanlagen diverse Gebäudeöffnungen mit Blick auf die ausreichende Sicherung analysiert.

Im Bereich der IT-Sicherheit, welche im Ansatz jegliche programmierbare Komponenten im Bereich der automatisierten Informationsverarbeitung und -handhabung umfasst, hat die Sektion im Berichtsjahr beispielsweise die Auslegungsspezifikation einer beleuchteten Signalisation für den Brandschutz bewertet. Darin verbaute Funkchips können theoretisch als Angriffspfad ausgenutzt werden. Der Aufwand und die Komplexität beim Schutz von IT- und Operational Technology-Systemen (OT) nehmen stetig zu. Vor diesem Hintergrund hat sich das Team auf diesem Gebiet verstärkt. Auch wird dem Austausch mit in- und ausländischen Expertinnen und Experten eine grosse Bedeutung beigemessen. In diesem Zusammenhang werden zurzeit unter anderem die Empfehlungen aus einem dedizierten Audit der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) im Jahr 2023 weiter umgesetzt.

Des Weiteren setzte man sich mit der Thematik auseinander, die Aufsichtskultur der nuklearen Sicherheit enger mit jener der Sicherung zu verzahnen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass jedes Fachgebiet über seine eigene Sprache und einen spezifischen Blickwinkel verfügt. Zu diesem Zweck hat das ENSI gemeinsam mit der Fachhochschule in Olten ein Forschungsprojekt initiiert. Ziel des Projekts ist es, die Themenbereiche Sicherheit, Sicherung und Informationssicherheit stärker zu vernetzen und die Fachsektionen des ENSI gegenüber den möglichen Wechselwirkungen zwischen den Themenbereichen zu sensibilisieren.

Neben der allgemeinen Aufsicht befasst man sich mit der Beurteilung der Gefährdungslage sowie der Neubewertung bestehender Bedrohungen unter Berücksichtigung ihres technologischen Wandels. Im Bereich der Drohnentechnologie haben sich insbesondere infolge des Krieges in der Ukraine erhebliche Entwicklungen ergeben. So erfordert der Einsatz von Drohnen inzwischen keine besonderen Fachkenntnisse mehr. Ihre Leistungsfähigkeit und auch ihr Gefährdungspotenzial gegenüber kritischer Infrastruktur haben aber deutlich zugenommen. Sie stehen deshalb zunehmend in unserem Fokus.

Absolute Sicherheit gibt es nicht. Die ergriffenen Massnahmen sollen abschrecken aber insbesondere auch wirksam sein, so dass die Wahrscheinlichkeit für einen erfolgreichen Angriff auf eine Kernanlage klein und das Ziel damit unattraktiv bleibt.

Giuseppe Testa

10. Sicherung von Kernanlagen

10.1 Sicherung: Drohnen & Schutz kritischer Infrastruktur

Drohnen stellten im Berichtsjahr im Rahmen der kontinuierlichen Neubewertung bestehender Bedrohungslagen einen zentralen Schwerpunkt der Arbeiten in der Sektion Sicherung & IT-Sicherheit dar.

In den vergangenen Jahren hat sich die technologische Entwicklung von Drohnen, auch als unbemannte Luftfahrzeuge (unmanned aerial vehicle – UAV) bezeichnet, erheblich beschleunigt. Globale politische sowie technische Entwicklungen haben dazu geführt, dass entsprechendes Fachwissen nicht mehr ausschliesslich militärischen Akteuren vorbehalten bleibt, sondern auch bei kommerziellen Herstellern sowie Privatpersonen breit vorhanden ist. Moderne Systeme sind mittlerweile deutlich kostengünstiger, benutzerfreundlicher und weit verbreitet, wodurch sie potenziell auch von Akteuren mit extremistischen oder gar terroristischen Absichten genutzt werden können und im Hinblick auf den Schutz kritischer Infrastrukturen eine zunehmende Herausforderung sind.

Im Umfeld von Kernanlagen bestehen zwar definierte Luftraumbeschränkungen, allerdings kann mit solchen administrativen Massnahmen allein kein umfassender Schutz gewährt werden. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass nicht alle Drohnen-Hersteller die geltenden Sicherheitsstandards konsequent und flächendeckend umsetzen. Namentlich betrifft dies die Implementierung standortbasierter Identifikations- beziehungsweise Geofencing-Systeme, welche den Betrieb von Luftfahrtsystemen in sogenannten «No-Fly-Zones» unterbindet. Darüber hinaus besteht das Risiko, dass einzelne Personen einschlägige Bestimmungen vorsätzlich missachten und strafbare Handlungen begehen.

Drohnen verfügen über ein breites Einsatzspektrum, das von zivilen bis hin zu militärischen Anwendungen reicht. Sie können sowohl defensiv (beispielsweise Arealüberwachung) als auch offensiv eingesetzt werden. In der vergangenen Zeit wurden in Westeuropa wiederholt Drohnen in unmittelbarer Nähe kritischer Infrastrukturen, einschliesslich Kernkraftwerken, festgestellt. Direkte Angriffe oder physische Schäden sind bislang nicht eingetreten. Die daraus resultierenden Einschränkungen führten jedoch zu finanziellen Einbussen und wirtschaftlichen Auswirkungen. Zudem wurden die festgestellten Aktivitäten häufig auch mit möglichen Ausspähungsabsichten in Verbindung gebracht.

Die bestehenden massiven baulichen Strukturen von Kernanlagen gewährleisten einen wirksamen Schutz gegenüber potenziellen Drohnenangriffen. Gleichwohl wird die technologische Entwicklung fortlaufend beobachtet und das Sicherheitsrisiko regelmässig und systematisch neu beurteilt.

Die Abwehr und Früherkennung von Drohnen, insbesondere solcher mit Spionage- oder terroristischem Einsatzpotenzial, erfordert ein aufeinander abgestimmtes Bündel von Massnahmen. In diesem Zusammenhang ist der regelmässige Austausch sensibler Informationen mit Partnern, wie der Polizei und dem Nachrichtendienst des Bundes, von grosser Bedeutung. Der Betreiber einer Kernanlage kann so rechtzeitig präventive Massnahmen ergreifen.

Das ENSI verfolgt den Anspruch, die Anforderungen an die Anlagensicherung kontinuierlich an aktuelle und absehbare Bedrohungslagen anzupassen sowie bei Bedarf spezifische Sicherungsmassnahmen für die Kernanlagen anzuordnen.

