

**Der Rückbau von
genehmigungs- und
anzeigepflichtigen
Einrichtungen im
Rahmen des
Strahlenschutzrechts**

Der Rückbau von genehmigungs- und anzeigepflichtigen Einrichtungen im Rahmen des Strahlenschutzrechts

Sammlung und Bewertung
von internationalen
Erfahrungen von Anlagen der
nuklearen Ver- und Entsorgung
und Beteiligung am internatio-
nalen Erfahrungsaustausch

Abschlussbericht zum AP 5

Thomas Braunroth
Matthias Dewald
Björn-Alexander Dittmann-Schnabel
Przemyslaw Imielski

November 2022

Anmerkung:

Das diesem Bericht zugrunde lie-
gende Forschungsvorhaben wurde
mit Mitteln des Bundesministeriums
für Umwelt, Naturschutz, nukleare
Sicherheit und Verbraucherschutz
(BMUV) unter dem Förderkennzei-
chen 4719E03315 durchgeführt.

Die Verantwortung für den Inhalt die-
ser Veröffentlichung liegt bei der GRS.

Der Bericht gibt die Auffassung und
Meinung der GRS wieder und muss
nicht mit der Meinung des BMUV
übereinstimmen.

Deskriptoren

Rückbau, Small Facility, Stilllegung, Strahlenschutzrecht

Kurzfassung

Bisherige in Deutschland durchgeführte Forschungsprojekte im Themengebiet der Stilllegung befassen sich insbesondere mit den regulatorischen, organisatorischen und technischen Aspekten bei kerntechnischen Anlagen mit einer Genehmigung nach § 7 Atomgesetz (AtG), wie Kernkraftwerke, Prototyp- und Forschungsreaktoren sowie Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung. In den Bereichen der Medizin, Industrie und Forschung existiert eine zahlenmäßig deutlich größere Gruppe an kleineren Anlagen und Einrichtungen, in denen Tätigkeiten auf Grundlage strahlenschutzrechtlicher Genehmigungen bzw. Anzeigen durchgeführt werden. Im internationalen Kontext werden diese Anlagen als „Small Facilities“ bezeichnet. Diese Anlagen können zum Teil sehr individuell und zweckgerichtet aufgebaut sein, insbesondere wenn es sich um Forschungseinrichtungen handelt und können gegebenenfalls eine radiologisch komplexe Betriebsgeschichte aufweisen. Dies umfasst sowohl das verwendete Nuklidspektrum als auch die Art, Menge und Anzahl der verwendeten radioaktiven Stoffe.

Im Rahmen des Arbeitspakets 5 (AP 5) des durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) geförderten Forschungsvorhabens 4719E03315 wurden Untersuchungen zum Rückbau von nach Strahlenschutzrecht anzeige- bzw. genehmigungspflichtigen Einrichtungen durchgeführt.

In diesem Zusammenhang wurde eine generische Orientierungshilfe auf Basis eines Prozessdiagramms entwickelt, welche die wesentlichen Schritte im Lebenszyklus einer solchen Einrichtung beschreibt und in der auch Aspekte der Abfallbehandlung und Entsorgung berücksichtigt werden. Ein besonderer Fokus lag hierbei auf den rückbaugereichten Tätigkeiten und Abläufen. Diese Orientierungshilfe wurde im nächsten Schritt an einem Fallbeispiel gespiegelt. Als Fallbeispiel diente der Rückbau des Reaktor- und Radiologiegebäude am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg.

Abstract

Former research projects in the field of decommissioning conducted in Germany have focused on the regulatory, organisational and technical aspects of nuclear facilities with a licence under Section 7 of the Atomic Energy Act (AtG), which covers nuclear power plants, prototype and research reactors, and nuclear fuel cycle facilities. In medicine, industry and research, there is a numerically significantly larger group of smaller facilities and installations that are operated based on radiation protection licences or notifications. In an international context, these facilities are referred to as "small facilities". Some of these facilities can be very individual and purpose-oriented, especially if they are research facilities. They sometimes have a radiologically complex operating history. This includes both the nuclide spectrum used and the type, quantity and number of radioactive substances used.

Within the framework of Work Package 5 (WP 5) of the research project 4719E03315 funded by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV), the decommissioning of facilities subject to licensing or notification under the radiation protection law was dealt with.

In this context, a generic orientation aid was developed based on a process diagram, which describes the essential steps in the life cycle of such a facility and which also covers aspects related to waste treatment and disposal. A special focus was placed on decommissioning-related activities and processes. In a follow-up step, this orientation guide was mirrored in a case study. The dismantling of the reactor and radiology building at the German Cancer Research Centre (DKFZ) in Heidelberg served as a case study.

Inhaltsverzeichnis

	Kurzfassung	I
	Abstract	II
1	Einleitung und Motivation des Forschungsvorhabens	1
1.1	Aufbau des vorliegenden Berichts	2
2	Grundlagen	3
2.1	Organisation und Umsetzung des Strahlenschutzrechts in Deutschland....	3
2.2	Begriffliche Grundlagen für die betrachteten Einrichtungen	7
2.3	Behördliche Verfahren für anzeige- und genehmigungspflichtige Einrichtungen.....	12
2.3.1	Anzeigeverfahren für anzeigepflichtige Einrichtungen.....	12
2.3.2	Genehmigungsverfahren für genehmigungspflichtige Einrichtungen.....	12
2.3.3	Behördliche Aufsicht über anzeige- und genehmigungspflichtige Einrichtungen.....	13
2.3.4	Einstellung des Betriebs von anzeige- und genehmigungspflichtigen Einrichtungen.....	14
2.4	Verwaltung von Genehmigungen und Anzeigen in den einzelnen Bundesländern	15
2.5	Erfassung der genehmigungs- und anzeigepflichtigen Anlagen in Deutschland.....	15
2.6	Internationales Regelwerk, Empfehlungen und Aktivitäten zur Stilllegung von Small Facilities	18
2.6.1	Internationales Regelwerk und internationale Empfehlungen.....	18
2.6.2	Internationale Aktivität im Rahmen des IAEA MIRDEC-Projektes	24
3	Rückbau von genehmigungs- und anzeigepflichtigen Einrichtungen	27
3.1	Einschätzung der Komplexität des Rückbaus	27
3.2	Unterstützende Unterlagen („behördeninterne Leitfäden“) im Bereich der regulatorischen Anforderungen und Entsorgungswege.....	29

4	Darstellung des Lebenszyklus einer nach StrlSchG genehmigungspflichtigen Einrichtung unter besonderer Berücksichtigung des Rückbaus.....	31
4.1	Überblick über relevante Abläufe in der Historie einer genehmigungspflichtigen Einrichtung.....	31
4.1.1	Initiale Planungsphase.....	34
4.1.2	Errichtungs- und Genehmigungsphase.....	36
4.1.3	Betriebsphase.....	38
4.1.4	Planungsphase Rückbau.....	40
4.1.5	Strahlenschutzrechtliche Rückbauphase	42
4.1.6	Konventionelle Rückbauphase.....	47
4.2	Vertiefte Betrachtung der Rückbaustrategie.....	47
4.2.1	Rückbauaspekte in der initialen Planungsphase.....	47
4.2.2	Rückbauaspekte in der Errichtungs- und Genehmigungsphase.....	49
4.2.3	Rückbauaspekte in der Betriebsphase.....	50
4.2.4	Rückbauaspekte in der Planungsphase des Rückbaus sowie der strahlenschutzrechtlichen Rückbauphase.....	51
5	Stilllegungsvorhaben aus der Praxis – Der Rückbau der Radiologie am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ)	58
5.1	Anlagenbeschreibung	58
5.2	Radiologisches und konventionelles Schadstoffinventar.....	60
5.3	Projektziele, Projektbeteiligte und Projektabfolge.....	61
5.4	Zusammenfassende Darstellung des Rückbauprojektes.....	63
6	Vergleich des generischen Verfahrensschemas zum Lebenszyklus einer genehmigungspflichtigen Einrichtung mit einem abgeschlossenen Fallbeispiel aus der Praxis	65
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	75
	Literaturverzeichnis.....	77
	Abbildungsverzeichnis.....	80

Tabellenverzeichnis.....	81
Abkürzungsverzeichnis.....	82

1 Einleitung und Motivation des Forschungsvorhabens

Aus Sicht des Strahlenschutzes sind neben den nach Atomrecht genehmigungspflichtigen kerntechnischen Anlagen auch Einrichtungen relevant, bei denen nach gültigem Strahlenschutzrecht der Betrieb und/oder die in diesen Einrichtungen durchgeführten Tätigkeiten anzeige- bzw. genehmigungspflichtig ist bzw. sind. Diese *anzeige- bzw. genehmigungspflichtigen Einrichtungen* sind im Vergleich zu den kerntechnischen Anlagen um ein Vielfaches häufiger vorhanden: Allein in der Bundesrepublik Deutschland existieren nach /BFS 21/ mehr als 30.000 gültige strahlenschutzrechtliche Genehmigungen bzw. etwa 130.000 strahlenschutzrechtliche Anzeigen (Stand: 2018). Viele dieser Einrichtungen sind dem medizinischen Sektor zuzuordnen. Weitere Bereiche, in denen genehmigungspflichtige bzw. anzeigepflichtige Einrichtungen genutzt werden, sind beispielsweise die Industrie (z. B. für Sterilisierungen oder Materialprüfungen) oder die Forschung (z. B. Universitäten). Die Einrichtungsarten sind aufgrund des breiten Tätigkeitsspektrums entsprechend verschieden, was z. B. auch den Rückbau dieser Einrichtungen unterschiedlich komplex gestaltet. Grundsätzlich weist der Rückbau (die Stilllegung) dieser Einrichtungen aufgrund des im Vergleich zu den kerntechnischen Anlagen deutlich geringeren (radiologischen) Gefährdungspotenzials eine geringere Komplexität auf. Dies spiegelt sich auch in der geringen Anzahl an nationalen Dokumenten (z. B. in Form von Berichten, Leitfäden oder Leitlinien) wider, die sich dediziert mit dem Rückbau solcher genehmigungs- und anzeigepflichtigen Einrichtungen beschäftigen.

Auch die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Stilllegung konzentriert sich häufig auf sicherheitstechnische und technologische Aspekte im Zusammenhang mit großen kerntechnischen Anlagen und weniger mit den Problemen und Herausforderungen, welche kleinere Einrichtungen aus dem medizinischen, industriellen oder Forschungssektor bereiten können. Im internationalen Sprachgebrauch hat sich für diese kleineren Anlagen der Begriff „Small Facilities“ etabliert. Nähere Informationen zur Begriffsbestimmung sind in Kapitel 2.2 zu finden. Es existiert zwar eine Reihe von Publikationen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEA) zum Thema Rückbau von Small Facilities, trotzdem wurde die Notwendigkeit (durch die IAEA) erkannt, eine Plattform für den Austausch von Erfahrungen und Erkenntnissen, insbesondere von sog. „Lessons Learned“ im Zusammenhang mit dem Rückbau dieser Anlagen im Rahmen eines internationalen Projektes zu schaffen. Auf dieser Basis wurde das MIRDEC-

Projekt¹ im Jahr 2018 durch die IAEA etabliert, welches aller Voraussicht nach noch bis in das Jahr 2024 fortgeführt wird.

1.1 Aufbau des vorliegenden Berichts

Dieser Bericht verfolgt zunächst das Ziel, im Rahmen eines allgemeinen Überblicks in die Thematik der genehmigungs- und anzeigepflichtigen Einrichtung einzuführen. Dazu werden in Kapitel 1 Grundlagen besprochen, die sich mit der Organisation und Umsetzung des Strahlenschutzes in Deutschland (Abschnitt 2.1), einigen begrifflichen Grundlagen (Abschnitt 2.2), den zuständigen Behörden und behördlichen Verfahren (Abschnitt 2.3) sowie der Verwaltung von Genehmigungen (Abschnitt 2.4) befassen. Des Weiteren bietet Abschnitt 2.5 einen Überblick über die in der Bundesrepublik Deutschland gültigen Anzeigen und Genehmigungen. In Abschnitt 2.6 wird – insbesondere im Hinblick auf den Rückbau von anzeige- und genehmigungspflichtigen Einrichtungen – näher auf das internationale Regelwerk und internationale Empfehlungen eingegangen.

Kapitel 3 befasst sich mit allgemeinen Informationen zum Rückbau von genehmigungs- und anzeigepflichtigen Einrichtungen, wobei insbesondere auf die Komplexität und prinzipiell denkbare „behördeninterne“ Leitfäden eingegangen wird.

Zentraler Bestandteil dieses Berichts ist die Darstellung des Lebenszyklus einer genehmigungspflichtigen Einrichtung, die in Kapitel 4 thematisiert wird. Ausgehend von einem Ablaufschema wird, beginnend mit der initialen Planungsphase und endend mit dem Abschluss der Rückbautätigkeiten, die komplette Einrichtungshistorie abgebildet und wesentliche Schritte erläutert. Besondere Aufmerksamkeit wird hierbei dem Rückbau und dessen frühzeitige Planung gewidmet.

In Kapitel 5 wird das Fallbeispiel des Rückbaus der Radiologie am Deutschen Krebsforschungszentrum aufgegriffen, um ein praktisches Stilllegungsvorhaben näher zu betrachten. Ein Teil dieser Betrachtung ist u. a. ein Abgleich mit dem im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Ablaufschema in Kapitel 6. Der Bericht endet mit einer abschließenden Zusammenfassung und einem Ausblick in Kapitel 7.

¹ International Project on Decommissioning of Small Medical, Industrial and Research Facilities (MIRDEC)

2 Grundlagen

2.1 Organisation und Umsetzung des Strahlenschutzrechts in Deutschland

Gemäß Artikel 73 Absatz 1 Nr. 14 des Grundgesetzes (GG) /GGD 20/ obliegt dem Bund die ausschließliche Gesetzgebung über „die Erzeugung und Nutzung der Kernenergie zu friedlichen Zwecken, die Errichtung und den Betrieb von Anlagen, die diesen Zwecken dienen, den Schutz gegen Gefahren, die bei Freiwerden von Kernenergie oder durch ionisierende Strahlen entstehen, und die Beseitigung radioaktiver Stoffe.“

Nach Artikel 83 GG führen die Länder die Bundesgesetze als eigene Angelegenheit aus, sofern durch das GG nichts anderes bestimmt wird oder das GG nichts anderes zulässt. Die Ausführung von Bundesgesetzen durch die Länder im Auftrag des Bundes ist in Artikel 85 GG geregelt (Bundesauftragsverwaltung). Nach Artikel 85 Absatz 3 GG unterstehen die Landesbehörden den Weisungen der zuständigen obersten Bundesbehörden – im Falle des Strahlenschutzrechts ist dies das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV). Gemäß Artikel 85 Absatz 4 GG erstreckt sich die Bundesaufsicht auf die Gesetz- und Zweckmäßigkeit der Ausführung. Nach Artikel 85 Absatz 1 GG obliegt die Einrichtung der Behörden – sofern nicht durch den Bundesrat anders bestimmt – den Ländern.

In Deutschland wird der Schutz von Mensch und Umwelt vor den Gefahren ionisierender Strahlung durch die Regelungen des Atomgesetzes (AtG) /ATG 21/, des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) /SSG 21/ und der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /SSV 21/ sichergestellt. Die gezielte Anwendung ionisierender Strahlung außerhalb von Genehmigungen nach §§ 6, 7 und 9 AtG in den Bereichen Forschung, Industrie und Medizin erfolgt nach StrlSchG auf Grundlage von Genehmigungen (§ 12 StrlSchG) und Anzeigen (§ 17 StrlSchG). Die Einhaltung der Gestaltungen, Nebenbestimmungen und Auflagen der jeweiligen Genehmigungen sowie der Vorschriften des AtG und des StrlSchG wird von der jeweils nach Landesrecht für den Vollzug des StrlSchG zuständigen obersten Landesbehörde im Rahmen der staatlichen Aufsicht überwacht. Das BMUV überwacht im Rahmen der Zweckmäßigkeitssaufsicht hierbei die Länder und stellt u. a. einen einheitlichen Vollzug des StrlSchG sicher. Eine Adaption der für kerntechnische Anlagen etablierten Regelwerkspyramide für die in diesem Bericht betrachteten Anlagen (siehe dazu Abschnitt 2.2) ist in Abb. 2.1 dargestellt.

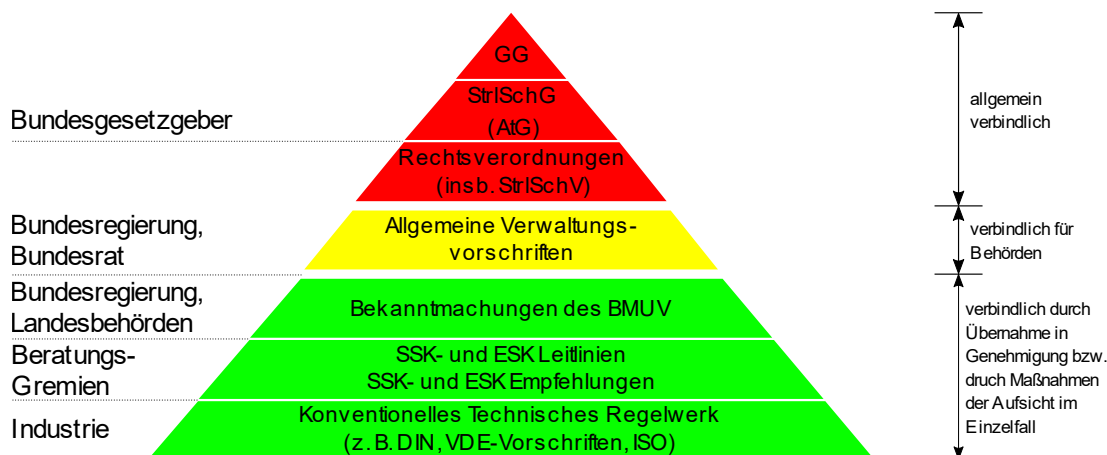


Abb. 2.1 Adaption der (kerntechnischen) Regelwerkspyramide für nach StrlSchG genehmigungspflichtige bzw. anzeigepflichtige Anlagen

Auch im Bereich des Strahlenschutzes obliegt die Errichtung der zuständigen Behörden den Bundesländern, so dass sich hinsichtlich des Vollzugs des Strahlenschutzrechts länderspezifische Strukturen herausgebildet haben. In den einzelnen Bundesländern werden auch im Bereich des Atom- und Strahlenschutzrechts die behördlichen Zuständigkeiten durch entsprechende Zuständigkeitsverordnungen geregelt. In den meisten Bundesländern ist es nicht die oberste Landesbehörde, die als zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde im Kontext des Strahlenschutzgesetzes agiert. In der Regel übt sie stattdessen die Fachaufsicht über eine oder mehrere nachgeordnete Behörden aus. Einzige Ausnahmen bilden hierbei die Bundesländer Hamburg und Mecklenburg-Vorpommern.

Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden im Bereich des Strahlenschutzes sind je nach Bundesland meist Landes- oder Mittelbehörden. So sind beispielsweise in Nordrhein-Westfalen die Bezirksregierungen (BezReg), in Baden-Württemberg und auch in Hessen dagegen die Regierungspräsidien (RP) für die Genehmigung und Aufsicht im Kontext des StrlSchG zuständig. In wenigen Bundesländern wird die Verantwortung für die Genehmigungserteilung, die Entgegennahme von Anzeigen sowie die Aufsicht von regionalen (Gewerbeaufsichts-)Ämtern wahrgenommen.

Aufgrund der Trennung zwischen Röntgenverordnung und Strahlenschutzverordnung im früheren Strahlenschutzrecht hat sich historisch in einigen Bundesländern auch eine behördliche Trennung der Zuständigkeiten etabliert.

Die Richtlinie 2013/59/Euratom war eine treibende Kraft hinter der Novellierung des Strahlenschutzrechts, durch die unter anderem die Regelungsgegenstände der bisherigen Röntgenverordnung und Strahlenschutzverordnung zusammengeführt wurden. Spätestens mit der Einführung des neuen Strahlenschutzrechts konnte auch auf Seiten der zuständigen Landesbehörden eine thematische Konvergenzbewegung beobachtet werden, so dass mittlerweile in den meisten Fällen die Kompetenzen für die ehemals oft getrennten Zuständigkeiten nach StrlSchV²⁰⁰¹ und RöV²⁰⁰³ in einer Behörde liegen, gegebenenfalls aber von unterschiedlichen Referaten bearbeitet werden. Eine Ausnahme ist hier das Bundesland Bayern – dort sind für die Genehmigung und Aufsicht von Röntgenanlagen die Gewerbeaufsichtsämter zuständig, die sonstige Zuständigkeit liegt bei einem Landesamt. In Tab. 2.1 sind die nach StrlSchG zuständigen obersten Landesbehörden sowie die strahlenschutzrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden aufgeführt.

Im Bereich des untergesetzlichen Regelwerks sind insbesondere Dokumente im Kontext der Freigabe hervorzuheben, beispielsweise der „Leitfaden für die praktische Umsetzung des § 29 StrlSchV“ des Fachverbands für Strahlenschutz /FFS 05/ oder die Industrienormen DIN 25457-1 bis 25457-7 zu Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe. Des Weiteren existieren weitere DIN-Normen, die sich auch mit bestimmten Einrichtungen auseinandersetzen. Als Beispiel hierfür dienen die Teile der DIN 25425, die sich dediziert an Radionuklidlaboratorien richtet.

Tab. 2.1 Zuständigkeiten nach StrlSchG in den einzelnen Bundesländern

Bundesland	Oberste Behörde	Zuständige Aufsichts- und Genehmigungsbehörde
Baden-Württemberg	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UMBW)	RP Stuttgart RP Karlsruhe RP Freiburg RP Tübingen
Bayern	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)	Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) bzw. Gewerbeaufsichtsämter
Brandenburg	Ministerium für Soziales, Gesundheit, Integration und Verbraucherschutz (MSGIV)	Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit (LAVG)
Berlin	Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (SenUMVK)	Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit Berlin (LA-GetSi)

Bundesland	Oberste Behörde	Zuständige Aufsichts- und Genehmigungsbehörde
Bremen	Senatorin für Gesundheit, Frauen und Verbraucherschutz	Gewerbeaufsicht des Landes Bremen
Hamburg	Behörde für Justiz und Verbraucherschutz	Behörde für Justiz und Verbraucherschutz
Hessen	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV)	RP Darmstadt RP Gießen RP Kassel
Mecklenburg-Vorpommern	Ministerium für Inneres, Bau und Digitalisierung	Landesamt für Gesundheit und Soziales (LAGuS)
Niedersachsen	Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz	Gewerbeaufsichtsämter
Nordrhein-Westfalen	Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen (MAGS)	BezReg Arnsberg BezReg Detmold BezReg Düsseldorf BezReg Köln BezReg Münster
Rheinland-Pfalz	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz (MKUEM)	Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Saarland	Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz	Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA)
Sachsen	Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL)	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Sachsen-Anhalt	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie	Landesamt für Verbraucherschutz (LAV)
Schleswig-Holstein	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND)	
Thüringen	Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz	Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN)

2.2 Begriffliche Grundlagen für die betrachteten Einrichtungen

Dem Begriff *Small Facility* liegt nach jetzigem Stand keine klare Abgrenzung zugrunde, so dass dem durch diesen Begriff erfassten Rahmen zunächst eine inhärente Unschärfe zu eigen ist. Der Begriff wird auch im IAEA Nuclear Safety and Security Glossary /IAE 22/ nicht definiert.

Exemplarisch für diese Unschärfe sei auf die Abgrenzungsversuche im IAEA Technical Report 414 – Decommissioning of Small Medical, Industrial and Research Facilities (TR-414) /IAEA 03/ verwiesen: Hier wird in einem ersten Ansatz darauf hingewiesen, dass das beschreibende Adjektiv „*small*“ nicht zwingend auf die Größe der Einrichtung bezogen sein muss, sondern vielmehr auf den vergleichweisen moderaten Rahmen hinsichtlich der Komplexität, der Sicherheitsrisiken und des radiologischen Inventars verweist. Da diesen Begriffen wiederum jeweils ein kontinuierliches Spektrum zugrunde liegt, ist eine saubere und in sich geschlossene Erfassung auf dieser Basis nicht möglich. Trotz dieser Einschränkung kann allerdings festgehalten werden, dass insbesondere Leistungs- und Forschungsreaktoren außerhalb des Bezugsrahmens liegen.

In einem zweiten Ansatz zur Begriffsabgrenzung wird im TR-414 auf den Verwendungszweck verwiesen. Demnach sind Small Facilities u. a. dadurch charakterisiert, dass es sich bei ihnen um genehmigungs- oder anzeigepflichtige Einrichtungen handelt, in denen kernphysikalische Techniken und/oder kerntechnologische Methoden als Hilfsmittel oder Werkzeug verwendet werden. Auch dieser zweckorientierte Ansatz führt zu Graubereichen, die eine eindeutige Zuordnung praktisch unmöglich machen.

