

Probabilistische Methoden bei der atomrechtlichen Schadensvorsorge

Von Professor Dr. Hans-Werner Rengeling



Carl Heymanns Verlag KG · Köln · Berlin · Bonn · München

Inhalt

§ 1	Einleitung	1
	I. Gegenstand und Ziel der Untersuchung	1
	II. Gang der Untersuchung	3
Erster Teil Grundlagen		5
§ 2	Zur kerntechnischen Anlage	5
	I. Zum Aufbau und zur Funktionsweise eines Kernkraftwerks mit Druckwasserreaktor (als Beispiel)	5
	II. Zum Sicherheitskonzept des Kernkraftwerks	7
	1. Einschluß der radioaktiven Stoffe	7
	2. Sicherheitstechnische Auslegung	8
	a) Einteilung der Störungen	8
	aa) Bestimmungsgemäßer Betrieb	9
	bb) Störfälle	9
	cc) Unfälle	9
	b) Mehrstufenprinzip	9
	aa) Qualitätsgewährleistung	10
	bb) Verhinderung von Störfällen	10
	cc) Begrenzungen von Störfallfolgen	10
	c) Sicherheitstechnische Anforderungen und Auslegungsgrundsätze (Beispiele)	11
	aa) Redunanz	11
	bb) Diversität	11
	III. Zu Systemen und Komponenten	12
§ 3	Ermittlung und Bewertung des Risikos aus technischer Sicht – begriffliche Vorklärungen	16
	I. Definition des Risikos	16
	1. Grundlagen	16
	2. Schaden	17
	3. Ungewißheit	17
	4. Risikozahl, insbesondere ihre Darstellung	18
	II. Zum deterministischen Sicherheitskonzept und zu den Möglichkeiten probabilistischer Methoden	19
	1. Deterministische Betrachtungen (Beispiel)	19
	2. Möglichkeiten probabilistischer Methoden der Risikoanalyse und Sicherheitsbeurteilung	20

Zweiter Teil Bestandsaufnahme: Verwendung probabilistischer Argumentationen in atomrechtlichen Genehmigungsverfahren	23
§ 4 Regelwerke und ihre Interpretationen	24
I. Sicherheitskriterien des Bundesministers des Innern	24
1. Grundsätze der Sicherheitsvorsorge	25
a) Regelung	25
b) Interpretationsbeispiele	25
2. Einwirkung von außen	26
a) Regelung	26
b) Interpretationsbeispiele	27
3. Interpretationen zum Einzelfehlerkonzept	29
a) Regelungen	29
b) Interpretationsbeispiel	30
II. Leitlinien der Reaktorsicherheitskommission für Druckwasserreaktoren ...	30
1. Standort	30
2. Sicherheitsbehälter	30
a) Regelung	30
b) Interpretationsbeispiel	30
III. KTA-Regeln	31
IV. Sonstige Regeln und Richtlinien	31
V. Entwurf	32
VI. Zusammenfassung: Gruppierungen	32
1. Zuverlässigkeit von Sicherheitseinrichtungen und Ausgewogenheit des Sicherheitskonzepts	32
2. Zuverlässigkeit bestimmter Teilsysteme oder Systeme	33
3. Zuverlässigkeit bestimmter Geräte oder Teilsysteme	33
4. Auslegungsanforderungen betreffend die Eintrittswahrscheinlichkeiten einzelner Störfälle bzw. Ereignisabläufe oder die Zuverlässigkeit	33
5. Abweichungen oder Ausnahmen vom Einzelfehlerkonzept	34
6. Abweichungen oder Ausnahmen von bestehenden Auslegungsanforderungen bei nicht wesentlicher Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit ...	34
7. Nichtverfügbarkeit bestimmter Teilsysteme	34
8. Maßnahmen zur Minderung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Ausfällen mit gemeinsamer Ursache	35
9. Festlegung maximal zulässiger Prüfintervalle	35
10. Festlegung maximal zulässiger Instandhaltungszeiten	35
§ 5 Genehmigungsbescheide (Beispiele)	37
I. Stellung von Zuverlässigkeitsanalysen und Risikostudien in Genehmigungsentscheidungen	37
1. Kernkraftwerk Brokdorf	37
2. Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	38
3. Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich	38
4. Kernkraftwerk Philippsburg 2	39

