Gutachten zum Prüfungsumfang der Strategischen Umweltprüfung für das Nationale Entsorgungsprogramm

von

Prof. Dr. Gesa Geißler, Prof. Dr. Johann Köppel (a.D.)

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Umweltprüfungen

Straße des 17. Juni 145, 10623 Berlin

im Auftrag des Nationalen Begleitgremiums (NBG)

Berlin, 28. Februar 2025

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis ... 3

Lesehinweise & Danksagung ... 4

1. Einleitung ... 5

2. Zielsetzung und Vorgehen ... 6

3. Hintergrund zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) ... 7

3.1. Welche Ziele sollen mit der SUP erfüllt werden, welchen Prüfungsumfang sollte eine SUP haben und welche Rolle spielt die Alternativenprüfung dabei? ... 7

3.2. Wie soll die Qualität von SUP-Verfahren in Deutschland sichergestellt werden? ... 8

3.3. Welche Arten von Alternativen sollen in einer SUP geprüft werden? ... 10

4. Hintergrund zur Aufstellung des Nationalen Entsorgungsprogramms ... 13

4.1. Welche Erfahrungen wurden bei der ersten Aufstellung des NaPro 2015 und der SUP gemacht? ... 13

4.2. Wie ist der aktuelle Stand der NaPro-Aufstellung 2025 und der SUP? Welche Anforderungen an die SUP und die Alternativenprüfung wurden eingebracht? ... 14

5. Wie sollte die SUP die Aufstellung des NaPro 2025 unterstützen und welche Anforderungen sind dazu zu erfüllen? ... 15

5.1. Was ist die Aufgabe von SUPs auf Bundesebene wie zum NaPro? ... 16

5.2. Welche Alternativen sind für die SUP zum NaPro grundsätzlich beachtlich? ... 18

5.3. Welche Äußerungen der Öffentlichkeit zum Untersuchungsrahmen sind zu berücksichtigen (vgl. Kap. 4.2)? ... 18

5.4. Welcher Prüfumfang darf von der SUP erwartet werden? ... 19

5.5. Wie werden die Pfade nuklearer Entsorgung sinnvoll abgeschichtet und inwiefern betrifft das die SUP? ... 20

5.6. Was bedeutet die teilweise Infragestellung der Energiewende und die Rückwendung zu nuklearen Energieoptionen für NaPro und SUP? ... 21

5.7. Inwiefern handelt es sich bei der SUP zur NaPro Fortschreibung um einen lernenden Prozess?.. ... 23

6. Zusammenfassung und Empfehlungen ... 24

Literatur ... 26

Sonstige Quellen und Dokumente ... 27

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BNetzA	Bundesnetzagentur
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
ERG	Environmental Review Group
EU	Europäische Union
SUP-Richtlinie	Europäische Richtlinie über die strategische Umweltprüfung
IAEA	International Atomic Energy Agency
NBG	Nationales Begleitgremium
NaPro	Nationales Entsorgungsprogramm
NWMO	Nuclear Waste Management Organization
StandAG	Standortauswahlgesetz
SMR	Small and Modular Reactor(s)
SUP	Strategische Umweltprüfung
UBA	Umweltbundesamt
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz

Lesehinweise

- Verweise auf Rechtsquellen erfolgen bei Erstnennung in einer Fußnote.
- Mit dem Gendersternchen (*) soll in diesem Gutachten eine geschlechtergerechte Sprache erreicht werden.
- Das Gutachten wurde erstellt unter Mitarbeit von Frau cand. B.Sc. Julia Neugebauer (TU Berlin).

1. Einleitung

Das Nationale Entsorgungsprogramm (NaPro) beschreibt die Strategie der Bundesregierung für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle in Deutschland. Das NaPro basiert auf der Richtlinie 2011/70/Euratom[1] der Europäischen Union (EU), die die Mitgliedstaaten verpflichtet, nationale Programme zur sicheren und nachhaltigen Entsorgung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente zu entwickeln. Ziel der EU-Richtlinie und der Aufstellung der nationalen Programme ist die Schaffung eines einheitlichen Standards für die nukleare Sicherheit innerhalb der EU.

Die Richtlinie 2011/70/Euratom regelt die Inhalte der Nationalen Programme in den Artikeln 11 und 12. Danach sollen die die Mitgliedsstaaten sicherstellen, *„dass ihre nationalen Programme für die Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (im Folgenden „nationale Programme“) durchgeführt werden und für Arten abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle unter ihrer Rechtshoheit sowie alle Stufen der Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle von der Erzeugung bis zur Endlagerung abdecken.“* (Art. 11 (1)). Weiterhin fordert die Richtlinie, dass die nationalen Entsorgungsprogramme regelmäßig durch die Mitgliedsstaaten überprüft und aktualisiert werden und dem *„wissenschaftlichen und technischen Fortschritt sowie Empfehlungen, Erfahrungen und bewährten Praktiken, die sich aus den Prüfungen durch Experten ergeben“* Rechnung getragen wird (Art. 1 (2)).

Laut der Richtlinie 2011/70/Euratom sollen die Nationalen Entsorgungsprogramme einerseits das „Gesamtziel“ eines Mitgliedsstaats in Bezug auf die Entsorgung von radioaktiver Reststoffen darlegen und andererseits klare Zeitpläne und die nötigen Etappen auf dem Weg zur Erreichung dieses Ziels beinhalten (Art. 12 (1)). Dies umfasst auch Angaben zu den gewählten Konzepten und technischen Lösungen, die für die Entsorgung radioaktiver Reststoffe bis zur finalen Endlagerung vorgesehen sind. Die Richtlinie weist in den zugrundeliegenden Erwägungsgründen dabei auf die besondere Relevanz auch der „wechselseitigen Abhängigkeiten“ (Erwägungsgrund 30) hin, die zwischen den einzelnen Schritten der Entsorgung radioaktiver Reststoffe bestehen und darauf, dass Entscheidungen und Festlegungen zu einem dieser Schritte Einfluss auf andere Schritte haben können und diese eben bei der Ausarbeitung von Nationalen Entsorgungsprogrammen berücksichtigt werden sollen.

Die rechtlichen Vorgaben der Euratom-Richtline verdeutlichen, dass das NaPro sowohl eine strategische Ziel-Dimension wie auch eine auf die Umsetzung der Ziele ausgerichtete Programm-Dimension umfasst und dass die Wechselwirkungen zwischen Festlegungen im NaPro explizit behandelt werden sollen.

Für den Prozess der Aufstellung der Nationalen Entsorgungsprogramme legt die Richtlinie 2011/70/Euratom fest, dass dabei Transparenz im Verfahren von besonderer Bedeutung ist und dass die Öffentlichkeit *„effektiv informiert wird und allen betroffenen Interessengruppen, einschließlich der lokalen Gebietskörperschaften und der Öffentlichkeit, die Möglichkeit gegeben wird, sich an Entscheidungsprozessen zu beteiligen.“* (Entscheidungsgrund 31). Damit werden der Information und Beteiligung der Öffentlichkeit eine besondere Bedeutung zugewiesen und mit der Forderung an eine „effektive“ Information der Öffentlichkeit eine qualitative Anforderung an die Ausgestaltung der Information der Öffentlichkeit festgelegt.

---

[1] RICHTLINIE 2011/70/EURATOM DES RATES vom 19. Juli 2011 über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle.

In Deutschland wurden die Vorgaben der Richtline 2011/70/Euratom 2015 durch eine Änderung[2] des Atomgesetzes[3] mit der Aufnahme der §§ 2c und 2d in das nationale Recht umgesetzt und die Anforderungen durch die Erarbeitung eines ersten NaPro 2015 erfüllt. Dieses erste NaPro wurde im August 2015 vom Bundeskabinett beschlossen und soll mindestens alle zehn Jahre überprüft werden (BMUV, 2024b). Eine aktualisierte Version des NaPro soll laut Angaben des BMUV im Jahr 2025 fertiggestellt und beschlossen werden (BMUV, 2024a). Das NaPro gilt nicht als Rechtsnorm, ist aber bei allen Verwaltungsverfahren und Planungen zur Entsorgung von atomaren Abfällen von den beteiligten Akteuren zu berücksichtigen (BMUV, 2024b). Die im Kontext der Zwischenlagerung von radioaktiven Reststoffen beteiligten Akteur*innen verweisen beispielsweise auf das NaPro in Bezug auf die Strategie zur Zwischenlagerung in Deutschland.

Nachdem eine Aktualisierung des NaPro 2015 nach zehn Jahren vorgesehen ist, soll im Sommer 2025 ein fortgeschriebenes NaPro (NaPro 2025) verabschiedet werden. Dazu hat das zuständige Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) als federführende Behörde das Planungsverfahren[4] eröffnet.

Da das NaPro gem. Anlage 5 Nr. 1.13 Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG)[5] die Anforderungen an die Durchführung einer Strategischen Umweltprüfung (SUP) während der Aufstellung des Programms erfüllt, wurde als einer der ersten Schritte der SUP im Oktober 2024 ein Termin zur Festlegung des Untersuchungsrahmens der SUP (Scoping-Termin) durchgeführt. Da im Kontext der Durchführung der SUP zum NaPro 2025 Kritik an der geplanten Durchführung des SUP und insbesondere der Prüfung möglicher Alternativen und Szenarien aufkamen und u.a. vom Nationalen Begleitgremium (NBG) als unabhängig begleitende Instanz des Standortauswahlverfahrens in den Scoping-Termin eingebracht wurden (NBG 2024), verfolgt das vorliegende Gutachten das Ziel zu Fragen in Bezug auf die SUP Hinweise und Empfehlungen zu liefern.

2. Zielsetzung und Vorgehen

Das NBG hat am 13. Januar 2025 die Verfasser*innen mit der Erstellung eines Gutachtens zum Prüfungsumfang der SUP für das NaPro beauftragt. Für die Erstellung des Gutachtens standen somit knapp 1,5 Monate Bearbeitungszeit zur Verfügung.

Leitend bei der Erstellung des Gutachtens waren die folgenden Fragen:

1. Entspricht der Prüfungsumfang der geplanten SUP zum NaPro 2025, wie beim Scoping-Termin im Oktober 2024 vorgestellt, den Anforderungen des UVPG?
2. Inwieweit ist es möglich und erforderlich, im Rahmen der SUP und der Erstellung des Umweltberichts auch verschiedene Szenarien und Alternativen auf dem Weg zu einer sicheren Entsorgung radioaktiver Abfälle zu prüfen?

---

[2] Vierzehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 20. November 2015.

[3] Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz), in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2153) geändert worden ist.

[4] Das BMUV bezeichnet das Verfahren zur Aktualisierung des NaPro auf seiner Website selbst nicht als „Planungsverfahren“ sondern als „Verwaltungsverfahren“ (BMUV, 2024a).

[5] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. I S. 540), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 23. Oktober 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 323)

Das Gutachten basiert auf einer Auswertung des verfügbaren Stands des Wissens und der Forschung mit Stand Februar 2025. Das Gutachten hat keinen juristischen Fokus, sondern geht auf die fachlichen Anforderungen in Bezug auf die Umsetzung der SUP bei einem durch ein Bundesministerium aufgestellten strategischen Programm ein. Damit basieren die getroffenen Aussagen neben den rechtlichen Vorgaben vor allem auf dem in der nationalen und internationalen Literatur beschriebenen Stand der Forschung und der guten fachlichen Praxis von SUPs. Weiterhin floss die langjährige Erfahrung der Auftragnehmer*innen des Gutachtens und deren intensive Befassung mit dem Thema Umweltprüfungen in vielfältigen Forschungs-, Praxis- und Lehrsituationen bei der Erstellung des Gutachtens mit ein.

Die getroffenen Aussagen basieren auf den aktuell (Februar 2025) verfügbaren Daten und wissenschaftlichen Erkenntnissen. Aufgrund der angestrebten Kompaktheit des Gutachtens bleiben die herangezogenen Quellen dennoch begrenzt.

3. Hintergrund zur Strategischen Umweltprüfung (SUP)

3.1. Welche Ziele sollen mit der SUP erfüllt werden, welchen Prüfungsumfang sollte eine SUP haben und welche Rolle spielt die Alternativenprüfung dabei?

Die SUP wurde 2001 mit der EU-Richtlinie 2001/42/EG[6] in der EU für alle Mitgliedsstaaten verbindlich eingeführt und im Jahr 2004 in Deutschland im UVPG verankert. Die Durchführung einer SUP soll laut der SUP-Richtlinie die folgenden Ziele verfolgen:

„Ziel dieser Richtlinie ist es, im Hinblick auf die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung ein hohes Umweltschutzniveau sicherzustellen und dazu beizutragen, dass Umwelterwägungen bei der Ausarbeitung und Annahme von Plänen und Programmen einbezogen werden, indem dafür gesorgt wird, dass bestimmte Pläne und Programme, die voraussichtlich erhebliche Umweltauswirkungen haben, entsprechend dieser Richtlinie einer Umweltprüfung unterzogen werden. (Art. 1 SUP-Richtline)

Das der SUP zugrundeliegende Prinzip ist dabei die Vermeidung von voraussichtlich erheblichen Auswirkungen der Umsetzung von Plänen und Programmen auf die Umwelt. Damit folgt die SUP dem Vorsorgeprinzip und soll bei der Aufstellung und der Entscheidung über die Annahme von Plänen und Programmen wirken und in diesen Planungsprozessen zu einer Berücksichtigung von Umweltbelangen führen. Der Umweltbegriff der SUP ist dabei ein weiter, der integrativ die sogenannten Schutzgüter (Mensch, Bevölkerung, Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt, Boden, Fläche, Wasser, Luft, Klima, Landschaft, kulturelles Erbe und Sachgüter) sowie deren Wechselwirkungen umfasst (§ 2 UVPG). Im Rahmen der SUP und als Beitrag im Aufstellungsprozess von Plänen und Programmen sollen die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen von geplanten und diskutierten Inhalten der zu entwickelnden Plänen und Programme ermittelt und bewertet werden. Diese Informationen über voraussichtliche erhebliche Umweltauswirkungen sollen genutzt werden, um mögliche Vermeidungsstrategien bezüglich erheblicher Auswirkungen frühzeitig in der Planung mitzudenken und in die Abwägung zwischen unterschiedlichen Lösungsmöglichkeiten und Optionen (auch Alternativen genannt) einzubeziehen. Dies dient der Umweltvorsorge (Peters et al., 2020). Der frühzeitige Beginn einer SUP mit dem Beginn der Aufstellung eines Plans oder Programms sowie die Integration der SUP in den Planungsprozess, um so die Umweltbelange bei den vielfältigen Entscheidungen in einem Planungsprozess effektiv und effizient mit zu behandeln, sind dabei zentrale Anforderungen (epa, 2025; IAIA, 2002; Peters et al., 2020).