Die Verfasser des TR-414 sind sich dieser Unschärfe bewusst und führen im Bericht eine Liste von Einrichtungen auf (ohne Anspruch auf Vollständigkeit), die gemäß dieser Interpretation durch den Sammelbegriff Small Facility subsumiert werden:

- Medizinische Einrichtungen
Typische Anwendungszwecke sind die Radiotherapie (konventionelle Strahlentherapie mit Röntgenstrahlung, Hadronentherapie) sowie die Verwendung von Radioisotopen zum Zwecke der Diagnose (z. B. bildgebende Verfahren wie die Positronen-Emissions-Tomographie (PET)) oder der Behandlung (z. B. Brachytherapie)
- Industrielle Einrichtungen
Typische Anwendungszwecke umfassen hierbei u. a. die Erzeugung und Kennzeichnung von Verbindungen, die Sterilisierung, die Wasserbehandlung, die Nahrungsmittelbestrahlung, die Kalibrationen mit (umschlossenen) radioaktiven Präparaten,

die Erkundung von Bodenschätzen, die zerstörungsfreie Materialprüfung sowie die Beimischung radioaktiven Materials im Rahmen der Produktherstellung

- **Forschungseinrichtungen**
Typische Anwendungsgebiete sind z. B. die Nuklearindustrie (Null- und Niedrigleistungsreaktoren, kritische und unter-kritische Anordnungen), die Pharmazie, die Medizin sowie die Herstellung und Kennzeichnung von Verbindungen
- **Universitäre Einrichtungen**
Typische Anwendungszwecke sind die Grundlagenforschung in den Feldern Physik, Chemie, Ingenieurwissenschaft, Medizin und Biologie
- **Einrichtungen mit Teilchenbeschleunigern**
Typische Anwendungsbereiche sind die Grundlagenforschung oder die Produktion von Radionukliden

Zur Vermeidung dieser Unschärfe werden in dem vorliegenden Bericht zwei Begriffe eingeführt, mit denen ein Bezug zum deutschen Strahlenschutzrecht hergestellt werden kann.

- *Genehmigungspflichtige Einrichtungen* sind Anlagen, in denen nach § 12 StrlSchG genehmigungspflichtige Tätigkeiten durchgeführt werden. Zu diesen Einrichtungen gehören somit:
 - Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung (§ 12 Absatz 1 Satz 1 StrlSchG /SSG 21/),
 - Anlagen, die zur Anwendung an Mensch oder Tier ionisierende Strahlung aus einer nach § 7 Absatz 1 Satz 1 AtG genehmigten Bestrahlungsvorrichtung verwenden (§ 12 Absatz 1 Satz 2 StrlSchG),
 - Anlagen, in denen mit sonstigen radioaktiven Stoffen umgegangen wird (§ 12 Absatz 1 Satz 3 StrlSchG),
 - genehmigungspflichtige Röntgeneinrichtungen (§ 12 Absatz 1 Satz 4 StrlSchG) sowie
 - Einrichtungen, in denen genehmigungspflichtige Störstrahler (§ 12 Absatz 1 Satz 5 StrlSchG) verwendet werden.

- *Anzeigepflichtige Einrichtungen* sind Einrichtungen, in denen anzeigepflichtige Tätigkeiten nach § 17 StrlSchG (Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung und Plasmaanlagen) oder nach § 19 Absatz 1 StrlSchG (z. B. bauartzugelassene Röntgenstrahler, Basis, Hoch- oder Vollschutzgeräte sowie Schulröntengeräte) durchgeführt werden.

Dieses zweistufige Konzept hat neben der eindeutigen Abgrenzung den Vorteil, dass auch die regulatorischen Randbedingungen eindeutig korreliert werden können. Qualitativ ist zu erwarten, dass diese zwei Stufen neben dem radiologischen Gefährdungspotential auch den voraussichtlichen Rückbauaufwand abbilden. Für die anzeigepflichtigen und genehmigungspflichtigen Einrichtungen sind in Tab. 2.2 und Tab. 2.3 Anwendungsbeispiele aufgeführt.

Tab. 2.2 Beispiele für anzeigepflichtige Einrichtungen und Anlagen

Rechtsgrundlage	Medizin	Forschung und Lehre	Industrie
§ 17 StrlSchG		Plasma- & Ionenbeschleuniger geringer Ortsdosisleistung	
§ 19 Abs. 1 StrlSchG	Röntengeräte in der Zahnmedizin		Bauartzugelassene Störstrahler, Lackhärtung unter Verwendung von Elektronenbeschleunigern, Radaranlagen

In der Praxis ist es denkbar, dass in einer Einrichtung sowohl genehmigungspflichtige als auch anzeigepflichtige Tätigkeiten durchgeführt werden. In diesen Fällen werden in dem vorliegenden Bericht diese den genehmigungspflichtigen Einrichtungen zugeordnet.

Bei der Gegenüberstellung von Small Facilities im Sinne der IAEA TR-414 einerseits und den genehmigungspflichtigen/anzeigepflichtigen Einrichtungen andererseits fällt auf, dass es in den Randbereichen durchaus Abweichungen gibt. So fallen gemäß TR-414 auch Ausbildungsreaktoren, Nullleistungsreaktoren und kritische Anordnungen unter den Begriff der Small Facilities, die in Deutschland aufgrund ihrer Genehmigungspflicht nach AtG nicht in die Kategorien der genehmigungs- oder anzeigepflichtigen Einrichtungen fallen.

Für kerntechnische Anlagen hat sich der Begriff *Stilllegung* als Oberbegriff für alle stilllegungsgerichteten Maßnahmen, einschließlich des Abbaus, etabliert. Im internationalen Sprachgebrauch wird der Begriff *decommissioning* sowohl für kerntechnische Anlagen als auch für Small Facilities genutzt. Bezogen auf genehmigungs- bzw. anzeigepflichtigen Einrichtungen im Deutschland ist in der Praxis hingegen der – weitestgehend synonym zu verstehende - Begriff *Rückbau* deutlich geläufiger. Aus diesem Grund greift der vorliegende Bericht diesen Begriff als Sammelbegriff für den deutschen Kontext auf, um alle Maßnahmen nach Aufgabe der genehmigungspflichtigen Tätigkeiten bis zum Erreichen des anvisierten Endzustands zusammenzufassen. Für die Betrachtung internationaler Dokumente wird hingegen auf den Begriff Stilllegung als naheliegende Übersetzung zurückgegriffen.

Tab. 2.3 Beispiele für Tätigkeiten in genehmigungspflichtigen Einrichtungen

Rechtsgrundlage	Medizin	Forschung und Lehre	Industrie
§ 12 Abs. 1 Satz 1 StrlSchG (§ 11 Abs. 2 StrlSchV ²⁰⁰¹)	Photonentherapie (Elektronenlinearbeschleuniger), Hadronentherapie (Ionenbeschleuniger)	Materialwissenschaft (z. B. Elektronenbeschleuniger), Herstellung von Radionukliden und experimentelle Kern- und Teilchenphysik (z. B. Ionenbeschleuniger)	Materialbestrahlung (Sterilisierung, Änderung von Materialeigenschaften) z. B. mit Elektronen- oder Ionenbeschleuniger, Zerstörungsfreie Materialprüfung mit Elektronen-Linearbeschleunigern
§ 12 Abs. 1 Satz 2 StrlSchG (§ 11 Abs. 3 StrlSchV ²⁰⁰¹)	Neutronenbestrahlung in der Radioonkologie (z. B. Bor-Neutroneneinfangtherapie)		
§ 12 Abs. 1 Satz 3 StrlSchG (§ 7 StrlSchV ²⁰⁰¹)	Sterilisierung von Operationsbesteck	Kalibrierungen mit umschlossenen Quellen (Prüfstrahler), Radionuklidlabor für den Umgang mit offenen Quellen (z. B. Handschuhkästen, Heiße Zellen)	Dicken-, Dichte-, Feuchtemessungen, Füllstandskontrollen, Zerstörungsfreie Materialprüfung (Co-60, Ir-192, ...)
§ 12 Abs. 1 Satz 4 StrlSchG (§ 3 RöV ²⁰⁰³)	Röntgendiagnostik (CT, Teleradiologie, Intervention, Digitale Volumentherapie, Knochendichtemessung)	Spektral- & Röntgenfluoreszenzanalysen, Feinstrukturanalysen	Technische Radiographie zur Grobstrukturanalyse, Materialbestrahlung (z. B. Aushärtung von Lacken oder Sterilisierung)
§ 12 Abs. 1 Satz 1 StrlSchG (§ 5 Abs. 1 RöV ²⁰⁰³)		Betrieb von Elektronenmikroskopen	Betrieb von Elektronenmikroskopen, Elektronenstrahlhärtung

2.3 Behördliche Verfahren für anzeige- und genehmigungspflichtige Einrichtungen

In diesem Abschnitt werden einige Aspekte der behördlichen Verfahren für anzeige- und genehmigungspflichtige Einrichtungen näher erläutert.

2.3.1 Anzeigeverfahren für anzeigepflichtige Einrichtungen

Für den Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung, die der Anzeigepflicht nach § 17 Absatz 1 StrlSchG unterliegen bzw. wesentlichen Änderungen dieser Anlagen muss die Anzeige der zuständigen Behörde spätestens vier Wochen vor dem beabsichtigten Beginn schriftlich vorgelegt werden. Die der Anzeige beizufügenden Dokumente sind in § 17 Absatz 2 StrlSchG aufgeführt. In den meisten Bundesländern werden durch die zuständige Behörde entsprechende Formblätter zur Verfügung gestellt.

Gemäß § 18 Absatz 1 StrlSchG prüft die zuständige Behörde die eingereichten Unterlagen innerhalb von vier Wochen. Sofern alle Nachweise nach § 17 Absatz 2 StrlSchG erbracht sind, teilt die Behörde dies dem Anzeigenden vor Ablauf der Frist mit und der Anzeigende darf die Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung mit Erhalt der Mitteilung betreiben. Sollte die Behörde der Meinung sein, dass eine Anzeige der Anlage unzureichend ist, so kann sie nach § 18 Absatz 2 StrlSchG innerhalb der vierwöchigen Frist ein Verfahren zur Prüfung der Rechtfertigung nach § 7 StrlSchG einleiten und das Verfahren zur Prüfung der Anzeige für die Dauer des Verfahrens zur Prüfung der Rechtfertigung aussetzen. Ausgehend von den in § 18 Absatz 3 StrlSchG aufgeführten Gründen kann die Behörde den Betrieb oder die Änderung auch untersagen.

Für den anzeigebedürftigen Betrieb von Röntgeneinrichtungen gelten prinzipiell entsprechende Regelungen, die in §§ 19 und 20 StrlSchG näher aufgeführt werden.

Einige der zuständigen Behörden in den verschiedenen Bundesländern stellen auf ihrer Internetpräsenz entsprechende standardisierte Formulare und unterstützende Merkpostenlisten für die Anzeige zur Verfügung.

2.3.2 Genehmigungsverfahren für genehmigungspflichtige Einrichtungen

Für die Erteilung einer Genehmigung nach § 12 StrlSchG sind grundsätzlich die allgemeinen Voraussetzungen nach § 13 StrlSchG zu erfüllen. Ergänzend sind für Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Anwendung am Menschen bzw. am Tier in der Tierheilkunde

die besonderen Voraussetzungen nach § 14 StrlSchG bzw. § 15 StrlSchG zu erfüllen. Informationen über die erforderlichen Unterlagen, die der Antragsteller der Behörde vorzulegen hat, sind in § 16 StrlSchG aufgeführt.

Die Behörde kann im Rahmen der Entscheidung über eine Genehmigungserteilung gemäß § 13 Absatz 6 StrlSchG ein Verfahren zur Prüfung der Rechtfertigung nach § 7 StrlSchG einleiten und das Verfahren zur Erteilung der Genehmigung nach § 12 Absatz 1 StrlSchG für die Dauer der Prüfung aussetzen. Eine Frist für das Verfahren zur Erteilung der Genehmigung nach § 12 Absatz 1 StrlSchG existiert nicht. Sollten die Voraussetzung für die Erteilung der Genehmigung nicht erfüllt sein, so ist der Genehmigungsantrag abzulehnen.

Im Falle einer Genehmigungserteilung kann die Behörde gemäß § 179 StrlSchG in Verbindung mit § 17 AtG Auflagen an diese Genehmigung knüpfen. Diese können zum Beispiel den praktischen Umgang enger reglementieren. Im Rahmen der Auflagen kann auch eine Befristung der Genehmigung vorgenommen werden, vgl. § 17 Absatz 1 Satz 4 AtG. Dies kann aus Sicht der Behörde beispielsweise genutzt werden, um eine bessere Übersicht über die aktiven erteilten Genehmigungen zu erhalten.

Einige der zuständigen Behörden in den verschiedenen Bundesländern stellen auf ihrer Internetpräsenz entsprechende standardisierte Formulare und unterstützende Merkpostenlisten zur Aufnahme des Genehmigungsverfahrens zur Verfügung.

2.3.3 Behördliche Aufsicht über anzeige- und genehmigungspflichtige Einrichtungen

Die Einhaltung des Strahlenschutzrechts wird durch die zuständigen Behörden gemäß §§ 178 – 183 StrlSchG im Rahmen der strahlenschutzrechtlichen Aufsicht gewährleistet.

Grundsätzlich stellt § 178 StrlSchG fest, dass die Durchführung des StrlSchG und der Rechtsverordnungen, die sich auf das StrlSchG stützen, der Aufsicht durch die zuständigen Behörden unterliegt.

In § 180 Absatz 1 StrlSchG ist festgehalten, dass die zuständige Aufsichtsbehörde bei geplanten Expositionssituationen ein gestuftes Programm für die aufsichtliche Prüfungen einrichtet, bei dem die mit den Tätigkeiten verbundenen Risiken berücksichtigt werden. Zudem wird die Bundesregierung unter Zustimmung des Bundesrates ermächtigt, Anforderungen an die Ausgestaltung des Aufsichtsprogramms zu formulieren, wobei

insbesondere das Ausmaß des Aufsichtsprogramms und die Zeitabstände zwischen Vor-Ort-Prüfungen berücksichtigt werden. Einer entsprechenden allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV Aufsichtsprogramm) stimmte der Bundesrat am 11. Februar 2022 zu /BUN 22/. In dieser Verwaltungsvorschrift wird eine risikoorientierte Kategorisierung (fünf Kategorien) vorgenommen, die z. B. die Regelintervalle der Vor-Ort-Prüfung maßgeblich beeinflusst. Gemäß § 180 Absatz 2 StrlSchG sind die Ergebnisse jeder Vor-Ort-Prüfung von der zuständigen Aufsichtsbehörde schriftlich festzuhalten und dem Strahlenschutzverantwortlichen der Einrichtung zu übermitteln. Zudem ist nach § 180 Absatz 3 StrlSchV der Öffentlichkeit eine Kurzfassung des Aufsichtsprogramms und die wichtigsten, im Zuge der Aufsicht gewonnenen Erkenntnisse zugänglich zu machen.

2.3.4 Einstellung des Betriebs von anzeige- und genehmigungspflichtigen Einrichtungen

Nach § 21 StrlSchG ist der zuständigen Behörde unverzüglich mitzuteilen, wenn der genehmigte oder angezeigte Betrieb einer Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung, einer Röntgeneinrichtung oder eines Störstrahlers oder der genehmigte Umgang mit radioaktiven Stoffen beendet wird.

Prinzipiell besteht auch für die zuständigen Behörden die Möglichkeit, das Ende des genehmigungspflichtigen oder anzeigespflichtigen Betriebs oder Umgangs zu erwirken. Dieser Fall tritt zum Beispiel ein, wenn im Falle einer befristeten Genehmigung, die Verlängerung seitens des Betreibers nicht fristgerecht eingereicht wurde.

Zudem kann die Behörde die Genehmigung oder Zulassung nach § 17 Absatz 2 AtG in Verbindung mit § 179 StrlSchG zurücknehmen, sofern sich im Nachgang zur Erteilung herausstellt, dass die notwendigen Voraussetzungen bei der Erteilung nachweislich nicht vorgelegen haben, d.h. die Genehmigung oder die allgemeine Zulassung nur aufgrund einer rechtswidrigen Entscheidung erteilt wurde. Die Behörde kann die Genehmigung nach § 17 Absatz 3 AtG auch widerrufen, wenn eine (oder mehrere) der in § 17 Absatz 3 AtG genannten Bedingungen erfüllt sind. Dies ist z. B. möglich, wenn gegen die Bestimmungen des Genehmigungsbescheids erheblich oder wiederholt verstoßen wird. In der Praxis wird auf den Widerruf oder Rückruf von Genehmigungen aber nur sehr selten zurückgegriffen.

2.4 Verwaltung von Genehmigungen und Anzeigen in den einzelnen Bundesländern

Die Verwaltung von Genehmigungen und Anzeigen wird von den Bundesländern unterschiedlich realisiert. Ein universelles und in allen Bundesländern genutztes Datenbanksystem existiert nicht.

In einigen Bundesländern wird für die Arbeitsschutzverwaltung und bei den Gewerbeaufsichtsämtern das Informationssystem für den Arbeitsschutz (IFAS) verwendet /KIS 22/. Hierbei handelt es sich um eine kommerzielle Lösung, die laut Herstellerinformation z. B. die vollständige Bearbeitung von Betriebsstätten und Anlagenkataster, die Tätigkeitenverfolgung im Innen- und Außendienst nach Rechtsgebieten, die Erstellung von Revisionsschreiben, Berichten und Statistiken sowie eine voll integrierte Bürokommunikation ermöglicht. Für den Bereich des Strahlenschutzes gibt es ein dediziertes Modul, das auch in einigen Bundesländern genutzt wird.

Ein weiteres Beispiel sind Strahlenschutzkataster, wie sie z. B. in Hessen (Hessisches Strahlenschutzkataster, SKAT /HES 22/) genutzt werden und mit denen die erteilten Genehmigungen nach StrlSchG bzw. StrlSchV²⁰⁰¹ verwaltet werden können. Neben den Genehmigungsdaten werden auch die von den Genehmigungsinhaber regelmäßig abzugebenden Erklärungen zu Art und Maß des erfolgten Umgangs mit radioaktiven Stoffen erfasst.

2.5 Erfassung der genehmigungs- und anzeigespflichtigen Anlagen in Deutschland

Das Bundesumweltministerium nutzt für eine jährliche Abfrage der bestehenden Genehmigungen und Anzeigen einen Abfragebogen, den die zuständigen obersten Landesbehörden mit Informationen zu Genehmigungen und Anzeigen zum Stand 31. Dezember des jeweiligen Jahres ausfüllen und zurück an das Bundesumweltministerium senden. Diese Daten werden u. a. in dem frei zugänglichen Jahresbericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ veröffentlicht. Zum Stichtag 31. März 2022 lagen der GRS die

Jahresberichte bis einschließlich dem Jahr 2018² vor /BFS 16/, /BFS 17/, /BFS 18/, /BFS 20/, /BFS 21/.

In dem Abfragebogen wird sowohl eine regulatorische als auch eine anwendungsorientierte (z. B. Medizin, Industrie/Gewerbe und Sonstige) Untergliederung vorgenommen. Eine feinere Untergliederung, aus der sich Informationen über die Art der Einrichtung oder Anlage oder dem Gefährdungspotential ableiten ließen, wird allerdings nicht vorgenommen.

Informationen über die gültigen Genehmigungen und Anzeigen, wie sie den Jahresberichten der Jahre 2014 bis 2018 entnommen wurden, sind in den Abb. 2.3 und Abb. 2.4 dargestellt.

Qualitativ lässt sich erkennen, dass die Gesamtzahl der erteilten Genehmigungen und Anzeigen im betrachteten Zeitraum nur geringen Schwankungen unterliegt. Bei den Genehmigungen ist eine leicht abfallende Tendenz zu beobachten, bei den Anzeigen ist kein signifikanter Trend erkennbar.

² Der Jahresbericht 2019 ist am 12. April 2022 erschienen, die Daten finden in dem vorliegenden Bericht aber keine Berücksichtigung.

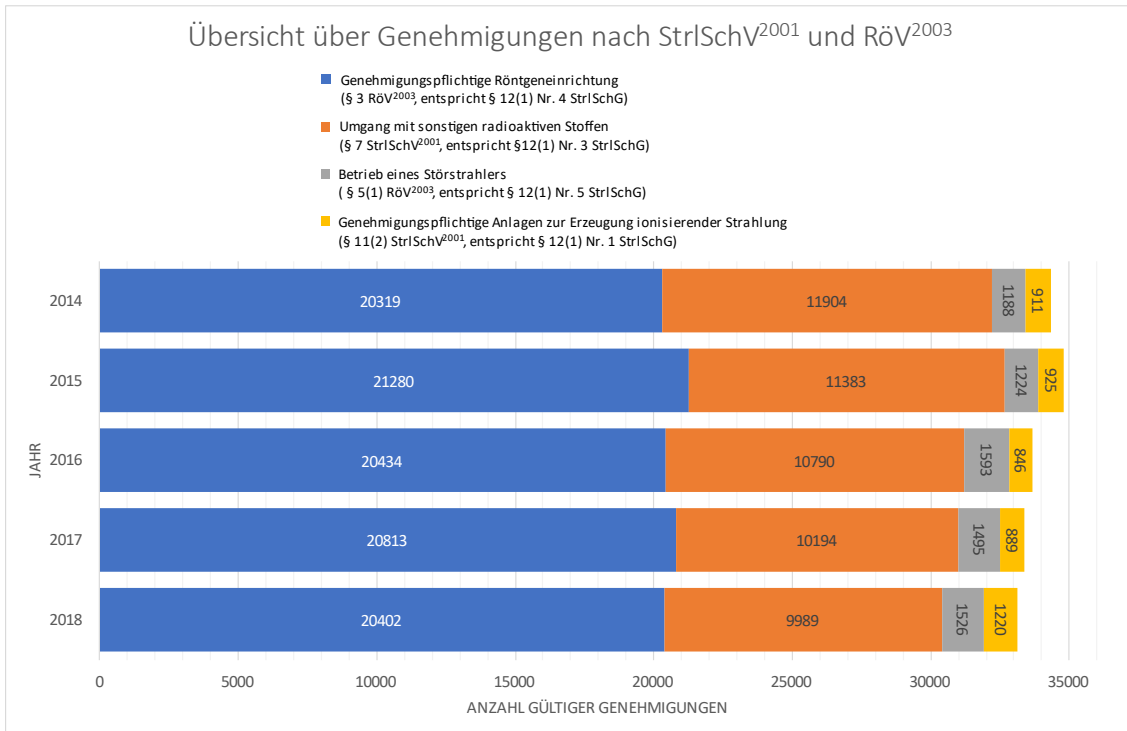


Abb. 2.2 Übersicht über die in den Jahren 2014 bis 2018 gültigen Genehmigungen nach StrlSchV²⁰⁰¹/ RöV²⁰⁰³ im Kontext genehmigungspflichtiger Einrichtungen. Die Informationen wurden den jeweiligen Jahresberichten „Umweltra dioaktivität und Strahlenbelastung“ entnommen.

Bezogen auf das Jahr 2017 waren etwa 35.000 Betriebs- oder Umgangsgenehmigungen nach StrlSchV²⁰⁰¹/ RöV²⁰⁰³ im Umlauf. Mit etwa 21.000 Genehmigungen ging mehr als die Hälfte dabei auf Röntgenanlagen (§3 RöV²⁰⁰³, entspricht § 12(1) Nr. 4 StrlSchG) zurück. Weitere etwa 10.000 Genehmigungen betreffen den Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen nach § 7 StrlSchV²⁰⁰¹ (entspricht § 12(1) Nr. 3 StrlSchG). Komplementiert werden die Genehmigungen durch etwa 1.500 Betriebsgenehmigungen für Störstrahler (§ 5 Absatz 1 RöV²⁰⁰³, entspricht § 12(1) Nr. 5 StrlSchG) und etwa 900 Betriebsgenehmigungen für genehmigungspflichtige Beschleunigeranlagen (§ 11 Absatz 2 StrlSchV²⁰⁰¹, entspricht § 12(1) Nr. 1 StrlSchG).

Bezogen auf das Jahr 2018 gab es etwa 140.000 Anzeigen nach StrlSchV²⁰⁰¹ und RöV²⁰⁰³. Der größte Anteil mit 90.000 Anzeigen geht dabei auf Röntgengeräte in der Zahnmedizin zurück, etwa 40.000 Anzeigen finden Anwendung im Bereich der Röntgengeräte in der Humanmedizin. Zu etwa vergleichbaren Anteilen sind Röntgengeräte in der Tiermedizin, in der Technik sowie Basis-, Hoch- oder Vollschutzgeräte und Schulröntgeneinrichtungen vorzufinden.