10.2 IT-Sicherheit in einer Kernanlage

In Kernanlagen werden für den Strahlenschutz programmierbare Komponenten und Systeme wichtiger. Neben dem Einsatz von industriellen Steuerungssystemen (ICS) an nuklearen Sicherheitssystemen werden programmierbare Komponenten und Systeme zunehmend bei Gerätschaften, welche die Überwachung des Strahlenschutzes unterstützen, eingesetzt. Die Verwendung dieser digitalisierten Technik bietet insbesondere hinsichtlich der Datenintegrität, der Nachvollziehbarkeit und der raschen Wiederherstellung bei Ausfällen grosse Vorteile. Gleichzeitig erfolgt damit in vielen Fällen eine Vernetzung der Gerätschaften mit weiteren IT-Systemen, die wiederum mit entsprechenden Risiken verbunden ist. Es müssen Schutzmassnahmen ergriffen werden, um die Zuverlässigkeit dieser für den Strahlenschutz wichtigen Gerätschaften zu garantieren.

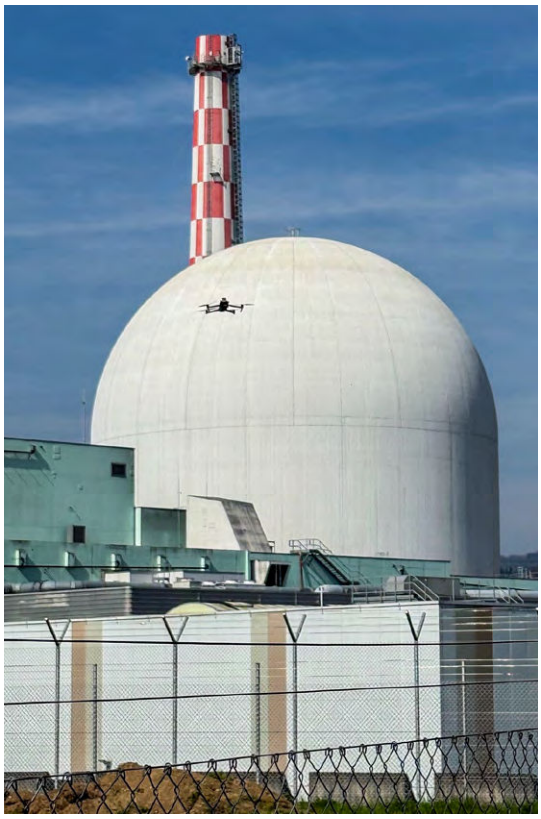


Bild 24: Eine vom Anlagenbetreiber eingesetzte Drohne überfliegt das Gelände des Kernkraftwerks Leibstadt.

Das Prinzip der in der Tiefe gestaffelten Abwehr (sog. defence in depth) ist auch für die IT-Sicherheit von zentraler Bedeutung. Erst in der Gesamtheit der Anwendung unterschiedlicher IT-Sicherheitsmassnahmen (organisatorisch, administrativ und technisch) kann ein akzeptables Schutzniveau erreicht werden. Unerlässlich dafür ist eine IT-Sicherheitsarchitektur, welche einerseits die Segmentierung zwischen Gerätschaften des Strahlenschutzes und betrieblicher Sicherheitstechnik sicherstellt, sowie andererseits jedes IT-System aufgrund seines erhobenen Schutzbedarfs eindeutig einer IT-Sicherheitszone zugeordnet und wiederum jeder IT-Sicherheitszone eine eindeutige Gruppe von IT-Sicherheitsmassnahmen zuweist. Zudem wird für jedes schutzbedürftige IT-System eine nachvollziehbare Bedrohungsanalyse

Schutzbedürftige IT-Systeme

Als schutzbedürftige IT-Systeme für die nukleare Sicherheit und Sicherung gelten alle programmierbaren Systeme und Komponenten, welche für die Gewährleistung der Schutzziele der nuklearen Sicherheit gemäss Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2) massgebend und bedeutsam sind. Gleichermassen betroffen ist die Einhaltung der Schutzziele der nuklearen Sicherung gemäss Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und Sicherungsmassnahmen für Kernanlagen und Kernmaterialien (732.112.1). Es ist wichtig, dass insbesondere die Anforderungen an die Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulichkeit von sicherheits- und sicherungstechnischen Funktionen erfüllt werden.

Da für alle IT-Systeme einer Kernanlage ein Grundschutz aus Sicht der IT-Sicherheit zu gewährleisten ist, gelten für schutzbedürftige IT-Systeme aufgrund ihrer Bedeutung für die nukleare Sicherheit und Sicherung erhöhte Anforderungen.

durchgeführt, die insbesondere die angewandten Angriffsszenarien und die entgegengestellten IT-Sicherheitsmassnahmen umfasst.

Zur Bewertung und Auslegung von Systemen und Komponenten orientiert sich das ENSI an diversen Konzepten wie auch den sogenannten «Cyber Kill Chains». Damit können die Absichten, Fähigkeiten und die nächsten Schritte eines Angreifers ein- und abgeschätzt werden. Davon wiederum können leistungsorientierte Anforderungen an den digitalen Schutz von Systemen und Komponenten abgeleitet werden, welche in der Richtlinie ENSI-G22 «IT-Sicherheit» festgehalten sind.

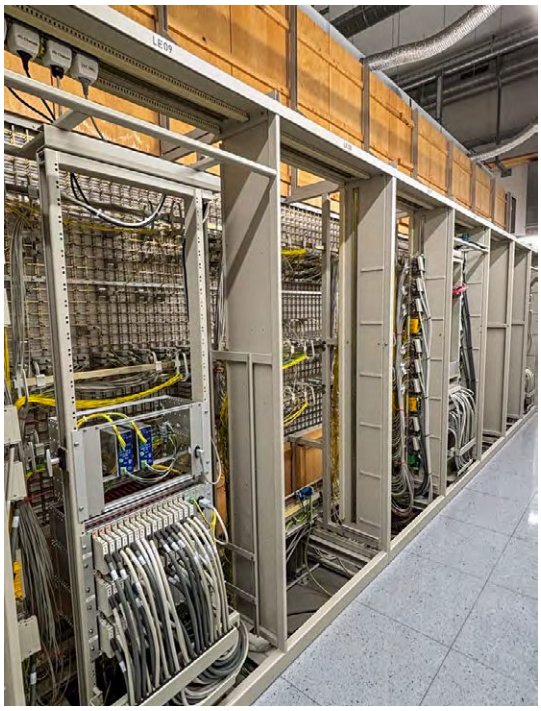


Bild 25: Instrumentierung zur Erfassung digitaler Messwerte in einem Schweizer KKW.

