

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
Literatur.	3
2 Physikalische Grundlagen	5
2.1 Entdeckung und Wesen der Radioaktivität	5
2.2 Kernumwandlungen und Zerfallsketten.	9
2.3 Radon – Isotope und Eigenschaften.	13
Literatur.	22
3 Gesundheitliche Auswirkungen	25
3.1 Radon und Radonfolgeprodukte	25
3.2 Biologische Auswirkungen	27
3.3 Exposition und Dosisabschätzung	30
Literatur.	35
4 Geologie und Radon	39
4.1 Radon in den Geowissenschaften	39
4.2 Radionuklide in Böden und Gesteinen	40
4.3 Radonkonzentrationen in der Bodenluft	40
4.4 Variation der Radonkonzentration in der Bodenluft	45
4.5 Radonbelastung in Deutschland.	48
Literatur.	56
5 Radonmessung	59
5.1 Überblick	59
5.2 Passive Verfahren	62
5.3 Aktive Verfahren	65
5.4 Raumluftmessungen.	68
5.5 Bodenluftmessungen	75
5.6 Abschätzung von Bodenexhalationen	77
Literatur.	79

6 Quellen und Senken der Radonkonzentration in Räumen	81
6.1 Einführung und Gesamtbetrachtung	81
6.2 Konvektion und Diffusion von radonhaltiger Bodenluft ins Gebäude.	83
6.2.1 Einführung	83
6.2.2 Konvektion	85
6.2.3 Diffusion	90
6.2.4 Vergleich des Radoneintrags ins Gebäude durch Konvektion und Diffusion	91
6.3 Strahlenexposition aus Baumaterialien	95
6.3.1 Einführung	95
6.3.2 Radonexposition	96
6.3.3 Externe Strahlenexposition	98
6.3.4 Gesamtbetrachtung und Bewertung	101
6.4 Radonexposition aus Wasser	102
6.5 Absenkung der Radonkonzentration in der Raumluft durch Luftwechsel sowie den radioaktiven Zerfall	102
6.5.1 Allgemeines	102
6.5.2 Luftwechselrate	103
6.5.3 Ermittlung der Radonkonzentration in der Raumluft aus Quellstärke sowie Luftwechsel und radioaktivem Zerfall	104
6.6 Die Transportgleichung von Radon	110
Literatur.	112
7 Radonschutzmaßnahmen	115
7.1 Inhalt und Abgrenzung.	115
7.2 Strategien und Lösungen des Radonschutzes	115
7.2.1 Überblick über die Strategien und Lösungen.	115
7.2.2 Raumnutzung und Radonschutz	117
7.3 Radonschutz und Nutzungskonzept.	118
7.4 Verhinderung/Reduzierung des Radoneintrittes aus der Bodenluft ins Gebäude	120
7.4.1 Bedeutung und Überblick	120
7.4.2 Abdichtung der erdberührten Gebäudehülle	122
7.4.2.1 Überblick über die Lösungen	122
7.4.2.2 Kurzer geschichtlicher Abriss zur Entwicklung der Abdichtungstechnik	123
7.4.2.3 Abdichtungslösungen mit bahnförmigen und flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen	124
7.4.2.3.1 Abdichtungslösungen nach DIN 18533	124
7.4.2.3.2 Anforderungen an Abdichtungsmaßnahmen zur Schaffung einer konvektionsdichten Gebäudehülle	126

7.4.2.3.3	Zusätzliche Maßnahmen und besondere Problempunkte	132
7.4.2.4	Weiße Wanne	136
7.4.2.4.1	Konstruktionsprinzip Weiße Wanne	136
7.4.2.4.2	Anforderungen an Weiße Wannen nach der WU-Betonrichtlinie	137
7.4.2.4.3	Frischbetonverbundsysteme (FBVS)	140
7.4.2.5	Innenabdichtungen	142
7.4.2.6	Partielle Abdichtungen	149
7.4.2.7	Begrenzung der Diffusion durch die erdberührte Gebäudehülle	150
7.4.3	Bodenluftabsaugung	153
7.4.3.1	Lösungsansatz und Überblick über die Lösungen	153
7.4.3.2	Unterdruck im gebäudeangrenzenden Erdreich und in der erdberührten Gebäudehülle – Wirkprinzip und Lösungsansätze	154
7.4.3.3	Einflüsse auf die Wirksamkeit und Nebenwirkungen der Absaugung von Bodenluft	156
7.4.3.4	Diagnostische Untersuchungen	160
7.4.3.5	Vorstellung der Lösungen zur Bodenluftabsaugung	161
7.4.3.5.1	Aktive und passive Bodenluftabsaugung	161
7.4.3.5.2	Direktabsaugung aus der Bodenluft	169
7.4.3.5.3	flächige Absaugung der Bodenluft	180
7.4.3.5.4	Zwischenbodenabsaugung	187
7.4.3.5.5	Kriechkeller und offene untere Geschosse	189
7.4.4	Unterdruckreduzierende Maßnahmen	192
7.4.5	Sonstige Lösungen	193
7.4.5.1	Luftumspülung	194
7.4.5.2	Bewetterungslösungen	197
7.5	Abschottungen innerhalb des Gebäudes	199
7.5.1	Prinzipielle Überlegungen	199
7.5.2	Lösungen	202
7.5.2.1	Überblick	202
7.5.2.2	Geschossdecken und Trennwände	202
7.5.2.3	Abschottungen	204
7.6	Lösungen des baulichen Radonschutzes bei erhöhter Exhalation aus den Baustoffen	207
7.6.1	Bedeutung der Exhalation für das Bauwesen	207
7.6.2	Lösungen	208
7.7	Radonschutzmaßnahmen bei erhöhter Exhalation aus Wasser	209