[6] RICHTLINIE 2001/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme.

Die grundlegenden Prinzipien der SUP sind nicht nur in der EU über die SUP-Richtlinie etablierte Standards und prägendes Verständnis, sondern auch international, wie entsprechende Publikationen der internationalen Fachgemeinschaft zeigen (Ahmed et al., 2005; IAIA, 2002).

Mit der Erstellung des sogenannten Umweltberichts soll die SUP transparent gemacht werden und die erarbeiteten Inhalte während der Durchführung der SUP dokumentiert werden. Dabei legt das UVPG im § 40 dar, welche Inhalte im Umweltbericht mindestens zu behandeln sind. Dies beinhaltet die folgenden Aspekte:

1. Inhalt und Ziele des Plans sowie Beziehung zu anderen Plänen oder Programmen
2. Ziele des Umweltschutzes, die für den betreffenden Plan oder das Programm gelten sowie die Art, wie jene Umweltziele oder andere Umweltabwägungen berücksichtigt wurden
3. Merkmale der Umwelt, derzeitiger Umweltzustand sowie dessen voraussichtliche Entwicklung bei Nichtdurchführung des Plans oder Programms
4. Bedeutsame Umweltprobleme, insbesondere in Hinblick auf ökologisch empfindliche Gebiete
5. Voraussichtliche erhebliche Umweltauswirkungen
6. Geplante Maßnahmen zur Verhinderung, Reduktion oder zum Ausgleich der erheblichen Umweltauswirkungen
7. Hinweise auf Hindernisse im Rahmen der Erhebung von Informationen, z.B. Datenlücken
8. Gründe für die Wahl der geprüften Alternativen sowie Informationen zum Prüfungsprozess
9. Geplante Überwachungsmaßnahmen

Die Aufgabe des Umweltberichts ist dabei, wie in § 40 UVPG beschrieben, dass Dritte nachvollziehen können, ob und in welchem Maße sie von den möglichen Umweltauswirkungen betroffen sein können. Dazu soll insbesondere die allgemein verständliche, nichttechnische Zusammenfassung dienen. Anforderungen an diese Zusammenfassung und Hinweise zu deren Erstellung liefert der entsprechende Leitfaden des Umweltbundesamtes (UBA) zu lesefreundlichen Dokumenten in Umweltprüfungen (Grimm et al., 2018). Odparlik et al. (2017) sowie viele andere Autor*innen verweisen auf die besondere Rolle von für die Öffentlichkeit zugängliche Informationen als eine Grundvoraussetzung für eine gute Beteiligung und somit auch ein Qualitätsmerkmal von Umweltprüfungen.

3.2. Wie soll die Qualität von SUP-Verfahren in Deutschland sichergestellt werden?

Eine grundsätzliche Maßnahme zur Qualitätssicherung in SUP-Verfahren stellt die Beteiligung der Öffentlichkeit und von anderen Behörden dar. Dies bezeichnet Fuller (1999) in seiner Systematisierung von Qualitätssicherung in der Umweltprüfung als eine zentrale Maßnahme neben anderen prozeduralen Schritten einer Umweltprüfung wie das Scoping oder auch eine unabhängige Überprüfung der eingereichten Unterlagen (ebd.). Darüber hinaus gibt es weitere, über das einzelne Umweltprüfungs-Verfahren hinausgehende Maßnahmen, die der Qualitätssicherung dienen sollen, wie die Bereitstellung von Leitfäden, Kapazitätsbildung, Trainings, Förderung von fachlichem Austausch und Lernen und die Analyse und Überprüfung von Umweltprüfungspraxis (ebd.).

Seit der Einführung der Strategischen Umweltprüfung in Deutschland 2004 wurden vielfältige Aktivitäten des fachlich zuständigen BMUV und des Umweltbundesamtes unternommen, um die Umsetzung der SUP in der Praxis zu unterstützen und um eine gute Praxis zu befördern.[7] Dazu gehört u.a. der im

[7] Auch schon vor 2004 wurden zum Thema SUP Forschungsvorhaben von BMUV und UBA gefördert, die die rechtliche Verankerung der SUP im deutschen Recht qualifizieren und unterstützen sollten, z.B. von Köppel et al. (2004) zum Thema Verkehrsentwicklungsplanung und SUP.

Jahr 2009 veröffentlichte SUP-Leitfaden des Bundes[8] (Balla et al. 2009). Darin werden grundsätzliche Hinweise für die Umsetzung der SUP in der Praxis gemacht und auch wenn der Leitfaden inzwischen relativ alt ist und eine Überarbeitung aufgrund der inzwischen angesammelten Erfahrung angemessen wäre, liefert der SUP-Leitfaden hilfreiche Hinweise zu den Grundsätzen einer SUP und auch zur Alternativenprüfung. Neben dem allgemeinen SUP-Leitfaden des Bundes sind auch die Ergebnisse des spezifisch auf die Alternativenprüfung ausgerichteten Forschungsvorhabens von Peters et al. (2020)[9] von großer Relevanz.

Darüber hinaus haben BMUV und UBA in den vergangenen Jahren mehrere Forschungsvorhaben gefördert, die das Ziel verfolgten, die Umsetzung der SUP in Deutschland zu evaluieren und zur Verbesserung der Praxis beizutragen. Dies umfasst das Vorhaben zu Analyse der Praxis der SUP auf Bundesebene von Köppel et al. (2018)[10], Vorhaben zu Trends in Forschung und Praxis zu SUP (und UVP) von Rehhausen et al. (2018)[11] und Jiricka-Pürrer et al. (im Erscheinen) und das Vorhaben zur Evaluation der SUP-Praxis insgesamt von Führ et al. (2023)[12]. Mit diesen und vielen weiteren Forschungsvorhaben, die über den Ressortforschungsplan des BMUV und des UBA gefördert wurden, sowie über die regelmäßige Unterstützung auch des fachlichen Austausches zur (strategischen) Umweltprüfung auf den UVP-Kongressen, die über die Verbändeförderung des UBA gefördert werden, tragen das BMUV und das UBA dazu bei, dass die Qualität der SUP in Deutschland einen gewissen Standard erfüllt. Dass diese Aktivitäten wichtig sind, zeigen die Verbesserungsbedarfe, die die Evaluationen von Köppel et al. (2018) und Führ et al. (2023) sowie die Arbeiten von Rehhausen et al. (2018), Rehhausen (2019), Geißler et al. (2021) und Geißler et al. (2019) aufzeigen. Damit wird deutlich, dass das BMUV und das UBA als auf Bundesebene institutionell zuständige Akteure für das Erreichen einer guten Praxis der SUP Maßnahmen zur Qualitätssicherung umsetzen[13]. In der Forschung besteht Konsens, dass darüber hinaus für eine effektive Qualitätssicherung auch eine Beteiligung bzw. Beratung durch möglichst unabhängige Stellen mit entsprechender Expertise, z.B. durch staatliche Institutionen oder Beratungsgremien in konkreten SUP-Verfahren wichtig ist[14]. Gute Praxisbeispiele international sind dabei beispielsweise in den Niederlanden die Netherlands Commission for Environmental Assessment[15] oder in Canada die Impact Assessment Agency of Canada[16] (vgl. auch Günther et al., 2017; Rehhausen et al., 2018). Auch unabhängige Beratungsgremien zur SUP sind aus der Praxis bekannt, wie z.B. der Wissenschaftliche Begleitkreis zu SUP und zur Aufstellung der Maritimen Raumordnungspläne des Bundesamts für Seeschifffahrt

---

[8] https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/leitfaden-zur-strategischen-umweltpruefung-sup
[9] https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/die-alternativenpruefung-in-der-strategischen
[10] https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/strategische-umweltpruefung-neuartige-plaene
[11] https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/internationale-trends-der-uvp-sup-forschung-praxis
[12] https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/evaluation-der-praxis-der-strategischen
[13] Bei Fuller (1999) als „foundation measures“ beschrieben (vgl. auch Günther et al. 2017, 251).
[14] Dies gehört zu den „systemic measures“ bei Fuller (1999).
[15] Die NCEA liefert unabhängige Stellungnahmen zu allen SUP-Verfahren in den Niederlanden und berät die zuständigen Akteure: https://www.commissiemer.nl/english/about-us/netherlands-commission-for-environmental-assessmen
[16] Die IAAC ist in bestimmten Fällen zuständig für die Durchführung der SUP nach kanadischem Recht und bietet darüber hinaus u.a. auch Trainings zum Thema SUP an und führt das Canadian Impact Assessment Registry in dem alle SUP-Verfahren und die zugehörigen Dokumente öffentlich zugänglich sind: https://www.canada.ca/en/impact-assessment-agency.html

und Hydrographie (BSH)[17] oder auch die „Environmental Review Group“ der Nuclear Waste Management Organization (NWMO)[18] in Kanada.

3.3. Welche Arten von Alternativen sollen in einer SUP geprüft werden?

Die Alternativenprüfung stellt eine zentrale Aufgabe von Umweltprüfungen dar. Um den Zielen des Vorsorge-[19] und Vermeidungsprinzips gerecht zu werden und ein hohes Umweltschutzniveau zu erreichen, sollen in Entscheidungen zu Policies[20], Plänen, Programmen und Projekten alternative Lösungsmöglichkeiten mitgedacht werden, unter Umweltgesichtspunkten analysiert und bewertet werden und damit einen Beitrag zu einer informierten Entscheidungsfindung leisten. Lyhne et al. (2021) und auch Partidário und Coutinho (2011) weisen dabei daraufhin, dass Entscheidungsprozesse nicht durch einen einzigen Akt der Entscheidung charakterisiert sind („die Annahme des Plans/Programms“), sondern durch eine Vielzahl von Entscheidungen im Planungsprozess. Damit geht einher, dass bei der Alternativenprüfung nicht nur die Frage relevant ist, gibt es eine Alternative zum vorgeschlagenen Plan/Programm, sondern gibt es Alternativen bzw. andere Optionen für die einzelnen Entscheidungen, die im Planungsprozess getroffen werden und somit eben auch für die einzelnen Komponenten und Festlegungen in einem Plan/Programm.

Weiterhin ist es für die Alternativenprüfung in einer SUP entscheidend, für was für eine Aktivität die SUP durchgeführt wird. Dabei wird in der Literatur grundsätzlich unterschieden zwischen Policies, Plänen und Programmen für die eine SUP ganz grundsätzlich in Frage kommt. Arts et al. (2011) haben dazu eine breit akzeptierte Definition von Policies, Plänen und Programmen verfasst, die in der folgenden Abbildung 1 dargelegt ist. Dabei ist es wichtig zu beachten, dass die im deutschsprachigen Kontext gängige Verwendung der Begriffe „Plan“ bzw. „Programm“ nicht notwendigerweise mit diesen Definitionen

---

[17] https://wp.bsh.de/blog/tag/wissenschaftlicher-begleitkreis/

[18] Die Environmental Review Group (ERG) wurde 2018 gegründet und liefert unabhängige Experteneinschätzungen zur Umweltprüfung im Kontext der Standortsuche für ein Endlager in Kanada. Die Planung des Umweltprüfungsprozesses sowie der Öffentlichkeitsbeteiligung wurde durch die ERG unterstützt. Die Gruppe trifft sich vierteljährlich und veröffentlicht jährlich einen Bericht zur Dokumentation ihrer Aktivitäten (https://www.nwmo.ca/Who-we-are/How-Were-Governed/Review-Groups/Environmental-Review-Group).

[19] Das Vorsorgeprinzip ist seit 1992 im Principle 15 der Rio Declaration verankert: *"In order to protect the environment, the precautionary approach shall be widely applied by States according to their capabilities. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty shall not be used as a reason for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation.“* (UN, 1992).
Auf der Ebene der EU ist das Vorsorgeprinzip zentral im Article 191 des „Treaty on the Functioning of the European Union“ (TFEU) verankert. Dort heißt es in Nummer 2: “*Union policy on the environment shall aim at a high level of protection […]. It shall be based on the precautionary principle and on the principles that preventive action should be taken, that environmental damage should as a priority be rectified at source and that the polluter should pay. […]”.*

[20] (Strategische) Umweltprüfungen für Policies, d.h. übergeordnete Strategien oder auch Gesetzesvorschläge werden durch die SUP-Richtlinie der EU nicht eingefordert und sind somit in der EU nicht verbindlich verankert. Für die Auslegung, was unter den Anwendungsbereich der SUP-Richtlinie fällt und als Plan oder Programm verstanden wird, sind auch die Auslegungen des Europäischen Gerichtshof von Relevanz, wie beispielweise im Urteil vom 25. Juni 2020 In der Rechtssache C-24/19.
Einzelne Länder in der EU, beispielsweise Schottland, haben in ihren nationalen Gesetzen allerdings festgelegt SUPn auch für Policies verpflichtend durchzuführen, sind in der EU aber eher die Ausnahme und auch in Deutschland gibt es keine Pflicht einer SUP für Policies. Über mögliche Implikationen dieser Situation wurde u.a. auch bei Köppel et al. (2018) diskutiert. Im Ursprungsland der Umweltprüfungen, den USA, sind auch Policies seit der Verabschiedung des nationalen Gesetzes zur Umweltprüfung (dem „National Environmental Policy Act“ – NEPA) mit einer Umweltprüfung zu erstellen (Köppel et al., 2012; Geißler, 2013) und beispielsweise auch in Peru gibt es eine Pflicht für SUPn für Policies (Biehl et al., 2019).