Richtlinie ENSI-G22 «IT-Sicherheit»

Die Richtlinie ENSI-G22 bildet die aufsichtsrechtliche Grundlage zur Sicherstellung der Schutzziele der nuklearen Sicherheit und Sicherung im Bereich der Informationstechnik (IT). Zur Sicherstellung der jeweiligen Schutzziele ist ein strukturiertes IT-Sicherheitsdispositiv erforderlich, welches mittels angemessener Schutzmassnahmen die IT-Sicherheit gewährleistet. Ziel der Massnahmen ist eine an den Gefährdungen systematisch ausgerichtete IT-Sicherheit unter Anwendung eines risikobasierten Ansatzes.

Die Aufgabe der IT-Sicherheit in Kernanlagen ist es, die Informationssicherheit auf der Ebene der elektronischen Datenverarbeitung und damit eingehend die Prozesssicherheit der durch IT-unterstützte Automation sicherzustellen. Dabei sind nicht nur die Informationen (Daten) zu betrachten, sondern auch die programmierbaren Komponenten und zugehörigen Systeme, welche diese Informationen erstellen, verarbeiten, speichern, übermitteln und wiedergeben.

Im Bereich der Kernenergie wird die IT-Sicherheit zumeist der nuklearen Sicherung (Nuclear Security) zugeordnet, beispielsweise bei der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) im Rahmen der «Nuclear Security Series» (NSS).

Bild 26: Richtlinie ENSI-G22.

Anhang 1 – Dosimetriedaten

Dosisbereich [mSv]	KKB Block 1 und 2			KKG			KKL			KKM			Total KKW		
	EP	FP	EP+FP	EP	FP	EP+FP	EP	FP	EP+FP	EP	FP	EP+FP	EP	FP	EP+FP
0,0–1,0	619	953	1572	567	895	1462	479	1333	1812	224	328	552	1881	2734	4615
>1,0–2,0	32	90	122	12	34	46	45	140	185	22	15	37	109	257	366
>2,0–5,0	21	40	61	18	9	27	33	141	174	28	45	73	104	250	354
>5,0–10,0		1	1	1		1	1	3	4	4	13	17	8	22	30
>10,0–15,0											14	14		14	14
Total Personen	672	1084	1756	598	938	1536	558	1617	2175	278	415	693	2102	3277	5379
Mittel pro Person [mSv]	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	1,2	1,0	0,3	0,6	0,5

Tabelle A1: Anzahl beruflich strahlenexponierter Personen in KKW aufgeschlüsselt nach Dosisbereich.

Personen, die in mehreren Anlagen eingesetzt wurden, werden unter «Total KKW» nur einmal gezählt. Durch die Addition von in verschiedenen Kernanlagen akkumulierten Individualdosen verändern sich die Personenzahlen in einzelnen Dosisintervallen. Individualdosen können sich aus den in verschiedenen Anlagen akkumulierten Dosen zusammensetzen.

Dosisbereich [mSv]	PSI			EPFL	Total Forschung	ZZL			Total KKW	Total Kernanlagen und Forschung
	EP	FP	EP+FP			EP	FP	EP+FP	EP + FP	
0,0–1,0	309	211	520	12	532	102	279	381	4615	5292
>1,0–2,0									366	368
>2,0–5,0									354	354
>5,0–10,0									30	30
>10,0–15,0									14	14
Total Personen	309	211	520	12	532	102	279	381	5379	6058
Mittel pro Person [mSv]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,5	0,4

Tabelle A2: Anzahl beruflich strahlenexponierter Personen in weiteren Kern- und Forschungsanlagen aufgeschlüsselt nach Dosisbereich.

Personen, die in mehreren Anlagen eingesetzt wurden, werden unter «Total KKW» und «Total Kernanlagen und Forschung» nur einmal gezählt. Dadurch fallen diese Summenwerte kleiner aus als die Summe der Werte von den einzelnen Anlagen. Individualdosen können sich aus den in verschiedenen Anlagen akkumulierten Dosen zusammensetzen.
Unter «PSI» und «Total Kernanlagen und Forschung» wird jeweils nur der Beitrag aus dem Aufsichtsbereich des ENSI gezählt.

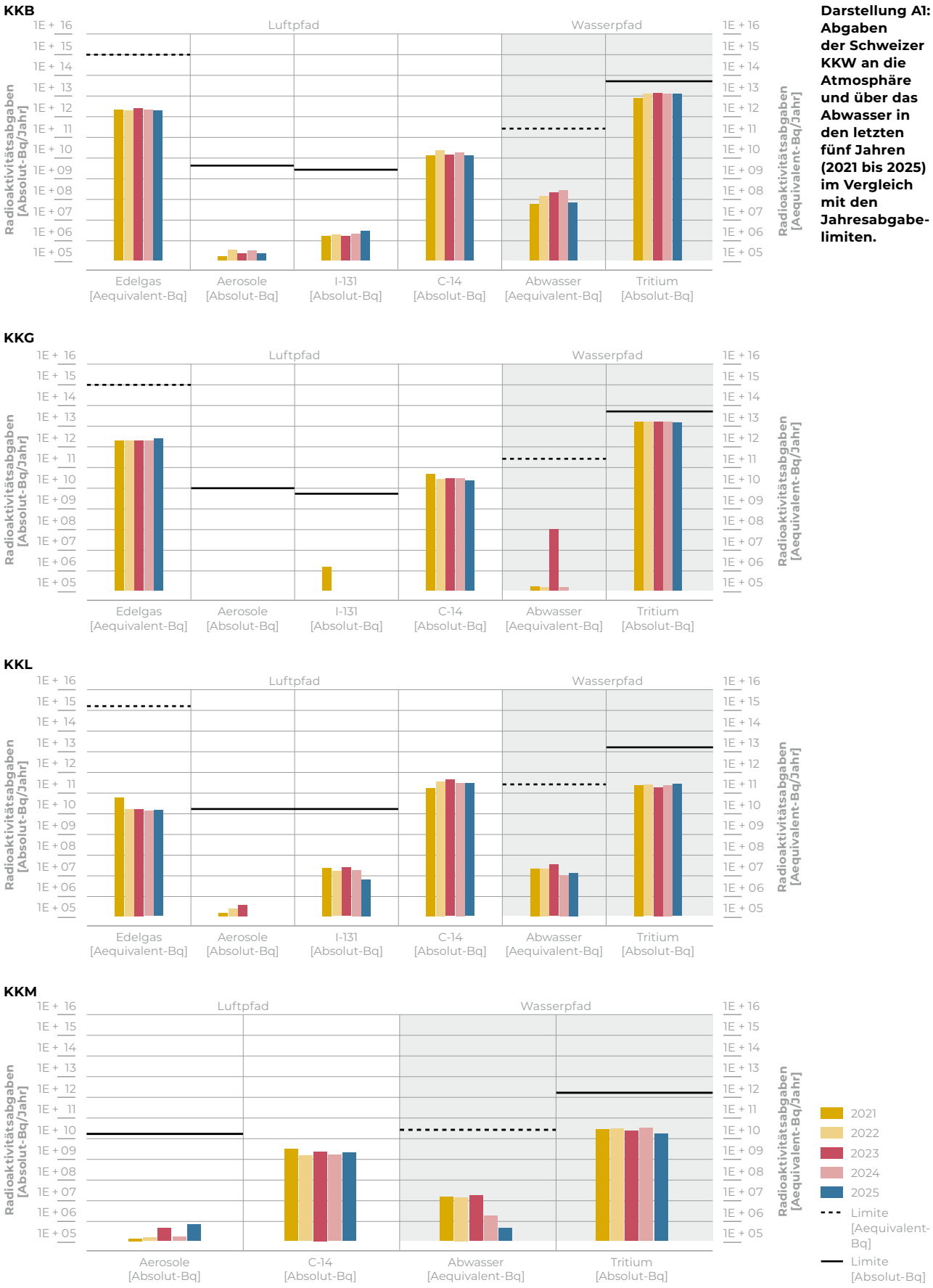
Anlage	Haut			Extremitäten*		
	Anzahl Personen			Anzahl Personen		
	Eigenpersonal	Fremdpersonal	Total	Eigenpersonal	Fremdpersonal	Total
KKB	672	1083	1755	16	25	41
KKG	598	938	1536	2	8	10
KKL	558	1616	2174	18	59	77
KKM	278	415	693	4	3	7
PSI	309	210	519	32	9	41
ZZL	102	279	381	0	0	0
Summe	2517	4541	7058	72	104	176