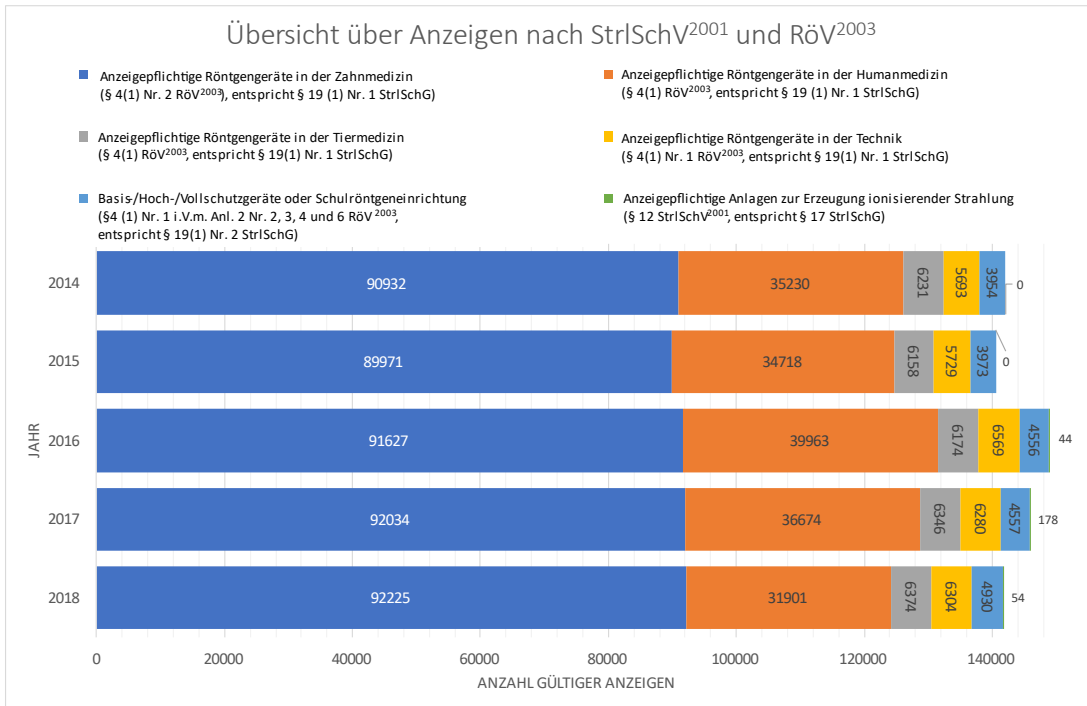


Abb. 2.3 Übersicht über die in den Jahren 2014 bis 2018 gültigen Anzeigen nach StrlSchV²⁰⁰¹/ RöV²⁰⁰³ im Kontext anzeigepflichtiger Einrichtungen. Die Informationen wurden den Jahresberichten „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ entnommen.

Die Verwaltung der Genehmigungen erfolgt in den einzelnen Bundesländern mit entsprechenden Datenbanksystemen wie z. B. IFAS mit dem Zusatzmodul Strahlenschutz. Die dabei berücksichtigte Kategorisierung orientiert sich an der Abfrage des Bundesumweltministeriums, so dass nur mit signifikantem Mehraufwand eine präzisere Aufschlüsselung erfolgen könnte.

2.6 Internationales Regelwerk, Empfehlungen und Aktivitäten zur Stilllegung von Small Facilities

2.6.1 Internationales Regelwerk und internationale Empfehlungen

Das Ziel dieses Abschnittes ist es, spezifische Anforderungen aus dem internationalen Regelwerk an die Anforderungen zur Stilllegung von *Small Facilities* zusammenzustellen. Hierzu wurde das relevante IAEA-Regelwerk auf spezifische Anforderungen untersucht. Da Small Facilities einen Sonderfall darstellen und nicht zu den kerntechnischen Einrichtungen zählen (ausgenommen Unterrichtsreaktoren oder thermisch kritische Anordnungen), ist der Umfang an relevanten Regelwerken nur sehr eingeschränkt.

Wichtige Ergebnisse werden nachfolgend dargestellt. Die folgenden Regelwerke und internationalen Empfehlungen wurden hierfür betrachtet:

- IAEA General Safety Requirements: Decommissioning of Facilities (GSR Part 6) /IAEA 14/
- IAEA Specific Safety Guide: Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities (SSG-49) /IAEA 19a/
- IAEA Technical Report Series: Decommissioning of Small Medical, Industrial and Research Facilities (TRS No. 414) /IAEA 03/

Allgemeine Sicherheitsanforderungen Teil 6 – Stilllegung von Einrichtungen (GSR Part 6)

Der GSR Part 6 legt die Sicherheitsanforderungen für alle Aspekte der Stilllegung, von der Standortwahl und der Auslegung einer Anlage bis zur Beendigung deren Stilllegung fest.

Diese Publikation gilt für Kernkraftwerke, Forschungsreaktoren, Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs (einschließlich Konditionierungseinrichtungen), Anlagen zur Verarbeitung von natürlich vorkommendem radioaktivem Material (NORM), ehemalige Militärstandorte sowie medizinische Einrichtungen, Industrieanlagen und Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen.

Darüber hinaus befasst sich der GSR Part 6 mit den radiologischen Gefahren, die sich aus der Stilllegung ergeben. Nicht-radiologische Gefahren und Risiken können bei der Stilllegung von Bedeutung sein. Solche Gefahren müssen bei der Planung und Durchführung, bei den Sicherheits- und Umweltverträglichkeitsprüfungen sowie bei der Abschätzung der Kosten und der Bereitstellung von Finanzmitteln für das Stilllegungsprojekt entsprechend berücksichtigt werden. Ein weiterer Aspekt betrifft Sicherheitsaspekte, welche u. a. auch im Rahmen der Stilllegung berücksichtigt bzw. angepasst werden müssen. Diese Fragen liegen jedoch außerhalb des Rahmens des vorliegenden Berichts und werden hier nicht ausdrücklich behandelt.

Der GSR Part 6 ist inhaltlich in acht Themenblöcke unterteilt, in denen grundlegende Anforderungen zur sicheren Stilllegung relevanter Einrichtungen formuliert werden. Diese Themenblöcke sind nachfolgend aufgelistet:

1. Anforderungen an die Sicherheit, den Schutz der Arbeitnehmer und der Öffentlichkeit sowie den Schutz der Umwelt
2. Die Verantwortlichkeiten der Akteure im Zusammenhang mit der Stilllegung
3. Anforderungen an das Management in der Stilllegung
4. Anforderungen an die Auswahl einer Stilllegungsstrategie
5. Anforderungen an die Finanzierung der Stilllegung
6. Anforderungen an die Stilllegungsplanung
7. Anforderungen zur Durchführung von Stilllegungsmaßnahmen
8. Anforderungen zur Feststellung des Stilllegungsabschlusses

Stilllegung von medizinischen, industriellen und Forschungseinrichtungen (SSG-49)

Das untersuchte IAEA-Dokument „Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities“ (SSG-49) ist ein Specific Safety Guide und enthält im Wesentlichen Empfehlungen und Hilfestellungen zur Einhaltung der Sicherheitsanforderungen und Verweisen auf einen internationalen Konsens /IAEA 19a/. Die Specific Safety Guides der IAEA stellen international bewährte Verfahren vor und spiegeln (in zunehmendem Maße) bewährte und anerkannte Verfahren wider, welche es Anwendern ermöglichen sollen, ein hohes Sicherheitsniveau während der gesamten Lebensdauer einer Anlage (und damit verknüpften Aktivitäten) zu erreichen.

Der Aufbau des SSG-49 orientiert sich an den Anforderungen des GSR Part 6 /IAEA 14/ und adressiert sowohl Überlegungen zur Stilllegung als auch Handlungen und Handlungsempfehlungen zum sicheren Rückbau von Small Facilities. Die im GSR Part 6 definierten Anforderungen an die sichere Stilllegung von Einrichtungen werden sinngemäß auf Small Facilities angewendet und in acht Themenblöcken erläuternd dargestellt:

Der erste Themenblock befasst sich mit Fragestellungen zum Schutz von Mensch und Umwelt, einschließlich der Anwendung eines abgestuften Konzeptes („*Graded Approach*“) für den gesamten Stilllegungsprozess. In diesem Zusammenhang soll auch eine Bewertung von Sicherheitsaspekten in der Stilllegung erfolgen. Die im

Stilllegungsprozess beteiligten Akteure und deren Verantwortlichkeiten werden im sich anschließenden zweiten Themenblock beschrieben. In Themenblock 3 werden Leitlinien für das Management in der Stilllegung aufgezeigt. Diese orientieren sich an der Forderung des GSR Part 6 nach einem stilllegungsgerichteten integrierten Managementsystem. Themenblock 4 befasst sich mit unterschiedlichen Stilllegungsstrategien. Der übergeordnete Zweck einer Stilllegungsstrategie besteht darin, als Grundlage für den Stilllegungsplan zu dienen und damit das Erreichen des Endzustandes des Stilllegungsprojektes zu erleichtern. Entsprechend den Anforderungen aus GSR Part 6 existieren auch für Small Facilities zwei grundsätzliche Stilllegungsstrategien: Direkter Abbau und zeitlich verzögerter Abbau der Anlage. Der fünfte Themenblock umfasst alle Aspekte im Zusammenhang mit der Finanzierung der Stilllegung. Die Planung der Stilllegung bzw. die Erstellung und das Fortschreiben eines Stilllegungsplans über die gesamte Lebensdauer einer Anlage bis zum Erreichen des festgelegten Endzustands wird in Themenblock 6 behandelt. Der siebte Themenblock widmet sich in Anlehnung an Anforderung 12 des GSR Part 6 der Durchführung von Stilllegungsmaßnahmen, einschließlich der Entsorgung der radioaktiven Abfälle. Der Abschluss der Stilllegung, einschließlich einer Abschlussuntersuchung und finalen Dokumentation zur Beendigung/Aufhebung der Genehmigung wird in Themenblock 8 erläutert.

Im Anhang des SSG-49 findet sich zusätzlich eine Auflistung von Anlagenkategorien. Die Anlagen werden hierbei basierend auf ihrem radiologischen Risiko sinngemäß eingeteilt in:

- Einfache Anlagen („*simple facilities*“), die (a) nur über umschlossene Quellen, (b) nur einen relativ kleinen lokalisierten Bereich oder Bereiche mit Kontaminationen aufweisen oder (c) bei denen das Risiko für die Bevölkerung und die Umwelt aufgrund der gehandhabten Aktivitäten und den damit verbundenen radiologischen Gefahren gering ist.
- Mittlere Anlagen („*intermediate facilities*“), welche über umschlossene Quellen verfügen, die aber ebenfalls in der Regel einen kontaminierten Bereich oder Bereiche unterschiedlicher Größe und Lokalisierung aufweisen, einschließlich kontaminierter Strukturen, Systeme und Komponenten. Das Risiko für die Bevölkerung und die Umwelt reicht bei diesen Anlagen von gering bis mittel.
- Komplexe Anlagen („*complex facilities*“) sind ähnlich den „Mittleren Anlagen“, verfügen aber in der Regel über hoch radioaktive Quellen und/oder Kontaminationen, welche spezielle Methoden und Techniken zur Entfernung der Quellen und der

Kontaminationen erfordern. Darüber hinaus ist bei der Stilllegung einer komplexen Anlage ebenfalls eine Sanierung der unmittelbaren Umgebung erforderlich. Zusätzlich kann eine komplexe Anlage besondere Anforderungen hinsichtlich der Abfallentsorgung, -lagerung und -entsorgung stellen.

Ebenfalls im Anhang von SSG-49 sind Vorschläge der IAEA zu folgenden Themen gegeben:

- Aufbau und Inhalt eines finalen Stilllegungsplans und der dazugehörigen Begleitdokumente
- Aufbau und Inhalt eines finalen Stilllegungsberichtes
- Aufbau und Inhalt des finalen radiologischen Untersuchungsberichtes
- Beispiele für stilllegungsrelevante Dokumente

Stilllegung von kleinen medizinischen, industriellen und Forschungseinrichtungen (TRS No. 414)

Der Technical Report TRS No. 414 /IAEA 03/ stellt eine Orientierungshilfe zur Stilllegung von Small Facilities dar und adressiert schwerpunktmäßig die nachfolgenden zehn Aspekte.

- Typen von Anlagen und Einrichtungen
- Stilllegungsstrategien
- Regulatorische Aspekte
- Planung und Management
- Technische Aspekte
- Sicherheitsaspekte während der Stilllegung
- Handhabung von bestrahltem Kernbrennstoff
- Abfallmanagement
- Kosten
- Qualitätssicherung

Basierend auf den Ausführungen der thematisierten Aspekte, kommt der Technical Report zu dem Ergebnis, dass für die Stilllegung von Small Facilities bestimmte Schlüsselanforderungen wichtig sind. Aus diesem Grund wurde eine Prüfliste mit Anforderungen, Aspekten und „Best Practices“ formuliert, welche als Nachschlagewerk für diejenigen gedacht ist, die an der Stilllegung von Small Facilities beteiligt sind. Die wesentlichen Aspekte der Prüfliste werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt:

- Identifizierung aller regulatorischen Anforderungen, hierzu zählen nicht nur Anforderungen der zuständigen Genehmigungs- bzw. Aufsichtsbehörde, sondern auch Anforderungen auf regionaler und nationaler Ebene.
- Identifizierung und Bindung von Personal, das für die Stilllegung der Anlage aufgrund ihrer Anlagenkenntnisse wichtig ist.
- Aufrechterhaltung einer guten Kommunikation mit den zuständigen Behörden über Pläne, deren Umsetzung, aber auch über mögliche Verzögerungen durch unvorhergesehene Ereignisse.
- Durchführung einer detaillierten physikalischen und radiologischen Charakterisierung der Anlage, einschließlich einer Bestandsaufnahme aller radioaktiven Materialien und/oder Strahlenquellen.
- Identifizierung aller radiologischen, physikalischen, chemischen und biologischen Gefahren, die in der Anlage bestehen bzw. von dieser Anlage ausgehen, und Festlegung der besten Ansätze/Methoden zur Beherrschung dieser Gefahren als Teil der (Stilllegungs-)Planung.
- Bewertung der in Frage kommenden Dekontaminationsmethoden auf ihre Anwendbarkeit auf die Einrichtung und ihre Wirksamkeit im Hinblick auf die Beseitigung vorhandener Kontaminationen.
- Alle Anforderungen und die Umsetzung dieser Anforderungen sind in einem detaillierten Stilllegungsplan zu dokumentieren, der die behördliche Zustimmung in Übereinstimmung mit dem nationalen Regelwerk enthält.
- Zuweisung von Rollen und Verantwortlichkeiten für die Umsetzung des Stilllegungsplans.
- Bereitstellung oder Ergänzung/Erweiterung aller Versorgungseinrichtungen, die für die Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen erforderlich sind.

- Entwicklung von Verfahren, die festlegen, wie Arbeiten durchzuführen sind, welche Maßnahmen notwendig sind, um den Fortschritt der Arbeit zu dokumentieren, und welche Dokumentation (langfristig) aufbewahrt werden muss.
- Festlegung von Entsorgungswegen für alle anfallenden Reststoffe (sowohl radioaktive als auch nichtradioaktive) als Teil der Charakterisierung und Stilllegung der Anlage, einschließlich aller notwendigen Behandlungen, die vor der Entsorgung erforderlich sind.
- Identifikation aller Bedingungen bzw. Gegebenheiten, die den Umfang der Stilllegung verändern können.
- Der erfolgreiche Abschluss der Stilllegung ist durch eine Abschlussuntersuchung zu bestätigen, die das Erreichen des geplanten Endzustands dokumentiert, vgl. GSR Part 6, Anforderung 12.
- Archivierung wesentlicher Aufzeichnungen über die Anlagenstilllegung.

Der Technical Report stellt zusammenfassend fest, dass die Stilllegung von Small Facilities keine wesentlichen technischen Probleme aufwirft, vorausgesetzt, dass erfahrene Betreiber entsprechende Ausrüstung und Einrichtungen in Übereinstimmung mit einem festgelegten Stilllegungsplan einsetzen. Es wird ebenfalls hervorgehoben, dass Betreiber von Small Facilities oftmals nicht über die notwendigen (finanziellen, technischen oder personellen) Ressourcen verfügen, um eine Stilllegung ohne Unterstützung Dritter durchzuführen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die Anforderungen an die Stilllegung – im Vergleich zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen – auf ein sinnvolles Niveau zu reduzieren, das für Small Facilities aufgrund der geringeren Sicherheitsrisiken angemessen ist.

2.6.2 Internationale Aktivität im Rahmen des IAEA MIRDEC-Projektes

Die IAEA erkannte die Notwendigkeit, eine Plattform für den Austausch von Erfahrungen und Erkenntnissen im Zusammenhang mit der Stilllegung von medizinischen, industriellen und Forschungseinrichtungen sowie für die Zusammenarbeit in Form eines internationalen Projektes zu schaffen. Unter dem Titel „Decommissioning of Small Medical, Industrial and Research Facilities“ (MIRDEC-Project) startete das IAEA-Projekt mit einem Kick-Off-Meeting im Juni 2018 in Wien.

Der Fokus des MIRDEC-Projektes besteht in der Sammlung und dem Austausch von Informationen über Praktiken und Erfahrungen bei der Stilllegung von medizinischen und industriellen Einrichtungen, sowie Forschungseinrichtungen, in denen radioaktive Stoffe gehandhabt werden. Dabei sollen die IAEA-Mitgliedsstaaten bei ihren Aktivitäten hinsichtlich der Stilllegung von Small Facilities unterstützt werden.

Das für dieses Projekt anvisierte Ziel ist die Erstellung eines TecDocs auf Basis tatsächlicher Fallbeispiele. Dieses TecDoc soll sowohl Aufsichtsbehörden als auch Betreibern von Small Facilities als Leitfaden für die Stilllegung dienen. Dabei sollen sowohl regulatorische Rahmenbedingungen als auch rückbauspezifische Planungen und Techniken abgedeckt werden.

Die Arbeit im MIRDEC-Projekt ist in fünf Arbeitsgruppen (AG) organisiert:

- Einrichtungen mit umschlossenen Quellen (AG 1),
- Einrichtungen mit offenen Quellen (AG 2),
- Einrichtungen zur Abfallbehandlung (AG 3),
- Beschleuniger (AG 4) und
- Kleine Forschungs- und Ausbildungsreaktoren ohne Brennstoff (AG 5).

Die Projekttreffen (Technical Meetings, TM) sind als fünftägige Veranstaltungen ausgelegt, welche Plenarsitzungen, parallele Sitzungen der Arbeitsgruppen und technische Workshops zu ausgewählten Themen umfassen. Sofern teilnehmende Mitgliedstaaten entsprechende Anlagenbesuche anbieten und organisieren, werden diese berücksichtigt und durchgeführt. Der zeitliche Ablauf des Projekts wurde insbesondere durch die Auswirkungen der Corona-Pandemie verzögert, so dass neben Präsenzveranstaltungen ebenfalls Online-Meetings stattgefunden haben und sich die Projektlaufzeit um 1,5 Jahre verlängert hat. Das Projektende ist nach gegenwärtigem Stand für Mitte 2024 geplant und eine zeitnahe Veröffentlichung der gewonnenen Ergebnisse durch die IAEA in Form eines TecDocs ist vorgesehen.

Detaillierte Informationen zum MIRDEC-Projekt sind auf der IAEA-Website des International Decommissioning Networks (IDN) enthalten.

3 Rückbau von genehmigungs- und anzeigepflichtigen Einrichtungen

Zeitlich beginnt der Rückbau mit der ersten rückbaugerichteten Tätigkeit – dies kann z. B. eine Reduzierung des Quelleninventars vor dem Hintergrund der Einstellung der genehmigten/angezeigten Tätigkeiten oder die Meldung der Einstellung dieser Tätigkeiten an die zuständige Behörde sein. Wesentlich hierbei ist der Bezug zum Rückbau und dessen Ziel (Endzustand). In sehr seltenen Fällen kann auch der Widerruf oder die Rücknahme von Genehmigungen durch die zuständige Behörde als Rückbaubeginn interpretiert werden, vgl. Abschnitt 2.3.4. Der Rückbau endet, sobald keine Notwendigkeit der strahlenschutzrechtlichen Überwachung mehr besteht und das Rückbauziel erreicht wurde – dies kann auch konventionelle Rückbaumaßnahmen umfassen. Im Rahmen dieses Berichtes fallen unter den Sammelbegriff Rückbau insbesondere die folgenden Aspekte:

- Austausch zwischen dem Inhaber der Genehmigung/Anzeige und der zuständigen Behörde
- Durchführung technischer Maßnahmen (z. B. Demontage und Zerlegung) und administrative Schritte (Beteiligung von Externen und spezialisierten Fachfirmen)
- Charakterisierungen und Dekontamination
- Durchführung des Freigabeverfahrens

3.1 Einschätzung der Komplexität des Rückbaus

Wesentliche Faktoren, die die Komplexität des Rückbaus von anzeige- bzw. genehmigungspflichtigen Einrichtungen bestimmen, sind u. a. durch das radioaktive Inventar, dessen isotopenspezifische Zusammensetzung sowie deren räumlicher Verteilung gegeben.

Das für den Rückbau relevante radioaktive Inventar bildet sich aus den vorhandenen (offenen/umschlossenen) radioaktiven Stoffen gemäß der Umgangsgenehmigung, aktivierter Komponenten sowie kontaminierten Flächen und eingedrungenen Kontaminationen.

Für Röntgengeräte und Störstrahler ist das radioaktive Inventar somit nicht signifikant, da zum einen keinerlei radioaktive Stoffe vorliegen und zum anderen die Energie der Röntgenstrahlung für nukleare Wechselwirkungen unzureichend sind, so dass Aktivierungen praktisch ausgeschlossen werden können. Auch Kleinstbeschleuniger im Sinne von § 17 StrlSchG führen praktisch zu keinem bedeutsamen radioaktiven Inventar. Dementsprechend ist aus strahlenschutzrechtlicher Sicht die Rückbaukomplexität bei anzeigepflichtigen Einrichtungen als sehr gering einzuschätzen.

Bei den genehmigungspflichtigen Einrichtungen ist das Komplexitätsspektrum deutlich breiter. Der Einsatz von Elektronenbeschleunigern in der Medizin oder in der industriellen Materialbestrahlung kann zwar während des Betriebs zu prinzipiell hohen Ortsdosisleistungen führen, im ausgeschalteten Modus ist die Ortsdosisleistung im Normalbetrieb zu vernachlässigen. Die Energie der Elektronen ist in der Regel für eine Aktivierung unzureichend.

Ein anderes Bild ergibt sich bei hochenergetischen Beschleunigern in der Medizin (z. B. in der Hadronentherapie) und Forschung, bei denen die Schwerpunktsenergien weit oberhalb der Coulombschwelle liegen und so durch Fragmentation und Fusionsprozesse eine signifikante Aktivierung erfolgen kann. Auch bei Tandem- oder Zyklotronbeschleunigern, wie sie in der Grundlagenforschung im universitären Umfeld eingesetzt werden, sind die Projektilenergien oft oberhalb der Coulombschwelle, so dass das radioaktive Inventar durch Aktivierung signifikant beeinflusst werden kann.

Auch für Radionuklidlabore, insbesondere in Verbindung mit Heißen Zellen, ist in Abhängigkeit der Tätigkeitshistorie mit einem signifikanten radioaktiven Inventar zum Betriebsende aufgrund möglicher Kontaminationen zu rechnen.

Qualitativ gibt es somit ein Komplexitätsmuster, dass der Häufigkeitsverteilung entgegelläuft: Mit Blick auf die anzeige- und genehmigungspflichtigen Einrichtungen gibt es nur wenige Einrichtungen, die bezüglich des Rückbaus ein hohes Maß an Komplexität aufweisen. Dies ist schematisch in Abb. 3.1 dargestellt.

Aus der Sicht des radiologischen Gefährdungspotenzials sind somit Beschleuniger mit Projektilenergien jenseits der Coulombschwelle und Radionuklidlabore im Rahmen des Rückbaus von besonderem Interesse. Diese bilden allerdings nur einen sehr kleinen Teil der genehmigungs- und anzeigepflichtigen Anlagen.