5. Schneller natriumgekühlter Brüter	39
a) Nachwärmeabfuhrsystem	39
b) Notstromdiesel	40
c) Nochmals: Nachwärmeabfuhr	40
d) Lufttechnische Anlagen im Notstromdieseltrakt	40
e) Berücksichtigung der Studienergebnisse	41
6. Kernkraftwerk Süd, Wyhl	41
7. Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar 2	42
8. Thorium-Hochtemperatur-Reaktor	42
a) Nachkühlsysteme	42
b) Nachwärmeabfuhrsystem	42
II. Resümee und Schlußbemerkungen	43
§ 6 Rechtsprechung (Auswahl)	45
I. Aussagen von Verwaltungsgerichten, Oberverwaltungsgerichten bzw. Verwaltungsgerichtshöfen (Beispiele)	45
1. OVG Münster, 20. 2. 1975	45
2. VG Freiburg, 14. 3. 1977	46
3. VG Würzburg, 25. 3. 1977	47
4. VG Oldenburg, 15. 9. 1978	47
5. Hessischer VGH, 9. 7. 1978	49
6. Bayerischer VGH, 20. 8. 1981	50
7. OVG Lüneburg, 20. 1. 1982	50
8. VGH Baden-Württemberg, 30. 3. 1982	51
a) Erforderliche Schadensvorsorge und <i>Deutsche Risikostudie</i>	51
b) Schutz gegen Einwirkungen von außen	53
c) Reaktorsicherheit, Vorsorge gegen Unfälle und Störfälle	53
d) Strahlenschutz der Umgebung bei bestimmungsgemäßem Betrieb ..	55
9. VG Koblenz, 26. 8. 1983	55
10. VG Düsseldorf, 10. 4. 1984	56
II. Bundesverwaltungsgericht	56
1. Urteil betreffend das Kernkraftwerk Stade, 22. 12. 1980	56
2. Urteil betreffend das Kernkraftwerk Wyhl, 19. 12. 1985	57
III. Zwischenergebnis und weitere Überlegungen	58
Dritter Teil Rechtsgrundlagen zur Verwertung probabilistischer Argumentationen	59
§ 7 Strukturen der atomrechtlichen Schadensvorsorge	59
I. Meinungsvielfalt, Sinn und Rahmen der Prüfung	59
II. Konkretisierung unbestimmter Gesetzesbegriffe durch probabilistische Argumentationen?	60
III. Inhaltliche Vorgaben für die Konkretisierung der atomrechtlichen Schadensvorsorge durch die Rechtsprechung des BVerfG	61
1. Gefahrenabwehr und Schadens- oder Risikovorsorge	61

