

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	5
<b>1 Radon und Radonschutz im Bauwesen .....</b>	<b>11</b>
<i>Prof. Dr. Joachim Breckow</i>	
<b>Warum Radonschutz? .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Radioaktivität .....</b>	<b>12</b>
1.1.1 Was ist ein radioaktiver Zerfall? .....	12
1.1.2 Welche Zerfallsarten gibt es? .....	13
1.1.3 Wie verändert sich Radioaktivität mit der Zeit? .....	15
1.1.4 Wo kommt natürliche Radioaktivität vor? .....	17
1.1.5 Was ist eine Strahlendosis? .....	18
1.1.6 Wie groß ist die mittlere Dosis der Bevölkerung in Deutschland? .....	20
<b>1.2 Radon .....</b>	<b>21</b>
1.2.1 Was ist Radon? .....	21
1.2.2 Welche Strahlungsart tritt beim Radon-Zerfall auf? .....	21
1.2.3 Wie gelangt Radon in die Atemluft? .....	22
1.2.4 Was ist das Radonpotenzial? .....	22
1.2.5 Wie kann man eine Radon-Exposition in eine Radon-Dosis umrechnen? .....	24
1.2.6 Was ist das ICRP-Lungenmodell? .....	25
1.2.7 Wie wird die Dosiskonversion in der Rechtsprechung berücksichtigt? .....	28
1.2.8 Was ist ein Referenzwert ? .....	28
<b>1.3 Die gesundheitlichen Effekte durch Radon .....</b>	<b>30</b>
1.3.1 Was sind die zugrunde liegenden molekularen und zellulären Prozesse? .....	30
1.3.2 Was sind stochastische Strahlenwirkungen? .....	33
1.3.3 Was ist ein Risikoeffizient? .....	35
1.3.4 Was bedeutet das LNT-Modell der Strahlenwirkung? .....	36
1.3.5 Welche Studien gibt es zum Lungenkrebsrisiko durch Radonexposition? .....	37
1.3.6 Wie groß ist das Radon-Risiko? .....	38
1.3.7 Haben Raucher und Nichtraucher unterschiedliche Radonrisiken? .....	39
<b>1.4 Literatur .....</b>	<b>40</b>
<b>2 Radon in der Bodenluft: Quellen, Verteilung, Karten und Messung .....</b>	<b>43</b>
<i>Dr. Joachim Kemski</i>	
<b>2.1 Einleitung und Historie .....</b>	<b>44</b>
2.1.1 Einleitung .....	44
2.1.2 Historie .....	44

<b>2.2 Entstehung von Radon</b> .....	45
2.2.1 Emanation .....	46
2.2.2 Migration .....	49
2.2.3 Variation der Radonkonzentration in der Bodenluft .....	53
2.2.4 Radon in der Umwelt .....	58
2.2.5 Radon im Gebäude .....	59
2.2.6 Radoneintritt ins Gebäude .....	60
2.2.7 Baumaterialien .....	62
<b>2.3 Situation in Deutschland</b> .....	64
2.3.1 Radonbelastung in Deutschland .....	64
2.3.2 Radonvorsorgegebiete .....	72
<b>2.4 Radonmessung</b> .....	74
2.4.1 Radonmessungen in der Raumluft .....	74
2.4.2 Messverfahren .....	75
2.4.3 Radonmessungen in der Bodenluft .....	80
<b>2.5 Regelwerke zum baulichen Radonschutz</b> .....	83
<b>3 Rechtliche Anforderungen an den Schutz vor Radon</b> .....	87
<i>RA Guido Kleve</i>	
<b>3.1 Rechtliche Herausforderungen von Radon in der Immobilienwirtschaft</b> .....	88
<b>3.2 Regulatorischer Rahmen</b> .....	88
<b>3.3 Rechtliche Anforderungen an den Schutz vor Radon auf Grundlage des StrlSchG</b> .....	89
3.3.1 Vorgaben für Neubauten .....	90
3.3.1.1 Grundanforderungen .....	90
3.3.1.2 Weitreichendere Anforderungen innerhalb von Radonvorsorgegebieten .....	91
3.3.2 Vorgaben für Bestandsbauten .....	96
3.3.3 Anforderungen an Arbeitsplätze in Innenräumen .....	97
3.3.3.1 Stufe 0: Festsetzung des Referenzwertes .....	98
3.3.3.2 Stufe 1: Messung der Radonkonzentration .....	98
3.3.3.3 Stufe 2: Pflicht zu radonreduzierenden Maßnahmen .....	100
3.3.3.4 Stufe 3: Anmeldung der Arbeitsplätze .....	100
3.3.3.5 Stufe 4: Bauliche Maßnahmen .....	100
<b>3.4 Risiko der Inanspruchnahme wegen Radonbelastungen nach zivilrechtlichen Regelungen – zivilrechtliche Haftung</b> .....	101
3.4.1 Bestehen eines Sachmangels .....	102
3.4.1.1 Abgrenzung Referenz- und Grenzwert .....	102
3.4.1.2 Sachmangel bei Unterschreitung des Referenzwerts .....	103
3.4.1.3 Parteivereinbarungen als Aufhängungsmaßstab .....	104
3.4.1.4 Deliktischer Schadensersatzanspruch .....	105
3.4.2 Handlungsempfehlungen .....	106