übereinstimmt, sondern durchaus auch sogenannte „Programme“ Elemente von Policies und/oder Plänen nach der Definition von Arts et al. (2011) beinhalten können.

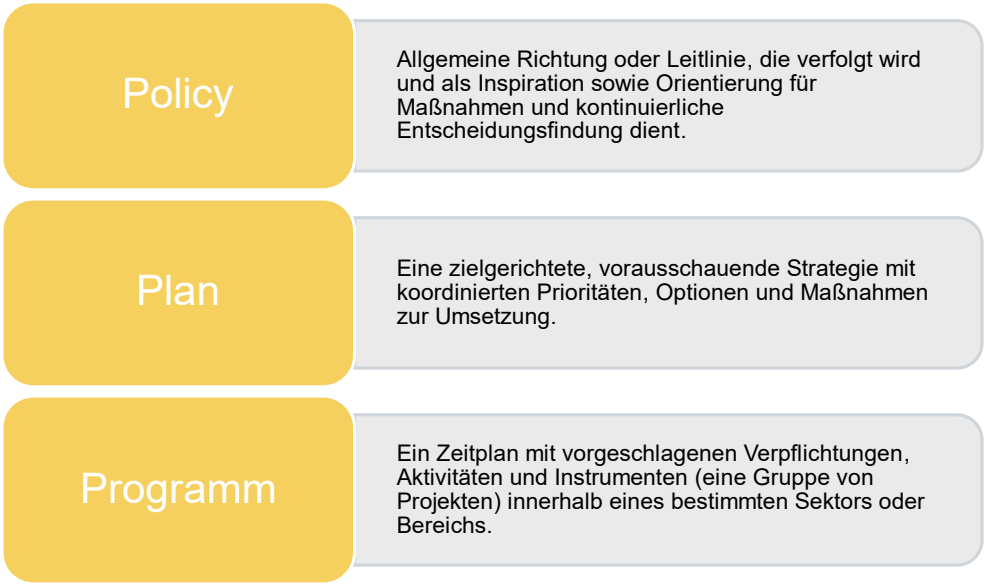

Abbildung 1. Definition von Policies, Plänen und Programmen, verändert und übersetzt nach Arts et al. (2011).

Aus der Abbildung und den Definitionen geht deutlich hervor, dass Policies, Pläne und Programme unterschiedliche Charakteristika aufweisen. Daraus leiten Arts et al. (2011) und viele andere Autor*innen ab, dass SUPn angepasst auf die jeweiligen Aktivitäten und den jeweiligen Planungskontext sein müssen und sich daraus auch unterschiedliche Typen von SUPn ergeben (vgl. z.B. Fischer, 2010; Noble & Nwanekezie, 2017; Riehl & Winkler-Kühlken, 1995) und sich dabei insbesondere auch die Alternativenprüfung unterscheidet und andere Typen von Alternativen jeweils in Frage kommen (Jiricka-Pürrer et al., 2018). Noble und Nwanekezie (2017) unterscheiden hier zwischen SUP-Verfahren, die auf dem Konzept der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) basieren und solchen, die eher Strategie-basiert sind. Rehhausen et al. (2021) wie auch andere Autor*innen argumentieren, dass abhängig von der Art der strategischen Aktivität sowohl mehr UVP-basierte wie auch Strategie-basierte SUP-Typen relevant sind und durchaus in einem komplexen und abgeschichteten Planungskontext miteinander in Bezug stehen können und sich sinnvoll ergänzen können. Dabei ist es wichtig, dass sich die Alternativenprüfung jeweils auf die Entscheidungen im aktuellen Verfahren bezieht zu dem die (Strategische) Umweltprüfung durchgeführt wird und, dass in gestuften Entscheidungsprozessen eine sinnvolle Abschichtung von Alternativenprüfungen zu nachfolgenden Planungsschritten erfolgt (Peters et al., 2020). Für SUP-Prozesse, die für Policies durchgeführt werden bzw. in Entscheidungsprozessen bei denen Policy-Elemente eine zentrale Rolle einnehmen, werden Strategie-basierte SUP-Verfahren als der geeignete Ansatz angesehen (Noble und Nwanekezie, 2017).

Für die Prüfung möglicher Alternativen in der SUP bedeutet dies u.a., dass unterschiedliche Typen von Alternativen in unterschiedlichen SUP-Verfahren geprüft werden sollten und dies an den konkreten Einzelfall angepasst erfolgen muss. Jiricka-Pürrer et al. (2018) beispielsweise unterscheiden vier Typen von Alternativen: konzeptionelle („conceptual alternatives“), Dimensions-Alternativen, („dimension alternatives“), räumliche („locational alternatives“) und technische Alternativen („technical alternatives“). Im SUP-Leitfaden zur Alternativenprüfung für Irland, der international als gute Praxis

wahrgenommen wird, unterscheiden Gonzalez et al. (2015) ebenfalls vier Typen von Alternativen, die Ähnlichkeiten zur Systematisierung von Jiricka-Pürrer et al. (2018) aufweisen. Abbildung 2 beschreibt die Alternativen, die bei Gonzalez et al. (2015) definiert werden und die zentralen Fragen, die durch die Alternativen beantwortet werden. Dabei geht es bei der ersten Ebene um Alternativen, die sich mit dem grundsätzlichen Bedarf für einen aufzustellenden Plan oder ein Programm auseinandersetzen. Beispielsweise können die Bedarfs-Szenarien des Szenariorahmens für den Ausbau der Hochspannungsnetze[21] in Deutschland als Alternativen dieser Kategorie angesehen werden. Im Kontext der Endlagerung von atomaren Reststoffen könnten dies Szenarien in Bezug auf unterschiedliches denkbares Abfallaufkommen sein, falls Konzepte wie SMRs oder ein Wiedereinstieg in die Energieerzeugung aus Kernenergie realisiert werden sollten (vgl. dazu Kap. 5.6). Im zweiten Schritt geht es um Fragen grundsätzlicher Methoden oder Prozesse, um die jeweiligen Probleme, die einer Planung zugrunde liegen zu lösen. Dies könnten im Kontext des Umgangs mit atomaren Reststoffen zum Beispiel alternative Konzepte zur Zwischenlagerung (zentral, dezentral, Mischform, oberirdisch, unterirdisch o.ä.) sein. Je konkreter und auch räumlich verortetet die Inhalte eines Plans oder Programms werden, desto konkreter werden auch die Fragen, die durch die Alternativen beantwortet werden sollten. D.h. Fragen zum Standort, zu technischen Modifikationen oder zu zeitlichen Priorisierungen bei der Umsetzung. Letztere finden sich beispielsweise in den Festsetzungen der Flächenentwicklungspläne[22] des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie, wenn die zeitlich gestaffelte Realisierung bzw. Ausschreibung von Flächen für die Offshore Windenergie im Plan festgelegt wird und dazu Alternativen geprüft, diskutiert und abgewogen werden (BSH 2023).

Abbildung 2. Typen von Alternativen in Strategischen Umweltprüfungen, verändert und übersetzt nach Gonzalez et al. (2015).

[21] https://www.bundesnetzagentur.de/1018446#Szenariorahmen

[22] Im Flächenentwicklungsplan werden die für die Umsetzung der gesetzlich festgelegten Ausbauziele für die Windenergie auf See Flächen ausgewiesen und damit die Inhalte des Maritimen Raumordnungsplans konkretisiert (https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresfachplanung/Flaechenentwicklungsplan/flaechenentwicklungsplan_node.html).

Im Umweltbericht zur SUP soll im Bezug auf die Alternativenprüfung dann dokumentiert werden, wie die geprüften Alternativen identifiziert und ausgewählt wurden, wie sich die möglichen Auswirkungen der geprüften Alternativen unterscheiden und welche Alternativen aus Umweltsicht präferiert würden. Diese Schritte der Alternativenprüfung sind anerkannter Stand der Forschung und Praxis und werden in vielfältigen Leitfäden beschrieben[23] (u.a. Gonzalez et al., 2015; Peters et al., 2020).

4. Hintergrund zur Aufstellung des Nationalen Entsorgungsprogramms

4.1. Welche Erfahrungen wurden bei der ersten Aufstellung des NaPro 2015 und der SUP gemacht?

Bei der Aufstellung des ersten NaPro von 2015 wurde eine SUP durchgeführt und in diesem Rahmen auch die Öffentlichkeit beteiligt. Die eingegangenen Stellungnahmen zum NaPro und zur Dokumentation der SUP im Umweltbericht sind auf den Webseiten des BMUV veröffentlicht.

Bereits bei der Aufstellung des NaPro 2015 wurde im Hinblick auf die Prüfung von Alternativen und alternativen Optionen Kritik durch die Öffentlichkeit geäußert. Dabei wurde in den Stellungnahmen auf eine frühzeitige Kommunikation zum Thema Alternativenprüfung und eine Prüfung weiterer Alternativen verwiesen, der in der weiteren Planung nicht nachgekommen wurde. Auch wurde Kritik geäußert, dass die Herleitung und Auswahl der berücksichtigten und geprüften Alternativen im Umweltbericht nicht transparent erfolgt sei (BMUV, 2015). Weiterhin wurde in einer Stellungnahme kritisiert, dass im NaPro erkennbare Zeitprobleme bei der Standortsuche für ein Endlager nicht berücksichtigt wurden. Auch wurde Kritik geübt an der Berücksichtigung der Themen Zwischenlagerung und den Auswirkungen möglicher Störfälle (ebd.).

Weitere Hinweise der Öffentlichkeit bezogen sich auf den Zeitrahmen und das Format der Öffentlichkeitsbeteiligung, die Fristen wurden als zu knapp und in den Osterferien liegend kritisiert und die Information über den Planungsprozess, die SUP und die Option der Beteiligung als nicht transparent genug[24]. Auch wurde angesprochen, dass keine frühzeitige Information der Öffentlichkeit über den laufenden Planungsprozess und keine vorab Ankündigung zum Beteiligungszeitraum erfolgte (BMUV, 2015). Dabei wurde auf die nicht sachgemäße Umsetzung der Anforderungen aus der Aarhus-Konvention[25] bei der Öffentlichkeitsbeteiligung zu NaPro und SUP hingewiesen (ebd.).

Die Stellungnahmen führten in der Mehrzahl zu keinen Veränderungen am Umweltbericht oder am NaPro, es wurden in der Bewertung der Stellungnahmen die Gründe für das gewählte Vorgehen angeführt und mehrfach auf den engen Zeitplan für die Erstellung des NaPro 2015 verwiesen (BMUV, 2015).

Für die Aufstellung des NaPro 2025 wären die eingegangenen Stellungnahmen aus dem Verfahren 2025 und die geäußerte Kritik eine Gelegenheit, diese in Bezug auf die Ausgestaltung des Aufstellungs-

---

[23] Gonzales et al. beschreiben im Irischen Leitfaden zur Alternativenprüfung in der SUP: „SEA alternatives stage can be divided into three stages: (1) identification and development; (2) assessment and comparison; and (3) selection and reporting of alternatives." (Gonzales et al., 2015, 1).

[24] Die Informationen seien nur über die Website der BMUV mit relativ versteckter Unterseite zu finden gewesen (BMUV, 2015).

[25] EG-Verordnung über die Anwendung der Bestimmungen des Übereinkommens von Aarhus über den Zugang zu Informationen, die Öffentlichkeitsbeteiligung an Entscheidungsverfahren und den Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten auf Organe und Einrichtungen der Gemeinschaft

verfahrens des NaPro 2025 und die Durchführung der SUP zu berücksichtigen und nunmehr fortgeschritten auszugestalten.

4.2. Wie ist der aktuelle Stand der NaPro-Aufstellung 2025 und der SUP? Welche Anforderungen an die SUP und die Alternativenprüfung wurden eingebracht?

Das BMUV leitet die derzeitige Erstellung des aktualisierten NaPro und führt eine SUP durch. Am 8. Oktober 2024 fand ein Scoping-Termin statt, bei dem der Untersuchungsrahmen für die SUP mit Behörden, Umweltverbänden, dem NBG und anderen Beteiligten erörtert wurde. Das mit der Erstellung des Umweltberichts beauftragte Öko-Institut erstellt basierend auf den Festlegungen beim Scoping einen Umweltbericht, der die Auswirkungen der im NaPro geplanten Maßnahmen prognostiziert und bewertet.

In den eingegangenen Stellungnahmen wurde vielfach angeregt, dass unterschiedliche Szenarien oder Alternativen in der SUP geprüft werden sollten und nicht nur die „Nullvariante“ (Szenario, in dem keine Umsetzung des NaPro stattfindet) als Vergleich herangezogen werden sollte. Diese Alternativen-Betrachtungen sollten sich vor allem auf die Art der weiteren Zwischenlagerung von hochradioaktiven Abfällen, den Standort der Konditionierung von hochradioaktiven Abfällen, den/die Standort(e) für die Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle sowie den Umgang mit schwächer radioaktiven Stoffen beziehen.