Tabelle A3: Verteilung der Anzahl Personen des Eigen- und Fremdpersonals von Haut- und Extremitätendosen [mSv] – KKW, PSI[1] und ZZL.

[1] Aufsichtsbereich des BAG mit einbezogen

* Gemäss Richtlinie ENSI-B09 «Ermittlung und Aufzeichnung der Dosen strahlenexponierter Personen» ist pro Person nur die Jahresdosis der am höchsten exponierten Extremität zu berücksichtigen.

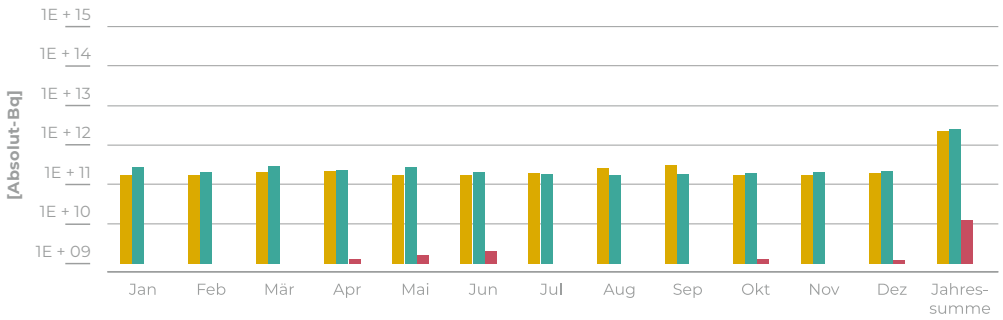
Anhang 2 – Emissionsdaten aus den Kernanlagen



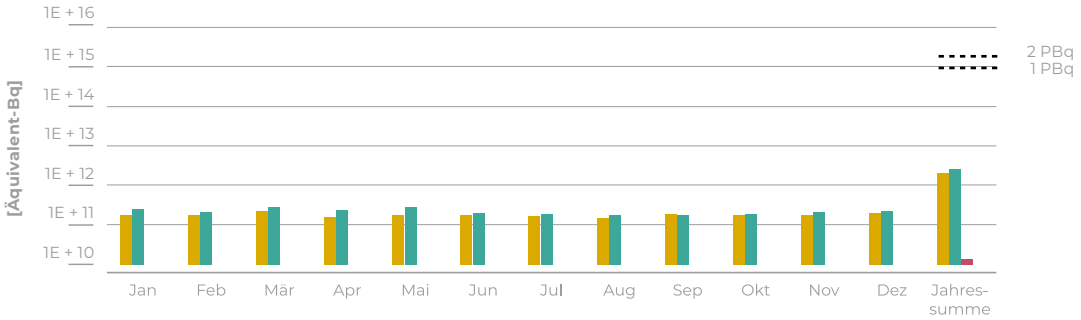
Darstellung A1: Abgaben der Schweizer KKW an die Atmosphäre und über das Abwasser in den letzten fünf Jahren (2021 bis 2025) im Vergleich mit den Jahresabgabe-limiten.

Darstellung A2: Abgaben der Schweizer KKW an die Atmosphäre und das Abwasser im Jahr 2025, aufgeschlüsselt nach einzelnen Monaten.

Monatliche Edelgasabgaben mit der Fortluft aus den KKW und Jahressumme 2025

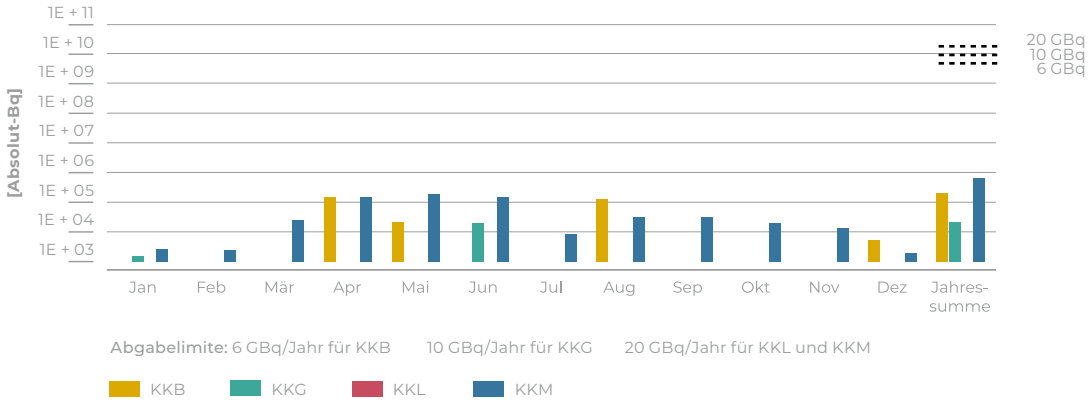


Monatliche Äquivalent-Edelgasabgaben mit der Fortluft aus den KKW und Jahressumme 2025