2. Art und Weise der Konkretisierung des Grundsatzes der bestmöglichen Gefahrenabwehr und Risikovorsorge	62
a) Allgemeines zu dem Grundsatz	62
b) Gefahrenermittlung und Gefahrenbeherrschung	62
c) Aufgabe des Gesetzgebers	62
d) Konkretisierung im einzelnen	63
3. Die Anknüpfung an den jeweiligen Stand von Wissenschaft und Technik	63
a) Begriff	63
b) Erforderlichkeit der Vorsorge	64
c) Erkenntnisprobleme	64
4. Gefahrenabwehr – Risikovorsorge – hinzunehmendes Restrisiko	65
a) Begriffe	65
b) Insbesondere: Restrisiko	65
aa) Wahrscheinlichkeitsurteil und dynamischer Grundrechtsschutz ..	65
bb) Festlegung durch Gesetz, Rechtsverordnung und im Einzelfall ..	66
cc) Restrisiko und Grundrechtsschutz	66
dd) Die Schwelle der praktischen Vernunft	67
aaa) Aufgaben des Gesetzgebers	67
aaa) Aufgabe der Exekutive	67
5. Versagungsermessen	68
IV. Weitere Präzisierungen der atomrechtlichen Schadensvorsorge, insbesondere durch das BVerwG und die Genehmigungspraxis	69
1. Gefahr – Risiko	69
a) Gemeinsame Bestandteile der Begriffe	69
b) Ansatzpunkte für probabilistische Argumentationen	70
2. Prinzipiell einheitliches Schutzkonzept der atomrechtlichen Schadensvorsorge	70
3. Differenzierung der erforderlichen Vorsorge in den verschiedenen Gefahren- bzw. Risikobereichen	72
a) Unterscheidung der »Risikobereiche«	72
aa) Gefahrenabwehr	72
bb) Restrisiko: Minimierung oder Hinnahme	72
b) Zu den »Schnittstellen« der Risikobereiche	74
aa) Praktische Vernunft	74
bb) Grundsatz der Verhältnismäßigkeit	75
4. Zu Inhalt und Grenzen der verschiedenen Risikobereiche	76
a) Übersicht über die Einteilung der Störungen	76
b) Bestimmungsgemäßer Betrieb	77
aa) Allgemeines	77
bb) Das 30- bzw. 90-mrem-Konzept	77
cc) Grenzwerte pro Standort	77
dd) Grenzwerte im Bereich der »Gefahrenabwehr«	77
ee) Individualrisiko, drittschützende Wirkung	78
ff) Strahlenminimierungsgebot und Bevölkerungsrisiko	78
gg) Grundlagen und Methoden der inhaltlichen Fixierung der Anforderungen im bestimmungsgemäßen Betrieb	79

aaa) Internationale Bezüge	79
bbb) Risikovergleiche	79
ccc) Zur Verwendung probabilistischer Methoden	80
c) Störfälle und Unfälle	80
aa) Allgemeine Ausgangspunkte und Unterscheidungen	80
bb) Umstrittene Fragen	82
cc) Hinweis auf zu verwendende Methoden	82
V. »Erforderliche« Schadensvorsorge nach dem »Stand von Wissenschaft und Technik«	83
1. Ausgangspunkte in der Rechtsprechung des BVerfG	83
2. Problembereiche	83
3. Zum Begriff des Standes von Wissenschaft und Technik	84
a) Problemaufriß (Beispiel)	84
b) Stand von Wissenschaft und Technik als Sachverständigen-Aussage ..	85
c) Stand von Wissenschaft und Technik – Wertung – Gesamtabwägung	86
4. Erforderlichkeit der Schadensvorsorge	88
VI. Zur atomrechtlichen Schadensvorsorge nach der Rechtsprechung des BVerwG im Wyhl-Urteil 1985	88
1. Normstruktur des § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG	88
a) Der Tatbestand der Vorsorge	88
aa) Maßgeblichkeit des Schutzzwecks des AtG	88
bb) Einbeziehung des Gefahrenverdachts	88
cc) Tatbestand (Genehmigungsvoraussetzungen) des § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG	89
b) Versagungsermessen	89
c) Hinzunehmendes Restrisiko	90
2. Verantwortung der Exekutive und gerichtliche Kontrolldichte	91
a) Rechtsprechung des BVerwG	91
b) Verantwortung für die Verwendung probabilistischer Methoden ...	91
3. Drittschutz	92
§ 8 Insbesondere: Störfallauslegung	94
I. Ausgangssituation und aktuelle Problembereiche	94
II. Sicherheitstechnische Aspekte	95
1. Regelungsbasis	95
2. Zur Abgrenzung zwischen Störfällen und Unfällen	95
a) Fragestellung	95
b) Überlegungen zur Abgrenzungsfrage als solcher – Frage des »Ob« ..	96
c) Kriterien zur Eingrenzung von Auslegungsstörfällen	96
aa) Überblick	96
bb) Deterministische Kriterien	97
cc) Probabilistische Kriterien	97
dd) Gesamtbewertung	98
3. Beschränkung der Sicherheitsnachweise auf repräsentative Auslegungsstörfälle	98