<b>3.5 Radonschutz als öffentlich-rechtliche Verpflichtung</b> .....	106
3.5.1 Radonschutz im Bauplanungsrecht .....	107
3.5.2 Radonschutz im Bauordnungsrecht .....	108
3.5.3 Amtshaftungsansprüche wegen Missachtung des Radonschutzes .....	110
<b>3.6 Fazit</b> .....	111
<b>4 Bauliche Maßnahmen zum Radonschutz von Aufenthaltsräumen und/oder Arbeitsstätten</b> .....	113
<i>Dipl.-Ing. Gerhard Klingelhöfer BDB</i>	
<b>4.1 Allgemeines und gesetzliche Vorgaben zum Radonschutz</b> .....	113
<b>4.2 Planungsgrundlagen und Entwurfskriterien zum baulichen Radonschutz</b> .....	115
<b>4.3 Bauliche Maßnahmen zum Radonschutz bei der Gebäudekonzeption</b> .....	116
<b>4.4 Kriterien für bauliche Maßnahmen zum Radonschutz</b> .....	118
4.4.1 Bautechnische Regeln zum Radonschutz .....	118
4.4.1.1 Konvektive Barrieren (BK) zur Reduzierung des konvektiven Radoneintritts ...	119
4.4.1.2 Diffusive Barrieren (BD) zur Reduzierung des diffusiven Radoneintritts .....	120
4.4.1.3 Maßnahmen zur Reduzierung der Radonausbreitung im Gebäude (BA) .....	121
4.4.1.4 Maßnahmen zur Reduzierung der erdseitigen Radoneinwirkung (BE) .....	121
4.4.1.5 Maßnahmen zur Reduzierung der Exhalation aus Baumaterial (BM) .....	122
4.4.2 Auswahl von baulichen Maßnahmen zum Radonschutz für das Gebäudekonzept .....	123
<b>4.5 Übersichten und Beispiele zu baulichen Maßnahmen</b> .....	125
4.5.1 Bauliche Maßnahmen als Basisschutz (BS) gegen Radon .....	125
4.5.2 Bauliche Maßnahmen als Hohen Schutz (HS) gegen Radon .....	126
4.5.3 Beispiele für bauliche Maßnahmen zum Radonschutz .....	127
4.5.3.1 Neubau: Erdberührte Abdichtung und Basisschutz (BS) .....	127
4.5.3.2 Neubau: Erdberührte Abdichtung und Hoher Schutz (HS) .....	128
4.5.3.3 Neubau: Wasserundurchlässige Betonkonstruktion und Basisschutz (BS) .....	128
4.5.3.4 Neubau: Wasserundurchlässige Betonkonstruktion und Hoher Schutz (HS) ....	129
4.5.3.5 Neubau: Frischbetonverbundsysteme auf wasserundurchlässiger Betonkonstruktion und Basisschutz (BS) oder Hohen Schutz (HS) .....	129
4.5.4 Beispiele für den Radonschutz in Bestandsgebäuden .....	129
4.5.4.1 Bestand: Nachträgliche erdberührte Abdichtung und Radon-Basisschutz (BS) .....	129
4.5.4.2 Bestand: Nachträgliche erdberührte Bestandsabdichtung und Hoher Schutz (HS) .....	130
<b>4.6 Grundregeln für den Planer zum Radonschutz</b> .....	130
<b>4.7 Maßnahmen zur Radonminimierung an denkmalgeschützten Gebäuden</b> .....	131
<b>4.8 Beispiele aus der Baupraxis</b> .....	132
<b>4.9 Gesetze, Regelwerke und Fachliteratur</b> .....	138

<b>5 Radon und Lüftung</b> .....	141
<i>Prof. Dr.-Ing. Thomas Hartmann</i>	
5.1 Festlegung Raumnutzung .....	141
5.2 Systeme der Kellerlüftung .....	142
5.2.1 Überblick .....	142
5.2.2 Freie Lüftung .....	144
5.2.3 Ventilatorgestützte Lüftung .....	145
5.3 Anwendbarkeit der Systeme zur Kellerlüftung .....	146
5.4 Auslegung der Kellerlüftung .....	147
5.5 Betriebsweise der Kellerlüftung .....	161
5.5.1 Freie Lüftung .....	161
5.5.2 Ventilatorgestützte Lüftung .....	161
5.6 Radondränagen, Radonbrunnen und Unterbodenabsaugungen .....	161
5.6.1 Definitionen .....	161
5.6.2 Bauliche Aspekte .....	162
5.6.3 Lüftungstechnische Aspekte .....	163
5.7 Quellenverzeichnis .....	165
<b>6 Radonberatung und Gebäuediagnostik</b> .....	167
<i>Dipl.-Ing. (BA) Karin Leicht</i>	
6.1 Radonberatung .....	167
6.2 Erfassen der Gebäude-Charakteristika .....	169
6.3 Radon-Eintrittspfade detektieren .....	181
6.4 Gutachterliche Bewertung und Beurteilungsempfehlung .....	183
6.5 Anforderungen in Radonvorsorgegebieten .....	184
<b>Anhang</b> .....	189
Auszug aus dem Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) vom 27.06.2017, zuletzt geändert durch die Bekanntmachung vom 03.01.2022 .....	191
Auszug aus der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) vom 29.11.2018, zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 8.10.2021 .....	199
Das Herausgeberteam .....	205
Die Autoren .....	207
Stichwortverzeichnis .....	209