Abgabelimite: 1 PBq/Jahr für KKB und KKG 2 PBq/Jahr für KKL

Monatliche Aerosolabgaben mit der Fortluft aus den KKW und Jahressumme 2025

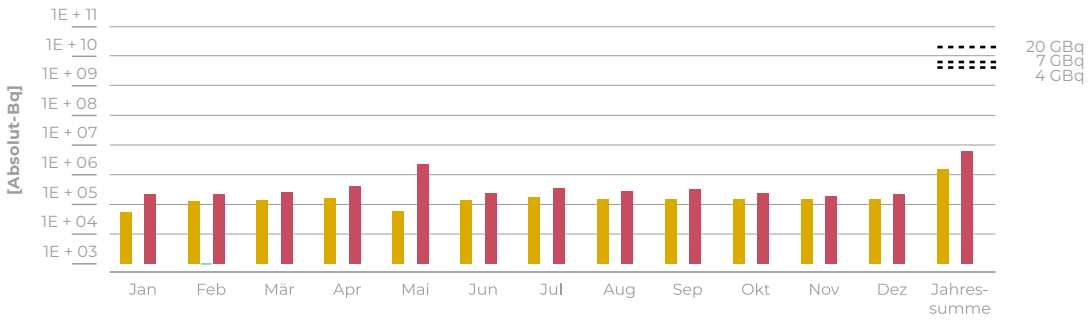


Abgabelimite: 6 GBq/Jahr für KKB 10 GBq/Jahr für KKG 20 GBq/Jahr für KKL und KKM

Anhang 2 – Emissionsdaten aus den Kernanlagen

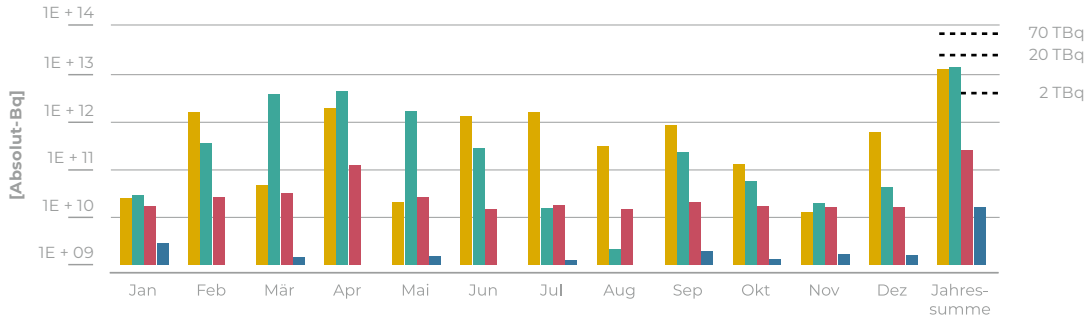
Darstellung A3: Abgaben der Schweizer KKW an die Atmosphäre und das Abwasser im Jahr 2025 aufgeschlüsselt nach einzelnen Monaten.

Monatliche Abgaben von ^{131}I mit der Fortluft aus den KKW und Jahressumme 2025



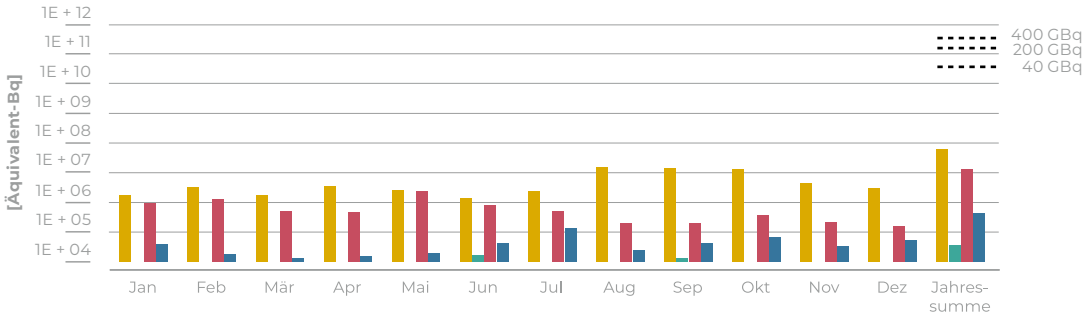
Abgabelimite: 4 GBq/Jahr für KKB 7 GBq/Jahr für KKG 20 GBq/Jahr für KKL

Monatliche Abgaben von Tritium mit dem Abwasser aus den KKW und Jahressumme 2025



Abgabelimite: 70 TBq/Jahr für KKB und KKG 20 TBq/Jahr für KKL 2 TBq/Jahr für KKM

Monatliche Äquivalentabgaben der übrigen Nuklide mit dem Abwasser aus den KKW und Jahressumme 2025