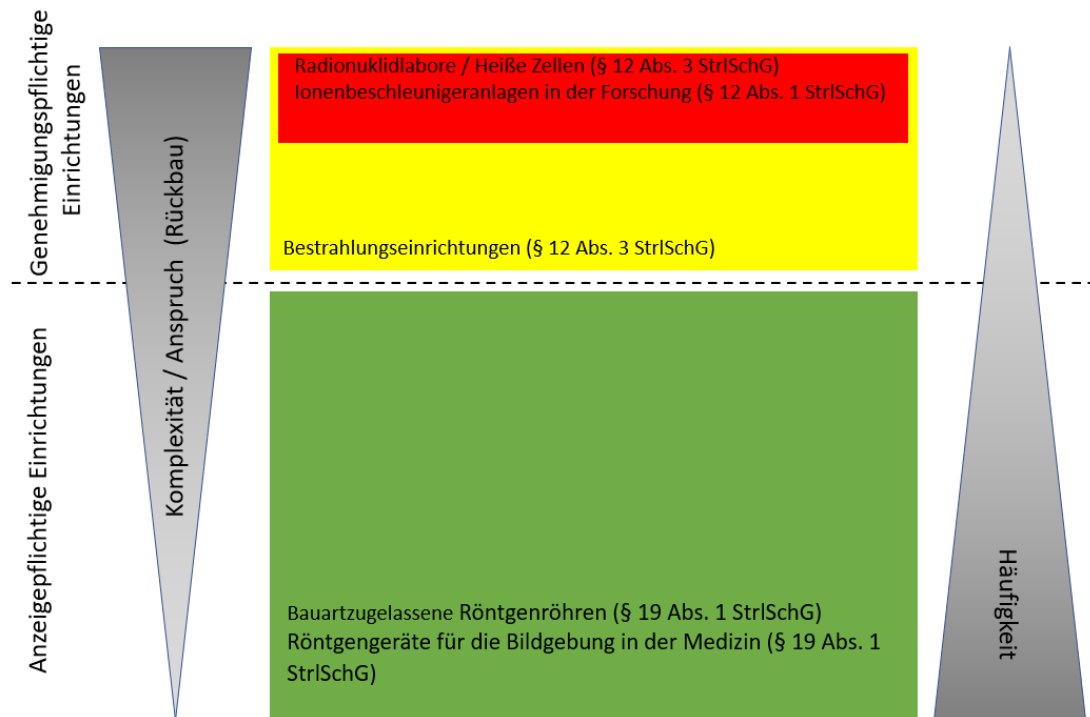


Abb. 3.1 Schematische Darstellung der Komplexität (bezogen auf den Rückbau) und der Anzahl anzeigepflichtiger (grün) und genehmigungspflichtiger (gelb) Einrichtungen. Der rote Bereich umfasst die Einrichtungen, bei denen der Rückbau eine vergleichsweise hohe Komplexität aufweist.

3.2 **Untersetzende Unterlagen („behördeninterne Leitfäden“) im Bereich der regulatorischen Anforderungen und Entsorgungswege**

Die obersten Landesbehörden wurden im Rahmen des diesem Bericht zugrundeliegenden Vorhabens kontaktiert und um Auskunft hinsichtlich Informationen über die behördlichen Verfahrensschritte im Rahmen des Rückbaus gebeten.

Die einzelnen zuständigen Landesbehörden wurden gefragt, ob die für Genehmigungen und Anzeigen jeweils verantwortliche Behörden im Besitz eigener dedizierter rückbau-gerichteter Unterlagen seien und ob diese Unterlagen ggfs. für Externe einzusehen sind. Thematisch zielten diese Fragen auf Unterlagen ab, in denen a.) die regulatorischen Anforderungen im Rahmen des Rückbaus von anzeige-/genehmigungspflichtige Einrichtungen dokumentiert werden bzw. abzuschätzen sind und b.) Informationen aufgeführt werden, aus denen die Planung von Entsorgungswegen extrahiert werden können.

Praktisch lässt sich festhalten, dass von den Behörden solche dedizierten Leitfäden nicht genutzt werden. Hinsichtlich der regulatorischen Anforderungen seien die rechtlichen Rahmenbedingungen klar festgelegt und die Projektkomplexität vergleichsweise gering. Auch wenn scheinbar keine expliziten Leitfäden oder vergleichbare Dokumente existieren, so erlauben die Rückmeldungen generell den Rückschluss, dass gewisse Grundsätze in der praktischen Tätigkeit doch gelebt werden. Ein ähnliches Bild zeichnet sich im Bereich der Entsorgung. Auch hier würden keine Leitfäden o. ä. existieren; die prinzipiellen Entsorgungsmöglichkeiten seien klar definiert.

4 Darstellung des Lebenszyklus einer nach StrlSchG genehmigungspflichtigen Einrichtung unter besonderer Berücksichtigung des Rückbaus

In diesem Kapitel wird zunächst im Abschnitt 4.1 ein beispielhafter Überblick über relevante Abläufe gegeben, die den kompletten Lebenszyklus einer nach StrlSchG genehmigungspflichtigen Einrichtung abbilden. Die dabei diskutierten Aspekte und Prozesse nehmen insbesondere Bezug zu rückbaurelevanten Themen, sind aber nicht auf diese beschränkt. Zur übersichtlichen Visualisierung der Prozesse und deren zeitlichen Abläufe ist in Abb. 4.2 bis Abb. 4.6 ein zusammenfassendes Ablaufschema dargestellt. Zum Zwecke der Strukturierung wird der Lebenszyklus der betrachteten Einrichtungen in Phasen unterteilt, die im folgenden Abschnitt 4.1 näher beschrieben werden. In den zugehörigen Unterabschnitten werden die wesentlichen Prozessschritte der einzelnen Phasen näher erläutert und mit praktischen Erfahrungen unterfüttert.

Im Abschnitt 4.2 wird das Ablaufdiagramm vertieft vor dem Hintergrund des Rückbaus betrachtet. Dabei werden Aspekte, die in der Praxis problematisch sind bzw. sein könnten hervorgehoben, um auf mögliche Verbesserungen hindeuten zu können. Ergänzt wird diese Darstellung mit Empfehlungen für den Rückbau, die aus Sicht der GRS den Ablauf des Rückbaus und dessen Planung klarer gestalten.

Anzeigepflichtige Einrichtungen werden aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Rückbaukomplexität hier nicht betrachtet, das vorgestellte Verfahrensschema ist aber grundsätzlich auch an diese Anlagen adaptierbar.

4.1 Überblick über relevante Abläufe in der Historie einer genehmigungspflichtigen Einrichtung

Im Zentrum dieses Abschnitts steht ein beispielhafter Überblick über die Historie einer nach StrlSchG genehmigungspflichtigen Einrichtung, der zeitlich mit der Planung (d. h. deutlich vor Aufnahme der genehmigungspflichtigen Tätigkeiten) beginnt und mit dem Abschluss des Rückbaus endet. Hierbei wird insbesondere die Entlassung aus der strahlenschutzrechtlichen Überwachung angenommen, in dessen Nachgang ggfs. noch konventionelle Rückbaumaßnahmen erforderlich sein können.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden vereinfachende Randbedingungen angenommen. Diese Vereinfachungen bedingen aber – bezogen auf den Rückbau – keine

wesentlichen und prinzipiellen Änderungen. Hierbei handelt es sich insbesondere um die folgenden Bedingungen:

- Im Falle mehrerer für die vorgesehenen Tätigkeiten benötigten Genehmigungen wird angenommen, dass diese Genehmigungen jeweils zum gleichen Zeitpunkt beantragt und ebenso erteilt werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden diese nicht separat betrachtet.
- Die Entscheidung für eine Beendigung der genehmigungspflichtigen Tätigkeiten wird vom Betreiber getroffen. Dies schließt insbesondere Szenarien aus, in denen durch die zuständige Behörde durch Widerruf oder Rückruf eine Beendigung erwirkt wird.
- Einem bestimmten Betreiber (im Folgenden: Der Betreiber) obliegt über den vollständigen zeitlichen Rahmen die Verantwortung über die Anlage und den aus dieser und den stattfindenden Tätigkeiten resultierenden Verpflichtungen. Dieser Betreiber ist dementsprechend auch Inhaber der strahlenschutzrechtlichen Genehmigung(en). Des Weiteren werden Betreiberwechsel ausgeschlossen.
- Als Endpunkt wird die vollständige Entlassung aus der strahlenschutzrechtlichen Aufsicht angenommen, ggfs. sind auch konventionelle Rückbautätigkeiten zu berücksichtigen. Somit wird der Rückbau von Teilbereichen nicht gesondert betrachtet, der wesentliche Ablauf ist aber auch auf ein solches Szenario adaptierbar.

Es ist festzuhalten, dass dieser Überblick anhand der berücksichtigten Prozesse zunächst generisch erscheint – dies gilt auch für den eigentlichen Rückbau. Durch Ausarbeitung der Prozessschritte können aber ein praxisnaher Bezug hergestellt sowie Wechselwirkungen bzw. Abhängigkeiten zu anderen Prozessen vermittelt werden, was auch die Formulierung von Empfehlungen ermöglicht.

Der Lebenszyklus einer genehmigungspflichtigen Einrichtung lässt sich grob in die folgenden Phasen unterteilen:

- Initiale Planungsphase
- Errichtungs- und Genehmigungsphase
- Betriebsphase
- Planungsphase für den Rückbau
- Strahlenschutzrechtliche Rückbauphase

- Konventionelle Rückbauphase

Diese Phasen haben zum Teil feste Ankerpunkte, die den zeitlichen Rahmen der o. g. Phasen untereinander abgrenzen können. Als triviales Beispiel dient die Einstellung des regulären Betriebs zum Ende der Betriebsphase. Es ist darauf hinzuweisen, dass eine streng sequenzielle (aufeinanderfolgende) Struktur in der Praxis nicht zwingend gegeben sein muss – im Gegenteil, durch geeignete Überlappung können der Ablauf zeitlich gestrafft und Verfahren potenziell beschleunigt werden. So ist es durchaus üblich, dass sich die Planungsphase für den Rückbau zeitlich mit der Betriebsphase überschneidet; ebenso ist es möglich, dass sich die eigentliche Rückbauphase auch zu Teilen mit der Rückbauplanungsphase überlappt. Zur Vereinfachung der Darstellung wird im Folgenden allerdings angenommen, dass diese Phasen streng aufeinanderfolgen. Eine schematische Zeitleiste der aufgeführten Phasen und entsprechender Ankerpunkte in Form von Meilensteinen ist in Abb. 4.1 dargestellt.

Ein zugehörigeres Flussdiagramm der wesentlichen Prozessschritte ist in Abb. 4.2 bis Abb. 4.6 abgebildet. Aufgrund der gewählten Darstellung sind die Prozesse in einer zeitlich linearen Reihe angeordnet. Auch dies bedingt Vereinfachungen, die aber rückwirkungsarm auf den generellen Rahmen sind. Die einzelnen Verfahrensschritte und Entscheidungspunkte werden in den folgenden Unterabschnitten näher erläutert.

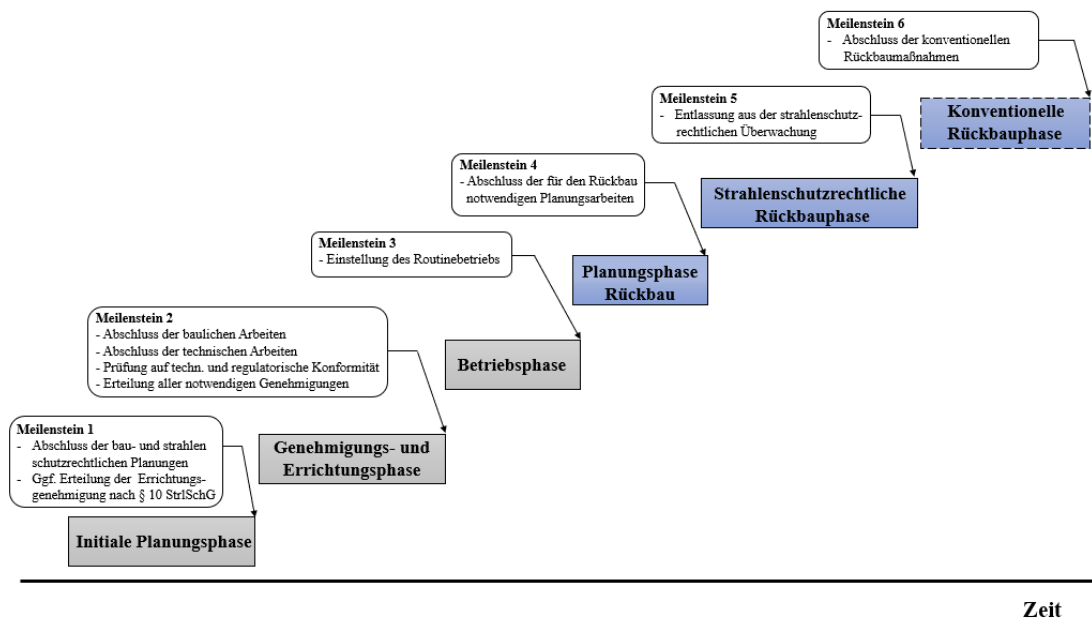


Abb. 4.1 Lebenszyklus einer genehmigungspflichtigen Einrichtung mit relevanten Meilensteinen

4.1.1 Initiale Planungsphase

Prozessschritte A01 und A02 – Initialplanung

Ausgangspunkt der initialen Planungsphase (A01 im Flussdiagramm, siehe Abb. 4.2, Seite 52) ist in den meisten Fällen die Festlegung des beabsichtigten Tätigkeitsspektrums und der Auslegung der Einrichtung. Dementsprechend sind die weiteren Planungen des Gebäudes und der Räumlichkeiten, der (Groß-)Geräte, des benötigten Inventars an radioaktiven Quellen (offen und umschlossen), der Strahlenschutzbereiche, des Lüftungskonzeptes, des Brandschutzkonzeptes, des Strahlenschutzkonzeptes, der voraussichtlichen Abfallströme (ggfs. bedingt dies die Auslegung von Abklinglagermöglichkeiten), etc. aufzunehmen.

Bei dieser Initialplanung können spezialisierte Ingenieurbüros mit entsprechender Kompetenz, z. B. durch Modellrechnungen zu Ortsdosisleistungen, unterstützend tätig sein und entsprechende Arbeiten (partiell) übernehmen. Im Falle von Großgeräten (z. B. Beschleuniger für die Forschung oder für die Anwendung am Menschen zu medizinischen Zwecken) können die Anbieter dieser Großgeräte meist auf einen breiten Erfahrungsschatz zurückgreifen und ebenso in die Planung involviert werden.

Neben den technischen Aspekten sollten auch die für die angedachten Tätigkeiten notwendigen Genehmigungen nach § 12 StrlSchG in die Planung einbezogen werden. Gerade im Kontext der technischen und personellen Planungen können frühzeitig die allgemeinen sowie – sofern zutreffend – die besonderen Voraussetzungen für die Erteilung benötigter Genehmigungen gemäß §§ 13 bis 15 StrlSchG berücksichtigt werden.

Im Rahmen der Initialplanung kann der Betreiber bereits Kontakt zu den zuständigen Behörden aufzunehmen, um sich frühzeitig, d. h. vor dem Genehmigungsverfahren auszutauschen (A02). Bei einem solchen Austausch können z. B. Themen angesprochen werden, die den Umfang der radiologischen Ist-Stand-Erfassung, Dekontaminationsmaßnahmen oder das Freigabeverfahren betreffen. In vielen Fällen sind neben dem Strahlenschutzrecht auch das Baurecht (insbesondere in Bezug auf den Brandschutz) zu berücksichtigen. Dadurch sind auf Behördenseite unterschiedliche Referate zuständig, so dass ein intensiver und frühzeitiger Austausch späteren Verzögerungen entgegenwirken kann.

Praktische Erfahrungen und Empfehlungen mit Rückbaubezug

Generell ist es ratsam, bei der Initialplanung bereits einen späteren Rückbau zumindest in konzeptioneller Form zu berücksichtigen. Hierbei ist es hilfreich, sich auf Erfahrungswerte zu stützen, welche z. B. auf Fallstudien vergleichbarer Einrichtungen basieren. Ein Aspekt, der bei bereits abgeschlossenen Rückbauprojekten gelegentlich zu Problemen führte, betraf die unzureichende Dimensionierung von Pufferlagerflächen (z. B. für Komponenten oder sonstige Materialien, für die der Betreiber oder ein hinzugezogene Dienstleister nachweislich eine Freigabeempfehlung dokumentiert und ausgesprochen hat, eine entsprechende Rückmeldung der zuständigen Behörde aber mit großem zeitlichen Verzug erteilt wurde /DEG 20/) oder das Entsorgungskonzept.

Auch der frühzeitige Austausch mit der zuständigen Aufsichts- und Genehmigungsbehörde kann sich als hilfreich erweisen, um mögliche Komplikationen frühzeitig erkennen und ggfs. beheben zu können.

Gerade im medizinischen Bereich – z. B. bei kommerziellen Röntgengeräten – bieten viele Anbieter auch auf Wunsch vertraglich zugesicherte Geräterücknahmen an. Ähnliche Angebote existieren u. a. für (umschlossene) radioaktive Quellen und/oder hochradioaktive Quellen. Solche Angebote können bereits zu frühen Zeitpunkten die Planungssicherheit erhöhen, so dass spätere etwaige Entsorgungsprobleme vermieden werden können.

- *Entscheidungspunkt E1 sowie Prozessschritte A03 bis A05 – sofern notwendig: Beantragung und Erteilung einer Errichtungsgenehmigung*

Für die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung ist ggfs. eine Genehmigung nach § 10 StrlSchG notwendig (E1). Entsprechende Voraussetzungen, die für die Erteilung einer solchen Genehmigung zu erfüllen sind, werden in § 11 StrlSchG aufgeführt. Der Länderausschuss Atomkernenergie – Fachausschuss Strahlenschutz (LA-FS) hat 2003 eine Liste mit „Merkposten zu Antragsunterlagen in den Genehmigungsverfahren für Anlagen zur Erzeugung ionisierende Strahlen nach § 11 Absatz 1 und 2 StrlSchV“ erstellt, die als Rundschreiben des Bundesumweltministeriums veröffentlicht wurde /LÄN 03/. In einigen Bundesländern, z. B. in Niedersachsen, bieten die zuständigen Genehmigungsbehörden auf ihren Portalen entsprechende Vorlagen und/oder Merkblätter zu den einzureichenden Dokumenten an, die sich inhaltlich an der oben genannten Merkpostenliste orientieren.

Der Betreiber erstellt die notwendigen Dokumente und reicht diese zusammen mit dem Antrag für die Errichtungsgenehmigung bei der zuständigen Genehmigungsbehörde ein (A03). Diese prüft den Antrag (A04) und kann den Betreiber bei Bedarf zur Überarbeitung und/oder Ergänzung der Antragsunterlagen auffordern (A05). Die Behörde hat bei positiver Bewertung, d. h. sofern die Voraussetzungen erfüllt und entsprechend positiv testiert wurden, die Genehmigung nach § 10 StrlSchG zu erteilen (Meilenstein 1).

Praktische Erfahrungen und Empfehlungen mit Rückbaubezug

Für den Fall, dass Aktivierungen im Hinblick auf einen Rückbau relevant sind, sieht die o. g. Merkpostenliste des LA-FS auch für den Rückbau relevante Antragsunterlagen für das Genehmigungsverfahren vor, die auch das Entsorgungskonzept tangieren. Hier kann bei ausreichender Berücksichtigung in der Planungsphase von entsprechenden Unterlagen profitiert und der Rückbau ggfs. beschleunigt werden.

4.1.2 Errichtungs- und Genehmigungsphase

- **Prozessschritt A06 – Durchführung von Bau- und Installationstätigkeiten**
Der Prozessschritt A06 deckt insbesondere alle notwendigen konventionellen Baumaßnahmen und die Installation von (Groß-)Geräten und Anlagen (z. B. Lüftungsanlagen) ab. Hierzu zählt ebenfalls die bauliche Umsetzung der geplanten Strahlenschutzbereiche. Im Falle von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung muss ggfs. vor deren Errichtung eine Genehmigung nach § 10 StrlSchG vorliegen. Dieser Prozessschritt gilt mit der (behördlichen) Abnahme als abgeschlossen.

- **Prozessschritte A07 bis A10 – Genehmigungsverfahren für die notwendigen Umgangs- und/oder Betriebsgenehmigungen**
Bevor in der Einrichtung genehmigungsbedürftige Tätigkeiten durchgeführt werden dürfen, muss der Betreiber zunächst die notwendige(n) Genehmigung(en) nach § 12 StrlSchG bei der zuständigen Genehmigungsbehörde beantragen (A07).
Die allgemeinen Voraussetzungen für die Erteilung der Genehmigung sind in § 13 StrlSchG aufgeführt und schließen unter anderem die erforderliche Vorsorge für die Erfüllung gesetzlicher Schadensersatzverpflichtungen für Tätigkeiten nach § 12 Absatz 1 Nummer 1, 2 oder 3 StrlSchG ein. Besondere

Voraussetzungen bei Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Anwendung am Menschen bzw. am Tier in der Tierheilkunde sind in § 14 StrlSchG bzw. § 15 StrlSchG aufgeführt. Welche Unterlagen dem jeweiligen Genehmigungsantrag beizufügen sind, ist in § 16 StrlSchG unter Verweis auf Anlage 2 StrlSchG aufgeführt. Für Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen kann erneut auf die Merkpostenliste des LA-FS verwiesen werden /LÄN 03/. Ein wichtiger Aspekt betrifft hier die Auslegung und Dimensionierung der Strahlenschutzbereiche. In einigen Bundesländern bieten die zuständigen Genehmigungsbehörden auf ihren Portalen entsprechende Vorlagen für die Genehmigungsunterlagen und/oder weitere (länderspezifische) Merkpostenlisten an, die sich nicht nur auf Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung beschränken. Zur Klärung offener Punkte kann der Betreiber vor Einreichung der Antragsunterlagen den Austausch mit der zuständigen Behörde suchen.

Auf Basis der eingereichten Antragsunterlagen (A07) prüft die zuständige Behörde, ob die Voraussetzungen für die beantragten Genehmigungen erfüllt sind (A09). Bei Bedarf müssen die Antragsunterlagen revidiert bzw. ergänzt werden (A10). Bei positiver Bewertung hat die Behörde die beantragte(n) Genehmigung(en) zu erteilen. In dem entsprechenden Genehmigungsbescheid kann die Genehmigungsbehörde inhaltliche Beschränkungen, einzuhaltende Auflagen oder eine zeitliche Befristung festhalten. Für den Betrieb eines Ionenbeschleunigers ist beispielsweise ein Probetrieb denkbar. Rechtsgrundlage hierfür ist § 17 AtG in Verbindung mit § 179 Absatz 1 Nr. 1 StrlSchG. Die Behörde kann zudem gemäß § 41 StrlSchV in einer Genehmigung nach § 12 Absatz 1 Nummer 1 bis 3 das Verfahren zur Freigabe festlegen.

Mit dem Abschluss der baulichen/technischen Arbeiten, der erfolgreichen Konformitätsprüfung der Anlagen und der Erteilung der beantragten Genehmigungen (Meilenstein 2) endet die Errichtungs- und Genehmigungsphase.

Praktische Erfahrungen und Empfehlungen mit Rückbaubezug

Es erscheint ratsam die Kontrollbereiche nicht größer als notwendig zu dimensionieren und eine Abstufung mit Überwachungsbereichen zu verwenden. Grundsätzlich bedürfen nach § 31 StrlSchV insbesondere Stoffe und Gegenstände aus Kontrollbereichen der Freigabe, sofern dort z. B. mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wurde, offene radioaktive Stoffe vorhanden waren oder die Möglichkeit einer Aktivierung bestand. Die zuständige Behörde kann hier zwar Ausnahmen erteilen, die dadurch ermöglichte

Herausgabe setzt aber die Nachweisbarkeit fehlender Kontaminationen oder Aktivierungen durch geeignete beweissichernde Messungen voraus, wobei das Verfahren in einer betrieblichen Unterlage beschrieben sein muss. Der Strahlenschutzverantwortliche hat nach § 85 Abs. 6 StrlSchV dafür Sorge zu tragen, dass entsprechende Messprotokolle über fünf Jahre aufzubewahren sind.

4.1.3 Betriebsphase

- ***Prozessschritte B01 und B02 – Strahlenschutzrechtliche Aufsicht***

Die zuständige Behörde richtet bei geplanten Expositionssituationen gemäß § 180 StrlSchG ein Programm für aufsichtliche Prüfungen ein, das dem möglichen Ausmaß und der Art der mit den Tätigkeiten verbundenen Risiken Rechnung trägt. In diesem Aufsichtsprogramm legt die zuständige Behörde nach § 149 StrlSchV die Durchführung und die Modalitäten der aufsichtlichen Prüfungen fest, was insbesondere Vor-Ort-Prüfungen in der Betriebsphase (B01) einschließt /BUN 22/, siehe auch Abschnitt 2.3.3. Seitens des Betreibers können diese Vor-Ort-Prüfungen auch für einen Austausch genutzt werden, der über die eigentliche Prüfung hinausgeht (B02). So können z. B. mittelfristig abzusehende Änderungen frühzeitig in einem informellen Rahmen angesprochen werden, wodurch auch die Meinung und Erfahrungswerte der zuständigen Aufsichtsbehörde eingeholt und in die Planung einbezogen werden können.

Es ist darauf hinzuweisen, dass es auch bei wesentlichen Änderungen nach § 12 Abs. 2 StrlSchG einer Genehmigung bedarf.