III. Störfallauslegung im Rahmen der Strukturen atomrechtlicher Schadensvorsorge	99
1. Konkretisierung der atomrechtlichen Schadensvorsorge durch § 28 Abs. 3 StrlSchV und die Störfall-Leitlinien	99
a) Allgemeines	99
b) Auslegungsstörfälle im einzelnen	99
2. Störfälle und Unfälle in den Risikobereichen atomrechtlicher Schadensvorsorge	100
a) Gefahrenabwehr/Restrisikomonimierung	100
b) Restrisikominimierung/hinzunehmendes Restrisiko	101
Vierter Teil Probabilistische Argumentationen als Entscheidungshilfe – Systematische Übersicht und Einzelfragen	103
Vorbemerkung	103
§ 9 Übersicht, insbesondere unter technischen Aspekten	104
I. Kurzüberblick über die derzeitige Situation in der Bundesrepublik Deutschland	104
1. Das deterministische Sicherheitskonzept in Verbindung mit probabilistischen Argumentationen	104
a) »Regelungen«	104
b) Deterministische Ausgangssituation	105
c) Bisherige Verwendung probabilistischer Argumentationen	105
aa) Sicherheitstechnische Zuverlässigkeitsuntersuchungen	105
bb) Bisherige Betrachtung von Störfällen	106
cc) Zielsetzungen	106
dd) Methodische Beschränkungen bei vorliegenden Analysen	106
ee) Untersuchung von Störfallkombinationen	107
ff) Abschließende Bemerkung	107
2. Probabilistische Risikoanalysen	107
II. Konkrete Fragestellungen zu probabilistischen Analysen als Entscheidungshilfen (Beispiele)	108
III. Probabilistische Sicherheitsziele – Allgemeines	110
IV. Vergleichsgrundlage: Probabilistische Sicherheitsziele in anderen Ländern ..	112
1. Systemverfügbarkeit und -zuverlässigkeit	112
a) Frankreich	112
b) Großbritannien	112
c) Kanada	113
2. Gefahrenzustände in der Anlage (Kernschmelzen)	113
3. Ziele bezüglich der Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre ..	114
a) Frankreich	114
b) Großbritannien	115
c) Kanada	115

4. Sicherheitsziele bezüglich der Strahlenbelastung	115
a) Argentinien	115
b) Frankreich	116
c) Großbritannien	117
d) Kanada	118
e) Schweiz	120
5. Gesundheitsrisiken für Einzelpersonen und Bevölkerungsgruppen	122
a) Qualitative Sicherheitsziele	122
b) Quantitative Auslegungsziele	123
c) Prüfungsphase	123
6. Probabilistische Auslegungsziele zu äußeren Einwirkungen und Bränden	124
a) Allgemeines	124
b) Großbritannien	125
c) Frankreich	125
d) Belgien	125
e) Niederlande	125
f) USA	126
aa) Flugzeugabsturz	126
bb) Hochwasser	126
cc) Brände	126
g) Japan	126
h) Schweiz und Italien	127
V. Zu probabilistischen Sicherheitszielen in der Bundesrepublik Deutschland – Überblick	127
1. Probabilistische Untersuchungen in atomrechtlichen Genehmigungsverfahren	127
2. Beispiel für quantitatives Auslegungsziel (THTR)	127
3. Vorschläge (Auswahl)	127
a) Konzept zur Verwendung probabilistischer Sicherheitskriterien der GRS	128
b) Klassifizierung von Ereignisabläufen für die Auslegung von Kernkraftwerken – KTA –	128
VI. Zwischenergebnis und weitere Überlegungen	129
§ 10 Risikoanalysen bei Kernkraftwerken	130
I. Zu den Methoden der Risikoanalyse	130
1. Bereiche der Analysen	130
a) Bereich 1: Analyse der anlagentechnischen Systeme	130
b) Bereich 2: Untersuchungen der Belastung der Rückhaltebarrieren durch gefährliche Vorgänge in der Anlage	131
c) Bereich 3: Untersuchungen bei Unfallfolgen in der Umgebung der Anlage	131
2. Unterteilung der methodischen Schritte	131
3. Aussagesicherheit der Ergebnisse	132
a) Funktionen der Ermittlung	132