7.8	Lüftungstechnische Lösungen des Radonschutzes	210
7.8.1	Allgemeines und Abgrenzung	210
7.8.2	Luftwechselrate und Lüftungskonzept.	210
7.8.3	Lüftungstechnische Lösungen	215
7.8.3.1	Übersicht.	215
7.8.3.2	Freie (manuelle) Lüftung	215
7.8.3.3	Ventilatorgestützte Lüftung.	220
	Literatur.	223
8	Umsetzung des baulichen Radonschutzes	227
8.1	Inhalt und Ziele dieses Abschnittes	227
8.2	Zielsetzungen für den baulichen Radonschutz	228
8.3	Gebäudekategorien.	229
8.3.1	Grundlagen und Ziele der Einführung einer Gebäude-Kategorisierung	229
8.3.2	Gruppierung nach Gebäudealter/Bauzeit.	229
8.3.3	Untergliederung nach Konstruktionsprinzip in Verbindung mit den Nutzungsgruppen der Gebäude.	234
8.3.4	Nutzung der erdberührten Räume des Gebäudes in Verbindung mit der Gebäudestruktur.	240
8.4	Radonschutz im Neubau und der Gebäudesanierung	250
8.4.1	Überblick und Strukturierung des Abschnittes	250
8.4.2	Neubau.	251
8.4.2.1	Abgrenzung.	251
8.4.2.2	Einordnung des Radonschutzes in den Planungs- und Bauablauf.	251
8.4.2.3	Voruntersuchungen und Planung der Radonschutzmaßnahmen	251
8.4.2.4	Auswahl der Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen.	258
8.4.3	Gebäudesanierung	262
8.4.3.1	Besonderheiten des Radonschutzes in der Gebäudesanierung und Abgrenzung	262
8.4.3.2	Einordnung des Radonschutzes in den Planungs- und Bauablauf.	265
8.4.3.3	Voruntersuchungen für Radonschutzmaßnahmen im Bestand	265
8.4.3.4	Auswahl der Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen.	278
8.4.3.4.1	Überblick.	278
8.4.3.4.2	Sofortmaßnahmen	278

8.4.3.4.3	Abdichtung der erdberührten Gebäudehülle	280
8.4.3.4.4	Unterdruck im gebäudeangrenzenden Erdreich und Luftumspülung	281
8.4.3.4.5	Lüftungstechnische Lösungen	285
8.4.3.5	Besondere Aspekte und Lösungen im Rahmen der Gebäudesanierung.	288
8.4.4	Besondere Lösungen	291
8.4.4.1	Hallenbauten	291
8.4.4.2	Radonschutz in Niedrigenergie- und Passivhäusern	294
8.4.4.3	Einschätzung einer möglichen Erhöhung der Radonkonzentration in Gebäuden bei Bodenluftansaugungen	295
8.4.4.4	Bau- und lüftungstechnische Lösungen für Arbeitsbereiche mit erhöhter Exposition durch natürliche Strahlen – Beispiel Wasserwerke	295
8.4.5	Erfolgskontrolle	298
8.4.6	Abschätzung des Wirkungsgrades und von Radonschutzmaßnahmen	299
8.4.6.1	Herangehensweise.	299
8.4.6.2	Erfolgsabschätzung von Radonschutzmaßnahmen im Neubau	300
8.4.6.3	Wirkungsgrad von Radonschutzmaßnahmen in der Gebäudesanierung.	300
Literatur.		317
9	Rechtliche Stellung des Radonschutzes im Planungs- und Bauprozess	319
9.1	Einführung in den Problemkreis	319
9.2	Strahlenschutzgesetzgebung in Deutschland	320
9.2.1	Überblick über die gesetzlichen Grundlagen des Radonschutzes	320
9.2.2	Die EU-Grundnorm als Grundlage für die Ausweisung nationaler Regelungen	320
9.2.3	Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)	322
9.2.3.1	Überblick über die Festlegungen von StrlSchG und StrlSchV	322
9.2.3.2	Ausweisung von Radonvorsorgegebieten	322
9.2.3.3	Der Radonmaßnahmenplan	325
9.2.3.4	Radonschutzmaßnahmen in Neubauten	326
9.2.3.5	Radonschutzmaßnahmen in Bestandsgebäuden	327
9.2.3.6	Der Referenzwert	327

9.2.3.7	Radonschutzmaßnahmen an Arbeitsplätzen	328
9.2.3.8	Schutz vor Radioaktivität in Baustoffen	329
9.3	Radonschutz im Baurecht	331
9.3.1	Übersicht	331
9.3.2	Bauplanungs- und Bauordnungsrecht	331
9.3.3	Radonschutz im Bauplanungsrecht	331
9.3.4	Bauordnungsrechtliche Aspekte	332
9.3.5	Zivilrechtliche Ansprüche aus dem Radonschutz	333
9.4	Normen und Arbeitsblätter zum radonsicheren Bauen und Sanieren	334
	Literatur	335