

Inhaltsverzeichnis

	Kurzfassung.....	I
	Abstract.....	III
1	Einführung	1
1.1	Problemstellung.....	1
1.2	Zielsetzung	2
1.3	Vorgehensweise	4
1.4	Beschreibung der einzelnen Arbeitspakete.....	7
1.4.1	Arbeitspaket AP 1: Darstellung der Grundlagen für die zuverlässigkeitsorientierte Bewertung und Nachrechnung kerntechnischer Bauwerke.....	7
1.4.2	Arbeitspaket AP 2: Möglichkeiten der Anpassung des Zielzuverlässigkeitsindex β_{Ziel} für die Nachrechnung bestehender Bauwerke	7
1.4.3	Arbeitspaket AP 3: Methodik zur Untersuchung und probabilistischen Analyse der Einwirkungen für die Bewertung und Nachrechnung kerntechnischer Bauwerke.....	8
1.4.4	Arbeitspaket AP 4: Erstellung einer qualifizierten Bestandsaufnahme als Grundlage für Nachrechnung und Besonderheiten großer Querschnitte	8
1.4.5	Arbeitspaket AP 5: Verwendung von Monitoring-Maßnahmen.....	9
1.4.6	Arbeitspaket AP 6: Methodik zur Ermittlung der vorhandenen Zuverlässigkeit bestehender kerntechnischer Bauwerke.....	9
1.4.7	Arbeitspaket AP 7: Entwicklung einer Methodik für die zuverlässigkeitsorientierte Nachrechnung kerntechnischer Bauwerke mit verlängerter Nutzungsdauer.....	10
1.5	Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Kaiserslautern.....	11
2	Darstellung der Grundlagen für eine zuverlässigkeits-orientierte Bewertung und Nachrechnung kerntechnischer Bauwerke	15

2.1	Geschichtlicher Überblick über die Zuverlässigkeitstheorie von Bauwerken.....	15
2.2	Entwicklung der Zuverlässigkeitsbeurteilung von Bestandsbauwerken	20
2.3	Kerntechnische Baunormen.....	25
2.4	OECD/NEA CSNI WGIAGE-Evaluierung: Probabilistische und leistungsbasierte Methoden zur Bewertung und Bemessung von Gebäudestrukturen in kerntechnischen Anlagen.....	34
2.5	Besonderheiten kerntechnischer Bauwerke	36
2.6	Zwischenlager-Konzept	41
2.7	Ermittlung der Bauwerkszuverlässigkeit.....	48
2.7.1	Grenzzustandsfunktion und Versagenswahrscheinlichkeit.....	48
2.7.2	Zuverlässigkeitsindex und Bemessungspunkt für den Fall von zwei Zufallsvariablen R und E.....	52
2.7.3	Lösungsverfahren der Zuverlässigkeitstheorie.....	56
2.8	Normative Umsetzung der zuverlässigkeitsorientierten Bemessung	70
2.8.1	Eurocode	71
2.8.2	Grundlagen des semi-probabilistischen Sicherheitskonzepts für die Bauwerksbemessung gemäß Eurocodes.....	74
2.8.3	Teilsicherheitsbeiwerte in aktuellen semiprobabilistischen Normenkonzepten	83
2.8.4	Ermittlung der Teilsicherheitsbeiwerte	86
2.8.5	Werte der Teilsicherheitsfaktoren in den Eurocodes	94
2.8.6	Nachweis nach dem Verfahren der Teilsicherheitsbeiwerte	103
2.9	Zeitabhängigkeit der Versagenswahrscheinlichkeit.....	104
3	Möglichkeiten der Anpassung des Zielzuverlässigkeitsindex β_{Ziel} für die Nachrechnung bestehender Bauwerke	111
3.1	Zuverlässigkeit und Zuverlässigkeitsindex.....	111
3.2	Optimierung baulicher Anlagen.....	113
3.3	Zielwerte der Zuverlässigkeit im Normen	125
3.4	Anpassung des Zielzuverlässigkeitsindex β für die Nachrechnung bestehender Bauwerke	138

4	Einwirkungen	145
4.1	Allgemeine Darstellung der Einwirkungen.....	145
4.1.1	Einführung	145
4.1.2	Modelle für die Darstellung der Einwirkungen	147
4.1.3	Kombination zeitabhängiger Einwirkungen	155
4.1.4	Die repräsentativen Werte für ständige und veränderlichen Einwirkungen in Rahmen des Teilsicherheitskonzepts.....	159
4.1.5	Bemessungswerte der Einwirkungen	162
4.1.6	Dynamische und außergewöhnliche Einwirkungen	162
4.1.7	Einwirkungskombinationen und Bemessungssituationen in Rahmen des semi-probabilistischen Nachweiskonzeptes	165
4.2	Flugzeugabsturz als außergewöhnliche Einwirkung.....	169
4.2.1	Historische Entwicklung des Lastfalls Flugzeugabsturz	169
4.2.2	Methodik zur Untersuchung mechanischer Auswirkungen	175
4.2.3	Zu betrachtende Flugzeugtypen	176
4.2.4	Absturzparameter, Aufprallszenarien und Schadenszenarien	181
4.2.5	Wahrscheinlichkeit eines unfallbedingten Flugzeugabsturzes.....	182
4.2.6	Ermittlung der Lastannahmen für den Lastfall Flugzeugabsturz.....	189
4.2.7	Versagensmechanismen der Stahlbetonstrukturen bei einem harten und weichen Aufprall	194
4.2.8	Materialkennwerte und Werkstoffgesetze bei der Bewertung bestehender Bauwerke infolge eines Flugzeugabsturzes	196
4.2.9	Behandlung des Flugzeugabsturzes im aktuellen Regelwerk der USA ..	199
4.2.10	Betrachtung der relevanten zukünftigen Flugzeugtypen.....	208
4.3	Einwirkung Erdbeben.....	211
4.3.1	Allgemeines	211
4.3.2	Prinzipielle Vorgehensweise bei der probabilistischen seismischen Gefährdungsanalyse.....	212
4.3.3	Ermittlung der seismischen Standortgefährdung.....	214
4.3.4	Erdbebenrelevante Regelwerke.....	217
4.3.5	Grundlagen der kerntechnischen Auslegung baulicher Anlagen gegen Erdbeben.....	225