- ***Prozessschritte B03 bis B06 – Entscheidung für die Einstellung des genehmigten Betriebs und/oder Umgangs sowie deren zeitliche Fixierung***

Wer den genehmigten Betrieb oder Umgang einstellt, hat dies gemäß § 21 StrlSchG der zuständigen Behörde unverzüglich mitzuteilen (B04). Generell ist es ratsam, den Kontakt zur Behörde zu suchen, sobald sich der Betreiber für eine Einstellung des genehmigten Betriebs und/oder Umgang entschieden hat (B3). Die Behörde wird diese Meldung prüfen (B5) und ggfs. Rücksprache mit dem Betreiber halten (B6). Diese Meldung hat tendenziell perspektivischen Charakter und gibt der Behörde die Möglichkeit, die voraussichtliche Rückbaukomplexität abschätzen zu können, so dass sie als verantwortliche Aufsichtsbehörde ihre Pflichten im erforderlichen Umfang wahrnehmen kann.

- **Prozessschritt B07 – Vorbereitende Maßnahmen für das Betriebsende**
Im Zeitraum zwischen der Entscheidung für eine Einstellung der genehmigungspflichtigen Tätigkeiten und dem tatsächlichen Betriebsende können im Rahmen der bestehenden Genehmigungen erste rückbaugerichtete Tätigkeiten ggfs. sinnvoll durchzuführen sein, z. B. durch Reduzierung des radioaktiven Inventars (Quellen). Zudem kann es sinnvoll sein, das Arbeitsspektrum im Rahmen der Möglichkeiten derart auszulegen, dass die Wahrscheinlichkeiten von Aktivierungen oder Kontaminationen weitestmöglich reduziert werden.

- **Rückbauplanung (B I bis B III)**
Bereits in der Betriebsphase kann sich der Betreiber mit dem Rückbau auseinandersetzen und diesen entsprechend planen (B I). Wichtige Faktoren sind hierbei beispielsweise das Rückbauziel (vollständiger Rückbau der Anlagen, Anlagenteile und/oder Gebäude bzw. Weiternutzung der Gebäude) und eine grobe Auseinandersetzung mit den für den Rückbau notwendigen Maßnahmen und deren Komplexität. Zu diesem Zweck kann der Betreiber auch das Gespräch mit der zuständigen Behörde suchen (B II). Es ist denkbar und in den meisten Fällen sogar wahrscheinlich, dass der Betreiber den Rückbau nicht vollständig in Eigenverantwortung durchführen, sondern sich zumindest für Teilaspekte des Rückbaus die Unterstützung externer Dienstleister (im weiteren auch „Dritte“ genannt) suchen wird. Im Rahmen der Rückbauplanung kann der Betreiber geeignete Dienstleister identifizieren und frühzeitig den Kontakt suchen (B III).

Praktische Erfahrungen und Empfehlungen mit Rückbaubezug

Bereits während des Betriebs ist eine regelmäßige Sichtung der Dokumentation durch qualifiziertes Personal empfehlenswert, um so entsprechende Informationslücken im besten Fall noch rechtzeitig füllen zu können. Diese Sichtung kann auch durch mehrere Personen durchgeführt werden, um so aufgrund unterschiedlicher Perspektiven ggfs. Unklarheiten zu erkennen. Eine Sichtung ist insbesondere dann zu empfehlen, wenn erfahrene Mitarbeiter/Verantwortliche ausscheiden bzw. die (strahlenschutzrechtliche) Verantwortung intern übergeben wird. Ein Wissensverlust aufgrund mangelhafter Dokumentation führt zu einem deutlichen Mehraufwand, insbesondere bei den Prozessschritten zur radiologischen Bestandsaufnahme sowie zur Freigabe und Herausgabe.

Aus Sicht des Betreibers scheint es sinnvoll, sich frühzeitig mit den notwendigen Arbeitsschritten im Zuge des Rückbaus auseinanderzusetzen, um dadurch einschätzen zu

können, ob und in welchem Umfang die Unterstützung externer Dienstleister benötigt wird. Da der Betreiber seine Anlage am besten kennt, ist es insbesondere in den Fällen, bei denen Externe für den Rückbau hinzugezogen werden, hilfreich, eine entsprechende Dokumentation (ggfs. als fortwährend aktualisierte Dokumentation) zu erstellen, aus denen sich Informationen zu den (radiologisch relevanten) Tätigkeiten, den baulichen Informationen (insbesondere mit Bezug auf verwendete Gefahrstoffe), der Kontaminationshistorie und weitere ergeben. Eine mögliche Darstellung wäre zum Beispiel durch einen raumweisen Plan gegeben. Eine solche existierende Dokumentation kann die Arbeiten der Dienstleister erleichtern und zu einer zügigen Durchführung des Rückbaus beitragen.

4.1.4 Planungsphase Rückbau

- *Prozessschritt C01 – Radiologische Bestandsaufnahme*

Als erster Schritt kann eine radiologische Bestandsaufnahme durchgeführt werden, die den Ist-Zustand der Einrichtung abbildet. Dies ist insbesondere dann zu empfehlen, wenn Kontaminationen oder Aktivierungen aufgrund des genehmigungspflichtigen Betriebs und/oder Umgangs bzw. aufgrund bekannter Ereignisse in der Betriebshistorie nicht auszuschließen bzw. wahrscheinlich sind. Eine solche radiologische Bestandsaufnahme ist mit der entsprechenden Sorgfalt und dem Einsatz bedarfsgerechter Werkzeuge/Detektoren durchzuführen, da sie unmittelbaren Einfluss auf die Stilllegungsplanung hat.

Einen ersten Ansatzpunkt liefern die erteilten Umgangsgenehmigungen, die Dokumentation der Betriebshistorie sowie die Erfahrungen langjähriger Mitarbeiter, die die Einrichtungen und deren zeitliche Entwicklung aus den praktischen Tätigkeiten bestmöglich kennen. Je gründlicher aus diesen Quellen geschöpft werden kann, desto besser sind die Voraussetzungen für eine erste radiologische Bestandsaufnahme und desto effizienter und auch günstiger kann diese in der Regel durchgeführt werden.

Besonders hilfreich ist hierbei eine möglichst ausführliche und zeitlich möglichst weit zurückreichende Erfassung relevanter baulicher Änderungen, die z. B. auch durch passende Fotos unterstützt wird. Auf Basis dieser Informationen kann ein Messprogramm erstellt und abgearbeitet werden, das den radiologischen Zustand insbesondere in kritischen Bereichen möglichst gut beschreibt.

Die hierbei gewonnenen Informationen können zur Aktualisierung und

Aufwertung der im vorangegangenen Abschnitt aufgegriffenen Raumpläne genutzt werden.

Diese radiologische Bestandsaufnahme dient als Fundament für die detaillierte Ausarbeitung der notwendigen Rückbaumaßnahmen, insbesondere hinsichtlich notwendiger Dekontaminationen, und einer Bewertung des radiologischen Gefährdungspotenzials. Auf Basis des (ortsabhängigen) Nuklidvektors kann zudem eingeschätzt werden, ob eine Abklinglagerung für gewisse Komponenten eine sinnvolle Option sein kann.

- **Prozessschritte C02 und C03 – Erstellung eines Rückbaukonzeptes**

In diesem Prozessschritt wird durch den Betreiber und/oder hinzugezogene spezialisierte Dienstleister ein Rückbaukonzept entwickelt. Der Detaillierungsgrad dieses Konzeptes orientiert sich an der Komplexität des Vorhabens – grundsätzlich kann eine Unterscheidung in ein Grob- und ein Feinkonzept sinnvoll sein. Ein entscheidender Baustein ist hier die möglichst frühzeitige und möglichst präzise Definition des anvisierten Endpunkts. Dies betrifft insbesondere die Frage, ob sich die Rückbaumaßnahmen auch auf die (stehenden) Gebäudestrukturen (z. B. konventioneller Abriss) erstrecken, oder ob (Teile der) Gebäudestrukturen im Anschluss für andere Zwecke weiterverwendet werden sollen.

Wichtige Fragestellungen, die durch das Rückbaukonzept berührt werden, sind u. a.:

- das Dekontaminationskonzept,
- das Demontagekonzept,
- das Freigabekonzept inkl. Messkonzept sowie
- das abzusehende Inventar (radioaktiver) Abfälle und die anvisierten Entsorgungswege.

Neben technischen Aspekten richtet sich das Rückbaukonzept auch nach personellen Aspekten:

- Welche Tätigkeiten können durch Eigenpersonal übernommen werden?
- Welche Tätigkeiten können bzw. müssen (z. B. aufgrund unzureichender Qualifikationen oder fehlender technischer Geräte) an spezialisierte Unternehmen übergeben werden?

Bei der Entwicklung des Rückbaukonzeptes kann auch die Behörde bzw. der hinzugezogene Sachverständige im Rahmen eines (informellen) Austauschs einbezogen werden (C03).

- ***Entscheidungspunkt E2 und Prozessschritte C04 bis C08 – Beantragung und Erteilung weiterer und für den Rückbau benötigter Genehmigungen***

Ausgehend von dem entwickelten Rückbaukonzept können sowohl der Betreiber als auch die beteiligten Dritten prüfen (E2), inwieweit die geplanten Tätigkeiten der Genehmigung bedürfen und ob deren Umfang durch die bereits bestehenden Genehmigungen (in den überwiegenden Fällen handelt es sich hier um Umgangsgenehmigungen) abgedeckt wird. Bei Unklarheiten oder Fragen sollte die zuständige Behörde möglichst frühzeitig hinzugezogen werden.

Sofern für die vorgesehenen Tätigkeiten nicht alle Genehmigungen im erforderlichen Umfang vorliegen, können – ggfs. nach Austausch mit der zuständigen Behörde (C05) – eine Genehmigungsänderung gemäß § 12 Absatz 2 StrlSchG beantragt werden bzw. ergänzende Anlagen zur bestehenden Genehmigung eingereicht werden (C04). Anderenfalls sind neue und eigenständige (Umgangs-)Genehmigungen zu beantragen. Sofern noch kein eigenständiger Freigabebescheid bzw. keine die Freigabe betreffende Passage in einer Genehmigung nach § 12 Absatz 1 Nr. 1 bis 3 StrlSchG vorliegt, sollte zudem die Freigabe im absehbaren Umfang beantragt werden.

Die zugehörigen Antragsunterlagen (C06) werden von der zuständigen Genehmigungsbehörde geprüft. Ggfs. wird der Antragssteller zur Revision bzw. Ergänzung der Antragsunterlagen aufgerufen (C07). Bei positiver Bewertung werden die beantragten Genehmigungen oder Bescheide bewilligt (C08).

4.1.5 Strahlenschutzrechtliche Rückbauphase

Die im Folgenden dargestellte Rückbauphilosophie sieht zunächst eine möglichst weitgehende Reduzierung des (mobilen) Inventars vor und greift dazu auch auf die Herausgabe im Sinne von § 31 Abs. 5 StrlSchV (R01 – R07), die interne oder externe Abgabe (ggfs. im Kontext des Herausbringens nach § 58 Abs. 2 StrlSchV) (R08) oder die Übergabe an die zuständige Landessammelstelle unter Berücksichtigung der Annahmbedingungen (insbesondere Anforderungen an die Verpackung und Dokumentation) (R09) zurück. Im Anschluss werden sukzessive Demontearbeiten durchgeführt und die anfallenden Reststoffe weitestmöglich dem Freigabepfad zugeführt, wofür gegebenenfalls Dekontaminationen durchzuführen sind. Sollte eine Freigabe aus radiologischen

Gründen (Überschreitung der Freigabewerte) praktisch nicht möglich sein, ist das betroffene Objekt als radioaktiver Abfall zu entsorgen oder kann ggfs. an dritte Genehmigungsinhaber zum Zwecke der Weiterverwendung abgegeben werden. Hinsichtlich der Freigabe gibt es ausführliche und unterstützende Dokumente, wobei im deutschen Raum insbesondere der *Freigabeleitfaden*³ des Fachverbands für Strahlenschutz e.V. /FFS 05/ und der *Leitfaden zur Freigabe nach Teil 2 Kapitel 3 der Strahlenschutzverordnung /UMBW 20/* hervorzuheben sind.

- ***Entscheidungspunkt E3 und Prozessschritte R01 bis R07 – Durchführung der Herausgabe nach § 31 Abs. 5 StrlSchV (sofern zutreffend)***

Gemäß § 31 Absatz 5 StrlSchV müssen Stoffe oder Gegenstände, die aus Kontrollbereichen nach § 31 Absatz 1 Satz 2 StrlSchG stammen und bei denen (z. B. aufgrund der Betriebshistorie) nicht davon auszugehen ist, dass eine Kontamination bzw. Aktivierung vorliegt, nicht zwingend dem Freigabepfad zugeführt werden, sondern können durch die *Herausgabe* den Kontrollbereich verlassen (E3). Zwingende Voraussetzung ist ein geeigneter Nachweis, dass weder Kontaminationen noch Aktivierungen dieser Stoffe oder Gegenstände vorliegen, der durch beweissichernde Messungen gestützt wird. Die Vorgehensweise ist in einer betrieblichen Unterlage zu beschreiben und durch Angaben zu Art und Umfang der Tätigkeit darzulegen. Entsprechende Messprotokolle müssen gemäß § 85 Abs. 6 StrlSchV über fünf Jahre aufbewahrt werden. Diese Herausgabe kann genutzt werden, um entsprechende Stoffe und Gegenstände, die für die weiteren Arbeiten nicht mehr benötigt werden, aus dem Kontrollbereich zu entfernen (R01 – R07).

Durch *Herausbringen* von Gegenständen im Sinne von § 58 StrlSchV zum Zwecke der weiteren Nutzung (oder der Reparatur) kann das Inventar umverteilt werden.

Durch die Herausgabe und das Herausbringen können z. B. Pufferflächen (z. B. zu Lagerzwecken) geschaffen werden, die für die weiteren Tätigkeiten sinnvoll genutzt werden können.

³ Der Freigabeleitfaden des Fachverbands für Strahlenschutz e.V. befindet sich derzeit in der Überarbeitung
Stand: April 2022

- **Entscheidungspunkt E4 und Prozessschritte R08 und R09 – Abgabe von radioaktiven Stoffen bzw. radioaktiven Quellen an Dritte**

Sollten sich in der Einrichtung noch radioaktive Substanzen, wie z. B. offene oder umschlossene radioaktive Quellen ohne weiteren und unmittelbaren Verwendungszweck befinden (E4), können diese an befugte Dritte (ggfs. zur Weiterverwendung oder Rezyklierung) oder die Landessammelstelle (mit dem Ziel der Entsorgung) abgegeben werden. Hierbei sind die Vorgaben von § 94 StrlSchV zwingend einzuhalten. Dieses Vorgehen lässt sich auch auf (aktivierte/kontaminierte) Anlagenteile ausweiten, die entweder mobil oder leicht zu demontieren sind und die für die weiteren Rückbauarbeiten nicht mehr benötigt werden.

Aus wirtschaftlichen Gründen und zur Minimierung der zu entsorgenden (radioaktiven) Abfälle kann zur Weiternutzung die Abgabe an Dritte, die über die erforderlichen Genehmigungen verfügen, ein bevorzugter Abgabepfad sein (R08). Im Falle der Notwendigkeit eines Transports sind die entsprechenden strahlenschutzrechtlichen Anforderungen zu beachten, vgl. §§ 27 – 30 StrlSchG. Sollte sich dieser Pfad für einen Teil der Stoffe als nicht realisierbar eingestuft werden, können die entsprechenden radioaktiven Stoffe auch an die zuständige Landessammelstelle abgegeben werden (R09).

- **Entscheidungspunkt E6 und Prozessschritte R10 und R11 – Beantragung und Erteilung weiterer und für die Freigabe benötigter Bescheide bzw. entsprechende Genehmigungsnachträge**

Im Anschluss an die Herausgabe, das Herausbringen oder die Abgabe an Dritte können weitere radiologische Messungen zur Detaillierung des Rückbaukonzeptes durchgeführt werden. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse können gegebenenfalls eine erneute Überprüfung des Umfangs der vorliegenden Freigabebescheide motivieren. Sollte sich dieser Umfang als unzureichend herausstellen, können fehlende Genehmigungen/Bescheide zeitnah beantragt (R10) und erteilt (R11) werden.

- **Prozessschritt R12 – Schaffung von Pufferlagerflächen**

Auf Basis des entwickelten Rückbaukonzeptes kann im Anschluss an die weitestgehende Räumung nun belastbar eingeschätzt werden, ob die vorliegenden Räumlichkeiten ausreichende Puffer(lager-)flächen gewährleisten. Sollte sich herausstellen, dass die tatsächliche Lagersituation unzureichend ist, können z. B. durch Räum- oder Umräummaßnahmen diese Flächen geschaffen oder das

Lagerkonzept überarbeitet werden.

In seltenen Fällen kann auch die Schaffung von dezidierten Dekontaminationsbereichen sinnvoll sein, was bei der Raumplanung entsprechend berücksichtigt werden muss (R12).

- ***Entscheidungspunkte E6 sowie Prozessschritte R13 bis R19 – Durchführung von Demontage- und Dekontaminationsmaßnahmen sowie Freigabe (Entsorgung) entsprechender Anlagen, Anlagenteile oder Komponenten***

In diesem iterativen Prozess werden Anlagen, Anlagenteile, Komponenten und einfache bauliche Strukturen sukzessive demontiert, radiologisch charakterisiert und ggfs. dekontaminiert (R13), um darauf aufbauend einen anvisierten Entsorgungspfad festzulegen.

In Abhängigkeit der Randbedingungen kann eine gegebenenfalls notwendige Dekontamination alternativ auch im eingebauten Zustand durchgeführt werden. Dabei sollte insbesondere auf die Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen geachtet werden, z. B. durch die Installation temporärer Einhausungen. Gerade bei größeren Projekten können abgetrennte Dekontaminationsbereiche aber die praktischen Arbeiten erleichtern/beschleunigen und das Gefährdungspotenzial reduzieren.

Grundsätzlich sollte vorab eingeschätzt werden, welche Dekontaminationsverfahren sinnvoll eingesetzt werden können, insbesondere vor dem Hintergrund von Sekundärabfällen. Im Anschluss werden quantitative Kontaminationsmessungen der ggfs. dekontaminierten Objekte durchgeführt (R14), um die Freigabehöflichkeit einschätzen zu können (E6). Sollte eine Freigabe möglich sein, so kann für die jeweilige Komponente das Freigabeverfahren eingeleitet und die Entscheidungsmessung durchgeführt werden (R16). Kann mit der Entscheidungsmessung die Unterschreitung der einzuhaltenden Freigabewerte nachgewiesen werden, sollten diese Objekte zunächst derart gelagert werden, dass eine Kontamination im weiteren Verlauf ausgeschlossen werden kann. Dafür bieten sich dedizierte und sicher verschließbare Räumlichkeiten an. Erst nach Prüfung der zugehörigen Freigabeunterlagen durch die zuständige Behörde bzw. durch den hinzugezogenen Sachverständigen kann das entsprechende Objekt dem entsprechenden Freigabepfad zugeführt werden (R17 oder R18). Die Details hierzu richten sich nach den Festlegungen im Freigabebescheid.

Sollten für bestimmte Objekte – ggfs. auch nach (wiederholter) Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen – die zugelassen Freigabewerte nicht

unterschriften werden können, stellt gegebenenfalls eine Abklinglagerung noch eine Option dar (R15). Sollte keine Freigabe möglich sein, müssen die entsprechenden Objekte der Entsorgung zugeführt werden, z. B. durch Abgabe an die zuständige Landessammelstelle (R19).

Ein besonderes Augenmerk sollte auch auf die bei den durchgeführten Maßnahmen – insbesondere im Falle von Dekontaminationen – entstehenden Sekundärabfälle gelegt werden.

- ***Entscheidungspunkt E7 sowie Prozessschritte R20 bis R24 – Durchführung der Gebäudedekontamination und Gebäudefreigabe***

Zu Beginn dieser Prozesskette belaufen sich die noch ausstehenden Rückbaumaßnahmen im Wesentlichen auf die noch nicht freigegebenen Gebäudestrukturen. Je nach Aktivitäten können auch diese prinzipiell von Kontaminationen oder Aktivierungen betroffen sein. Zur Vorbereitung der Gebäudefreigabe werden radiologisch belastete Flächen bei Bedarf zunächst oberflächennah dekontaminiert (R20). Durch eine anschließende Orientierungsmessung kann die Freigabehöflichkeit eingeschätzt werden (E7). Auf dieser Basis können – falls notwendig und erfolgsversprechend – weitere Dekontaminationsmaßnahmen durchgeführt werden (R21). Hier erscheint ein Abgleich mit dem anvisierten Rückbauziel sinnvoll, um diese Maßnahmen einzuordnen – grundsätzlich sollten solche Dekontaminationsmaßnahmen die Gebäudestatik nicht negativ beeinflussen. Erscheint eine Freigabe als ausgeschlossen, kann ein Ausbau der betroffenen Strukturen und eine anschließende Abgabe an die Landessammelstelle durchgeführt werden – ggfs. muss hierzu die Gebäudestruktur statisch gestützt werden.

Wird mit den Entscheidungsmessungen nachgewiesen, dass die Werte für die spezifische Freigabe von Gebäuden zur Wieder- und Weiterverwendung bzw. für die spezifische Freigabe von Gebäuden zum Abriss (siehe Anlage 4 StrlSchV) flächendeckend eingehalten werden (R22), kann die Freigabe nach gutachterlicher/behördlicher Prüfung abgeschlossen werden (R23).

Nach Abschluss aller notwendigen Freigabeverfahren kann die Einrichtung aus der strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen werden (Meilenstein 5).

4.1.6 Konventionelle Rückbauphase

In Abhängigkeit des anvisierten Endzustands sind nach der strahlenschutzrechtlichen Überwachung ggfs. noch Rückbaumaßnahmen ohne strahlenschutzrechtliche Relevanz durchzuführen. Auf diese konventionellen Rückbaumaßnahmen soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

4.2 Vertiefte Betrachtung der Rückbaustrategie

Für jede der betrachteten Phasen lassen sich grundsätzlich spezifische Tätigkeiten identifizieren, die direkt oder indirekt den Rückbau der genehmigungspflichtigen Einrichtungen beeinflussen.

4.2.1 Rückbauaspekte in der initialen Planungsphase

Für Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen ist die Errichtung genehmigungspflichtig, so dass hier im Rahmen der Planungsphase sichergestellt werden muss, dass die zu errichtende Anlage auch die notwendigen Bedingungen für die Errichtungsgenehmigung erfüllt. In der Praxis nehmen die zuständigen Behörden für die einzureichenden Antragsunterlagen häufig Bezug auf das Rundschreiben des Bundesumweltministeriums vom 12. November 2003 mit dem Titel „Merkposten zu Antragsunterlagen in den Genehmigungsverfahren für Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen nach § 11 Absatz 1 und 2 StrlSchV“ /LÄN 03/. Im Abschnitt 9 dieses Rundschreibens wird explizit der im Sicherheitsbericht darzulegende Rückbauaspekt näher erläutert. Sofern Aktivierungen im Hinblick auf einen Rückbau relevant sind, müssen demnach folgende Informationen hinterlegt sein:

- Abschätzung der zu erwartenden Radioaktivität bei dem Rückbau mit Angaben über große unzerlegbare radioaktive Komponenten,
- Vorschläge zur Weiterverwendung und zur Beseitigung der radioaktiven Teile, z. B.
 - Endlagerung
 - Zwischenlagerung und anschließende anderweitige Verwendung bzw. Beseitigung
 - Verwendung großer Komponenten
- Beschreibung zur Prüfung der Voraussetzungen zur Freigabe nach § 29 StrlSchV²⁰⁰¹

Diese Informationen sind auch bei der Beantragung der Betriebsgenehmigung einzureichen.

Für alle genehmigungspflichtigen Einrichtungen, also nicht nur für Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen, ist – unabhängig von der gegebenenfalls zu berücksichtigenden Genehmigungspflicht für die Errichtung – eine frühzeitige Auseinandersetzung mit den für die beabsichtigten Tätigkeiten notwendigen Antragsunterlagen sinnvoll. Dazu kann in erster Linie die zuständige Genehmigungsbehörde kontaktiert werden. Ergänzend ist eine Sichtung der online verfügbaren Antragsvorlagen und Merkblätter sinnvoll. Da die ausgearbeitete Detaillierung vom zuständigen Bundesland abhängt, können auch analoge Dokumente aus anderen Bundesländern bei dieser Sichtung berücksichtigt werden.