Abgabelimite: 400 GBq/Jahr für KKB, KKL 200 GBq/Jahr für KKG 40 GBq/Jahr für KKM

KKB KKG KKL KKM

Ort	Medium	Art der Abgaben[1]	Bilanzierte Abgaben[2]				Berechnete Jahresdosis[3]		
			Abgabe	Aequivalentabgaben [1,2]	Limiten[4]				
			Bq pro Jahr	Bq pro Jahr	Bq pro Jahr	Prozent der Limite	Erw. mSv/Jahr	10j Kind mSv/Jahr	1j Kind mSv/Jahr
KKB 1 + KKB 2	Abwasser 4400 m³	Nuklidgemisch ohne Tritium	$4{,}7 \cdot 10^{8}$	$7{,}7 \cdot 10^{7}$	$4 \cdot 10^{11}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Tritium	$1{,}1 \cdot 10^{13}$		$7 \cdot 10^{13}$	15,4 %	<0,001	<0,001	<0,001
	Fortluft	Edelgase	$3{,}5 \cdot 10^{12}$	$3{,}0 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^{15}$	0,4 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Aerosole	$3{,}1 \cdot 10^{5}$		$6 \cdot 10^{9}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Iod: ^{131}I	$1{,}8 \cdot 10^{6}$	$4{,}3 \cdot 10^{6}$	$4 \cdot 10^{9}$	0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Kohlenstoff: ^{14}C in CO_2	$1{,}0 \cdot 10^{10}$				<0,001	<0,001	<0,001
	Dosis total						<0,001	<0,001	<0,001
KKG	Abwasser 5857 m³	Nuklidgemisch ohne Tritium	$8{,}5 \cdot 10^{5}$	$5{,}5 \cdot 10^{4}$	$2 \cdot 10^{11}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Tritium	$1{,}6 \cdot 10^{13}$		$7 \cdot 10^{13}$	23 %	<0,001	<0,001	<0,001
	Fortluft	Edelgase	$<3{,}9 \cdot 10^{12}$	$<4{,}0 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^{15}$	<0,4 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Aerosole	$3{,}3 \cdot 10^{4}$		$1 \cdot 10^{10}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Iod: ^{131}I			$7 \cdot 10^{9}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Kohlenstoff: ^{14}C in CO_2	$3{,}6 \cdot 10^{10}$				<0,001	<0,001	<0,001
	Dosis total						<0,001	<0,001	<0,001
KKL	Abwasser 12 397 m³	Nuklidgemisch ohne Tritium	$5{,}2 \cdot 10^{7}$	$1{,}0 \cdot 10^{7}$	$4 \cdot 10^{11}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Tritium	$4{,}1 \cdot 10^{11}$		$2 \cdot 10^{13}$	2,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
	Fortluft	Edelgase	$1{,}0 \cdot 10^{10}$	$1{,}5 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{15}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Aerosole			$2 \cdot 10^{10}$	0,0 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Iod: ^{131}I	$7{,}8 \cdot 10^{6}$	$7{,}8 \cdot 10^{6}$	$2 \cdot 10^{10}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Kohlenstoff: ^{14}C in CO_2	$4{,}5 \cdot 10^{11}$				<0,001	0,001	<0,001
	Dosis total						<0,001	0,001	<0,001
KKM	Abwasser 1703 m³	Nuklidgemisch ohne Tritium	$2{,}6 \cdot 10^{6}$	$6{,}2 \cdot 10^{6}$	$4 \cdot 10^{10}$	<0,1 %	<0.001	<0.001	<0.001
		Tritium	$2{,}0 \cdot 10^{10}$		$2 \cdot 10^{12}$	1,0 %	<0.001	<0.001	<0.001
	Fortluft	Aerosole	$8{,}0 \cdot 10^{5}$		$2 \cdot 10^{10}$	<0,1 %	0,002	0,002	0,002
		Kohlenstoff: ^{14}C in CO_2	$2{,}9 \cdot 10^{9}$				<0.001	<0.001	<0.001
	Dosis total						0,002	0,002	0,002
ZZL	Abwasser 694 m³	Nuklidgemisch ohne Tritium	$3{,}9 \cdot 10^{10}$	$1{,}7 \cdot 10^{8}$	$2 \cdot 10^{11}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Tritium	$3{,}8 \cdot 10^{10}$				<0,001	<0,001	<0,001
	Fortluft	β-/Y-Aerosole	$3{,}3 \cdot 10^{5}$		$1 \cdot 10^{9}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		α-Aerosole	$1{,}6 \cdot 10^{4}$		$3 \cdot 10^{7}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Kohlenstoff: ^{14}C in CO_2	$3{,}7 \cdot 10^{8}$		$1 \cdot 10^{12}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
		Tritium	$1{,}1 \cdot 10^{10}$		$1 \cdot 10^{14}$	<0,1 %	<0,001	<0,001	<0,001
	Dosis total						<0,001	<0,001	<0,001

Tabelle A4: Zusammenstellung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung im Jahr 2025 für die KKW und das ZZL sowie die daraus berechnete Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung. Angegeben ist für die jeweilige Nuklidgruppe und den Abgabepfad die Jahressumme der bei den einzelnen bilanzierenden Messungen durch die KKW ausgewiesenen Aktivitätsabgaben. Die Edelgasbilanzierungen im KKB und im KKG basieren auf Beta-Totalmessungen. Für die Umrechnung in die für den Vergleich mit den Abgabelimiten notwendigen Edelgas-Abgabeäquivalente wurde in diesen Fällen ein konservatives Nuklidgemisch angesetzt. Das KKL bilanziert die Edelgase nuklidspezifisch mittels Gammaspektrometrie-Messungen. Die nuklidspezifischen Messungen liegen häufig unterhalb der Nachweisgrenze.

Anhang 2 – Emissionsdaten aus den Kernanlagen

	PSI-Ost				
	Hochkamin	Saphir, Proteus	Forschungs-labor	Betriebs-gebäude radio-aktive Abfälle	Bundes-zwischenlager
Abgaben im Abwasser[1,2] [Bq/a]					
Nuklidgemisch ohne Tritium	–	–	–	–	–
Tritium	–	–	–	–	–
Abgaben über die Fortluft[1,2] [Bq/a]					
Edelgase und andere Gase	–		–		–
β-/γ-Aerosole, ohne Iod	–	–	–	–	–
α-Aerosole	–	–	–	–	–
Iod: Summe aller Isotope	–	–	–	–	–
Tritium als HTO	$4{,}2 \cdot 10^{10}$	–	–	$1{,}4 \cdot 10^{10}$	$4{,}6 \cdot 10^{9}$
Kohlenstoff: ^{14}C in CO_2	–	–	–	$1{,}4 \cdot 10^{8}$	$8{,}1 \cdot 10^{6}$
Jahresdosis[3] [mSv/Jahr] für:					
Erwachsene	<0,00015	<0,00015	<0,00015	<0,00015	<0,00015
Kind 10 Jahre	<0,00015	<0,00015	<0,00015	<0,00015	<0,00015
Kleinkinder	<0,00015	<0,00015	<0,00015	<0,00015	<0,00015
Anteil am quellenbezogenen Dosisrichtwert[4]	<0,1 %	<0,1 %	<0,1 %	<0,1 %	<0,1 %

	PSI-West		Gesamtanlage des PSI[1,2]		
	Zentrale Fortluftanlagen	C-Labor	Abwasser 677 m³	Fortluft	Äquivalent-abgaben
Abgaben im Abwasser[1,2] [Bq/a]					
Nuklidgemisch ohne Tritium			$3{,}7 \cdot 10^{7}$		$4{,}0 \cdot 10^{6}$
Tritium			$1{,}1 \cdot 10^{10}$		
Abgaben über die Fortluft[1,2] [Bq/a]					
Edelgase und andere Gase	$2{,}1 \cdot 10^{14}$	–		$2{,}1 \cdot 10^{14}$	$8{,}3 \cdot 10^{14}$
β-/γ-Aerosole, ohne Iod	$2{,}4 \cdot 10^{10}$	–		$2{,}4 \cdot 10^{10}$	–
α-Aerosole	–	–		–	–
Iod: Summe aller Isotope	$2{,}3 \cdot 10^{7}$	–		$2{,}3 \cdot 10^{7}$	–
Tritium als HTO	$5{,}4 \cdot 10^{12}$	–		$5{,}5 \cdot 10^{12}$	–
Kohlenstoff: ^{14}C in CO_2	–	–		$1{,}5 \cdot 10^{8}$	–
Jahresdosis[3] [mSv/Jahr] für:					
Erwachsene	0,008	<0,00015	<0,00015	0,008	
Kind 10 Jahre	0,008	<0,00015	<0,00015	0,008	
Kleinkinder	0,008	<0,00015	<0,00015	0,008	
Anteil am quellenbezogenen Dosisrichtwert[4]	5,3 %	<0,1 %	<0,1 %	<6 %	

Tabelle A5: Zusammenstellung der Abgaben des PSI im Jahr 2025 und der daraus berechneten Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung.