b)	Verschiedene Arten der Unsicherheiten	132
c)	Bewertung der Unsicherheiten	132
aa)	Analysebereich 1	132
bb)	Analysebereich 2	133
cc)	Analysebereich 3	133
II.	Gegenstand und Methoden der Analyse von Kernkraftwerken (Druckwasserreaktor)	133
1.	Ausgangspunkte	133
2.	Anlagentechnische Untersuchungen	134
a)	Analysebereich 1	134
aa)	Hinweis auf die rechtliche Verwertbarkeit	134
bb)	Einleitende Ereignisse der Kernzerstörung	134
cc)	Ereignisablauf- und Zuverlässigkeitsanalyse des Schutz- und Sicherheitssystems	135
dd)	Ergebnisse	135
b)	Analysebereich 2	135
aa)	Ereignisablaufanalyse bei der Kernzerstörung, Belastung des Kernbehälters	135
bb)	Ereignisablaufanalyse im Sicherheitsbehälter	138
cc)	Ergebnis	138
c)	Analysebereich 3	139
3.	Unfallfolgenberechnung	139
a)	Vorbemerkung	139
b)	Überblick	140
III.	Studien für Leichtwasserreaktoren und für fortgeschrittene Reaktoren	142
IV.	Anhang: Risiko im nuklearen Brennstoffkreislauf	142
1.	Überblick	142
2.	Kurzbeschreibung der Situation	144
V.	Folgerungen aus Risikostudien	144
1.	Allgemeines	144
a)	Qualitative Einsichten	145
b)	Quantitative Einsichten	145
c)	Weitere Ergebnisse	145
d)	Wichtigste Beiträge zu den Unsicherheiten in den verschiedenen Analysebereichen	146
aa)	Analysebereich 1	146
bb)	Analysebereich 2	146
cc)	Analysebereich 3	146
2.	Einfluß auf Forschungsvorhaben	147
3.	Einfluß auf anlagentechnische Gestaltung und Betriebsweise	147
§ 11	Leistungsfähigkeit probabilistischer Sicherheitsziele als Voraussetzung rechtlicher Verwertung	148
I.	Vorbemerkungen: Nachweismethoden und Einhaltung probablistischer Sicherheitsziele	148