Die den Anträgen beizufügenden Dokumente orientieren sich an den durchzuführenden Tätigkeiten und Personalfragen; der Rückbau spielt hier nur eine untergeordnete Rolle. Trotzdem ist bereits in der Planungsphase eine Auseinandersetzung mit dem Rückbau ratsam, die über den gesetzlich vorgeschriebenen Rahmen hinausgeht. Diese kann auch im Sinne des Betreibers sein, da eine frühzeitige Berücksichtigung z. B. die mit dem Rückbau einhergehenden Kosten möglicherweise zu reduzieren vermag. Weitere Vorteile einer frühzeitigen Rückbauplanung sind neben einer Reduzierung von Risiken auch ein reduzierter Aufwand bei der Rückbauplanung nach dem eigentlichen Betriebsende. Die Detailtiefe einer solchen Planung ist generell abhängig von der Einrichtungsart und korreliert insbesondere mit dem Kontaminations-/Aktivierungspotential der zu beantragenden Tätigkeiten. Da das Strahlenschutzrecht eine solche Planung nicht fordert, kann diese separat und eigenständig dokumentiert werden.

Die folgende Aufzählung gibt einen unvollständigen Überblick über mögliche Fragen, die im Rahmen dieser frühzeitigen Rückbauplanung bereits berücksichtigt werden können:

- Mit welchen Aktivierungen und/oder Kontaminationen ist zu rechnen?
- Gibt es möglicherweise Abnehmer für (Groß-)Geräte und/oder radioaktive Quellen nach Beendigung der Tätigkeiten? Sind diesbezüglich vertragliche Annahmeverpflichtungen mit den jeweiligen Herstellern denkbar und sind diese ökonomisch attraktiv (z. B. Vergleich mit Annahmgebühr der zuständigen Landessammelstelle)?

- An welchen Stellen ist mit Kontaminationen zu rechnen? Sind die zugehörigen Flächen leicht zugänglich und können diese leicht dekontaminiert werden (Materialabhängigkeit)?
- An welchen Stellen sind Aktivierungen möglich? Kann durch (bauliche) Anpassungen das Aktivierungspotential reduziert werden? Eignen sich andere Materialien für die betroffenen Stellen, die – z. B. durch geringe Reaktionsquerschnitte oder kürzere Lebensdauer der erzeugten Radioisotope – radiologische Vorteile haben?
- Sind potenziell aktivierte/kontaminierte Komponenten leicht zugänglich? Lassen sich diese Komponenten leicht von anderen Bauteilen trennen?
- Gibt es ausreichend dimensionierte und gegebenenfalls räumlich klar abtrennbare Bereiche, die z. B. für Lagerzwecke genutzt werden können?
- Sind spätere Erweiterungen der Tätigkeiten möglich und würden sich diese leicht umsetzen lassen? (Beispiele: Einbau eines Nachbeschleunigers bei Ionenbeschleuniger und eine daraus resultierende Änderung des Aktivierungspotential oder erweitertes Nuklidspektrum beim Umgang mit radioaktiven Stoffen)
- Lassen sich bauliche Modifikationen (z. B. Modernisierung des Lüftungs- oder Brandschutzkonzeptes) möglichst leicht durchführen?
- Wie detailliert sind die vorliegenden Informationen zur Anlage (z. B. CAD Zeichnungen, Materialvektoren, Auslegung, etc.)? Wie können Änderungen an dieser Anlage möglichst effizient und transparent dokumentiert werden?
- In welchem Bundesland soll die Einrichtung gebaut werden und hat die zuständige Behörde dieses Landes Erfahrung mit solchen Einrichtungen bzw. den avisierten Tätigkeiten? Ist ein „Umzug“ in ein anderes Bundesland eine Option?

4.2.2 Rückbauaspekte in der Errichtungs- und Genehmigungsphase

In der Bauphase ist ein möglichst großer Abgleich zwischen der Planung und der tatsächlich durchgeführten Errichtung anzuvisieren. Insbesondere Änderungen – z. B. Verlegung von Leitungen – sollten dokumentiert werden. Sollten die durchzuführenden Tätigkeiten auch den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen oder Aktivierungen umfassen, ist auch eine Beantragung des Freigabebescheids empfehlenswert.

4.2.3 Rückbauaspekte in der Betriebsphase

Während des regulären Betriebs kann die vorläufige Rückbauplanung dem aktuellen Sachstand entsprechend ergänzt bzw. modifiziert werden. Insbesondere Ereignisse mit Auswirkungen auf den Rückbau (z. B. radioaktive hot-spots im Zuge betrieblicher Zwischenfälle) und bauliche Änderungen können hier festgehalten werden; diese sollten aber auf jeden Fall im Sinne der Betriebshistorie dokumentiert werden.

Ist ein Betriebsende absehbar, ist es ratsam entsprechende Entsorgungswege bzw. Abgabemöglichkeiten für Komponenten (z. B. Bleiziegel), Anlagenteile, radioaktive Quellen, etc. zu identifizieren und zu koordinieren. Auch der Detaillierungsgrad der vorläufigen Rückbauplanung kann nun sinnvoll erhöht werden. Eine grundsätzliche Frage, die sich der Betreiber zu stellen hat, betrifft die den Rückbau praktisch durchführenden Parteien. Sollten externe Dienstleister, insbesondere spezialisierte Ingenieurbüros, in den Rückbau involviert werden – z. B. für die Ausarbeitung des Rückbaukonzeptes, die Durchführung radiologischer Messungen oder der Freigabemessungen – so kann der Betreiber zu diesem Zeitpunkt entsprechende Unternehmen kontaktieren.

Um einerseits den Bedarf an der Einbindung externer Dienstleister abschätzen und andererseits die Kommunikation mit diesen zu erleichtern, kann der Betreiber ein möglichst präzises Bild der Einrichtung erstellen, aus dem insbesondere der radiologische Zustand ersichtlich ist. Ein möglicher Ansatz ist zum Beispiel eine raumweise durchgeführte Dokumentation, in denen beispielsweise folgende Informationen aufgegriffen werden:

- Welches Inventar befindet sich in den jeweiligen Räumen (Anlagen, Anlagenteile, mobile Ausstattung)?
- Welche radiologisch relevanten Tätigkeiten wurden durchgeführt?
- Gibt es bekannte Kontaminierungen und Aktivierungen?
- Mit welchen Radioisotopen ist zu rechnen? Wie können diese nachgewiesen werden und welche Halbwertszeiten besitzen sie?
- Aus welchen Materialien bestehen die belasteten Objekte?
- Liegen konventionelle Gefahrstoffe vor (Blei, Asbest, PCB, etc.) bzw. können diese nicht sicher ausgeschlossen werden?

- Wurden Orientierungsmessungen durchgeführt und zu welchen Ergebnissen kamen diese?
- Gibt es Anlagen, die auch während des Rückbaus zumindest teilweise weiter genutzt werden müssen (z. B. Lüftungsanlagen)?
- Führen durch die jeweiligen Räume (Transfer-)Leitungen, die zwingend erhalten werden müssen? Wo befinden sich radioaktiv kontaminierte Rohrleitungen und wie sind diese zugänglich?

Bei komplexeren Anlagen mit vielen Räumen kann anschließend überprüft werden, ob mehrere Räume derart vergleichbar sind, dass eine Bündelung zu Raumgruppen sinnvoll erscheint. Faktoren, die hier aufgegriffen werden könnten, sind beispielsweise der Ursprung von Kontaminationen (Umgang oder Kontaminationsverschleppung), Langlebigkeit der relevanten Radioisotope oder eine konventionelle Schadstoffbelastung.

Während der Betriebsphase befindet sich der Betreiber in einem regelmäßigen Austausch mit der zuständigen Aufsichtsbehörde (in den meisten Ländern ist dies auch die Genehmigungsbehörde), zum Beispiel im Rahmen des Aufsichtsprogramms. Diese Möglichkeiten können wahrgenommen werden, um bereits zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt rückbaurelevante Themen zu besprechen.

4.2.4 Rückbauaspekte in der Planungsphase des Rückbaus sowie der strahlenschutzrechtlichen Rückbauphase

Radiologische Messungen in Verbindung mit der Betriebshistorie geben ein erstes Bild der radiologischen Randbedingungen und können zusammen mit dem vorläufigen Rückbauplan zur Ausarbeitung des Rückbaukonzeptes verwendet werden. Die Komplexität dieses Konzeptes korreliert stark mit der Einrichtungsart, so dass sich unterschiedliche Strategien ergeben können. Eine mögliche Strategie sieht folgende Vorgehensweise vor:

1. Die Strahlenschutzbereiche – insbesondere die Überwachungsbereiche – werden durch Herausgabe oder Abgabe an befugte Dritte weitgehend leergeräumt.
2. Für radiologisch relevante Gegenstände oder radioaktive Quellen, für die keine Abnehmer absehbar sind, ist eine Abgabe an die zuständige Landessammelstelle unter Berücksichtigung der Annahmebedingungen durchzuführen.

3. Pufferlagerflächen können z. B. zu temporären Lagerzwecken eingerichtet werden. Hierbei ist eine strikte Trennung der zu lagernden Stoffen zur Vermeidung von Kreuzkontaminationen notwendig, insbesondere in Bezug auf:
 - Reststoffe, die noch nicht freigegeben sind (Entscheidungsmessung ausstehend),
 - Kontaminierte/aktivierte Reststoffe, die als radioaktiver Abfall entsorgt werden müssen,
 - Freigegebene Reststoffe, bei denen die Entscheidungsmessung eine Unterschreitung der Freigabewerte nachgewiesen hat und die (spezifische) Freigabe voraussichtlich erfolgen kann (vorbehaltlich des Einverständnisses des zugezogenen Sachverständigen bzw. der zuständigen Behörde gemäß jeweiligen Festlegungen im Freigabebescheid)
4. Für freigabehelfige Gegenstände aus dem Kontrollbereich kann das Freigabeverfahren durchgeführt werden. Im Anschluss ist die Einrichtung weitestmöglich freigeräumt.
5. Durchführung sukzessiver Demontage- und Dekontaminationsmaßnahmen von Anlagenteilen/Komponenten und anschließende Durchführung des Freigabeverfahrens bzw. der Entsorgung im Falle von nicht-freigabefähigen Reststoffen.
6. Durchführung der Gebäudefreigabe

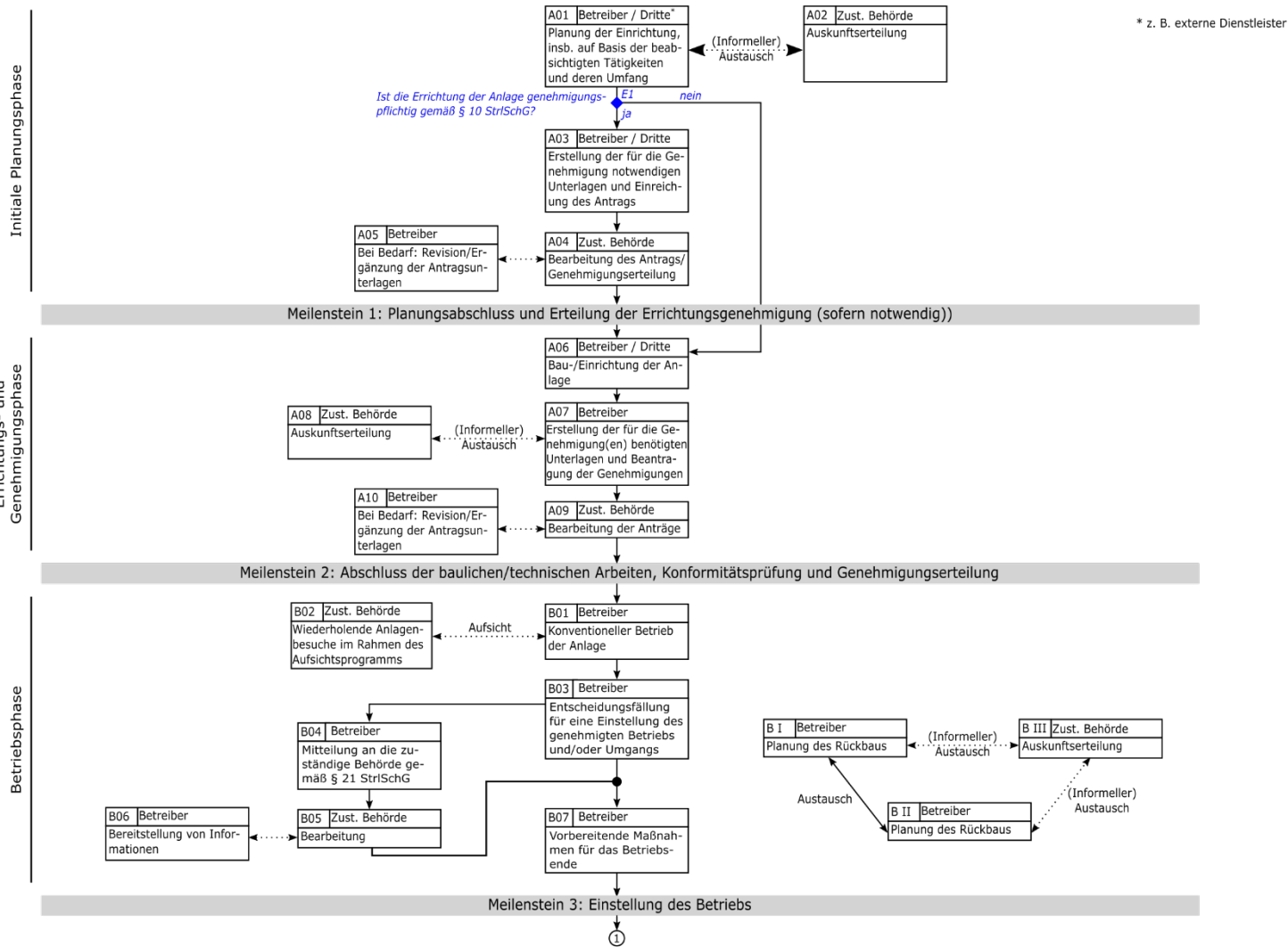


Abb. 4.2 Verfahrenschema (Teil 1 von 5)

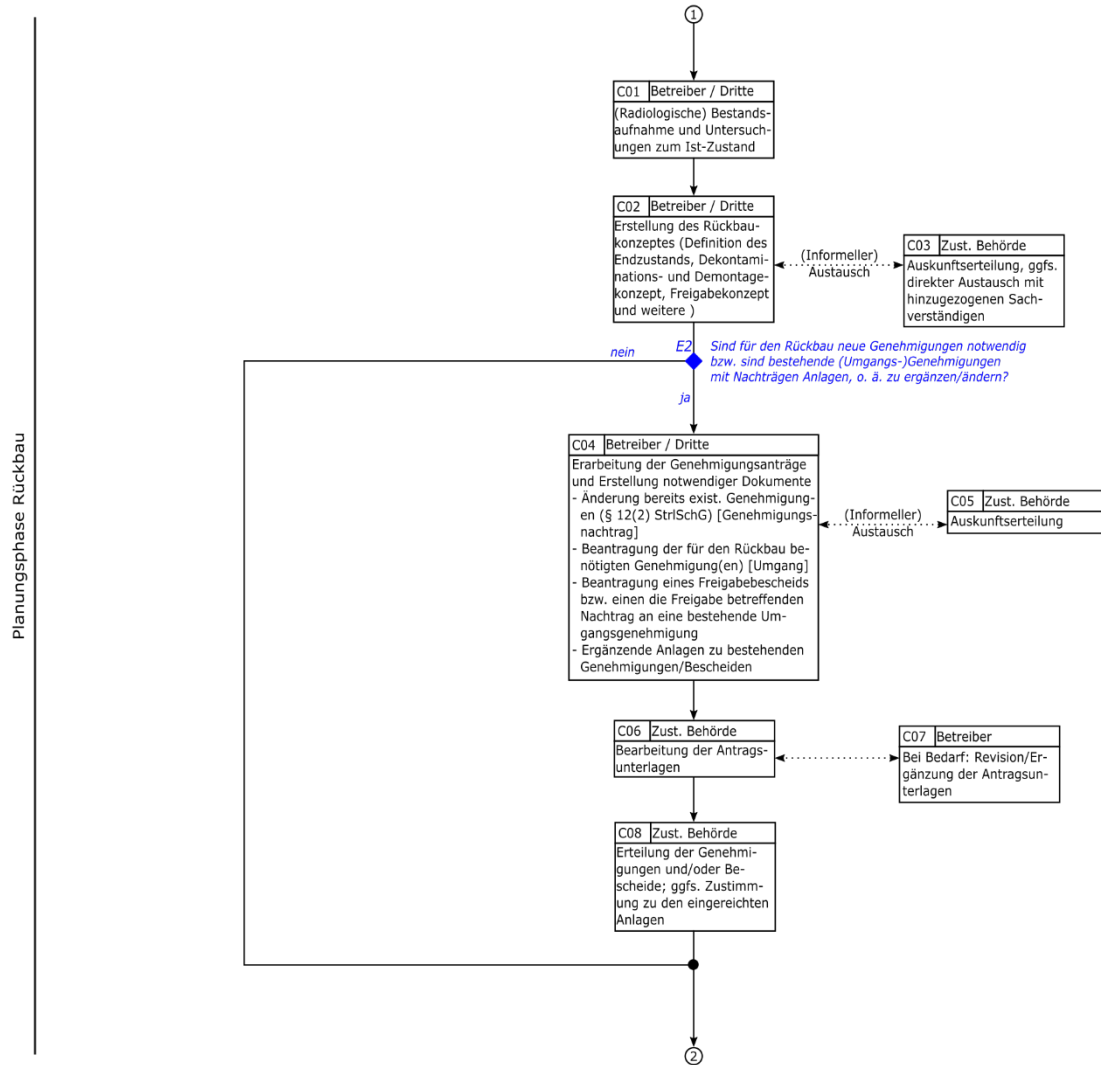


Abb. 4.3 Verfahrensschema (Teil 2 von 5)

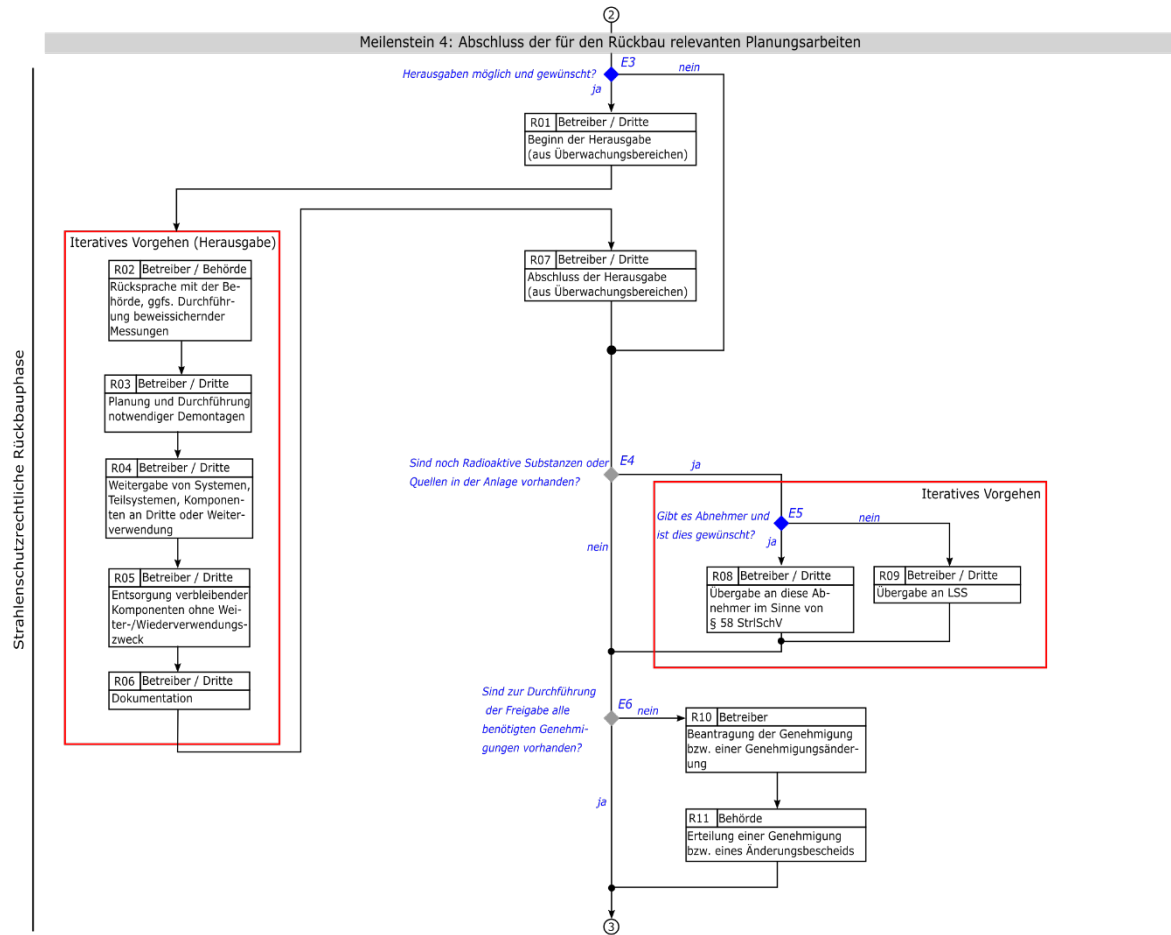


Abb. 4.4 Verfahrensschema (Teil 3 von 5)

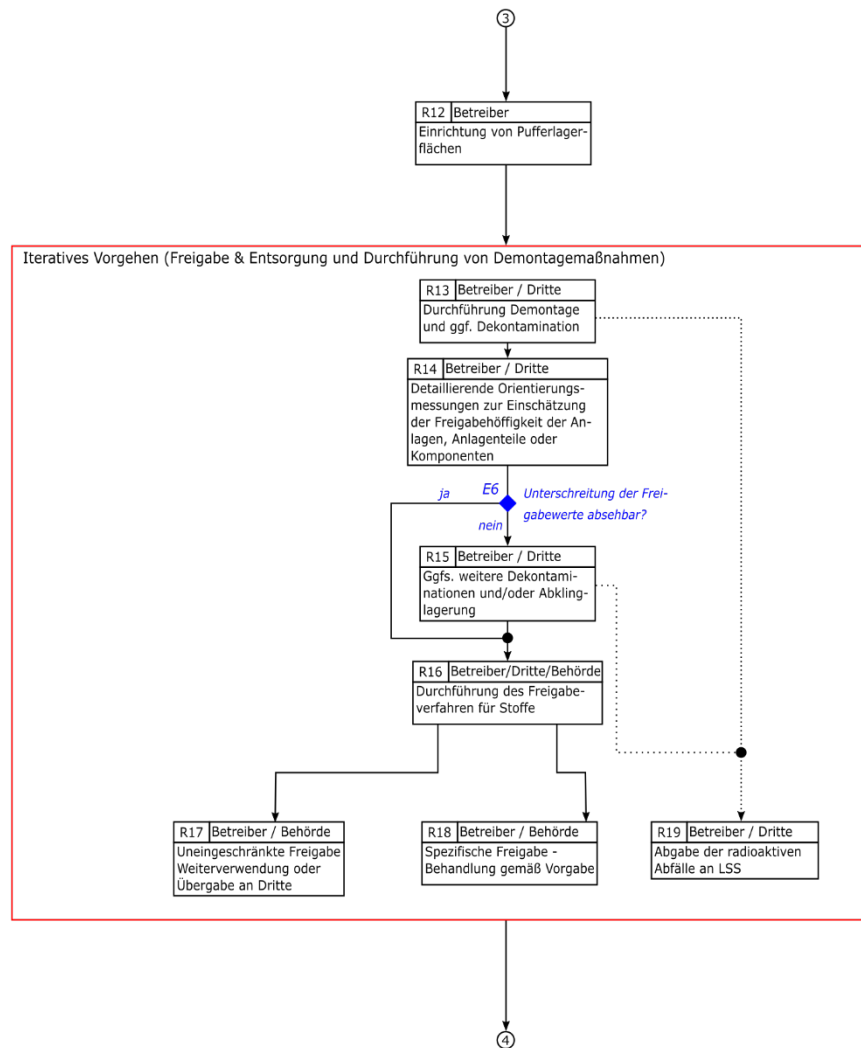


Abb. 4.5 Verfahrensschema (Teil 4 von 5)

