Ingenieurbüro Dr.-Ing. W. HORN

Energieeffizienz-Lüftung-Strahlenschutz

Bauwerksplanung und Begutachtung

Gesundes Wohnen mit Wohlfühlklima durch IR-Wärme, kein Schimmelpilz, Paradigmenwechsel bei Dämmung und Konstruktion

Sachverständiger für Schutz vor Radon
und bautechnischen Strahlenschutz

Prüfbericht

Bestimmung des Radon-Diffusionskoeffizienten und des Radondurchgangs

Material/Produkt	**weber.tec Superflex 2K, Dicke 4,0 mm** **2-komponentige Bitumendickbeschichtung mit einer mineralischen Komponente und einer Bitumenemulsion**
Antragsteller	**Saint Gobain Weber GmbH** **Schanzenstraße 84, 40549 Düsseldorf**

Ergebnisse

Diffusionskoeffizient	**D**	**= 1,93 ·10^{-12} m²/s**	
Radondurchgang	**Φ_{diff}**	**= 0,11 Bq/(m²h)**	**bei 100 kBq/m³ Quellstärke**

Bewertungs- und Nutzungshinweise

- Der Diffusionskoeffizient ist wesentlich kleiner als bei Beton.
- Das Material ist bei einer (Standard-)Dicke von 4,0 mm sehr gut Radon mindernd.
- Bei einer Quellstärke bis ~100 kBq/m³ ist der Radondurchgang gering bis vernachlässigbar.

Gültigkeit

Dieser Prüfbericht gilt für 5 Jahre. Er ist zu erneuern, sobald die Rezeptur oder die Eigenschaften gegenüber der übergebenen Probe auch nur scheinbar geringfügig verändert wurden. Der Bericht umfasst insgesamt 4 Seiten (Deckblatt und 3 Seiten Anlage), er ist nur ungekürzt zu verwenden und ist nicht übertragbar auf andere oder ähnliche Materialien.

Dr.-Ing. Wolfgang Horn

Köhra, 11. Februar 2017

Messmethode

Die Versuchsanordnung ist in Bild 1 dargestellt, sie besteht im Wesentlichen aus zwei Kammern, der Quellkammer und der Messkammer, dazwischen das Prüfmaterial, aus einer Radonquelle und zwei hochsensiblen Messgeräten Typ alphaGUARD mit Verbindungsleitungen sowie Pumpen.

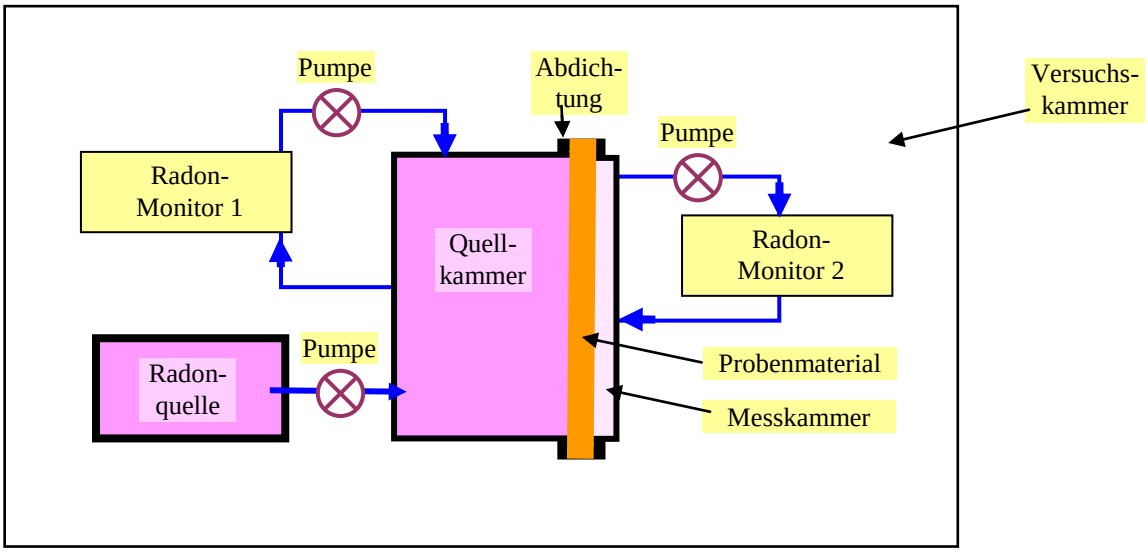

Bild 1: Prinzipdarstellung der Versuchanordnung in einer abgeschlossenen Versuchskammer