II. Systemverfügbarkeit und -zuverlässigkeit	149
1. Überblick	150
a) Entwicklung	150
b) Aufgaben	150
c) Methodik	150
aa) Zur Erfassung auslösender Ereignisse und der Ermittlung der zugehörigen Eintrittshäufigkeit	151
bb) Zur Ereignisablaufanalyse	151
cc) Zur Zuverlässigkeitsanalyse	151
d) Zusammenfassung	151
2. Zuverlässigkeitsanforderungen	152
a) Zu den »Regelungen«	152
b) Quantitative Zuverlässigkeitsanforderungen (Referenzwerte der zulässigen Nichtverfügbarkeit)	153
3. Rechtspolitische Fragestellungen und Hinweise auf mögliche Lösungs- vorschläge	155
III. Gefahrenzustände in der Anlage: Kernschmelzen	156
1. Nachweismethoden	156
2. Einhaltung der Sicherheitsziele	156
3. Ergebnis	157
IV. Ziele bezüglich der Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre	157
1. Nachweismethoden	158
2. Einhaltung der Sicherheitsziele	158
3. Ergebnis	159
V. Sicherheitsziele bezüglich der Strahlenbelastung	159
1. Nachweismethoden	159
2. Ergebnis und Ausblick	161
VI. Gesundheitsrisiken für Einzelpersonen und Bevölkerungsgruppen	161
1. Individualrisiko	161
2. Kollektivrisiko	162
3. Abschließende Bemerkungen	163
VII. Probabilistische Auslegungsziele zu äußeren Einwirkungen und Bränden ..	163
1. Nachweismethoden	163
a) Allgemeines	163
b) Erdbeben	164
aa) Untersuchung der Erdbebengefährdung	164
bb) Anlagentechnische Untersuchungen	164
c) Flugzeugabsturz	165
d) Brand	165
2. Einhaltung probabilistischer Sicherheitsziele	166
a) Allgemeines	166
b) Risikoorientierte Ziele	166
c) Kernschmelzhäufigkeit	168

d) Eintrittshäufigkeit auslösender Ereignisse	169
e) Zuverlässigkeitsziele	169
VIII. Kosten-Nutzen-Kriterien	170
1. Die Kriterien im Rahmen probabilistischer Sicherheitsziele	170
2. Aspekte zur Verwendung von Kosten-Nutzen-Kriterien	172
a) Ansatzpunkte für Nutzen-Kosten-Betrachtungen	172
b) Kosten-Nutzen-Überlegungen im Zusammenhang mit der Abwen- dung von Gesundheitsschäden	173
c) Nutzen-Kosten-Überlegungen in der Reaktorsicherheit	173
aa) Begriffe	174
bb) Kosten-Nutzen-Verhältnis	174
cc) Aussagekraft von Kosten-Nutzen-Analysen	175
IX. Risikovergleiche nuklearer und konventioneller Energiewandlungssysteme	176
X. Neueste Vorschläge in der Bundesrepublik Deutschland	177
1. Konzept zur Unterstützung der Sicherheitsbeurteilung von Kernkraft- werken mit probabilistischen Methoden – GRS	177
a) Ausgangspunkte und Einführung	177
b) Ergebnisse	178
c) Anwendung und Umsetzung des Konzepts	179
2. Konzept: Klassifizierung von Ereignisabläufen für die Auslegung von Kernkraftwerken – KTA	180
a) Ausgangspunkte und Grundlagen	180
b) Ansatz des Konzepts	180
c) Vorgehensweise bei der Klassifizierung von Ereignisabläufen und Zuordnung abgestufter Grenzwerte	181
§ 12 Probabilistische Argumentationen im Rahmen der Strukturen atomrechtli- cher Schadensvorsorge – Einzelfragen und (zusammenfassende) Ergebnisse .	184
I. Einführung	184
1. Ausgangslage der Untersuchung	184
2. Fortgang der Überlegungen	184
II. Grundsatz des gestuften Modells der rechtlichen Verwertbarkeit probabi- listischer Argumentationen anhand der verschiedenen Bereiche von Risiko- analysen	185
III. Konzept der Auslegungsstörfälle auf der Grundlage probabilistischer Argumentationen	186
1. Einleitung	187
2. Entwicklung von Sicherheitsvorschriften in der konventionellen Tech- nik	188
a) Passive und aktive Komponenten	188
b) Möglichkeiten der Erhöhung von Zuverlässigkeit bzw. Verfügbar- keit im technischen System	188
c) Fazit	189