Im Detail wurde die Betrachtung der Konsolidierung der zwischengelagerten Abfälle in wenigen regionalen Lagern, eine verbunkerte (Zwischen-)Lagerung oder der Neubau von Zwischenlagern als Alternativen zur längeren Zwischenlagerung der radioaktiven Abfälle an den aktuellen Standorten und in der bisherigen Weise gefordert. Es gab weiterhin den übergeordneten Hinweis, dass getroffene Entscheidungen, insbesondere bei Vorhandensein mehrerer Alternativen, hinreichend zu erläutern und begründen sind.

Außerdem wurde festgehalten, dass technisch mögliche und oft diskutierte, aber praktisch unerprobte alternative Entsorgungswege für hochradioaktive Abfälle thematisiert werden sollten. In diesem Zusammenhang sollte auch dargestellt werden, warum die tiefengeologische Endlagerung, als bisher aktiv verfolgter Entsorgungsweg in Deutschland, aus aktueller Forschungsperspektive weiter zu bevorzugen ist Zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle wurde angebracht, dass die zentrale Konditionierung in einem Eingangslager mit einer dezentralen Konditionierung zu vergleichen sei.

Thematisiert wurden auch Unsicherheiten in der Entsorgung der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle. Stellungnehmende forderten ein eigenständiges Standortauswahlverfahren für ein Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle. Währenddessen einige die bereits im Jahr 2002 planfestgestellte Schachtanlage Konrad als nicht mehr geeigneten Endlagerstandort erachten und deshalb die Notwendigkeit eines neuen Standortes sehen, besteht für andere die Relevanz hinsichtlich einer integrierten Entsorgung am Endlagerstandort für hochradioaktive Abfälle. Zusätzlich wurde eine Alternativen-Betrachtung zur bisherigen Freigabepraxis von schwach radioaktiven Abfällen thematisiert.

Am Scoping-Termin nahmen insgesamt unter 20 Vertreter*innen von zivilgesellschaftlichen Organisationen und betroffenen Behörden teil, was eine geringe Anzahl für ein Programm mit nationaler Bedeutung darstellt. Zum Scoping-Termin wurde durch das BMUV gezielt eingeladen, eine Möglichkeit der Beteiligung der allgemeinen Öffentlichkeit bestand nicht. Weder auf der Website des BMUV noch

im Umweltprüfungs-Portal des Bundes[26] fanden sich zum Zeitpunkt des Scopings Informationen zum aktuellen Planungs- und SUP-Prozess. Auch eine Dokumentation des Scoping-Termins wurde bis zum 20.02.2025 nicht veröffentlicht, diese wurde allerdings auf Nachfrage der Autor*innen dieses Berichts vom BMUV veranlasst und erfolgte kurz daraufhin[27]. Durch diesen Mangel an öffentlich zugänglichen Informationen über den Aufstellungsprozess des NaPro und die aktuell durchgeführte SUP wird eine breite gesellschaftliche Beteiligung erschwert. Diese Situation ähnelt derer der NaPro-Aufstellung und SUP im Jahr 2015. Der Umstand wurde in den damaligen Stellungnahmen bereits deutlich kritisiert und eine frühzeitige Information der Öffentlichkeit vor der Bekanntmachung der offiziellen Beteiligungsfrist eingefordert (vgl. Kap. 4.1).

Andere Bundesbehörden haben dazu in der Vergangenheit gute Praxis etabliert, beispielsweise das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) wie auch die Bundesnetzagentur (BNetzA). Beide Institutionen haben frühzeitig mit Planungsbeginn bzw. sogar davor auf ihren Webseiten über die Planungsabsicht und den Beginn der SUP berichtet und damit der allgemeinen wie auch der organisierten Öffentlichkeit die Gelegenheit gegeben, sich auf kommende Beteiligungsschritte einzustellen bzw. sich in frühen Phasen zu beteiligen.[28]

5. Wie sollte die SUP die Aufstellung des NaPro 2025 unterstützen und welche Anforderungen sind dazu zu erfüllen?

Die Fortschreibung des NaPro hat zum Ziel, eine „programmatische Gesamtschau“ (BMUV, 2024c, S. 4) des Managements nuklearer Abfälle in Deutschland zu entfalten. Nationale Strategien sind in den Säulen ihrer Ausgestaltung dabei nie alternativlos. Zwar mögen sich für die jeweiligen Programm-Verantwortlichen häufig Präferenz-Lösungspfade anbieten. Hinzu tritt eine gewisse Pfadabhängigkeit, also eine selbstverstärkende Wahrnehmung einmal eingeschlagener Lösungspfade (Grubler & Wilson, 2013), wie etwa der längeren Zwischenlagerung an bestehenden Standorten. Gleichzeitig erfolgt die NaPro Fortschreibung zu einem Zeitpunkt, wo selbst eine Wiederaufnahme nuklearer Energieversorgung und das Hinzukommen neu(artig)er Reststoffe als ein Szenario nicht ausgeschlossen werden können[29] (vgl. z.B. CDU/CSU, 2025).

---

[26] Auch wenn das Umweltprüfungs-Portal des Bundes (https://www.uvp-portal.de/de) originär für die Veröffentlichung von Informationen aus UVP-Verfahren geschaffen wurde und bisher genutzt wird, wurde hier durch das betreibende Umweltbundesamt eine Erweiterung auch auf die SUP vorgenommen, so dass jetzt auch (auf freiwilliger Basis) SUP-Verfahren und Informationen eingestellt und veröffentlicht werden können.

[27] Auf Nachfrage bei den zuständigen Mitarbeiter*innen des BMUV zur Veröffentlichung des Scopingprotokolls wurde die Freigabe des Protokolls zur Veröffentlichung auf der Website des BMUV veranlasst und es ist seit dem 20.02.2025 auf der FAQ-Seite zum Nationalen Entsorgungsprogramm ("Wann wird das Nationale Entsorgungsprogramm aktualisiert?") des BMUV veröffentlicht: https://www.bmuv.de/faqs/faq-nationales-entsorgungsprogramm.

[28] Das BSH dokumentiert die Planungsschritte und die Schritte der Öffentlichkeitsbeteiligung und Umweltprüfung zu den 2021 verabschiedeten Raumordnungsplänen für den marinen Bereich auf der folgenden Webseite: https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresraumplanung/Raumordnungsplan_2021/raumordnungsplan-2021_node.html. Dort sind auch die öffentliche Bekanntmachung zur Einladung zum Scopingtermin im März 2020 und die eingegangenen Stellungnahmen zum Download noch verfügbar.

[29] Im Wahlprogramm von CDU und CSU zur vorgezogenen Bundestagswahl am 23.2.2025 heißt es beispielsweise *„Wir halten an der Option Kernenergie fest. Dabei setzen wir auf die Forschung zu Kernenergie der vierten und fünften Generation, Small Modular Reactors und Fusionskraftwerken. Die Wiederaufnahme des Betriebs der zuletzt abgeschalteten Kernkraftwerke prüfen wir*.“ (CDU/CSU, 2025, S. 2). Dies wird im Programm weiter ausgeführt „Option Kernenergie. Gerade auch mit Blick auf die Klimaziele und die Versorgungssicherheit hat diese eine bedeutende Rolle. Dabei setzen wir auf die Forschung zu Kernenergie der vierten und fünften Generation, Small

Auch die zugehörige SUP muss diese programmatische Gesamtschau adäquat aufnehmen können. Es geht also keineswegs um eine Art vorläufiger Projekt-Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) (vgl. Kap. 3.3), wie etwa noch im NaPro 2015 am Beispiel der Standortsuche für ein Endlager für die hochradioaktiven Reststoffe missverständlich erkenntlich war; selbstverständlich hätte dort die SUP in einem erheblich früheren Stadium ansetzen müssen als erst für die Phase der oberirdischen Erkundung eines Standortes (einschließlich Tiefbohrungen)[30].

5.1. Was ist die Aufgabe von SUPs auf Bundesebene wie zum NaPro?

Mit dem häufigeren Auftreten nationaler Pläne und Programme vor etwa einem Jahrzehnt waren auch die Herausforderungen der damit einhergehenden SUPs vermehrt in den Blick geraten. Das Umweltbundesamt vergab dazu ein Forschungsvorhaben „Strategische Umweltprüfung und (neuartige) Pläne und Programme auf Bundesebene – Methoden, Verfahren und Rechtsgrundlagen“ (Köppel et al., 2018). Im Kern wurde dort die frühzeitige, interaktive und chronologische Verknüpfung bei der Erstellung eines Plans/Programms mit den jeweiligen Arbeitsschritten der SUP gemäß dem internationalen Stand der Forschung herausgearbeitet. Weiterentwicklungsbedarf wurde unter anderem bei der Alternativenprüfung, der Prüfung kumulativer Wirkungen, der Öffentlichkeitsbeteiligung und der Umweltüberwachung gemäß SUP festgestellt.

Auch für das Handlungsfeld der Entsorgung und Lagerung radioaktiver Abfälle sind dem Schlussbericht zum Vorhaben Hinweise zum NaPro 2015 zu entnehmen (Köppel et al., 2018, S. 171-184). Die Alternativenprüfung im SUP-Umweltbericht (Steinhoff et al., 2015) umfasste lediglich eine als nicht vernünftig zu betrachtende Nullvariante. Der Umweltbericht entsprach eher dem Charakter einer Umweltprüfung einzelner Teilaspekte als einer programmatisch reflektierenden SUP und verblieb weitgehend vage. Das Schutzgut Klima wurde nicht berücksichtigt. Angaben zur Überwachung (§ 45 UVPG) fehlten. Die SUP zum NaPro 2015 bot somit hinlänglich Lernpotential für die aktuelle Fortschreibung.

Dabei kommt der SUP für ein nationales Programm die rahmensetzende Aufgabe zu, nachfolgende Pläne/Programme ebenso wie nachfolgende Zulassungen bzw. Genehmigungen von Vorhaben zu informieren und wo möglich zu entlasten. Die folgenden Umweltprüfungen sollen sich auf zusätzliche oder andere erhebliche Umweltauswirkungen sowie auf erforderliche Aktualisierungen und Vertiefungen beschränken (§ 39 UVPG). Dies stellt einen wichtigen Merksatz auch für die Erstellung des NaPro 2025 und seiner SUP sowie das vorliegende Kurzgutachten dar: Es gilt, den Prüfungsumfang der SUP für das NaPro bereits so grundlegend auszugestalten, dass sich für nachfolgende Ebenen und Vorhaben möglichst effektiv zugeschnittene Prüfungsumfänge ergeben, vgl. UVPG § 39 (3), letzter Satz).[31]

Modular Reactors und Fusionskraftwerken. Gleichzeitig streben wir schnellstmöglich eine fachliche Bestandsaufnahme an,
ob angesichts des jeweiligen Rückbaustadiums eine Wiederaufnahme des Betriebs der zuletzt abgeschalteten Kernkraftwerke unter vertretbarem technischem und finanziellem Aufwand noch möglich ist.“ (ebd., S.20).

[30] NaPro 2015, Kap. 5.1.1 (BMUB, 2015, S. 49 f.)

[31] „Bei nachfolgenden Plänen und Programmen sowie bei der nachfolgenden Zulassung von Vorhaben, für die der Plan oder das Programm einen Rahmen setzt, soll sich die Umweltprüfung auf zusätzliche oder andere erhebliche Umweltauswirkungen sowie auf erforderliche Aktualisierungen und Vertiefungen beschränken.“

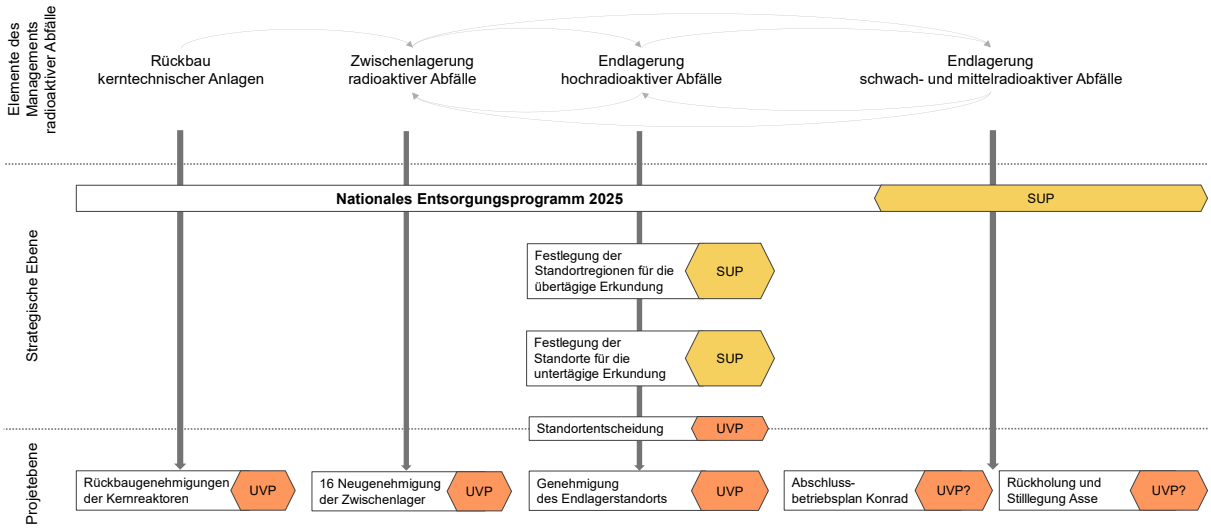

Abbildung 3. Umweltprüfungen, für welche die Vorgaben des NaPro 2025 maßgebend sind (eigene Darstellung basierend auf BMUV, 2024c)

Dies begründet sich auch daher, dass im NaPro durchaus Entscheidungen getroffen werden, die sodann auf nachfolgenden Ebenen gar nicht mehr entscheidend geprüft werden können. Das betrifft etwa die programmatische Strategie zur Zwischenlagerung (dezentral-/regional/-zentral), die in einzelnen Neugenehmigungsverfahren und ihren Projekt-Umweltverträglichkeitsprüfungen an den bestehenden Zwischenlagerstandorten kaum mehr hinterfragt werden können. Zu nennen ist auch die Festlegung auf eine zentral am Endlager zu errichtende Konditionierungsanlage im Gegensatz zu mehreren dezentralen Anlagen, etwas, was außer im NaPro soweit nicht geregelt scheint. Damit erfolgt durch die Festlegungen und Entscheidungen im NaPro zum Teil eine Einschränkung des Abwägungsspielraums für Alternativen auf nachfolgenden Planungs- und Entscheidungsebenen. Auf die besondere Relevanz der übergeordneten Planung und der SUP in diesem Fall gehen auch Peters et al. (2020) ein. Sie erläutern am Beispiel der Bedarfsplanung für Hochspannungsleitungen auf Bundesebene, dass auf der übergeordneten Ebene all diese Aspekte und Alternativen zu prüfen sind, die auf den folgenden Ebenen nicht mehr adressiert werden können.