4.3.6	Probabilistische Risikobewertung in den USA.....	236
4.4	Einwirkung Hochwasser.....	259
4.4.1	Bemessungshochwasser nach KTA 2207 in Deutschland	259
4.4.2	Frankreich – Bemessungshochwasser nach ASN Guide N° 13	266
4.5	Methodik für Gefährdungsanalysen zu naturbedingten Einwirkungen für kerntechnische Standorte	269
4.5.1	Prinzipielle Vorgehensweise bei Standortgefährdungsanalysen	269
4.5.2	Internationale Entwicklungen bei Gefährdungsanalysen	277
4.6	Einwirkung Explosionsdruckwelle für kerntechnische Standorte	284
4.6.1	Auslegungsanforderungen gegen Druckwellen aus chemischen Explosionen und gefährlichen luftgetragenen Stoffen	284
4.6.2	Berücksichtigung von Einwirkungen durch Eindringen gefährlicher Stoffe und chemische Explosionen in der PSA für Kernkraftwerke in Deutschland.....	291
4.6.3	Grundlagen zu Explosionsdruckwellen	295
5	Verwendung von Monitoring-Maßnahmen.....	303
5.1	Einführung	303
5.2	Grundlagen des Bauwerksmonitoring	303
5.3	Monitoring im konventionellen Hochbau	305
5.4	Mögliche Monitoring-Maßnahmen des konventionellen Ingenieurwesens und deren Eignung für Beton- und Stahlbetonbauteile kerntechnischer Anlagen	306
5.5	OECD/NEA Tätigkeiten in Bezug auf zerstörungsfreie Prüfungen für dickwandige Betonbauteile in kerntechnischen Anlagen	307
5.6	Lebenszyklusanalyse und Lebenszyklusmanagement.....	310
5.7	Monitoring als Bestandteil des Lebenszyklusmanagements für Anlagen der Energieversorgung	316
5.8	Dauerhaftigkeitsorientiertes Monitoring für Stahlbeton- und Spannbetonbauwerke	317
5.8.1	Anwendung der Entscheidungssystematik für dauerhaftigkeitsorientiertes Monitoring	319
5.9	Monitoring-Konzepte als kompensierende Überwachungsmaßnahmen.	324

5.9.1	Allgemein.....	324
5.9.2	Arten von kompensierenden Überwachungsmaßnahmen.....	326
5.9.3	Voll-probabilistisches Konzept mit Schwellwertüberwachung.....	327
5.9.4	Semi-probabilistisches Konzept mit Schwellwertüberwachung	329
5.10	Beschreibung der alterungsbedingten Schädigungsmechanismen von Stahlbetonstrukturen.....	331
5.10.1	Rissbildung	334
5.10.2	Karbonatisierung.....	335
5.10.3	Chloride	336
5.10.4	Chemische Einwirkungen (Sulfate, Alkalien, Säuren)	336
5.10.5	Kriechen und Schwinden	338
5.10.6	Quellen	339
5.10.7	Radioaktive Strahlung.....	339
5.10.8	Korrosion von Betonstahl (Bewehrung).....	340
6	Methodik zur Ermittlung der vorhandenen Zuverlässigkeit bestehender kerntechnischer Bauwerke	341
6.1	Einführung	341
6.2	Grundlagen der Methodik	343
6.3	Bayes'sche Anpassung.....	345
6.4	Statistische Parameter des Widerstands	351
6.4.1	Geometrische Abmessungen.....	352
6.4.2	Beton	352
6.4.3	Betonstahl.....	355
6.5	Aktualisierung der Einwirkungen.....	356
6.5.1	Ständige Lasten.....	356
6.5.2	Veränderliche Einwirkungen	360
6.5.3	Seismische Einwirkungen	361
6.5.4	Flugzeugabsturz	361
6.5.5	Andere Einwirkungen.....	362
6.6	Praktische Empfehlungen	362

7	Entwicklung einer Methodik für die zuverlässigkeitsorientierte Nachrechnung kerntechnischer Bauwerke mit verlängerter Nutzungsdauer.....	367
7.1	Einführung	367
7.2	Informationen beim Neubau.....	368
7.3	Verhalten des Bauwerks bis zur Nachrechnung.....	369
7.4	Ermittlung der vorhandenen Zuverlässigkeit bestehender kerntechnischer Bauwerke.....	372
7.5	Festlegung der Zielzuverlässigkeit bei der Nachrechnung bzw. Bewertung bestehender Bauwerke	374
7.6	Bestimmung der Basisparameter für die Nachrechnung	382
7.6.1	Statistische Parameter des Widerstands	383
7.6.2	Aktualisierung der Einwirkungen.....	383
7.7	Semi-probabilistisches Verfahren	386
7.8	Praktische Empfehlungen.....	389
8	Zusammenfassung.....	393
	Literaturverzeichnis.....	399
	Abkürzungsverzeichnis.....	435
	Abbildungsverzeichnis.....	439
	Tabellenverzeichnis.....	445
A	Anhang.....	449