

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Zwischenlagerung hoch radioaktiver, Wärme entwickelnder Abfälle in Deutschland – ein Überblick .....</b>	<b>1</b>
Manuel Reichardt, Franziska Semper und Dennis Köhnke	
1.1 Ein Blick in die Geschichte .....	2
1.2 Die Situation heute .....	4
1.3 Zwischenlagersysteme in Deutschland .....	5
1.4 Motivation .....	8
Literatur .....	9
<b>2 Oder vielleicht doch nicht unter der Erde – Überlegungen zur Rolle der Oberflächenlagerung in einer Entsorgungsstrategie.....</b>	<b>11</b>
Konrad Ott und Harald Budelmann	
2.1 Einleitung.....	11
2.2 Normative Grundlagen.....	12
2.3 Reversibilität .....	15
2.4 Die Zeitlichkeit des Problems .....	18
2.5 Vorteile und Schwächen langfristiger Zwischenlager .....	23
Literatur.....	26
<b>3 Wärmeentwicklung und Radionuklid-Inventar.....</b>	<b>29</b>
Erik Pönnitz	
3.1 Einleitung.....	29
3.2 Physikalische Grundlagen .....	30
3.3 Arten und prognostizierte Mengen an hoch radioaktiven, Wärme entwickelnden Reststoffen .....	32
3.3.1 Menge an bestrahlten Brennstoff pro Kernreaktor .....	32
3.3.2 Geschlossener versus offener Brennstoffkreislauf .....	32
3.3.3 Prognostizierte Menge an bestrahlten Brennelementen und HAW-Kokillen .....	33

3.4	Zeitliche Änderung der Aktivität und Wärmeleistung . . . . .	35
3.4.1	Unbestrahlte Brennelemente . . . . .	35
3.4.2	Abbrandrechnungen . . . . .	35
3.4.3	Zeitliche Änderung von Aktivität und Wärmeleistung aus physikalischer Sicht . . . . .	36
3.4.4	Zeitliche Änderung der Aktivität und Wärmeleistung aus technischer Sicht . . . . .	38
3.4.5	Einlagerung in tiefen geologischen Formationen im Anschluss an die Zwischenlagerung . . . . .	40
3.5	Abschirmung der ionisierenden Strahlung . . . . .	43
3.5.1	Quellen der ionisierenden Strahlung . . . . .	43
3.5.2	Abschirmung von Gamma- und Neutronenstrahlung . . . . .	43
3.5.3	Dosisleistung an der Oberfläche eines Transport- und Lagerbehälters . . . . .	44
3.5.4	Zeitliche Veränderung der Neutronenquellstärke . . . . .	45
3.6	Zusammenfassung . . . . .	47
	Literatur . . . . .	48
4	<b>Interventionstechniken für Zwischenlagerbehälter . . . . .</b>	51
	Ansgar Köhler	
4.1	Einleitung . . . . .	51
4.2	Der Lagerbehälter als funktionale Komponente des Zwischenlagerkonzepts . . . . .	53
4.2.1	Beschreibung des CASTOR®-V als Beispiel für einen derzeitigen Transport- und Lagerbehälter . . . . .	54
4.3	Anforderungen aus der verlängerten Zwischenlagerung . . . . .	56
4.4	Mögliche Reparaturkonzepte für Schädigungen am Behälter . . . . .	59
4.4.1	Schädigungen des Behälterkörpers . . . . .	59
4.4.2	Schäden an der äußeren Korrosionsschutzschicht . . . . .	60
4.4.3	Degeneration der PE-Abschirmung . . . . .	61
4.4.4	Schädigungen des Behälterdichtsystems . . . . .	62
4.4.5	Schädigung der Tragstrukturen durch Alterung und Verschleiß . . . . .	64
4.5	Alternative Behälterkonzepte für die verlängerte Zwischenlagerung . . . . .	66
4.5.1	Beibehaltung derzeitiger Transport- und Lagerbehälter . . . . .	66
4.5.2	Entwicklung optimierter Zwischenlagerbehälter . . . . .	67
4.5.3	Nachertüchtigung der vorhandenen Transport- und Lagerbehälter . . . . .	67
4.6	Zusammenfassung . . . . .	68
	Literatur . . . . .	68