Zu fragen ist weiterhin etwa: Wie kann die SUP für das NaPro die nachfolgenden zwei SUPs zur Standortsuche für ein Endlager für den hochradioaktiven Abfall (gemäß StandAG – Standortauswahlgesetz) informieren und entlasten? Welche Abschichtungshinweise (vgl. Kap. 3.3) sollen aus der SUP zum NaPro dahingehend gegeben werden? Gleichzeitig trifft es gerade nicht zu, dass Aspekte der (nunmehr erheblich längere) Zwischenlagerung lediglich in den lokalen Genehmigungsverfahren und ihrer Projekt-Umweltverträglichkeitsprüfung zu verfolgen seien. Auch das Thema Zwischenlagerung benötigt – zumal angesichts der erheblichen jüngeren Unwägbarkeiten bis zur Endlagerung (BGE, 2022) – eine programmatische Behandlung im NaPro und seiner SUP.

5.2. Welche Alternativen sind für die SUP zum NaPro grundsätzlich beachtlich?

In der Scoping-Vorlage vom August 2024 wird eine Betrachtung von Alternativen von vornherein weitgehend ausgeschlossen (BMUV, 2024d, S. 23), da es keine „vernünftigen“ Alternativen gebe.[32] Im Sinne der dennoch rechtlich erforderlichen Betrachtung der Nullvariante bei Nichtdurchführung des NaPro wird die Langzeitzwischenlagerung knapp thematisiert.

Der Begriff „vernünftig“ aus der europäischen SUP-Richtlinie und der Umsetzung im UVPG ist allerdings „eher weit zu verstehen“ (Peters et al., 2020). Als vernünftig im Sinne des UVPG gelten andere Alternativen, mit denen sich das Plan- oder Programmziel ebenfalls erreichen lässt. Dies betrifft sämtliche Alternativen, die nicht offensichtlich fern liegen (ebd.). Die Nullalternative, mit der die Auswirkungen der Nichtdurchführung des Plans dargestellt werden sollen, muss dabei zwar keine vernünftige Alternative darstellen (Balla et al., 2009; Köppel et al., 2018), soll aber als Referenz- oder Bezugsrahmen für die Bewertung der Umweltauswirkungen der möglichen Alternativen genutzt werden (Führ et al., 2023; González et al., 2015).

Im vorzulegenden Umweltbericht zur SUP zum NaPro verbleibt daher zu prüfen, wie gewissenhaft und nachvollziehbar gegebenenfalls Begründungen für die Nichtberücksichtigung von durchaus bekannten z. B. alternativen Zwischen- und Endlagerkonzepten dargelegt werden (vgl. Kap. 3.3). Es kann nicht bei teilweise apodiktisch kurzgefassten Setzungen zur „Un-Vernünftigkeit“ alternativer Betrachtungen bleiben. Eine bloße Verfolgung eines Präferenzszenarios für Zwischen- und Endlagerung läuft Gefahr, die nicht weiter betrachteten Alternativen nicht hinreichend erörtert zu haben. Hinzu kommen vermehrt ungewisse zeitliche Interdependenzen zwischen Zwischen- und Endlagerung sowie neuartige Bedrohungsszenarien terroristischer und kriegerischer Art (vgl. Kap. 5.4).

Der Prüfungsumfang der SUP sowie zu betrachtende Alternativen, sei es systemisch-konzeptioneller, technologischer, räumlicher Art oder aufgrund von zeitlichen Interdependenzen (vgl. Kap. 3.3), sind im Zuge der Erörterung des SUP-Untersuchungsrahmens (BMUV, 2024d) durchaus aufgerufen worden (vgl. Kap. 4.2). Teilweise betrifft dies Aspekte, die zwar bereits bei der NaPro-Erstellung im Jahr 2015 bekannt waren, aber ihrer programmatischen Klärung weiterhin entgegensehen. Im Gegensatz zum geplanten Vorgehen in der SUP, welches im Scoping vorgestellt wurde, sollten insbesondere auch für die Grundlagen der Entsorgungspolitik und die dort beschriebenen Eckpunkte eine Diskussion potenzieller Alternativen erfolgen und zumindest eine transparente Begründung für die Nicht-Berücksichtigung bzw. Vertiefung denkbarer Alternativen dargelegt werden.

5.3. Welche Äußerungen der Öffentlichkeit zum Untersuchungsrahmen sind zu berücksichtigen (vgl. Kap. 4.2)?

Die im SUP-Untersuchungsrahmen für den zu erstellenden Umweltbericht darzulegenden Angaben haben dabei „der Behörde bekannte Äußerungen der Öffentlichkeit“ (§ 39 (2) UVPG) zu berücksichtigen. Von ihrem Recht zur Äußerung haben u. a. verschiedene Bundesländer, anerkannte zivilgesellschaftliche Organisationen sowie das NBG ausführlich Gebrauch gemacht. Signifikante Fragen insbesondere zu alternativen Betrachtungen wurden aufgeworfen (vgl. Kap. 4.2). Das Aufzeigen verschiedener

[32] „Im Umweltbericht werden daher, unter Darlegung der Begründung, keine grundsätzlichen „vernünftigen Alternativen“ für die Zwischenlagerung und für die Endlagerung der Abfälle betrachtet.“
„Die Zwischenlagerung stellt einen Zwischenschritt in der Entsorgung dar. Zwar könnten die Abfälle in anderen Behältern, in anderen Lagerformen oder an anderen Orten zwischengelagert werden, „vernünftige Alternativen“ im Sinne des UVPG stellen diese Möglichkeiten aber nicht dar.“ (BMUV, 2024d, S. 23)

Szenarien verdeutliche, dass man sich auf alle Eventualitäten vorbereite (NBG, 2024). Thematisiert in Stellungnahmen wurden etwa die Unsicherheiten um die radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II sowie bei der Realisierung der Einlagerung in die Schachtanlage Konrad. Weitere Fragen thematisierten z. B. die empirische Datenlage, die Unterscheidbarkeit gegenüber dem NaPro von 2015, die Abschätzung von Abfallmengen aus unbefristeter Urananreicherung. Eine „Verlängerung der Zwischenlagerung“ stelle bereits ein vorweggenommenes Prüfungsergebnis dar, obwohl erst ergebnisoffene Genehmigungsverfahren anstehen. Zu einer längeren Zwischenlagerung an bestehenden Standorten seien Alternativen wie Konsolidierung der Abfälle in wenigen regionalen Lagern bzw. eine verbunkerte (Zwischen-)Lagerung zu betrachten.

Alternative Betrachtungen dezentraler Konditionierung und Anlieferung versus zentraler Konditionierung im Zuge der Endlagerung seien schon im Hinblick auf Strahlenbelastung zu prüfen. Alternative Szenarien der Lagerung „freigemessener“ Abfälle kämen ebenfalls für den Prüfumfang in Frage (zentrale Deponie versus kommunale Deponien). Angeregt wurde etwa auch ein Standortauswahlverfahren für ein zusätzliches Endlager für schwach- und mittelradioaktive Reststoffe.

5.4. Welcher Prüfumfang darf von der SUP erwartet werden?

Das der SUP zugrundeliegende Prinzip ist die Vermeidung von voraussichtlich erheblichen Auswirkungen der Umsetzung von Plänen und Programmen auf die Umwelt. Informationen über Umweltauswirkungen sollen frühzeitig genutzt werden, um mögliche Vermeidungsstrategien von vornherein mitzudenken und in die Abwägung zwischen unterschiedlichen Lösungsmöglichkeiten und Optionen (also Alternativen) einzubeziehen (vgl. Kap. 3).

Der SUP kommt europarechtlich und in der nationalen Umsetzung im UVPG allerdings kein weitgehendes Gestaltungsmandat zu, welche vernünftigen Alternativen (§ 40 (1) UVPG) gemäß der Zweckbestimmung des Programms/Plans im Einzelnen zu prüfen sind. Gleichzeitig entspricht ein möglichst frühzeitiger Dialog bei der Auswahl zu prüfender Lösungsmöglichkeiten zur Erreichung der Programm-/Planziele einerseits sowie dem Prüfumfang der SUP andererseits in hohem Maße dem internationalen Stand der Forschung und guter SUP-Praxis (vgl. Peters et al., 2020) sowie dem öffentlichen Interesse (vgl. (BMUV, 2024d) und Ausführungen in Kap. 3 und 4). Gefordert sind frühzeitige Hinweis der SUP an die Ausgestaltung des NaPro insoweit als technische, räumliche und zeitliche Vorstellungen des Programms im Einzelnen oder in Kombination zu relevanten Umweltauswirkungen führen könnten. Die de facto und vorsorgliche Verknüpfung zwischen den Programmzielen mit den SUP-Erfordernissen ist naheliegend und zwingend.

Warum sollte ohnehin das fachliche Niveau der SUP zum NaPro höchsten Anforderungen genügen, also sich jenseits einer bloßen Skizzierung von Umweltauswirkungen eines verfolgten Präferenzszenarios bewegen? Das ergibt sich weiterhin aus der Tatsache, dass das zuständige BMUV sowohl für die Entsorgung des nuklearen Abfalls als auch für die Ausgestaltung und Weiterentwicklung von Umweltprüfungen verantwortlich zeichnet (vgl. auch Kap. 3.2).

Erheblich herausgefordert wurde die NaPro Fortschreibung aufgrund sehr unübersichtlich geratener, aber letztlich zentraler Zusammenhänge des zeitlichen Verlaufs der Standortsuche für ein Endlager für den hochradioaktiven Abfall und der darauf so zuvor nicht ausgelegten Zwischenlagerungsstrategie. Es fällt bislang nicht leicht, den Möglichkeitsraum für die eingeräumte erhebliche Verlängerung bis zur Identifizierung eines Endlagerstandortes sowie einem möglichen Beginn der Einlagerung greifbar zu erkennen. Nach Stellungnahmen der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) (BGE, 2022) und dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) (BASE, 2023) wurde ein betreffender

Arbeitskreis „Evaluation und Zeitplan Standortauswahlverfahren“ installiert. Die Sitzungsprotokolle des Arbeitskreises werden seit Mai 2023 auf der Website des BASE veröffentlicht (BASE, 2025a), wobei das Ziel der Stellungnahme zu den von der BGE identifizierten Beschleunigungspotentialen genannt wird. Bis zur Erstellung dieses Gutachtens im Februar 2025 wurden jedoch noch keine grundlegend neuartigen Erkenntnisse bzw. Positionen des Arbeitskreises veröffentlicht.

Für die laufende Erarbeitung von NaPro und SUP lassen sich die fraglichen Zeithorizonte jedoch in Szenarien abbilden. Dies ist unerlässlich, weil gleichzeitig neue Voraussetzungen für eine deutlich längere Zwischenlagerung des hochradioaktiven Abfalls geschaffen werden müssen. Zum Zeitpunkt der Abfassung dieses Kurzgutachtens lag ein dafür in Aussicht gestelltes nationales Regelwerk zur längeren Zwischenlagerung ebenso wenig vor, wie dass bekannt war, mit welchen Zeiträumen für die längere Zwischenlagerung gerechnet wird, wobei es sich um mehrere Dekaden als noch offene Optionen handelt.

Dabei vermag gemäß der Entsorgungskommission (ESK, 2023) die Alternative einer zentralen Zwischenlagerung vor allem dann mit in den Blick zu geraten, wenn die eher konservativen Annahmen bis zur Bereitstellung eines Endlagers sich als plausibler erweisen. Die Umweltauswirkungen verschiedener Zwischenlagerungskonzepte würden sich unterscheiden und bedürfen daher einer Abbildung in der SUP. Zu den Vorteilen einer weiterhin dezentralen Zwischenlagerung könnten weniger Transporterfordernisse und -risiken zählen, während eine zentrale Zwischenlagerung etwa eine erhöhte Gebäudesicherheit und einen ausgeweiteten Schutz vor Unfällen (aus der Luft) sowie terroristischen Gefährdungsszenarien mit sich bringen könnte.