Nuklid	Abgaben [Bq im Jahr]					
β-/γ-Strahler	KKB	KKG	KKL	KKM	PSI	ZZL
^{3}H	$1{,}1\cdot10^{13}$	$1{,}6\cdot10^{13}$	$4{,}1\cdot10^{11}$	$2{,}0\cdot10^{10}$	$1{,}1\cdot10^{10}$	$3{,}8\cdot10^{10}$
^{22}Na					$1{,}2\cdot10^{7}$	$6{,}5\cdot10^{6}$
^{24}Na	$3{,}4\cdot10^{6}$					
^{54}Mn	$8{,}3\cdot10^{6}$		$3{,}8\cdot10^{6}$		$4{,}4\cdot10^{4}$	$9{,}6\cdot10^{5}$
^{58}Co	$1{,}7\cdot10^{7}$		$2{,}9\cdot10^{5}$			
^{60}Co	$1{,}2\cdot10^{8}$		$4{,}2\cdot10^{7}$	$2{,}4\cdot10^{6}$	$3{,}4\cdot10^{5}$	$1{,}8\cdot10^{7}$
^{65}Zn	$4{,}7\cdot10^{7}$					
^{89}Sr	$5{,}2\cdot10^{5}$					
$^{90}Sr/^{90}Y$	$6{,}8\cdot10^{5}$				$1{,}4\cdot10^{5}$	
^{95}Zr	$3{,}9\cdot10^{5}$					
^{95}Nb	$8{,}7\cdot10^{5}$					
^{99m}Tc	$9{,}2\cdot10^{5}$	$1{,}0\cdot10^{5}$				
^{103}Ru	$1{,}3\cdot10^{5}$					
^{110m}Ag	$1{,}7\cdot10^{7}$					
^{122}Sb	$2{,}6\cdot10^{6}$					
^{124}Sb	$1{,}4\cdot10^{8}$					
^{125}Sb	$4{,}9\cdot10^{7}$		$5{,}6\cdot10^{6}$			$1{,}2\cdot10^{6}$
^{123m}Te	$1{,}4\cdot10^{7}$	$7{,}4\cdot10^{5}$				
^{132}Te	$5{,}1\cdot10^{5}$	$6{,}4\cdot10^{3}$				
^{131}I	$2{,}6\cdot10^{6}$					
^{133}I	$6{,}3\cdot10^{5}$					
^{134}Cs	$8{,}4\cdot10^{5}$				$9{,}8\cdot10^{3}$	$9{,}3\cdot10^{5}$
^{137}Cs	$4{,}8\cdot10^{7}$			$1{,}7\cdot10^{5}$	$5{,}6\cdot10^{6}$	$5{,}2\cdot10^{8}$
^{161}Tb					$5{,}3\cdot10^{6}$	
^{177}Lu					$1{,}4\cdot10^{7}$	
^{194}Hg						$5{,}9\cdot10^{5}$
^{195}Au						$1{,}8\cdot10^{5}$
α-Strahler	*	$9{,}2\cdot10^{4}$	$2{,}1\cdot10^{5}$	$1{,}6\cdot10^{4}$		*
$^{234/238}U$					$7{,}1\cdot10^{4}$	
$^{239/240}Pu$	$7{,}8\cdot10^{3}$					$1{,}5\cdot10^{3}$
$^{238}Pu/^{241}Am$	$4{,}4\cdot10^{4}$				$1{,}8\cdot10^{3}$	$5{,}0\cdot10^{3}$
^{242}Cm	$3{,}5\cdot10^{4}$					$3{,}4\cdot10^{2}$
$^{243/244}Cm$	$5{,}4\cdot10^{4}$					

Tabelle A6: Flüssige Abgaben der Kernanlagen an die Aare oder den Rhein, 2025: Summe der bei Einzelmessungen der Betreiber nachgewiesenen Aktivitätsabgaben.

* Angabe umfasst für das KKB und ZZL das 4. Quartal 2024 bis und mit dem 3. Quartal 2025.

Anhang 2 – Emissionsdaten aus den Kernanlagen

Nuklid	Abgaben [Bq im Jahr]					
β-/γ-Strahler	KKB	KKG	KKL	KKM	PSI	ZZL
Gase, Edelgase						
Tritium	$5{,}1 \cdot 10^{11}$	$5{,}4 \cdot 10^{11}$	$3{,}6 \cdot 10^{11}$	$6{,}5 \cdot 10^{9}$	$5{,}5 \cdot 10^{12}$	$1{,}1 \cdot 10^{10}$
^{14}C (CO_2)	$1{,}0 \cdot 10^{10}$	$3{,}6 \cdot 10^{10}$	$4{,}5 \cdot 10^{11}$	$2{,}9 \cdot 10^{9}$	$1{,}5 \cdot 10^{8}$	$3{,}7 \cdot 10^{8}$
^{11}C					$3{,}2 \cdot 10^{13}$	
^{13}N					$3{,}4 \cdot 10^{13}$	
^{15}O					$1{,}4 \cdot 10^{14}$	
^{18}F					$1{,}0 \cdot 10^{12}$	
^{41}Ar					$1{,}9 \cdot 10^{12}$	
^{85m}Kr	$1{,}1 \cdot 10^{11}$					
^{88}Kr	$1{,}8 \cdot 10^{11}$					
^{133}Xe	$1{,}8 \cdot 10^{12}$		$1{,}2 \cdot 10^{9}$			
^{135}Xe	$1{,}3 \cdot 10^{12}$		$5{,}6 \cdot 10^{9}$			
^{135m}Xe			$1{,}9 \cdot 10^{9}$			
^{137}Xe						
EG-Aequiv.		$<4{,}0 \cdot 10^{12}$				
EG: β-total						
Andere						
Iod						
^{123}I					$7{,}5 \cdot 10^{5}$	
^{124}I					$1{,}8 \cdot 10^{3}$	
^{125}I					$2{,}2 \cdot 10^{7}$	
^{126}I					$3{,}6 \cdot 10^{4}$	
^{131}I	$1{,}8 \cdot 10^{6}$		$7{,}8 \cdot 10^{6}$			
^{133}I	$1{,}3 \cdot 10^{7}$					

Tabelle A7: Abgaben der Kernanlagen mit der Fortluft, Edelgase und Iod 2025: Summe der bei Einzelmessungen der Betreiber nachgewiesenen Aktivitätsabgaben.