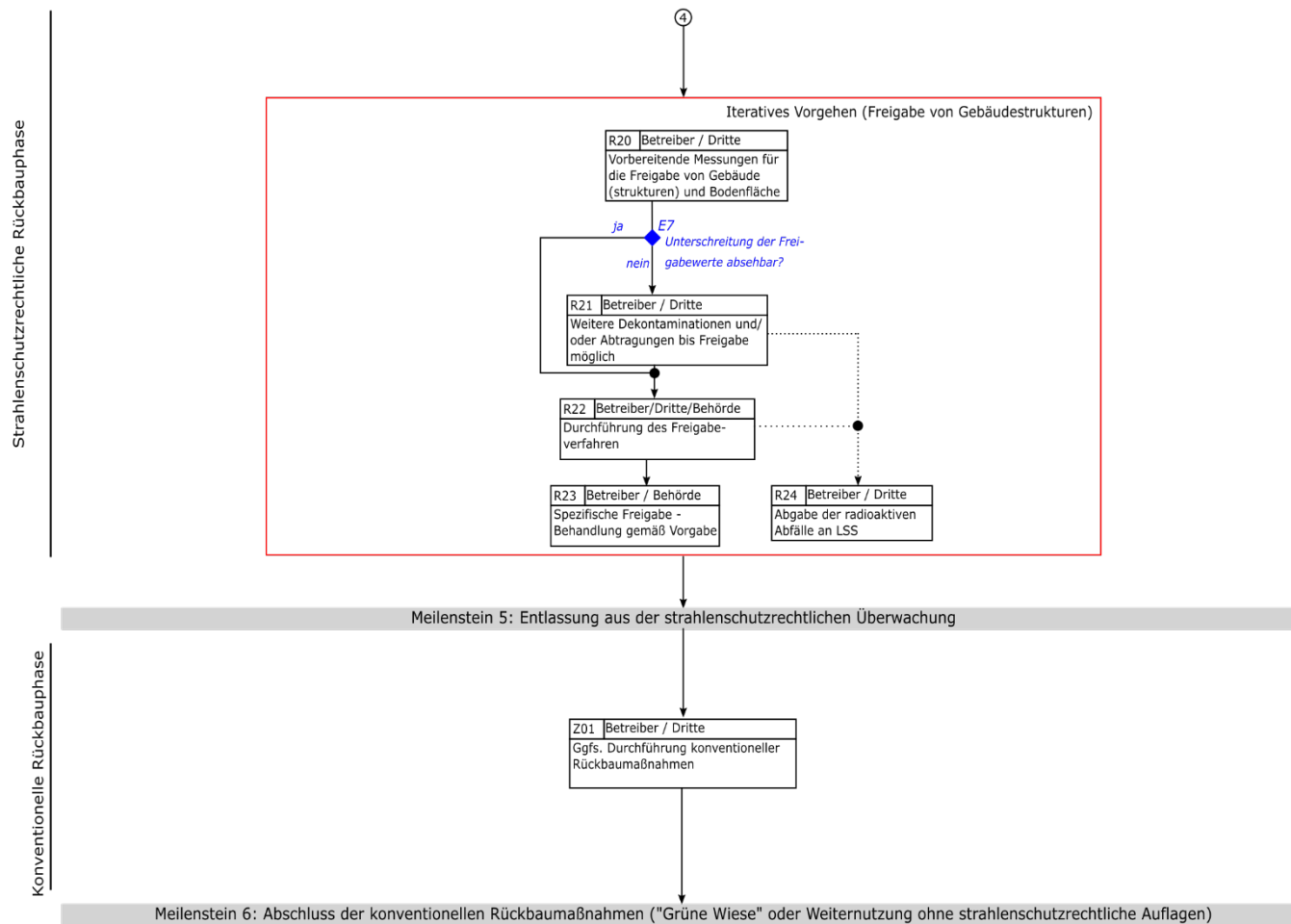


Abb. 4.6 Verfahrensschema (Teil 5 von 5)

5 Stilllegungsvorhaben aus der Praxis – Der Rückbau der Radiologie am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Um die generischen Überlegungen zum sicheren Rückbau von genehmigungspflichtigen Einrichtungen bewerten zu können, sollen diese an einem Beispiel aus der Praxis überprüft werden. Aufgrund der hohen Anzahl unterschiedlicher Anlagentypen im Bereich der Small Facilities ist es daher sinnvoll, einen Anlagentyp auszuwählen, der sowohl hinsichtlich der Anforderungen an den Rückbau als auch in Bezug auf strahlenschutztechnische Aspekte anspruchsvoll ist. Hierzu zählen Einrichtungen, in denen ein breites Spektrum an offenen radioaktiven Stoffen gehandhabt wird, wie z. B. Radionuklidlabore. In diesem Zusammenhang wurde als Fallbeispiel der Rückbau der Radiologie am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg identifiziert, welche durch die Brenk Systemplanung GmbH (BS) im Auftrag des DKFZ zurückgebaut wurde. Um einen groben Überblick über den Rückbau der Radiologie am DKFZ zu geben, werden auf Basis des Brenk-Berichtes /BRE 22/ nachfolgend die wichtigsten Informationen zusammenfassend dargestellt.

5.1 Anlagenbeschreibung

Der Rückbau am DKFZ umfasst Demontage- und Dekontaminationsmaßnahmen im ehemaligen Reaktorgebäude des TRIGA HD II Forschungsreaktors (Gebäude 240), des angrenzenden Gebäudes der Radiologie (Gebäude 260) sowie einen Lüftungsumbau im Kontrollbereichsbetrieb (Einbau einer Ersatzlüftung) für die Zyklotronhalle. Die nachfolgende Abb. 5.1 zeigt die betroffenen Gebäudekomplexe am Standort des DKFZ „Im Neuenheimer Feld“. Das Radiologiegebäude, das Reaktorgebäude und die Zyklotronhalle sind dreigeschossig ausgeführt und bestehen aus Unter-, Erd- und erstem Obergeschoss.



Abb. 5.1 Luftaufnahme der relevanten Gebäude am Standort des DKFZ „Im Neuenheimer Feld“ in Heidelberg. (aus /BRE 22/)

Nutzung der Gebäude

Im Radiologiegebäude befanden sich sechs Radionuklidlaboratorien, zwei PET-Hybrid-Untersuchungsräume, eine Abwassersammel- und Abklinganlage mit Lagerräumen und Messraum sowie eine Abluftzentrale. Darüber hinaus befand sich eine O-15- und eine F-18-Leitung im Radiologiegebäude (sowie querend im ehemaligen Reaktorgebäude), die eines der Radionuklidlabore mit dem Target in der Zyklotronhalle verband. Die Freigabe sowie ggf. Demontage- und Dekontaminationsmaßnahmen umfassen insgesamt 17 Räume im Radiologiegebäude.

Im ehemaligen Reaktorgebäude befanden sich zwei Radionuklidlaboratorien, ein Messraum, der ehem. Reaktormaschinenraum mit in Betrieb befindlicher Hebeanlage für den Zyklotronbereich, zwei Schleusen in Richtung Zyklotronhalle, ein Filterraum für die Radionuklidlaboratorien sowie auf dem Dach die Fortluftzentrale mit Fortluftanlage. Insgesamt waren 15 Räume des Reaktorgebäudes der Freigabe zu unterziehen.

In den meisten Räumen beschränkten sich die durchzuführenden Arbeiten auf radiologische Voruntersuchungen und nachfolgende Freigabemessungen. In einzelnen Räumen waren Demontage- und Dekontaminationsmaßnahmen sowie bauliche Maßnahmen durchzuführen, welche bereits in der Planungsphase ersichtlich oder im Hinblick

auf den Austausch der Lüftungsanlage und Teilen der Lüftungskanäle vorgesehen waren. Die von diesen Maßnahmen betroffene Räume werden nachfolgend stichpunktartig aufgelistet:

- Radiologiegebäude – Raum N007 – Abwassersammel- und Abklinganlage
- Radiologiegebäude – Raum N054 - Laborbereich
- Reaktorgebäude – Raum R008a – Laborbereich
- Reaktorgebäude – Raum R010/115 – ehemalige Reaktorhalle
- Reaktorgebäude – Raum R114 - Laborbereich
- Reaktorgebäude – Räume R202 bis R204 – Fortluftanlage
- Radiologiegebäude / Reaktorgebäude – Sondereinrichtungen (O-15- und F-18-Leitungen, Luftrohrpostanlage)

5.2 Radiologisches und konventionelles Schadstoffinventar

Mit Blick auf die Freigabemessungen wurde in einem ersten Schritt das relevante radioaktive Inventar ermittelt. Dieses ergibt sich aus dem genehmigten Umgang an offenen radioaktiven Stoffen, der Berücksichtigung entsprechender Halbwertszeiten, aus der Betriebshistorie sowie einer Erstbewertung auf Basis von Orientierungsmessungen. Auf dieser Grundlage wurde nachfolgendes qualitatives Inventar radiologisch relevanter Radionuklide abgeleitet:

- Kurzlebige Radionuklide:
O-15, F-18, Sc-44, Cu-64, Ga-67, Tc-99m, In-111, I-131, Lu-177
- Langlebige Radionuklide:
Ge-68+, Y-90, Tc-99, I-125, Cs-137, Eu-152, Lu-177m, Bi-207

Zur Vorbereitung des Projektes wurden durch das DKFZ zusätzlich Informationen zur Verfügung gestellt, welche die Radiologie (hier: verwendete Radionuklide, Kontaminationmessungen, Ergebnisse von Beprobungen) ausgewählter Räume in sogenannten Raumbüchern dokumentiert. Hierbei standen insbesondere Räume im Fokus, in welchen nachweislich Radionuklide offen gehandhabt wurden. Eine Auswertung der Raumbücher durch die BS zeigte, dass ein Großteil der Messergebnisse unterhalb der nuklidspezifischen Nachweisgrenze lag. Für einige Systeme, Strukturen und Komponenten,

insbesondere im ehemaligen Reaktorgebäude konnten reale Kontaminationen nachgewiesen werden.

Zur Konzeption der Messstrategie und zur Erstellung des Grobkonzeptes zur Durchführung der Messungen wurden die freizumessenden Räume auf Grundlage der verwendeten Radionuklide und der zu erwartenden Kontamination in Raumgruppen eingeteilt.

Inventar an konventionellen Schadstoffen

Entsprechend den Ausführungen in /BRE 22/ diente das Projekt zur Vorbereitung einer konventionellen Schadstoffsanierung. Somit zählte die Beseitigung konventioneller Arbeiten nicht zum eigentlichen Rückbauprojekt. Jedoch mussten im Rahmen von Rückbau- und Dekontaminationsmaßnahmen folgende Schadstoffe berücksichtigt werden.

- Asbesthaltige Stoffe, insbesondere im Bereich von Gebäude- und Wanddurchführungen
- Blei, insbesondere in Form von Ziegeln und Blöcken bei der Demontage von Bleiburgen und Bleiabschirmungen

5.3 Projektziele, Projektbeteiligte und Projektabfolge

Geplanter Endzustand

Für das Gesamtprojekt Rückbau der Radiologie am Deutschen Krebsforschungszentrum wurden bereits in der Planungsphase Ziele definiert, welche maßgeblich den Endzustand beschreiben. Die wesentlichen Rückbauziele sind nachfolgend dargestellt:

- Uneingeschränkte Freigabe der Gebäude zur Weiterverwendung gemäß § 29 StrlSchV²⁰⁰¹ unter Verwendung der Freigabewerte der Anlage III Tab. 1 Spalte 8 StrlSchV²⁰⁰¹ (Jetzt: § 36 Abs. 1 Nr. 5 und Anlage 8 Teil D StrlSchV²⁰¹⁸),
- Uneingeschränkte Freigabe von Materialien gemäß § 29 StrlSchV²⁰⁰¹ (Jetzt: § 35 StrlSchV²⁰¹⁸),
- Abgabe von radioaktivem Abfall an die Landessammelstelle des Landes Baden-Württemberg,
- Inbetriebnahme einer neuen Fortluftanlage für den weiteren Betrieb des Zyklotrons

Ein Ersatzsystem für die Abwassersammel- und Abklinganlage wurde aufgebaut, indem mobile Behälter eingesetzt werden.

Projektbeteiligte/Akteure

Folgende Akteure und ihre Verantwortlichkeiten waren an dem Rückbauprojekt beteiligt:

- **Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg (DKFZ):**

Das DKFZ ist der Auftraggeber des Gesamtprojektes und stellt als Genehmigungsinhaber (Strahlenschutzverantwortlicher, DKFZ-SSV) sowohl den Strahlenschutzbevollmächtigten (DKFZ-SSBev) als auch den Strahlenschutzbeauftragten (DKFZ-SSB). Im Rahmen ihrer Position übernehmen diese alle notwendigen Strahlenschutzmaßnahmen nach Maßgabe der erteilten Umgangsgenehmigung, sind verantwortlich für die DKFZ-interne Koordination der erforderlichen Maßnahmen und sind verantwortlich für die Kommunikation mit der Aufsichtsbehörde, insbesondere bei notwendigen Antragstellungen.

Die Abteilung für Technische Infrastruktur als DKFZ-interne Supporteinheit ist für das Gesamtprojekt u.a. verantwortlich für die Festlegung der technischen Randbedingungen der neu zu errichtenden Fortluftanlage sowie deren Ab- und Inbetriebnahme als auch grundsätzlich für die dauerhafte Stillsetzung von betrieblichen Systemen.

- **Brenk Systemplanung GmbH (BS):**

Die BS als Dienstleister und Auftragnehmer ist verantwortlich für die durch das DKFZ insgesamt beauftragten Arbeiten und beteiligt sich ebenfalls an der konzeptionellen Unterstützung bei der Projektplanung. Da die BS nach § 15 StrlSchV²⁰⁰¹ (jetzt: § 25 StrlSchV²⁰¹⁸) Tätigkeiten in fremden Anlagen ausführt, stellt diese in Abstimmung mit dem DKFZ einen eigenen Strahlenschutzbeauftragten (BS-SSB).

- **Regierungspräsidium Karlsruhe (RPK), Abteilung 5 – Umwelt:**

Das RPK war die nach Strahlenschutzrecht zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde und als solches verantwortlich für alle regulatorischen Belange des Strahlenschutzes.

- **Landessammelstelle des Landes Baden-Württemberg bei der Kerntechnischen Entsorgung Karlsruhe GmbH (LSS)**

Projektabfolge

Entsprechend der Ausführungen in /BRE 22/ erfolgte die Durchführung des Projektes in drei parallel ablaufenden, jedoch teilweise miteinander verknüpften Vorgängen. Der Übersicht halber werden die drei Vorgänge an dieser Stelle nur genannt und in Kapitel 6 im Rahmen der Gegenüberstellung mit dem generischen Ablaufplan detaillierter betrachtet:

1. Erstellung von Konzepten und deren Abstimmung mit dem Sachverständigen
2. Durchführung der Arbeiten im Kontrollbereich
3. Konzeption, Errichtung und Inbetriebnahme einer neuen Fortluftanlage

5.4 Zusammenfassende Darstellung des Rückbauprojektes

Erreichter Endzustand

Entsprechend der Gesamtplanung für das Rückbauprojekt konnten die betroffenen Gebäude freigegeben werden. Einbauten wurden – wo vorhanden – demontiert. Rohrleitungen wurden überwiegend in Einbaulage freigegeben. Die Abwasser- und Abklingtanks wurden als Gesamtkomponente freigegeben. Die Freigabe zur Wieder- und Weiterverwendung umfasst neben der Rohrpostanlage, der O-15/F-18-Leitung, der Abluftkanäle und Abwasserhebeanlage insgesamt 33 Räume, davon 12 Räume im Bereich des PET/MRT.

Die aus der Demontage resultierenden Materialien konnten entweder der uneingeschränkten Freigabe zugeführt werden oder wurden als radioaktiver Abfall verpackt an die Landessammelstelle abgegeben.

Projektdauer

Entsprechend der Projektplanungen wurde von einem Realisierungszeitraum von ca. 1 bis 1,5 Jahren ausgegangen. Aufgrund von Verzögerungen bei der Projektdurchführung verlängerte sich die Projektdauer auf ca. 2 Jahre. Zu den wesentlichen Ursachen zählen:

- Behördlicher Abstimmungsprozess im Freigabeverfahren zum Umfang vorzulegender Unterlagen

- Verzögerung bei Planung, Herstellung und Inbetriebnahme der Ersatz-Fortluftanlage für den Betrieb der Zyklotronhalle
- Erhöhter tatsächlicher Kontaminations- und Beprobungsumfang in einzelnen Systemen, Strukturen und Komponenten (u.a. nicht eingeplante Asbestarbeiten im Bereich der Zyklotronhalle)
- Zusätzliche Konkretisierung des In-Situ-Gammaspektrometrie-Verfahrens für das Radiologiegebäude und daraus resultierende Abstimmungen mit dem RPK.

„Lessons Learned“

Der Auftragnehmer in dem Rückbauprojekt machte deutlich, dass eine frühzeitige Einbindung des DKFZ-Personals vor Ort zu einem hohen Informationstransfer hinsichtlich Betriebshistorie und Anlagenkenntnis geführt habe. Diese Feststellung deckt sich mit den Ausführungen des SSG-49, dass die Verfügbarkeit und Nutzung von institutionellem Wissen (z. B. Dokumentation der Betriebsgeschichte und Miteinbeziehung von Mitarbeitern) sowohl bei der Wahl der Stilllegungsstrategie als auch bei Planung der Stilllegung Berücksichtigung finden sollte.

Hinsichtlich technischer oder sicherheitsbezogener „Lessons Learned“ gibt die Brenk GmbH an, dass es hier keine neuen Erkenntnisse oder Ansatzpunkte gegeben habe, um bestehende Praktiken zu optimieren.

6 Vergleich des generischen Verfahrensschemas zum Lebenszyklus einer genehmigungspflichtigen Einrichtung mit einem abgeschlossenen Fallbeispiel aus der Praxis

Zur Überprüfung und Bewertung des in Kapitel 4 entwickelten Verfahrensschemas zum Lebenszyklus einer genehmigungspflichtigen Einrichtung soll dieses mit dem Fallbeispiel zum Rückbau der Radiologie am DKFZ verglichen werden. Da sowohl der Fokus der vorliegenden Arbeiten als auch der Fokus des Brenk-Berichtes /BRE 22/ auf die rückbaugerichteten Tätigkeiten am Reaktor- und am Radiologiegebäude am DKFZ liegt, erfolgt der Vergleich mit dem generischen Verfahrensschema beginnend bei dem Abschnitt „Betriebsphase (B)“ (vgl. Abb. 4.2).

B03 / B07: Entscheidung für eine Einstellung des genehmigten Betriebs und vorbereitende Maßnahmen für das Betriebsende

Ein genauer Zeitpunkt, an dem der Beschluss durch den Betreiber getroffen wurde, die Tätigkeiten im Radiologiegebäude des DKFZ einzustellen und die Räumlichkeiten (inklusive des alten Reaktorgebäudes des TRIGA HD II⁴) zurückzubauen, kann an dieser Stelle auf Basis der vorliegenden Informationen nicht angegeben werden. Der Umgang mit radioaktiven Stoffen wurde jedoch sukzessive, zuerst im ehemaligen Reaktorgebäude, dann im Radiologiegebäude bis zum ersten Quartal 2019 eingestellt (Meilenstein 3: Einstellung des Betriebs). Noch im Radiologie- und Reaktorgebäude vorhandene radioaktive Stoffe wurden im Rahmen des genehmigten Umgangs in Strahlenschutzbereiche in anderen Gebäuden des DKFZ überführt.

Im Vorfeld der Auftragsstellung und -vergabe an einen Dienstleister wurden zur Vorbereitung des Projektes durch das DKFZ die vorhandenen Informationen über gehandhabte Radionuklide, Ergebnisse von Kontaminationsmessungen, Ergebnisse aus Beprobungen von Systemen ausgewählter Räume zusammengestellt. Hierzu zählen insbesondere Räume mit entsprechenden Infrastrukturen wie Digestorien, Bleiburgen und Bleiabschirmungen, die Fortluftanlage sowie die Abwassersammel- und Abklinganlage. Die Zusammenstellung dieser Informationen erfolgte in sogenannten Raumblätern. Nach Auftragsvergabe an einen Dienstleister (hier: Brenk Systemplanung GmbH,

⁴ Der Rückbau des TRIGA HD II startete im Jahr 2005, die Entlassung aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes erfolgte am 13. Dezember 2006

BS) fanden die Informationen aus den Raumbblättern u.a. Anwendung bei der Konzeption der Messstrategie und bei der Erstellung des Grobkonzepts zur Durchführung der Messungen.

BI – BII – BIII: Rückbauplanung

Die Planung des Rückbaus wurde sowohl seitens des Betreibers als auch seitens des externen Dienstleisters durchgeführt. Das DKFZ hat in diesem Zusammenhang die Brenk Systemplanung GmbH mit folgenden Arbeiten beauftragt:

- Durchführung von Demontage- und Dekontaminationsarbeiten,
- Durchführung von Freigabemessungen zur Erlangung einer Freigabe gemäß § 29 StrlSchV²⁰⁰¹ (jetzt: § 36 StrlSchV²⁰¹⁸) für Räume und Inventar,
- Verpackung von entstehenden radioaktiven Abfällen, einschließlich der Dokumentation entsprechend den Annahmebedingungen der Landessammelstelle Baden-Württemberg,
- Lieferung und Inbetriebnahme einer Ersatzlüftungsanlage für das Zyklotrongebäude.

C01: Radiologische Bestandsaufnahme

Die radiologische Bestandsaufnahme (IST-Zustand) wurde im vorliegenden Fall bereits im Vorfeld zu den eigentlichen Planungstätigkeiten durch das DKFZ durchgeführt und relevante Räume in Raumbblättern dokumentiert. In den Raumbblättern waren die Umgangsnuklide und -mengen aufgeführt sowie relevante Strukturen, Besonderheiten und Ergebnisse von Voruntersuchungen (Wischtest-Auswertungen) von zugänglichen Stellen.

C02 – C04: Erstellung eines Rückbaukonzeptes

Die für das Genehmigungsverfahren erforderlichen Unterlagen wurden durch BS erstellt und mit dem DKFZ und dem Sachverständigen der Behörde abgestimmt. Die Verfahrensschritte C02 – C04 sind im vorliegenden Fall als ein iterativer Prozess zu verstehen und nicht als drei klar zu differenzierende Einzelprozesse. Wesentliche Punkte, die unter den Prozessbeteiligten abzustimmen waren, sind:

- Die Erstellung eines Grobkonzeptes, in dem die nachfolgenden Aspekte konkretisiert wurden:
 - Relevante Radionuklide und Freimesstechnik
 - Freigabeoptionen und Freigabekriterien
 - Radiologische Bestandsaufnahme und Voruntersuchungen⁵
 - Ablauf und Unterlagen im Freigabeverfahren
- Abstimmung des Grobkonzeptes
- Aufbauend auf dem Grobkonzept: Erstellung eines Messtechnikkonzeptes (Feinkonzept), in dem im Wesentlichen nachfolgende Aspekte konkretisiert wurden:
 - Relevante Nuklide und Messmethoden sowie erforderliche Messtechnik,
 - Abstimmung des Messtechnikkonzeptes und Freimesskriterien
 - Umfang zur radiologischen Bestandsaufnahme und Voruntersuchungen⁶

C08: Erteilung der Genehmigung/Bescheide

Der Umgang des DKFZ mit offenen radioaktiven Stoffen in den freizumessenden Bereichen findet auf Basis einer Genehmigung nach § 7 StrlSchV²⁰⁰¹ vom 14.08.2014, deren Genehmigungsinhaber das DKFZ ist, statt. Die BS wird unter einer Genehmigung nach § 15 StrlSchV²⁰⁰¹ vom 01.07.2016 in fremden Anlagen tätig. Ein Abgrenzungsvertrag zwischen DKFZ und BS über organisatorische und administrative Maßnahmen sowie über die Abgrenzung der Aufgaben von Strahlenschutzbeauftragten wurde geschlossen. Die erteilten Genehmigungen galten gemäß § 197 Abs. 2 StrlSchG unter dem neuen Strahlenschutzrecht fort.

⁵ In der Bestandsaufnahme hat BS u. a. mögliche Ausbreitungswege im Gebäude über Leitungen / Kanäle betrachtet und es wurden an bestimmten Stellen weitere Proben genommen und ausgewertet (Sondernuklidanalysen). Zusätzlich beinhaltet die Bestandsaufnahme von BS Schätzungen zum Umfang des auszubauenden und zu beprobenden Materials

⁶ Daraus abgeleitet wurden Messverfahren und -orte (Gruppierung von Nukliden; Bestimmung von Leitnukliden; Entscheidungsgrundlage zur Durchführung von Wischtests; Kriterien für die Anzahl an Wischtests; Kriterien für Messungen mit Kontaminationsmonitor bzw. In-Situ Gammaskpektrometer; Entscheidungsmerkmale für den Ausbau von Komponenten und Festlegung, wie die weitere Beprobung dieser Komponenten zu erfolgen hat)

Die Freigabe nach § 29 StrISchV²⁰⁰¹ erfolgte in einem gesonderten Bescheid. Die freigegebenen Räumlichkeiten und das Mobiliar sind in kontinuierlich durchnummerierten Anlagen zu dieser Genehmigung angegeben. Die Freigabe wurde erteilt, wenn die Übereinstimmung mit dem Inhalt des Freigabebescheides gemäß § 42 Abs. 1 StrISchV²⁰¹⁸ festgestellt und bestätigt wurde, dass

- die Freigabewerte nach Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 12 StrISchV²⁰¹⁸,
- die Festlegungen nach Anlage 8 Teil A Nummer 1, Teil B und Teil D und
- die Freigabewerte nach Anlage III Tabelle 1 Spalte 5 StrISchV²⁰⁰¹ in der bis zum 31.12.2018 geltenden Fassung (übergangsweise bis zum 31.12.2020 anstatt der Freigabewerte nach Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 3 StrISchV²⁰¹⁸)

eingehalten wurden. Im Rahmen des Rückbauprojektes wurden 27 Anlagen erstellt, welche einzeln ausführlich vom DKFZ und anschließend von der Aufsichtsbehörde (Regierungspräsidium) geprüft wurden; entsprechende Überarbeitungen wurden durchgeführt.