5.5. Wie werden die Pfade nuklearer Entsorgung sinnvoll abgeschichtet und inwiefern betrifft das die SUP?

Je plausibler auch zunächst weniger in Frage kommende Optionen und Lösungs-Szenarien erörtert werden, desto eher wird die eingeschlagene programmatische Strategie überzeugen. Gleichzeitig bietet sich die unschätzbare Möglichkeit, Grundsatzfragen der nuklearen Entsorgung möglichst dahingehen darzulegen, dass im Zuge der nachfolgenden Implementierung der Entsorgungspfade bis hin zu den einzelnen Genehmigungsverfahren grundlegende Aspekte bereits behandelt werden können (Stichwort „Abschichtung“). Dies verbindet sich mit der Hoffnung auf Zeitersparnisse auf nachfolgenden Planungs- und Genehmigungsebenen (González et al., 2015).

Auch hier steht beispielhaft die Darlegung der Grundsatzfragen einer längeren Zwischenlagerung hochradioaktiven Abfalls hervor. Angesichts einer fehlenden weiteren Planungsebene (wie andererseits gemäß StandAG zur Standortsuche für ein Endlager gegeben) dürften ansonsten in jedem einzelnen Neugenehmigungsverfahren an den bestehenden Zwischenlagerstandorten erneut grundsätzliche Fragen und Besorgnisse aufgeworfen werden, was die Alternative einer Zwischenlagerung an anderen Orten betrifft.

Aber auch für den Prozess der Standortsuche für ein Endlager für die hochradioaktiven Abfälle besteht ein erhebliches Abschichtungsdefizit bezüglich des SUP-Prüfumfangs. Bis heute fehlt ein abgestimmter Methodenrahmen für die anschließend durchzuführenden SUPs gemäß StandAG. Letztere weisen zudem eher den Charakter eines vergleichenden Raumordnungsverfahrens zwischen den potenziellen Standortregionen auf; ein grundlegendes Missverständnis, was einen tatsächlichen strategischen Charakter von SUP betrifft (Neugebauer et al., 2022). Der Suchprozess bis dahin, von der weißen Deutschlandkarte zumindest bis zum aktuellen Stand der laut BGE bislang noch ca. 40 % verbliebener Staatskulisse (BGE, 2024b), erfolgte ohne eine explizite und dokumentierte Überprüfung, sei es durch das BASE noch durch eine SUP mit Öffentlichkeitsbeteiligung.

Da von den schließlich in Frage kommenden Standortregionen bzw. deren Regionalkonferenzen „Nachprüfungsaufträge“ (StandAG § 10 (5)) wie zur Auswahl der Standortregionen für die übertägige Erkundung (§ 14 StandAG)) gestellt werden können und dürften, empfiehlt es sich, den Prüfumfang des NaPro bzw. seiner SUP zu nutzen, um eine unabhängige Plausibilisierung der iterativen Verkleinerung der Flächenkulisse zu erlangen. Die in diesem Maßstab durchaus verfügbaren Umweltinformationen (gemäß des Umweltprüfungs-Schutzgutkataloges, vgl. Kap. 3.1) können genutzt werden: Wo muss mit erhöhten umweltbezogenen Raumwiderständen gerechnet werden, wie sehen betreffende Vermeidungskonzepte aus? Welche Abschichtungshinweise können daher mit Blick auf die nachfolgenden SUPn gemäß StandAG gegeben werden?

Der europarechtlich genormten SUP kommt dabei ein gegenüber dem nationalen StandAG erhöhter Aufklärungsbeitrag zu. Dazu zählt etwa das Schutzgut „Bevölkerung“[33] in einer risikoanalytischen Betrachtung (höhere Bevölkerung entsprechend sensitiver[34]), während sich der Suchprozess im StandAG diesen Belangen lediglich über ein nicht obligatorisches Kriterium der Gunst/Ungunst von (ohnehin zu gering gewählten) Siedlungsabständen erstreckt (Neugebauer et al., 2022). Weiterhin hat bislang keine formale Öffentlichkeitsbeteiligung in diesem Prozess stattgefunden, sondern die BGE informiert und konsultiert rein informell; erreicht wird dabei ein kleiner Ausschnitt der nationalen Öffentlichkeit von in etwa 500 Teilnehmenden (z. B. 3. Forum Endlagersuche November 2024; BGE, 2024a).

Gemäß der Scoping-Vorlage zur SUP zum NaPro werden „Annahmen zu besonders empfindlichen Schutzgütern […] getroffen“ (BMUV, 2024d, S. 12) sowie „[…] bei der Bewertung der Umweltauswirkungen das Vorkommen von empfindlichen Schutzgütern oder geschützten Umweltbestandteilen im Untersuchungsraum unterstellt“ (ebd., S. 13). So darf von der laufenden SUP zum NaPro erwartet werden, zumindest für die aktuelle ca. 40 % Gebietskulisse gemäß BGE Endlagersuche Navigator (BGE, 2025) auf mögliche umwelt- und bevölkerungsbezogene (Schutzgut Mensch) Raumwiderstände vorsorglich hinzuweisen und der Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen der SUP zuzuführen. Von Bedeutung sind jedwede Abschichtungshinweise für die nachfolgenden SUPn gemäß StandAG, gerade weil für letztere bislang keine belastbare und abgestimmte Konzeption verfügbar ist. Erfahrungen mit SUPn zu nationalen Programmen und Plänen sowie zur Verfügung stehenden Umwelt-Datenbasen sind verfügbar[35].

5.6. Was bedeutet die teilweise Infragestellung der Energiewende und die Rückwendung zu nuklearen Energieoptionen für NaPro und SUP?

Darüber hinaus fällt die Verabschiedung des NaPro in einen Zeitraum, zu dem grundlegende Ziele und Zeithorizonte der Energiewende sowie des Endes der nuklearen Energieversorgung in Frage gestellt

[33] Die europäische SUP-Richtlinie benennt bezüglich der Informationen für den Umweltbericht (in Anhang I unter anderem (f) die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen, einschließlich der Auswirkungen auf Aspekte wie die biologische Vielfalt, die Bevölkerung, die Gesundheit des Menschen, Fauna, Flora, Boden, Wasser, Luft, klimatische Faktoren, u.v.m.

[34] Die EU SUP-RL benennt als Kriterien für die Bestimmung der voraussichtlichen Erheblichkeit von Umweltauswirkungen (Anhang II) u. a. den Umfang und die räumliche Ausdehnung der Auswirkungen (geographisches Gebiet und Anzahl der voraussichtlich betroffenen Personen).

[35] Dazu kann z.B. auf die Erfahrungen der Bundesnetzagentur im Kontext der Bedarfsermittlung für die Hochspannungsnetze verwiesen werden.

werden. Auch das BASE bemerkte in einer repräsentativen Befragung im Rahmen eines Forschungsvorhabens zuletzt einen abnehmenden Konsens hinsichtlich des Atomausstieges [36] (BASE, 2024).

In diesen weiteren Kontext fällt auch die anhaltend vorgetragene Option von (Partitionierung und) Transmutation hochradioaktiver Abfälle und (sei es vagen) Implikationen für die Endlagerung (BASE, 2025c). Auch wenn ein Gutachten im Auftrag des BASE (Frieß et al., 2021) zur Bewertung führte, dass durch Partitionierung und Transmutation weder ein bestmöglicher Schutz von Mensch und Umwelt vor der Wirkung ionisierender Strahlung noch unzumutbare Lasten für zukünftige Generationen zu vermeiden seien, so scheint dies im jüngeren politischen Diskurs kein abschließender Konsens (vgl. CDU/CSU, 2024).

In die bislang noch nicht weiter aufgeklärte Situation um die erheblichen Verzögerungen bei der Identifizierung eines Endlager-Standortes für die hochradioaktiven Abfälle fiel auch eine medial vielbeachtete Veröffentlichung einer über die Bundesagentur für Sprunginnovationen geförderten Umsetzungsstudie von TU München, TÜV Nord u.a. über eine beschleuniger-getriebene Neutronenquelle eines Schweizer Unternehmens, die in Anspruch nimmt, hoch-radioaktive Abfälle aus Kernkraftwerken so partitionieren und transmutieren zu können, dass eine Reduktion der Radioaktivität der Abfälle von einer Million auf unter eintausend Jahre erzielbar sei (Essen et al., 2025).

Greift dies das nach StandAG verfolgte Konzept einer tiefengeologischen, verschlossenen Endlagerung hoch-radioaktiver Abfälle womöglich an? Das BASE weist dies weiterhin zurück und sieht keine Umsetzbarkeit eines solchen Konzeptes (BASE, 2025b). Für das NaPro und die SUP ergibt sich also die Herausforderung begründet darzulegen, ob und inwiefern es sich hier um eine „vernünftige“ Alternative handeln könnte, die als ein Szenario in den weiteren Prüfumfang eingehen müsste.

Mit welchen neuartigen Herausforderungen des Abfallmanagements werden wir es weiterhin zu tun bekommen, sofern bestimmte politische Bekenntnisse bezüglich neuartiger Reaktorkonzepte (CDU/CSU, 2024) oder auch technologisch herkömmlicher (z.B. Leichtwasserreaktor-) Small and Modular Reaktor-(SMR) Konzepte schrittweise weiterverfolgt werden (GRS, 2025; IAEA, 2024)? Derartige eigentlich lange bekannte Konzepte (BMK, 2025; Pistner et al., 2021, 2024) erfahren erhöhte Aufmerksamkeit unter anderem aufgrund der Erzählungen großer amerikanischer Technologiekonzerne, dass diese aufgrund eines sprunghaft ansteigenden Strombedarfs für die Rechnerzentren für Künstliche Intelligenz benötigt würden (vgl. Google, 2024). Aber auch in unmittelbarer Nachbarschaft in Tschechien werden SMRs vorangetrieben (MPO, 2023) oder perspektivisch in skandinavischen Staaten (z. B. von Vattenfall in Schweden; Vattenfall, 2023). Zwar scheint dabei sei es vage kommuniziert zu werden, „small“ bedeute auch sicherer, aber empirische Erkenntnisse insbesondere zu Umweltauswirkungen fehlen sehr weitgehend.[37]

Bei allen aktuellen Unsicherheiten zur Zukunft von Nuklearenergie in Deutschland gilt es z. B. in einem Szenario durchaus zu überschlagen, mit welchen (kumulativen) Umweltauswirkungen multiple kleinere Reaktoren die aktuellen Entsorgungsoptionen vor neue Herausforderungen stellen könnten. Ein bloßes Verschieben entsprechender Betrachtungen auf einen nächsten NaPro Fortschreibungszeitraum

---

[36] "Die dargestellten Ergebnisse liefern erste Anhaltspunkte für die momentane Sicht der Bevölkerung auf die Endlagersuche in Deutschland. Die Befunde ergeben sich vor dem Hintergrund eines abnehmenden Konsenses in der Bevölkerung hinsichtlich des Atomausstiegs. Diese Abnahme wird auch in der EWident-Befragung sichtbar. Beurteilten im Jahr 2020 noch 76% und Anfang 2022 noch 70% den Atomausstieg positiv, sind es im Jahr 2024 mit 49% nur leicht mehr als diejenigen, die aktuell den Atomausstieg für falsch halten (45%)."(BASE, 2024)

[37] Auch eine kompakte Handreichung der IAEA (International Atomic Energy Agency) vermochte lediglich prozessorientierte, generische Hinweise für die Umweltverträglichkeitsprüfungen zu SMRs zu geben (IAEA, 2020).

könnte unterschätzen, dass solche Entsorgungsoptionen einer langfristigeren Entwicklung bedürften. So liegt etwa aus Finnland bereits ein Forschungsbericht zum Abfallmanagement von SMRs vor, wo neben einer zentralen (tiefengeologischen) Endlagerung auch teilweise lokale Lösungsoptionen diskutiert werden, was ggf. anders gelagerte Umweltauswirkungen mit sich brächte (Keto et al., 2022).

Ein allzu rasches Passieren einer bloßen inkrementellen Fortschreibung des NaPro von 2015 steht also auf dem Prüfstand, gerade mit Blick auf vermehrt kumulative Auswirkungen auf Umwelt und Bevölkerung. Besonderes Gewicht gewinnt daher im Zuge der mit dem NaPro zu leistenden programmatischen Gesamtschau die Erfordernis der SUP, im Umweltbericht „Hinweise auf Schwierigkeiten, die bei der Zusammenstellung der Angaben aufgetreten sind, zum Beispiel technische Lücken oder fehlende Kenntnisse“ darzulegen (§ 40 (2) 7.). Was bedeutet etwa weiterhin die jüngere, äußerst dynamische und folgenschwere Fortentwicklung des Einsatzes von zunehmend leicht verfügbaren Drohnen bzw. Drohnenschwärmen? Dies betrifft auch keineswegs allein kriegerische Auseinandersetzungen, sondern zunehmend bedrohliche Szenarien terroristischer Aktivitäten (Becker & Weber, 2024)[38], und zwar durchaus für das gesamte nukleare Abfallmanagement (Rückbau, Zwischenlagerung, Transporte, Konditionierung, Einlagerung in Endlager).

5.7. Inwiefern handelt es sich bei der SUP zur NaPro Fortschreibung um einen lernenden Prozess?

Bereits bei der Aufstellung des NaPro 2015 wurde im Hinblick auf den Prüfumfang, die Prüfung von Alternativen sowie die Beteiligungsqualität Kritik durch die Öffentlichkeit geäußert, ohne dass dem sichtlich nachgekommen wurde (vgl. Kap. 4.1). Beachtlich ist dabei die Vollzugskonstellation, dass ein- und dieselbe staatliche Institution für das Handlungsfeld inhaltlich zuständig und verantwortlich ist wie auch für die Ausgestaltung und Durchführung der SUP sowie weiterhin für die Öffentlichkeitsbeteiligung einschließlich der Hoheit, wie mit Hinweisen aus der Beteiligung umgegangen wird.