Nuklid	Abgaben [Bq im Jahr]					
β-/γ-Strahler	KKB	KKG	KKL	KKM	PSI	ZZL
^{7}Be					$4{,}7\cdot10^{5}$	
^{24}Na					$1{,}2\cdot10^{8}$	
^{60}Co		$3{,}1\cdot10^{4}$		$7{,}2\cdot10^{5}$	$3{,}0\cdot10^{4}$	$1{,}3\cdot10^{3}$
^{75}Se					$7{,}0\cdot10^{5}$	
^{77}Br					$4{,}3\cdot10^{5}$	
^{80m}Br					$6{,}8\cdot10^{7}$	
^{82}Br					$4{,}6\cdot10^{8}$	
^{95}Nb	$8{,}5\cdot10^{3}$					
^{103}Ru	$1{,}6\cdot10^{4}$					
^{106}Ru						$1{,}1\cdot10^{3}$
^{121}Te					$6{,}3\cdot10^{4}$	
^{123m}Te		$2{,}0\cdot10^{3}$				
^{137}Cs				$7{,}8\cdot10^{4}$		$7{,}5\cdot10^{3}$
^{181}Re					$4{,}5\cdot10^{7}$	
^{182}Re					$2{,}0\cdot10^{8}$	
^{182m}Re					$1{,}6\cdot10^{7}$	
^{183}Re					$1{,}8\cdot10^{6}$	
^{182}Os					$1{,}5\cdot10^{8}$	
^{183}Os					$1{,}2\cdot10^{8}$	
^{183m}Os					$3{,}5\cdot10^{6}$	
^{185}Os					$1{,}1\cdot10^{7}$	
^{191}Os	$2{,}9\cdot10^{5}$					
^{191}Pt					$2{,}0\cdot10^{6}$	
^{192}Au					$1{,}4\cdot10^{8}$	
^{193}Au					$3{,}0\cdot10^{6}$	
^{194}Au					$1{,}4\cdot10^{6}$	
^{195}Au						$5{,}9\cdot10^{3}$
^{193m}Hg					$1{,}1\cdot10^{7}$	
^{194}Hg					$1{,}4\cdot10^{6}$	$3{,}0\cdot10^{4}$
^{195}Hg					$2{,}2\cdot10^{10}$	
^{195m}Hg					$6{,}7\cdot10^{7}$	
^{197}Hg					$4{,}8\cdot10^{8}$	
^{197m}Hg					$1{,}1\cdot10^{8}$	
^{203}Hg					$4{,}9\cdot10^{6}$	
Nicht spezifizierte						
α-Aerosole		$5{,}2\cdot10^{4}$	$8{,}4\cdot10^{4}$	$7{,}9\cdot10^{3}$		$1{,}6\cdot10^{4}$

Tabelle A8: Abgaben der Kernanlagen mit der Fortluft, Aerosole 2025:
Summe der bei Einzelmessungen der Betreiber nachgewiesenen Aktivitätsabgaben.

Anhang 2 – Emissionsdaten aus den Kernanlagen

Fussnoten zu den Tabellen A4 bis A8

[1] Bei der Art der Abgaben resp. den bilanzierten Abgaben ist folgendes zu präzisieren:

Abwasser: Die Summe der Abwasserabgaben ist in der Spalte «Abgaben» angegeben. Für den Vergleich mit den Abgabelimiten werden die Werte mit einem Referenz-Immissionsgrenzwert für Gewässer ($IG_{Gw,ref}$-Wert) von 10 Bq/l umgerechnet und als sogenannte Aequivalentabgaben angegeben:

$$Q_{Aeq} = \sum_i Q_i \frac{IG_{Gw,ref}}{IG_{Gw,i}}$$

Edelgase und Gase: Die Summe der Edelgas- beziehungsweise Gasabgaben ist in der Spalte «Abgaben» angegeben. Für den Vergleich mit den Abgabelimiten werden die Werte mit einem Referenz-Immissionsgrenzwert für Luft ($IG_{Lf,ref}$-Wert) von 2000 Bq/m³ umgerechnet und als sogenannte Aequivalentabgaben angegeben:

$$Q_{Aeq} = \sum_i Q_i \frac{IG_{Lf,ref}}{IG_{Lf,i}}$$

Iod: Bei den KKW ist die Abgabe von ^{131}I limitiert. Somit ist bei den bilanzierten Abgaben nur dieses Iod-Isotop angegeben. Beim PSI ist die Abgabe für die einzelnen Abgabestellen und die Gesamtanlage als Summe der Aktivität der gemessenen Iod-Nuklide angegeben. Für die Gesamtabgabe des PSI wird zudem auch ein ^{131}I- Äquivalent als gewichtete Summe der Aktivität der Iod-Nuklide angegeben.

Für die Berechnung der Jahresdosis werden sowohl für die KKW wie für das PSI immer sämtliche verfügbaren Iod-Messungen verwendet.

[2] Abgaben kleiner als 1000 Bq werden in den Tabellen A6 bis A8 nicht aufgeführt.

[3] Die Jahresdosis wird für fiktive Personen mit Lebensgewohnheiten gemäss dem Konzept der repräsentativen Person nach ICRP-Veröffentlichung 101a und IAEA Safety Standard GSG-10 abgeschätzt. Die Dosis wird mit den in der Richtlinie ENSI-G14 «Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung von Kernanlagen infolge emittierter radioaktiver Stoffe und Direktstrahlung» angegebenen Modellen und Parametern ermittelt. Dosiswerte kleiner als 0,001 mSv werden nicht angegeben.

[4] Abgabelimiten gemäss Bewilligung der jeweiligen Kernanlage. Die Abgabelimiten wurden so festgelegt, dass die Jahresdosis für Personen in der Umgebung (vgl. Fussnote 3) für die KKW unter 0,3 mSv pro Jahr respektive das ZZL unter 0,05 mSv pro Jahr bleibt. Für das PSI sind die Abgaben gemäss Bewilligung 6/2023 direkt über den quellenbezogenen Dosisrichtwert von 0,15 mSv pro Jahr limitiert.

Herausgeber:
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
CH-5201 Brugg

+41 (0)56 460 84 00
info@ensi.ch
www.ensi.ch

© ENSI, Juni 2026

Zusätzlich zu diesem Strahlenschutzbericht informiert das ENSI in weiteren jährlichen Berichten (Aufsichtsbericht, Erfahrungs- und Forschungsbericht) aus seinem Arbeits- und Aufsichtsgebiet.

ENSI-AN-12569
ISSN 2813-334X (Online)

ENSI
Industriestrasse 19
5201 Brugg
Schweiz

+41 56 460 84 00
info@ensi.ch
www.ensi.ch