

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 bahnenförmigen 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 | Weißer Wanne | 136 |
| 7.4.2.4.1 | Konstruktionsprinzip Weißer 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 |