So drängt sich bislang für die Erstellung der SUP zum NaPro 2025 ein ähnlicher Eindruck wie 2015 auf, dokumentiert im Scoping-Protokoll und den Stellungnahmen sowie der absehbar verbleibenden Zeitachse für die Beteiligung. In der Kontinuität des NaPro 2015 scheint erneut von vornherein nach unten abgeschichtet zu werden; auch das NaPro 2025 läuft Gefahr, grundlegend entkernt zu erscheinen, was die eigentlich angesagte programmatische Gesamtschau betrifft.

Dies erscheint umso unglücklicher, als der grundlegende Konsens zur Beendigung der Erzeugung radioaktiven Abfalls in Deutschland schon während der NaPro- und SUP-Erstellung 2025 offenkundig in Frage gestellt worden ist. Eine solche Rückwendung stellt zwar keineswegs die Auffassung der Ersteller*innen dieses Kurzgutachtens dar. Diese Entwicklungen jedoch auszublenden, würde aber die Chance vergeben, bestimmte Szenarien auch als gegebenenfalls nicht „vernünftig“ hinreichend und transparent herzuleiten, statt sie schlicht als solche allzu knapp zu postulieren.

[38] Die Studienautorinnen ermittelten mit einem Ausbreitungsprogramm bei einem solchen Angriff etwa am Beispiel des Zwischenlagers Brokdorf für hochradioaktive Abfälle „noch in 8 km Entfernung zum Zwischenlager Dosen von etwas mehr als 500 mSv, so dass Menschen, die sich dort aufhalten, mit akuten Strahlenfolgen zu rechnen haben“ (S. 42). Dabei sei „zu beachten, dass Personen durch eine Evakuierung nicht vor Strahlenbelastungen bewahrt werden können, da sie die Inhalationsdosis unmittelbar nach dem potenziellen Terroranschlag erhalten würden (also vor einer Evakuierung)“ (S. 43).

6. Zusammenfassung und Empfehlungen

Leitend bei der Erstellung des Gutachtens waren die Fragen, ob der Prüfungsumfang der geplanten SUP zum NaPro 2025 den Anforderungen des UVPG entspricht und inwieweit es möglich und erforderlich ist, im Rahmen der SUP und der Erstellung des Umweltberichts auch verschiedene Szenarien und Alternativen auf dem Weg zu einer sicheren Entsorgung radioaktiver Abfälle zu prüfen.

Wir fassen die Kernaussagen zu Prüfumfang und Alternativenbetrachtungen der anstehenden SUP zur NaPro Fortschreibung nachstehend zusammen und tragen dabei auch Empfehlungen vor:

1. Als erster Meilenstein zur Qualitätssicherung für die SUP der laufenden NaPro-Fortschreibung sollte aus den **Erfahrungen im Zuge der NaPro 2015 Erstaufstellung** gelernt werden. Kritisiert wurden u. a. der Prüfumfang zu Alternativen, Zeitprobleme bei der Standortsuche für ein Endlager, eine nicht hinreichende Behandlung von Fragen der Zwischenlagerung sowie eine zu kurzfristige Öffentlichkeitsinformation und -beteiligung (Kap. 4.1 sowie 5.7).

2. Grundlegende **Anforderungen für die SUP auf Bundesebene** wurden bereits durch das Umweltbundesamt thematisiert und mit Ergebnissen eines Forschungsvorhabens dokumentiert. Dabei wurde auch der SUP-Prozess zum NaPro 2015 kritisch gewürdigt (Kap. 3.1 sowie 5.1).

3. Prüfumfang sowie die Anforderungen der Alternativenprüfung ergeben sich originär aus den **europarechtlichen Anforderungen der SUP-Richtlinie**, sie können nicht durch nationale fachgesetzliche Regelungen substantiell ausgehebelt werden. Der Begriff „vernünftige“ Alternativen aus der EU SUP-Richtlinie ist eher weit zu verstehen. Die Prüfung von Alternativen kann sich nicht in einer bloßen Setzung einer ggf. nicht-Vernünftigkeit erschöpfen, sondern bedarf einer transparenten, nachvollziehbaren, bestmöglich begründeten Auswahl, Charakterisierung und Prüfung (Kap. 3.2 und 5.2).

4. Für den SUP-Bearbeitungsprozess sind „**bekannte Äußerungen der Öffentlichkeit**“ zu berücksichtigen. Im Zuge des Scoping-Prozesses sind umfangreiche Äußerungen eingegangen, die sorgfältig zu behandeln sind. Für den SUP-Umweltbericht 2025 liegt so ein weiterer Meilenstein zur Qualitätssicherung vor (Kap. 4.2 und 5.3). Die eingegangenen Äußerungen spiegeln und erweitern die bereits 2015 vorgebrachten Rückmeldungen.

5. Der Prüfumfang der SUP betrifft eine tatsächlich programmatische Darlegung von Zielen und Maßnahmen der Entsorgung radioaktiven Abfalls. **Programmatische Fragen** können nicht eilfertig auf nachgelagerte Planungs- und Genehmigungsebenen verlagert werden. Der Prüfungsumfang der SUP ist bereits so grundlegend auszugestalten, dass sich für nachfolgende Ebenen und Vorhaben effektiv zugeschnittene und begründete **Abschichtungshinweise** und Prüfungsumfänge ergeben (Kap. 3, 5.1 und 5.6.).

6. Bei der Bewertung der Umweltauswirkungen ist bereits mit der SUP zum NaPro auch das räumliche **Vorkommen empfindlicher Schutzgüter darzulegen** sowie der Öffentlichkeitsbeteiligung zuzuführen. Dies betrifft etwa die Behandlung des Schutzgutes „Bevölkerung“ im Kontext der Standortsuche für ein Endlager sowie umweltbezogene Raumwiderstände, mit denen im Zuge der iterativen Einschränkung der Gebietskulisse für die Standortsuche für ein

Endlager zu rechnen sind, bevor sodann im Suchverfahren gemäß StandAG nachgelagerte Umweltprüfungen erfolgen (Kap. 5.6).

7. Die NaPro Fortschreibung wurde aufgrund sehr unübersichtlich geratener, aber zentraler **Zusammenhänge des zeitlichen Verlaufs** der Standortsuche für ein Endlager für den hochradioaktiven Abfall und der darauf nicht ausgelegten Zwischenlagerungs-Strategie besonders herausgefordert. Von NaPro und SUP 2025 muss daher erwartet werden, hierzu eine **aktuelle Orientierung** anzubieten (Kap. 5.4).
8. Ebenso gefordert sind signifikante Erörterungen zur gegebenen **Vielfalt an Konzepten** zu einer **längeren Zwischenlagerung** einschließlich neuartiger Fragen der Langzeitsicherheit von Behältnissen sowie neuartigen Bedrohungsszenarien. Besondere Aufmerksamkeit begründet sich hier durch die Tatsache, dass mit dem NaPro bereits grundlegende Entscheidungen erfolgen, obwohl dieses keinen Rechtsakt bedeutet (Kap. 5.4).

9. Die teilweise Infragestellung der Energiewende und **programmatische Rückwendung zu nuklearer Energieinfrastruktur** stellen auch die SUP zum NaPro 2025 vor außergewöhnliche Herausforderungen. Wenn nunmehr sei es fragile Perspektiven für (bekannte sowie neuartige) Reaktortypen sowie ein anderweitiges Management nuklearen Abfalls vermehrt aufgerufen werden, so gilt es auch hier, **auf „vernünftige“ Alternativen** und ihre Umweltauswirkungen sorgfältig **abzuprüfen**. Unterbleibt dies oder erfolgt dies nur allzu kursorisch, so belasten im NaPro und SUP verdrängte oder unterlassene Erörterungen unnötig die nachfolgenden Planungs- und Genehmigungsebenen (Kap. 5.5).

10. Die SUP zum NaPro muss **höchsten fachlichen Maßstäben** auch deshalb genügen, da das (zumindest bislang) zuständige Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (**BMUV**) sowohl für die Entsorgung des nuklearen Abfalls als auch für die Ausgestaltung und **Qualitätssicherung von Umweltprüfungen** verantwortlich zeichnet (Kap. 5.4).

Literatur

Arts, J., Tomlinson, P., & Voogd, H. (2011). Planning in Tiers?: Tiering as a Way of Linking SEA and EIA. In *Handbook of Strategic Environmental Assessment* (S. 415–433). Routledge.

Balla, S., Wulfert, K., & Peters, H.-J. (2009). *Leitfaden zur Strategischen Umweltprüfung (SUP)*. UBA - Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3746.pdf

Biehl, J., Köppel, J., Rodorff, V., Huesca Pérez, M. E., Zimmermann, A., Geißler, G., & Rehhausen, A. (2019). Implementing strategic environmental assessment in countries of the global South – An analysis within the Peruvian context. *Environmental Impact Assessment Review*, *77*, 23–39. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.02.009

Essen, S., Groska, J., Strohmer, F., Andernacht, M., Fischer, K.-C., Haendel, K.-M., Meissner, F., Riekert, T., Hannappel, N., Posser, H., Schramm, K., Blaschke, M., Friedl, G., Simons, L., & Zolotukhin, A. (2025). *Umsetzungsstudie über eine beschleunigergetriebene Neutronenquelle am Standort eines ehemaligen Kernkraftwerks zwecks Produktion von Krebsmedikamenten, Fernwärme und geothermischer Energie sowie zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle*. SPRIN-D - Bundesagentur für Sprunginnovationen. https://cms.system.sprind.org/uploads/SPRIND_Studie_Beschleunigergetriebene_Neutronenquelle_d8cde0cf9d.pdf

Fischer, T. B. (2010). *The Theory and Practice of Strategic Environmental Assessment: Towards a More Systematic Approach*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781849775922

Frieß, F., Arnold, N., Liebert, W., & Müllner, N. (2021). *Sicherheitstechnische Analyse und Risikobewertung von Konzepten zu Partitionierungs- und Transmutationsanlagen für hochradioaktive Abfälle*. BASE - Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung. https://www.base.bund.de/shareddocs/downloads/de/berichte/kt/gutachten-partitionierung-und-transmutation.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Führ, M., Schreider, C., Meub, L., Hanusch, M., Balla, S., Sybertz, J., Johannwerner, E., & Bunge, T. (2023). *Evaluation der Praxis der Strategischen Umweltprüfung in Deutschland und Entwicklung von Vorschlägen zur Optimierung des Vollzugs und des Rechtsrahmens*. UBA - Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/112_2023_texte_evaluation_der_praxis_der_strategischen_umweltpruefung_in_deutschland.pdf

Fuller, K. (1999). Quality and Quality Control in Environmental Impact Assessment. In *Handbook of Environmental Impact Assessment: Environmental Impact Assessment in Practice: Impacts and Limitations* (S. 35–70). Blackwell.

Geißler, G., Dahmen, M., & Köppel, J. (2021). *Chapter 12: Strategic environmental assessment in the energy sector* (S. 182–202). Edward Elgar Publishing. https://www.elgaronline.com/edcollchap-oa/book/9781789909937/book-part-9781789909937-24.xml

Geißler, G., Rehhausen, A., Fischer, T. B., & Hanusch, M. (2019). Effectiveness of strategic environmental assessment in Germany? – Meta-review of SEA research in the light of effectiveness dimensions. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *37*(3–4), 219–232. https://doi.org/10.1080/14615517.2019.1587944

Geißler, G. (2013). Strategic Environmental Assessments for Renewable Energy Development – Comparing the United States and Germany. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 15(2). https://doi.org/10.1142/S1464333213400036

González, A., Thérivel, R., Fry, J., & Foley, W. (2015). Advancing practice relating to SEA alternatives. *Environmental Impact Assessment Review*, *53*, 52–63. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.04.003

Grimm, M., Koller, M., Köppel, J., & Geißler, G. (2018). *Lesefreundliche Dokumente in Umweltprüfungen*. UBA - Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/20180927_lesefreundliche_dokumente_in_umweltpruefungen.pdf

Grubler, A., & Wilson, C. (Hrsg.). (2013). *Energy Technology Innovation: Learning from Historical Successes and Failures*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139150880

Günther, M., Geißler, G., & Köppel, J. (2017). Many roads may lead to Rome: Selected features of quality control within environmental assessment systems in the US, NL, CA, and UK. *Environmental Impact Assessment Review*, *62*, 250–258. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.08.002

Jiricka-Pürrer, A., Bösch, M., & Pröbstl-Haider, U. (2018). Desired but Neglected: Investigating the Consideration of Alternatives in Austrian EIA and SEA Practice. *Sustainability*, *10*(10), Article 10. https://doi.org/10.3390/su10103680

Jiricka-Pürrer, A., Geißler, G., Ginner, K., Uhlhorn, B., & Wilfer, J. (im Erscheinen). *Internationale Trends der UVP- und SUP-Forschung und Praxis 2.0.* UBA - Umweltbundesamt.

Keto, P., Juutilainen, P., Schatz, T., Naumer, S., & Häkkinen, S. (2022). *Waste Management of Small Modular Nuclear Reactors in Finland*. VTT Technical Research Centre of Finland.