3. Entwicklung von sicherheitstechnischen Vorschriften in der Kerntechnik mit Hilfe der Probabilistik	190
a) Allgemeines	190
b) Einteilung der Störfälle und Unfälle in Klassen	190
c) Quantifizierung von Unsicherheiten	191
d) Nutzung der Modelle	191
4. Allgemeine Schlußfolgerungen	191
a) Ergänzung von deterministischen und probabilistischen Methoden ..	191
b) Das grundlegende Auslegungskonzept	191
c) Weiterführende Überlegungen zur Verwendung probabilistischer Methoden	192
5. Rechtliche, insbesondere auch rechtspolitische Konsequenzen betreffend die Störfall-Leitlinien und die probabilistischen Sicherheitsziele im Bereich der Systemverfügbarkeit und -zuverlässigkeit	192
a) Regelung durch Rechtsverordnung	193
aa) Möglichkeiten der Exekutive	193
bb) Konsequenzen für die Rechtsprechung	195
b) Normkonkretisierende Richtlinien	195
c) Regelung durch Verwaltungsvorschriften	196
d) Einfache oder mehrfache Sicherheitsziele, deterministische und/oder probabilistische Sicherheitsziele, implizite oder explizite probabilistische Festlegungen	198
e) Probabilistische Sicherheitsziele in technischen Regelwerken	200
f) Ergebnis und abschließende Bemerkungen	201
 IV. Probabilistische Argumentationen auf den verschiedenen Sicherheitsgebieten nach der Genehmigungspraxis vor dem WhyI-Urteil des BVerwG 1985 .	202
1. Gefahrenabwehr bis zur Schwelle der praktischen Vernunft	203
a) Ausgangslage der Untersuchung	203
b) Qualitative und quantitative Maßstäbe	203
aa) Qualitative Maßstäbe	203
bb) Alternative: quantitative Maßstäbe?	204
cc) Wechselbeziehung zwischen deterministischen und probabilistischen Sicherheitsanforderungen	205
c) Bestimmungsgemäßer Betrieb, Individualrisiko, Drittschutz	205
aa) Bestimmungsgemäßer Betrieb – probabilistische Sicherheitsanalysen – dynamischer Grundrechtsschutz	205
bb) Grenzwerte der StrlSchV und probabilistische Überlegungen ...	206
cc) Quantifizierung des Individualrisikos?	208
dd) Drittschutz, gerichtliche Überprüfung (Kontrolldichte), Klagebefugnis	208
d) Störfälle	209
e) Probabilistische Argumentationen zur Schwelle der praktischen Vernunft	209
2. Risikominderung bis zur Schwelle der Verhältnismäßigkeit	210
a) Unfälle	210
b) Bevölkerungsrisiko	212
aa) Risikovergleiche	213

bb) Sonstige Möglichkeiten	213
cc) Ergebnis	214
c) Strahlenminimierungsgebot	214
d) Grundsatz der Verhältnismäßigkeit	215
aa) Einzelfallbezogene Entscheidung	215
bb) Verhältnismäßigkeit i. w. S./Übermaßverbot	215
cc) Wirtschaftlichkeitserwägungen, Kosten-Nutzen-Analysen	216
dd) Grundsatz der Verhältnismäßigkeit und Grundsatz der Ausgewogenheit	217
3. Ausgewogenheit des Sicherheitskonzepts	217
a) Sicherheitstechnische Aspekte	217
b) Bezüge zu den Strukturen atomrechtlicher Schadensvorsorge	218
aa) Übermaßverbot	218
bb) Erforderlichkeit der Schadensvorsorge	219
cc) Stand der Wissenschaft und Technik	219
V. Zu den Möglichkeiten der Verwendung probabilistischer Argumente im Rahmen der Struktur atomrechtlicher Schadensvorsorge nach dem Wuhl-Urteil aus dem Jahre 1985	220
1. Allgemeines	220
2. Probabilistische Argumentationen beim »Gefahrenverdacht«	220
3. Individual- und Kollektivschutz im Rahmen der Vorsorge	221
4. Drittschutz und Kontrolldichte	221