Formal war aufgrund der vorhandenen Genehmigungssituation am DKFZ kein neues Genehmigungsverfahren durchzuführen. Jedoch fand eine Abstimmung über wesentliche Elemente des Freigabeverfahrens zwischen DKFZ und der zuständigen Aufsichtsbehörde mit Unterstützung von BS statt. Zentrale Aspekte waren hierbei:

- Welche Nuklide müssen bei der Freimessung in welchen Räumen und/oder Komponenten berücksichtigt werden?
- Festlegung des Messumfangs in Abhängigkeit von Nuklid, Raum und Komponente
- Welche Freimesskriterien sind einzuhalten?
- Festlegung der Messtechnik und Messparameter

Auf Basis des von BS entwickelten Grobkonzeptes wurde in Abstimmung mit allen beteiligten Akteuren der in nachfolgender Tabelle (Tab. 6.1) dargestellte übergeordnete Ablauf des Verfahrens zur Freigabe festgelegt.

Tab. 6.1 Wesentliche Schritte des Verfahrensablaufs zur Freigabe

Arbeits- bzw. Prüfschritt	Prüfung durch		
	BS	DKFZ	RP
Erstellung / Abstimmung Grobkonzept	X	X	X
Mess- und Prüfanweisungen Messtechnik (je Messgerätetyp)	X		
Bauliche IST-Stand-Aufnahme (je Gebäude)	X		
Messtechnisches Feinkonzept inkl. Ableitung von Parametern aus der Voruntersuchung (ggf. raum- oder gebäudespezifisch)	X	X	
Dokumentation Dekontamination	X		
Dokumentation Entscheidungsmessung (je Raum bzw. Charge)	X	X	X
Bilanzierung (je Gebäude)	X	X	X

R01 - R07: Herausgabe nach § 31 Abs. 5 StrISchV²⁰¹⁸

Über die Praxis der Herausgabe von nicht kontaminierten und nicht aktivierten Stoffen und Gegenständen aus dem Regelungsbereich des AtG bzw. der StrISchV während des Rückbaus der Radiologie am DKFZ sind zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts keine Informationen vorhanden. Der Brenk-Bericht thematisiert die Möglichkeit der Herausgabe nicht.

R08 / R09: Abgabe radioaktiver Quellen an Dritte

Eine Abgabe radioaktiver Quellen an Dritte hat nach den der GRS vorliegenden Informationen nicht stattgefunden. Alle vorhandenen Quellen wurden, sofern bekannt, bei den Punkten B03 bzw. B07 des Verfahrensschemas im Rahmen des genehmigten Umgangs (einschließlich innerbetrieblichen Transports) in Strahlenschutzbereiche in anderen Gebäuden des DKFZ überführt.

R10 / R11: Beantragung und Erteilung weiterer für die Freigabe benötigter Genehmigungen (Ergänzungen)

Im vorliegenden Fallbeispiel sind bei der Durchführung der Freigabe keine Aspekte aufgefallen, die eine Änderung bzw. Anpassung des bereits erteilten Freigabebescheids notwendig gemacht hätten.

R12: Schaffung von Pufferlagerflächen

Die Einrichtung von Pufferlagerflächen wurde im Rahmen der Errichtung von rückbau-relevanter Infrastruktur durchgeführt. Hierzu zählen auch temporäre Lagerplätze und -räume.

Abgebaute, nicht freigabehöfliche Materialien wurden in einen separaten, temporären Lageraum für radioaktive Materialien transferiert. Nach Abschluss aller Demontearbeiten erfolgte die Verpackung der radioaktiven Abfälle sowie sämtlicher damit verbundenen Maßnahmen zur Vorbereitung der Ablieferung an die Landessammelstelle.

R13 / R15: Durchführung von Demontage- und Dekontaminationsmaßnahmen

Bei der Durchführung der Demontearbeiten wurden handelsübliche, mechanische Werkzeuge eingesetzt. Bei Arbeiten in größerer Höhe, z. B. bei der Demontage von Lüftungskanälen im ehemaligen Reaktorgebäude kamen Gerüste bzw. Arbeitsbühnen zum Einsatz.

Die Entscheidung zum Einsatz von Dekontaminationsmaßnahmen war einzelfallabhängig und wurde unter Abwägung des Arbeitsaufwandes und des voraussichtlichen Dekontaminationserfolgs getroffen. Bedingt durch die nur begrenzt zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zur Aufnahme radioaktiver Abwässer (Sekundärabfall) wurde eine Minimierung chemischer Dekontaminationsverfahren angestrebt. Bei der Dekontamination von lackierten Oberflächen kamen marktübliche phosphorsaure Dekontaminationsmittel oder handelsübliche Abbeizer zum Einsatz. Tiefer eingedrungene Kontamination an mineralischen Oberflächen wurden entweder über Abschleifen mit Einscheibenmaschinen oder durch Bearbeitung mittels Stemmer entfernt.

R14: Durchführung von Orientierungsmessungen

Explizite Aussagen über die Durchführung von Orientierungsmessungen ist in den vorliegenden Unterlagen nicht zu finden. Es ist aber davon auszugehen, dass zur Überprüfung der Wirksamkeit der eingesetzten Dekontaminationsmaßnahmen Orientierungsmessungen durchgeführt wurden. Die hierfür eingesetzten Messtechniken richten sich nach den zu erwartenden Radionukliden. Zeigt die Orientierungsmessung das erforderliche Ergebnis, erfolgt im Rahmen des Freigabeverfahrens die Entscheidungsmessung.

Die bei der Orientierungs- und Entscheidungsmessung anzuwendende Messtechnik richtet sich nach dem Radionuklidspektrum (siehe Kapitel 5.2). Auf dieser Basis wurden die zu berücksichtigenden Radionuklide in fünf Gruppen aufgeteilt, näherungsweise in der Reihenfolge von geringem zu hohem messtechnischem Schwierigkeitsgrad:

- Gruppe 1: Kurzlebige Radionuklide (HWZ < 8 Tage)
- Gruppe 2: Langlebige, gammastrahlende Nuklide $E_{\beta\max} > 200 \text{ keV}$
- Gruppe 3a: Sonstige langlebige gammastrahlende Nuklide
- Gruppe 3b: Sonstige langlebige Nuklide (messbar mit Kontaminationsmonitor)
- Gruppe 4: Sonstige langlebige Nuklide

R16 – R19: Durchführung des Freigabeverfahrens

Die Freigabe (hier: Durchführung des Freigabeverfahrens R16) des aus dem Rückbau anfallenden Materials inklusive der Räume erfolgte auf Grundlage eines zu Betriebszeiten erteilten Freigabebescheides (inkl. Nachtrag), mit denen das RPK als zuständige Aufsichtsbehörde dem DKFZ die uneingeschränkte Freigabe von Räumen und Material gemäß § 29 StrlSchV²⁰⁰¹ erteilte. In dem Bescheid wurde durch das RPK festgelegt, dass Material, Räume, Raumbereiche, Gebäudestrukturen und Einbauten nur dann als freigegeben angesehen werden, wenn dezidierte Angaben in Form einer Anlage vorgelegt wurden und diese Anlage von der Behörde unterschrieben, gesiegelt und damit zum Bestandteil des Freigabebescheides wurde. Verpflichtende Angaben in der Anlage umfassen:

- Angaben über das freizugebende Material bzw. der Lokalität (Raum, Raumbereiche)
- Methoden der angewendeten Messverfahren

- Messprotokoll zum Nachweis der Einhaltung der vorgeschriebenen Freigrenzen bzw. Freigabewerte für verschiedene Freigabearten

Der Freigabebescheid war gemäß § 187 StrlSchV²⁰¹⁸ auch unter der neuen Strahlenschutzverordnung weiterhin rechtsgültig, jedoch war nachfolgende Übergangsregelung für die anzusetzenden Freigabewerte zu berücksichtigen:

- Eine erteilte Freigabe in der bis zum 31. Dezember 2018 geltenden Fassung der StrlSchV, bei der die Werte der Anlage III, Tabelle 1 Spalte 5 zugrunde gelegt wurden, gilt als Freigabe nach § 33 in Verbindung mit § 35 StrlSchV²⁰¹⁸ mit der Maßgabe fort, dass die Werte der Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 3 ab dem 1. Januar 2021 einzuhalten sind.

Anfallende Materialien wurden entweder uneingeschränkt freigegeben oder als radioaktive Abfälle verpackt und an die LSS abgeliefert.

Freigabehöfliches Material wurde vom Ort der Demontage zur Freimessung in die Untergeschossebene der ehemalige Reaktorhalle (Raum R010) verbracht. Nach Durchführung der Entscheidungsmessung wurde das Material entweder in einem entsprechenden Raumbereich in der Untergeschossebene oder in der angrenzenden ehemaligen Werkstatt (Raum R006a) bis zur konventionellen Entsorgung gelagert (R17).

Entsprechend der Ausführung der Rahmenbedingungen zur Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen (siehe R13 / R15) wurden diese am Ort der Demontage durchgeführt. Mit nach Dekontamination freigabehöflichem Material wurde analog verfahren.

Radioaktive Abfälle wurden am Ort der Demontage entsprechend den Vorgaben der LSS unkonditioniert in 200 Liter-Abfallfässer verpackt und bis zum Abtransport gelagert (R19).

Hinsichtlich des Messumfanges des Freigabeverfahrens wurden ca. 470 *in situ* Messungen, ca. 6600 Messungen mittels Kontaminationsmonitor und ca. 470 Wischtests durchgeführt. Zusätzlich wurden 170 Materialproben genommen und ausgewertet.

Bilanz des durchgeführten Freigabeverfahrens

- Uneingeschränkte Freigabe (R17)
 - ca. 50 Mg (ca. 30 Mg Blei und ca. 20 Mg sonstiges Material)

- Radioaktiver Abfall (R19)
 - Tc-99 kontaminierter PVC-Lüftungskanal (1,1 Mg in 33 200-l-Fässern)
 - ca. 187 kg brennbarer Abfall (10 200-l-Fässer)
 - ca. 1,3 Mg nicht brennbarer Abfall (Metall) in 18 200-l-Fässern

R20 – R24: Durchführung der Gebäudedekontamination und -freigabe

Die vorbereitenden Maßnahmen zur Gebäude- bzw. Geländefreigabe (R20) als auch damit verbundenen Dekontaminationsmaßnahmen (R21) wurden begleitend zu den Demontage- und Dekontaminationsmaßnahmen (R13/R15) von Komponenten und Einrichtungen als Sammelvorgang durchgeführt. Hierunter fällt auch die Durchführung des Freigabeverfahrens (R22), welches bereits unter R16 beschrieben wurde. Eine Geländefreigabe musste in diesem Zusammenhang nicht durchgeführt werden, da das Rückbauprojekt lediglich die Radiologie (Gebäude 260) und das ehemalige Reaktorgebäude (Gebäude 240) betrifft. Eine spezifische Freigabe nach § 36 StrlSchV der Gebäude zur Wieder- und Weiterverwendung wurde durchgeführt (R23).

Technisch wurde das Projekt entsprechend den vertraglichen Rahmenbedingungen durch die BS im November 2020 abgeschlossen. Im Anschluss wurden durch das DKFZ u.a. noch die Pumpensämpfe der Abwassersammel- und Abklinganlage radiologisch bewertet und freigegeben, ein Raum des Linearbeschleunigers sowohl auf Kontamination als auch auf Aktivierung überprüft und die Genehmigung an das RPK zurückgegeben. Nach erfolgter Freigabe der Gebäude mussten zwei Umgangsgenehmigungen dahingehend angepasst werden, dass die dazugehörigen Räume aus dem Gestattungsumfang herausgenommen werden. Die Gebäude 240 und 260 sollen im Anschluss nach konventionellem Recht abgerissen werden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Bericht hat sich thematisch mit Einrichtungen (innerhalb der Bundesrepublik Deutschlands) auseinandergesetzt, in denen Tätigkeiten durchgeführt werden, die nach dem deutschen Strahlenschutzrecht der Genehmigung oder der Anzeige bedürfen.

Der Abschnitt 2.1 befasste sich zunächst mit der Organisation und Umsetzung des Strahlenschutzrechts in Deutschland. Durch die Novellierung des Strahlenschutzrechts im Jahr 2018 wurde die bis dahin vorliegende Trennung von Genehmigungen/Anzeigen nach StrlSchV²⁰⁰¹ bzw. RöV²⁰⁰³ aufgehoben, wodurch auch bei den zuständigen Behörden eine gewisse Konvergenzbewegung zu beobachten war. In Abhängigkeit des jeweiligen Bundeslandes sind obere Behörden, mittlere Behörden oder Gewerbeaufsichtsämter für die Genehmigung/Anzeigen sowie die Aufsicht zuständig.

Ausgehend von den Jahresberichten „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ bot der Abschnitt 2.5 für die Jahre 2014 bis 2018 einen zahlenmäßigen Überblick über die tatsächlich vorliegenden Genehmigungen und Anzeigen, für den auch eine gewisse Kategorisierung vorgenommen wurde.

Bezogen auf den berücksichtigten Zeitraum lässt sich ein leicht rückläufiger Trend bei der Anzahl gültiger Genehmigungen beobachten. In absoluten Zahlen lagen im Jahr 2018 etwa 33.000 gültige strahlenschutzrechtliche Genehmigungen vor, die zu dominanten Teilen auf genehmigungspflichtige Röntgeneinrichtungen (etwa 20.000) und Umgangsgenehmigungen (etwa 10.000) zurückzuführen sind.

Hinsichtlich der Anzahl gültiger Anzeigen lässt sich auf Basis des Betrachtungszeitraums kein signifikanter ansteigender oder abfallender Trend beobachten. In absoluten Zahlen lagen im Jahr 2018 etwa 140.000 gültige strahlenschutzrechtliche Anzeigen vor, die zu dominanten Teilen auf Röntgengeräte in der Zahnmedizin (92.000) bzw. in der Humanmedizin (32.000) zurückzuführen sind.

Die Rückmeldungen der zuständigen Aufsichtsbehörden auf eine Anfrage der GRS erlauben die Schlussfolgerung, dass prinzipiell keine verschriftlichten behördeninternen Leitfäden o. ä. vorliegen, in denen der Rückbau oder beim Rückbau anfallende Abfallströme näher thematisiert werden würden. Informelle Gespräche mit Behörden- oder Genehmigungsinhabern legen aber die Vermutung nahe, dass zu gewissen Themenbereichen doch ein Bedarf an Leitfäden o. ä. gestaltenden Dokumenten existiert, z. B. bei der Einschätzung von Aktivierungen oder hinsichtlich einer generellen Auseinandersetzung mit dem Rückbau.

Im Abschnitt 2.6 wurde zunächst das relevante internationale Regelwerk bzw. relevante internationale Empfehlungen zusammengefasst bevor näher auf das MIRDEC Projekt der IAEA eingegangen wurde, bei dem sich auch die GRS aktiv beteiligt.

In Kapitel 3 auf das Spektrum der Komplexität bei dem Rückbau anzeige- und genehmigungspflichtiger Einrichtungen thematisiert.

Das Kapitel 4 bot eine holistische Auseinandersetzung mit dem Lebenszyklus einer genehmigungspflichtigen Einrichtung, bei der insbesondere den Rückbau betreffende Aspekte in den unterschiedlichen Phasen hervorgehoben wurden. Die bei dem entwickelten Verfahrensschema genutzte Detailtiefe ist ausreichend, um beispielsweise einem Genehmigungsinhaber eine Orientierung und Hilfestellung für den Rückbau zur Hand zu geben. Durch Analyse von weiteren Erfahrungen aus abgeschlossenen Rückbauprojekten ließe sich Detailtiefe weiter sinnvoll erhöhen.

In Kapitel 5 wurden ausgewählte Informationen aus dem Rückbau der Radiologie des Deutschen Krebsforschungszentrums präsentiert, wobei auch auf die anfallenden radioaktiven Abfälle und deren Entsorgung eingegangen wird. Im daran anschließenden Kapitel 6 die Vorgehensweise mit dem erarbeiteten Verfahrensschema verglichen. Hierbei zeigten sich auf Basis der GRS vorliegenden Informationen eine gute Übereinstimmung. Für die Zukunft sind weitere Fallbeispiele wünschenswert, um z. B. Lösungen für etwaige Schwierigkeiten im Verlauf des Rückbaus erarbeiten und praktische Erfahrungen miteinander vergleichen zu können. Zusätzliche Informationen zu Stoffströme, insbesondere zu konventionellen und radioaktiven Abfallmassen aus weiteren Fallbeispielen könnten die Basis schaffen, präzisere Abschätzungen in Abhängigkeit vom Nuklidvektor und der technischen bzw. infrastrukturellen Ausgestaltung der Einrichtung zu treffen. Diese Untersuchungen könnten sich insbesondere für Aufsichtsbehörden und Genehmigungsinhaber als hilfreich erweisen.

Literaturverzeichnis

- /ATG 21/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (AtG) in der Fassung von 15. Juli 1985, zuletzt geändert am 10. August 2021.
- /BFS 16/ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2014. Hrsg.: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 18. Oktober 2016.
- /BFS 17/ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2015. Hrsg.: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 28. Juli 2017.
- /BFS 18/ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2016. Hrsg.: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), 20. November 2018.
- /BFS 20/ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2017. Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), 14. April 2020.
- /BFS 21/ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2018. Hrsg.: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), 11. Januar 2021.
- /BRE 22/ Kaulard, J.: Informationszusammenstellung zur Freigabe des Reaktor- und des Laborgebäudes des DKFZ in Heidelberg. Hrsg.: Brenk Systemplanung GmbH, 2022.

- /BUN 22/ Bundesrat: Beschluss des Bundesrates, Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Aufsichtsprogramm nach § 180 des Strahlenschutzgesetzes und § 149 der Strahlenschutzverordnung (AVV Aufsichtsprogramm). 11. Februar 2022.
- /DEG 20/ Degner, B.: Erfahrungen aus der Demontage und Entsorgung von Zyklotronen. Strahlenschutzpraxis, Nr. 4, 2020.
- /FFS 05/ Fachverband für Strahlenschutz e.V.: Leitfaden für die praktische Umsetzung des § 29 StrlSchV (Freigabeleitfaden). 8. Dezember 2005.
- /GGD 20/ Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG) in der Fassung von 23. Mai 1949, zuletzt geändert am 29. September 2020.
- /HES 22/ Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Hessisches Strahlenschutzkataster. Erreichbar unter [https:// www.hlnug.de/themen/strahlenschutz/arbeitsgebiete/strahlenschutzkataster](https://www.hlnug.de/themen/strahlenschutz/arbeitsgebiete/strahlenschutzkataster), abgerufen am 26. April 2022.
- /IAEA 03/ International Atomic Energy Agency: Decommissioning of Small Medical, Industrial and Research Facilities. Technical Reports Series, Nr. 414: Wien, 2003.
- /IAEA 14/ International Atomic Energy Agency: Decommissioning of Facilities, General Safety Requirements Part 6. General Safety Requirements, Nr. 6: Wien, 2014.
- /IAEA 19a/ International Atomic Energy Agency: Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities. Specific Safety Guide, Nr. 49: Wien, 2019.
- /IAEA 22/ International Atomic Energy Agency: IAEA Nuclear Safety and Security Glossary, Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection and Emergency Preparedness and Response, 2022 Edition. Wien, 2022.
- /KIS 22/ KISTERS: Verwaltung Arbeitsschutz. Erreichbar unter <https://www.kisters.de/geschaeftsbereiche/ehs-arbeitssicherheit-umweltschutz/software/verwaltung-arbeitsschutz/>, abgerufen am 26. April 2022.

- /LÄN 03/ Länderausschuss für Atomkernenergie - Fachausschuss Strahlenschutz:
Merkposten zu Antragsunterlagen in den Genehmigungsverfahren für Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen nach § 11 Abs. 1 und 2 StrlSchV, Rdschr. des BMU vom 12.11.2003 - RS II 3 - 17004/3 -. 12. November 2003.
- /SSG 21/ Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) (StrlSchG) in der Fassung von 27. Juni 2017, letzte Änderung vom 20. Mai 2021.
- /SSV 21/ Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) (StrlSchV) in der Fassung von 29.11.2018, zuletzt geändert am 10.08.2021.
- /UMBW 20/Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft: Leitfaden zur Freigabe nach Teil 2 Kapitel 3 der Strahlenschutzverordnung. 2020.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1	Adaption der (kerntechnischen) Regelwerkspyramide für nach StrlSchG genehmigungspflichtige bzw. anzeigepflichtige Anlagen.....	4
Abb. 2.3	Übersicht über die in den Jahren 2014 bis 2018 gültigen Genehmigungen nach StrlSchV ²⁰⁰¹ / RöV ²⁰⁰³ im Kontext genehmigungspflichtiger Einrichtungen. Die Informationen wurden den jeweiligen Jahresberichten „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ entnommen.	17
Abb. 2.4	Übersicht über die in den Jahren 2014 bis 2018 gültigen Anzeigen nach StrlSchV ²⁰⁰¹ / RöV ²⁰⁰³ im Kontext anzeigepflichtiger Einrichtungen. Die Informationen wurden den Jahresberichten „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ entnommen.	18
Abb. 3.1	Schematische Darstellung der Komplexität (bezogen auf den Rückbau) und der Anzahl anzeigepflichtiger (grün) und genehmigungspflichtiger (gelb) Einrichtungen. Der rote Bereich umfasst die Einrichtungen, bei denen der Rückbau eine vergleichsweise hohe Komplexität aufweist.	29
Abb. 4.1	Lebenszyklus einer genehmigungspflichtigen Einrichtung mit relevanten Meilensteinen	33
Abb. 4.2	Verfahrensschema (Teil 1 von 5).....	53
Abb. 4.3	Verfahrensschema (Teil 2 von 5).....	54
Abb. 4.4	Verfahrensschema (Teil 3 von 5).....	55
Abb. 4.5	Verfahrensschema (Teil 4 von 5).....	56
Abb. 4.6	Verfahrensschema (Teil 5 von 5).....	57
Abb. 5.1	Luftaufnahme der relevanten Gebäude am Standort des DKFZ „Im Neuenheimer Feld“ in Heidelberg. (aus /BRE 22/)	59

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1	Zuständigkeiten nach StrlSchG in den einzelnen Bundesländern	5
Tab. 2.2	Beispiele für anzeigepflichtige Einrichtungen und Anlagen	9
Tab. 2.3	Beispiele für Tätigkeiten in genehmigungspflichtigen Einrichtungen	11
Tab. 6.1	Wesentliche Schritte des Verfahrensablaufs zur Freigabe	69

Abkürzungsverzeichnis

AtG	Atomgesetz
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BezReg	Bezirksregierung
BS	Brenk Systemplanung GmbH
DKFZ	Deutsches Krebsforschungszentrum
GG	Grundgesetz
IAEA	Internationalen Atomenergie-Organisation (International Atomic Energy Agency)
IFAS	Informationssystem für den Arbeitsschutz
LA-FS	Der Länderausschuss für Atomkernenergie – Fachausschuss Strahlenschutz
LSS	Landessammelstelle
MIRDEC	IAEA-Projekt "International Project on Decommissioning of Small Medical, Industrial and Research Facilities"
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
RP	Regierungspräsidium
RPK	Regierungspräsidium Karlsruhe
SSB	Strahlenschutzbeauftragter
StrlSchG	Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (kurz: Strahlenschutzgesetz) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966)
StrlSchV ²⁰⁰¹	Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlung (kurz: Strahlenschutzverordnung) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714), aufgehoben durch Artikel 20 V. v. 29. November 2018 BGBl. I S. 2034
RöV ²⁰⁰³	Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlung (kurz: Röntgenverordnung), neugefasst durch B. v. 30. April 2003 BGBl. I S. 604, aufgehoben durch Artikel 20 V. v. 29. November 2018 BGBl. I S. 2034

**Gesellschaft für Anlagen-
und Reaktorsicherheit
(GRS) gGmbH**

Schwertnergasse 1
50667 Köln

Telefon +49 221 2068-0

Telefax +49 221 2068-888

Boltzmannstraße 14

85748 Garching b. München

Telefon +49 89 32004-0

Telefax +49 89 32004-300

Kurfürstendamm 200

10719 Berlin

Telefon +49 30 88589-0

Telefax +49 30 88589-111

Theodor-Heuss-Straße 4

38122 Braunschweig

Telefon +49 531 8012-0

Telefax +49 531 8012-200

www.grs.de