Köppel, J., Geißler, G., Helfrich, J., & Reisert, J. (2012). A snapshot of Germany's EIA approach in light of the United States archetype. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, *14*(04), 1250022. https://doi.org/10.1142/S1464333212500226

Köppel, J., Geißler, G., Rehhausen, A., Wende, W., Albrecht, J., Syrbe, R.-U., Magel, I., Scholles, F., Putschky, M., Hoppenstedt, A., & Stemmer, B. (2018). *Strategische Umweltprüfung und (neuartige) Pläne und Programme auf Bundesebene – Methoden, Verfahren und Rechtsgrundlagen*. UBA - Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-10-18_texte_81-2018_sup-bundesplanung.pdf

Köppel, J., Langenheld, A., Peters, W., Wende, W., Günnewig, D., Hanusch, M., Hoppenstedt, A., Kraetzschmer, D., Lambrecht, H., & Gassner, E. (2004). *Anforderungen der SUP-Richtlinie an Bundesverkehrswegeplanung und Verkehrsentwicklungsplanung der Länder*. UBA - Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2638.pdf

Köppel, J., Peters, W., & Wende, W. (2004). *Eingriffsregelung—Umweltverträglichkeitsprüfung—FFH-Verträglichkeitsprüfung* (1. Aufl). Ulmer.

Lyhne, I., Partidário, M. R., & Kørnøv, L. (2021). Just so that we don't miss it: A critical view on the meaning of decision in IA. *Environmental Impact Assessment Review*, *86*, 106500. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106500

Neugebauer, J., Last, C. J., & Köppel, J. (2022). 1 Million Jahre in die Zukunft – Umweltprüfung für die Endlagersuche hochradioaktiver Abfälle in Deutschland. *UVP-report*, *36*(2), 70–80. https://doi.org/10.17442/uvp-report.036.09

Noble, B., & Nwanekezie, K. (2017). Conceptualizing strategic environmental assessment: Principles, approaches and research directions. *Environmental Impact Assessment Review*, *62*, 165–173. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.03.005

Odparlik, L. F., Kerkemeyer, A., & Köppel, J. (2017). Availability and access to documents and process information in environmental assessments – Good practice and quality management? Part 1: Project notice, status updates and provision of documents. *UVP-report*, *31*(1), 27–36. https://doi.org/10.17442/uvp-report.031.06

Partidário, M. R., & Coutinho, M. (2011). The Lisbon new international airport: The story of a decision-making process and the role of Strategic Environmental Assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, *31*(3), 360–367. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2010.12.002

Peters, W., Weingarten, E., Schicketanz, S., Balla, S., & Bunge, T. (2020). *Die Alternativenprüfung in der Strategischen Umweltprüfung und der Umweltverträglichkeitsprüfung*. UBA - Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_83-2020_schlussbericht_alternativenpruefung_endg.pdf

Pistner, C., Englert, M., Küppers, C., von Hirschhausen, C., Wealer, B., Steigerwald, B., & Donderer, R. (2021). *Sicherheitstechnische Analyse und Risikobewertung einer Anwendung von SMR-Konzepten (Small Modular Reactors)*. BASE - Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung. https://www.base.bund.de/shareddocs/downloads/de/berichte/kt/gutachten-small-modular-reactors.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Pistner, C., Englert, M., von Hirschhausen, C., Böse, F., Steigerwald, B., Gast, L., & Donderer, R. (2024). *Analyse und Bewertung des Entwicklungsstands, der Sicherheit und des regulatorischen Rahmens für sogenannte neuartige Reaktorkonzepte*. BASE - Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung. https://www.base.bund.de/shareddocs/downloads/de/fachinfo/fa/Abschlussbericht_neuartige_Reaktorkonzepte_2024.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Rehhausen, A. (2019). The art of underperforming SEA – Symptomatic narratives from Germany. *Environmental Impact Assessment Review*, *78*, 106280. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106280

Rehhausen, A., Hanusch, M., & Fischer, T. B. (2021). *Chapter 2: Multi-project-based strategic environmental assessment: practice in Germany* (S. 12–25). Edward Elgar Publishing. https://www.elgaronline.com/edcollchap-oa/book/9781789909937/book-part-9781789909937-11.xml

Rehhausen, A., Köppel, J., Scholles, F., Stemmer, B., Syrbe, R.-U., Magel, I., Geißler, G., & Wende, W. (2018). Quality of federal level strategic environmental assessment – A case study analysis for transport, transmission grid and maritime spatial planning in Germany. *Environmental Impact Assessment Review*, *73*, 41–59. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.07.002

Riehl, C., & Winkler-Kühlken, B. (1995). *Environmental impact assessment in area master planning: Practical problems and suggested solutions*. Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik GmbH, Berlin.

Sonstige Quellen und Dokumente

Ahmed, K., Mercier, J. R., & Verheem, R. (2005). *Strategic Environmental Assessment—Concept and Practice*. The World Bank. https://documents1.worldbank.org/curated/en/922351468139198880/pdf/379530ESN140SEA.pdf

BASE - Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung. (2023). *Ein Endlager für hochradioaktive Abfälle – generationenübergreifende Sicherheit Stellungnahme zur ersten zeitlichen Betrachtung des Standortauswahlverfahrens der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH*. https://www.base.bund.de/shareddocs/ip6/base/de/20230223_BASE_Stellungnahme_Zeitablaeufe_BGE-Bericht.pdf?__blob=publicationFile&v=6

BASE - Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung. (2024). *Aktuelle Forschungsergebnisse zur Endlagersuche. Dritte repräsentative Befragungswelle des Forschungsvorhabens Ewident*. https://www.base.bund.de/shareddocs/kurzmeldungen/de/2024/forschung-ewident-zweite-welle.html

BASE - Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung. (2025a). *Ergebnisprotokolle: Arbeitskreis „Evaluation und Zeitplan Standortauswahlverfahren"*. https://www.endlagersuche-infoplattform.de/webs/Endlagersuche/DE/Endlagersuche/Der-Suchprozess/zeithorizonte/ak-evaluation-und-zeitplan.html?cms_gtp=19440902_list%253D2

BASE - Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung. (2025b). *Stellungnahme zum Potential von Transmutationsforschung*. https://www.base.bund.de/shareddocs/kurzmeldungen/de/2025/stellungnahme-transmutation.html

BASE - Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung. (2025c). *Transmutation hochradioaktiver Abfälle*. https://www.base.bund.de/de/nukleare-sicherheit/kerntechnik/partitionierung-transmutation/partitionierung-transmutation.html

Becker, O., & Weber, J. (2024). *Mögliche Auswirkungen von Terrorangriffen auf Zwischenlager für hochradioaktiven Abfall am Beispiel der Zwischenlager in Ahaus und Brokdorf*. .ausgestrahlt. https://www.ausgestrahlt.de/media/filer_public/28/79/2879b772-0fdd-4312-bc4d-16c3f52a291f/zwischenlager-ahaus-brokdorf-ausgestrahlt.pdf?pk_campaign=None&pk_kwd=None&pk_source=mail

BGE - Bundesgesellschaft für Endlagerung. (2022). *Zeitliche Betrachtung des Standortauswahlverfahrens aus Sicht der BGE. Rahmenterminplanung für Schritt 2 der Phase I bis zum Vorschlag der Standortregionen und zeitliche Abschätzungen für Phase II und III*. https://www.base.bund.de/shareddocs/ip6/base/de/20221216_BGE_Zeitliche_Betrachtung_StandAV.pdf?__blob=publicationFile&v=4

BGE - Bundesgesellschaft für Endlagerung. (2024a). *BGE lässt sich bei der Endlagersuche in die Karten schauen*. https://www.bge.de/de/bge/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/news/2024/11/bge-laesst-sich-bei-der-endlagersuche-in-die-karten-schauen/

BGE - Bundesgesellschaft für Endlagerung. (2024b). *Lebhafte Diskussionen beim Forum Endlagersuche*. https://www.bge.de/de/bge/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/news/2024/11/lebhafte-diskussionen-beim-forum-endlagersuche/

BGE - Bundesgesellschaft für Endlagerung. (2025). *BGE Endlagersuche Navigator*. https://www.bge.de/de/endlagersuche/standortregionen/endlagersuche-navigator/

BMK - Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie Österreich. (2023). *Strategische Prüfung im Verkehrsbereich. Leitfaden Screening, Scoping und Umweltbericht*. https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:946dbf22-c32e-4e14-9c0d-5a8a7fba18f8/BMK_SP-V_Leitfaden_2023.pdf

BMK - Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie Österreich. (2025). *Small Modular Reactors*. https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/nuklearpolitik/smr.html

BMUB - Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. (2015). *Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (Nationales Entsorgungsprogramm) August 2015*. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/nationales_entsorgungsprogramm_aug_bf.pdf

BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2015). *Bewertung der eingegangenen Stellungnahmen zum Nationalen Entsorgungsprogramm und zum Umweltbericht aus dem Inland*. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/nationales_entsorgungsprogramm_stellungnahmen_inland_bf.pdf

BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2024a). *FAQ Nationales Entsorgungsprogramm*. https://www.bmuv.de/FQ26

BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2024b). *Nationales Entsorgungsprogramm*. https://www.bmuv.de/DL1737

BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2024c). *Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (Nationales Entsorgungsprogramm). Entwurf vom 5. Juli 2024*. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/nationales_entsorgungsprogramm_2025_entwurf_bf.pdf

BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. (2024d). *Protokoll zum Scoping-Termin zur Festlegung des Untersuchungsrahmens für die Strategische Umweltprüfung (SUP) zum Nationalen Entsorgungsprogramm (NaPro)*. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/protokoll_scoping_napro_bf.pdf

BSH – Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. (2023). Flächenentwicklungsplan 2023 für die deutsche Nordsee und Ostsee. https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresfachplanung/Flaechenentwicklungsplan/_Anlagen/Downloads/FEP_2023_1/Flaechenentwicklungsplan_2023.pdf?__blob=publicationFile&v=2

CDU/CSU - Christlich Demokratische Union Deutschlands/Christlich-Soziale Union in Bayern. (2024). *Neue Energie-Agenda für Deutschland. Bezahlbar, sauber, sicher – Energiepolitik für den Weg zum klimaneutralen Industrieland. Diskussionsentwurf der CDU·CSU Fraktion im Deutschen Bundestag für den Energie-Kongress am 5. November 2024*. https://www.cducsu.de/sites/default/files/2024-11/241104_Diskussionspapier_Energie_0.pdf

CDU/CSU - Christlich Demokratische Union Deutschlands/Christlich-Soziale Union in Bayern. (2025). *Politikwechsel für Deutschland. Wahlprogramm von CDU und CSU*. https://www.cdu.de/app/uploads/2025/01/km_btw_2025_wahlprogramm_langfassung_ansicht.pdf

epa - Environmental Protection Agency. (2025). *Good Practice Guidance Note: SEA and Integration*. https://www.epa.ie/publications/monitoring--assessment/assessment/strategic-environmental-assessment/07526-EPA-SEA-and-Integration-Guidance.pdf

ESK - Entsorgungskommission. (2023). *Verlängerte Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und sonstiger hochradioaktiver Abfälle in Abhängigkeit von der Auswahl des Endlagerstandort. Positionspapier*. https://www.entsorgungskommission.de/sites/default/files/reports/ESK_Positionspapier_verlaengerte_ZL_40plus_ESK105_23032023.pdf

González, A., Therivel, R., Fry, J., & Foley, W. (2015). *Developing and assessing alternatives in Strategic Environmental Assessment*. EPA - U. S. Environmental Protection Agency. https://www.epa.ie/publications/monitoring--assessment/assessment/strategic-environmental-assessment/SEA-Alternatives-157-Published_web.pdf

Google. (2024). *New nuclear clean energy agreement with Kairos Power*. https://blog.google/outreach-initiatives/sustainability/google-kairos-power-nuclear-energy-agreement/

GRS - Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit. (2025). *Small Modular Reactors (SMR): Kernkraftwerke im Kleinformat*. https://www.grs.de/de/aktuelles/wissensdossiers/small-modular-reactors-smr-kernkraftwerke-im-kleinformat

IAEA - International Atomic Energy Agency. (2020). *Considerations for Environmental Impact Assessment for Small Modular Reactors*. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-1915_web.pdf

IAEA - International Atomic Energy Agency. (2024). *Small Modular Reactors: Advances in SMR Developments*. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/p15790-PUB9062_web.pdf

IAIA - International Association for Impact Assessment. (2002). *Strategic Environmental Assessment Performance Criteria*. https://www.iaia.org/uploads/pdf/sp1.pdf

MPO - Ministry of Industry and Trade of the Czech Republic. (2023). *Czech SMR Roadmap. Applicability and Contribution to Economy*. https://mpo.gov.cz/assets/en/guidepost/for-the-media/press-releases/2023/11/Czech-SMR-Roadmap_EN.pdf

NBG - Nationales Begleitgremium. (2024). *Brief des Nationalen Begleitgremiums an Gerrit Niehaus (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz) zum ersten Entwurf des Nationalen Entsorgungsprogramms 2025*. https://www.nationales-begleitgremium.de/SharedDocs/Downloads/DE/Downloads_Korrespondenz/NBG-Schreiben_BMUV_Niehaus_NaPro_6_8_2024.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Steinhoff, M., Kallenbach-Herbert, B., Claus, M., Englert, M., Küppers, C., Küppers, P., Schulze, F., Spieth-Achtnich, A., Beuth, T., Faß, T., Larue, P.-J., Meyering, H., & Weiß, D. (2015). *Strategische Umweltprüfung zum Nationalen Entsorgungsprogramm 2015*. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/nationales_entsorgungsprogramm_sup_umweltbericht_bf.pdf

The World Bank. (2012). *Strategic Environmental Asssessment in the World Bank*. https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/157cfa62-84f3-56c7-ad60-ba1b10af9e1f/content

UN - United Nations. (1992). *Report of the United Nations Conference on Environment and Developement. Annex 1 Rio Declaration on Environment and Developement*. https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf

Vattenfall. (2023). *Modular nuclear reactors, the next big thing*. https://group.vattenfall.com/press-and-media/newsroom/2023/small-nuclear-reactors-the-next-big-thing