<b>5 Die unbestimmte Nutzungsdauer als besondere technische Herausforderung bei der Zwischenlagerung hoch radioaktiver Abfälle . . . . .</b>	71
Dennis Köhnke	
5.1 Einleitung . . . . .	71
5.2 Alterungsmanagement . . . . .	73
5.3 Alterung von Beton . . . . .	76
5.4 Inspektion und Monitoring von Stahlbetonbauteilen . . . . .	79
5.5 Besondere Randbedingungen in einem Zwischenlager für hoch radioaktive Reststoffe . . . . .	82
5.6 Zusammenfassung . . . . .	84
Literatur . . . . .	85
<b>6 Herausforderungen und Randbedingungen für das Zwischenlagerbauwerk als langfristig wirksame, vollwertige mechanische Barriere . . . . .</b>	89
Manuel Reichardt	
6.1 Einleitung . . . . .	89
6.2 Aufgaben des Bauwerks in Zwischenlagersystemen . . . . .	90
6.3 Deutsche Zwischenlager in der öffentlichen Wahrnehmung . . . . .	93
6.4 Das Bauwerk als vollwertige mechanische Barriere . . . . .	94
6.5 Einwirkungen auf Zwischenlager . . . . .	96
6.5.1 Einwirkungen von innen . . . . .	97
6.5.2 Einwirkungen von außen . . . . .	97
6.5.3 Einordnung der Einwirkungen . . . . .	102
6.6 Bautechnische Randbedingungen für langfristig ausgelegte Zwischenlager . . . . .	102
6.6.1 Statisches System und Konstruktion . . . . .	103
6.6.2 Baustoffspezifischer Widerstand . . . . .	105
6.6.3 Formulierung erweiterter Anforderungen für ein langfristig ausgelegtes Zwischenlager . . . . .	108
6.7 Zusammenfassung . . . . .	110
Literatur . . . . .	111
<b>7 Sicherheit und Strahlenschutz bei Genehmigungsverlängerung zur Zwischenlagerung hoch radioaktiver Abfälle . . . . .</b>	115
Wolfgang Neumann	
7.1 Einleitung . . . . .	115
7.2 Kurze Beschreibung des Zwischenlagerkonzeptes . . . . .	116
7.3 Relevante Grenzwerte und Vorschriften für den Strahlenschutz der Bevölkerung . . . . .	116

7.4 Kontrollen zur Einhaltung vorgeschriebener Strahlenschutzwerte bzw. Zwischenlageranforderungen während der Lagerzeit sowie bisherige Probleme .....	118
7.5 Verlängerung der Zwischenlagerzeitdauer.....	121
7.5.1 Einhaltung der Strahlenschutzanforderungen bzgl. Behälter im Normalbetrieb .....	122
7.5.2 Einhaltung der Strahlenschutzanforderungen bzgl. Behälterinventar.....	126
7.5.3 Nachweis der Einhaltung der Strahlenschutzanforderungen.....	131
7.6 Fazit .....	134
Literatur.....	135
<b>8 Aufbewahrungsgenehmigung für radioaktive Abfälle – Verlängerung versus Neugenehmigung.....</b>	141
Franziska Semper	
8.1 Einleitung.....	141
8.2 Verlängerung der Aufbewahrung.....	142
8.2.1 Voraussetzungen einer verlängerten Aufbewahrung .....	142
8.2.2 Formalisierung der Verlängerung.....	148
8.3 Zeitrahmen.....	152
8.4 Konsequenz der Genehmigungsversagung .....	153
8.5 Zusammenfassung .....	154
Literatur.....	155
<b>9 Gerechtigkeit an der Oberfläche .....</b>	159
Moritz Riemann	
9.1 Entsorgung und Gerechtigkeit .....	159
9.2 Gerechtigkeit – ein komplexer Begriff.....	160
9.3 Spezifizierung für den Entsorgungsdiskurs .....	162
9.3.1 Die Rolle distributiver und prozeduraler Gerechtigkeit in der Entsorgung .....	162
9.3.2 Intergenerationale Gerechtigkeit .....	163
9.3.3 Spezifizierung des Generationenbegriffes .....	164
9.3.4 Gerechtigkeitssphären .....	165
9.4 Normative Charakteristika der Langzeitoroberflächenlagerung .....	166
9.5 Fazit: Konkurrierende Normen? .....	169
Literatur.....	170

---

<b>10 Wissenschaftlich-technische und rechtliche Aspekte für Genehmigungsverfahren nach § 6 AtG zur Aufbewahrung bestrahlter Kernbrennstoffe über 40 Jahre hinaus . . . . .</b>	173
Tobias Zeiger, Christoph Gastl, Florian Töpfer, Samuel Witte, Kathy Reichel und Christoph Bunzmann	
10.1 Einleitung . . . . .	173
10.2 Rechtlicher Rahmen . . . . .	175
10.2.1 Verfahrensrecht . . . . .	175
10.2.2 Materielles Recht . . . . .	177
10.3 Schadenvorsorge nach Stand von Wissenschaft und Technik . . . . .	178
10.3.1 Inventar . . . . .	178
10.3.2 Behälter . . . . .	180
10.3.3 Bauliche und technische Einrichtungen . . . . .	182
10.3.4 Kompetenzerhalt . . . . .	183
10.4 Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter . . . . .	183
10.5 Fazit . . . . .	184
Literatur . . . . .	186
<b>11 Radioactive Waste Management Strategy In The Netherlands . . . . .</b>	187
Ewoud Verhoef, Jan Boelen und Hans Codée	
11.1 Introduction . . . . .	187
11.2 Legal framework . . . . .	188
11.3 Isolate, Control and Monitor . . . . .	189
11.4 COVRA . . . . .	191
11.5 Transparency and Communication . . . . .	192
11.6 Quantities, Treatment and Storage . . . . .	193
11.7 Long-term, Inclusive and Pragmatic Solutions . . . . .	196
11.8 Conclusion . . . . .	197
<b>12 Zusammenfassung und Resümee . . . . .</b>	199
Franziska Semper, Manuel Reichardt und Dennis Köhnke	
<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	205