Aus der Radonquelle wird hoch radonhaltige Luft in die Quellkammer gepumpt. Daran angeschlossen ist ein Radonmessgerät mit einer Pumpe, durch die die Radonluft im Umlauf gehalten wird. Die Radonkonzentration in der Kammer wird alle 10 Minuten gemessen. Bei langer Messzeit kann bei Bedarf Radon in der Radonkammer dosiert ergänzt werden.

Die Radonkonzentration wird in der Quellkammer so eingestellt, dass sie für das zu prüfende Material auf Grund von Erfahrung oder Vorversuchen bestmöglich geeignet ist. Radon diffundiert in das zu prüfende Material ein, wandert durch die Materialschicht hindurch und kommt dann in der Messkammer an. Je nach Dicke und des Widerstandes des Prüfmaterials braucht das Radon eine gewisse Zeit, ehe es dort ankommt. In Abhängigkeit von der Radonzerfallskonstante λ_{Rn} und der Durchgangszeit t_{du} zerfällt während des Durchgangs ein Teil des Radons im Prüfmaterial. Je weniger Radonatome durch das Probenmaterial hindurch gelangen, desto dichter ist es und umso kleiner ist der Diffusionskoeffizient D [m²/s].

Die Messkammer mit angeschlossenem hochsensiblem Messgerät wird zuerst mit Frischluft gespült. Sobald Radonatome durch das Prüfmaterial in der Messkammer ankommen, steigt allmählich die Radonkonzentration an. Sie wird alle 10 Minuten gemessen. Daraus ergibt sich eine stetig langsamer ansteigende Kurve. Nach theoretisch ca. 20 Tagen sollte sich eine Sättigungskonzentration einstellen.

In der Praxis zeigt sich, dass jede Quell- und Messkammer und ihre Anschlüsse ein ganz klein wenig undicht sind. Die eingedichteten Ränder der Probe können ebenfalls etwas durchlässig sein. Weiterhin kann durch die Pumpen und ihre Anschlüsse etwas Radon entweichen. Es ist möglich, dies bis auf ein Minimum zu reduzieren, was seine praktischen Grenzen hat. Dadurch ergibt sich schon eher eine scheinbare Sättigungsgerade. Alle diese winzigen, aber nicht vernachlässigbaren Einflüsse wirken gleichsam wie eine zusätzliche Zerfallskonstante λ_z oder wie eine winzige Luftwechselrate. Sie können mit der Zerfallskonstanten des Radons zusammengefasst werden zu $\lambda_{Rn} + \lambda_z = \lambda_{ges}$.

Auswertung der Messung

Die lange Wartezeit bis zur Sättigungskonzentration und die winzigen Leckagen sind zwei gravierende Nachteile. Man möchte schon eher und keine beeinflussten Messwerte bekommen. Weiterhin lässt sich aus dem Anstieg der Radonkonzentration in der Messkammer durch die zusätzliche Zerfallskonstante λ_z nicht die wahre Diffusionskonstante bestimmen.

Bestimmte Details in der Versuchsanordnung und eine umfangreiche Auswertemethode erlauben, dass die insgesamt wirkende Luftwechselrate (bzw. Zerfallskonstante) λ_{ges} sehr genau bestimmt werden kann: in der Regel nach ein bis drei Tagen, in Ausnahmefällen bis eine Woche. Bei der Auswertung werden berücksichtigt: der Zerfall des Radons in der Quellkammer, das eventuell zusätzlich eingelassene Radon aus der Radonquelle, der Zerfall des Radons in der Messkammer, alle Leckagen, die Umgebungskonzentration des Radon in der Versuchskammer, Temperatur und relative Luftfeuchte.

Die Messwerte für die Materialprobe sind nachfolgend dargestellt.

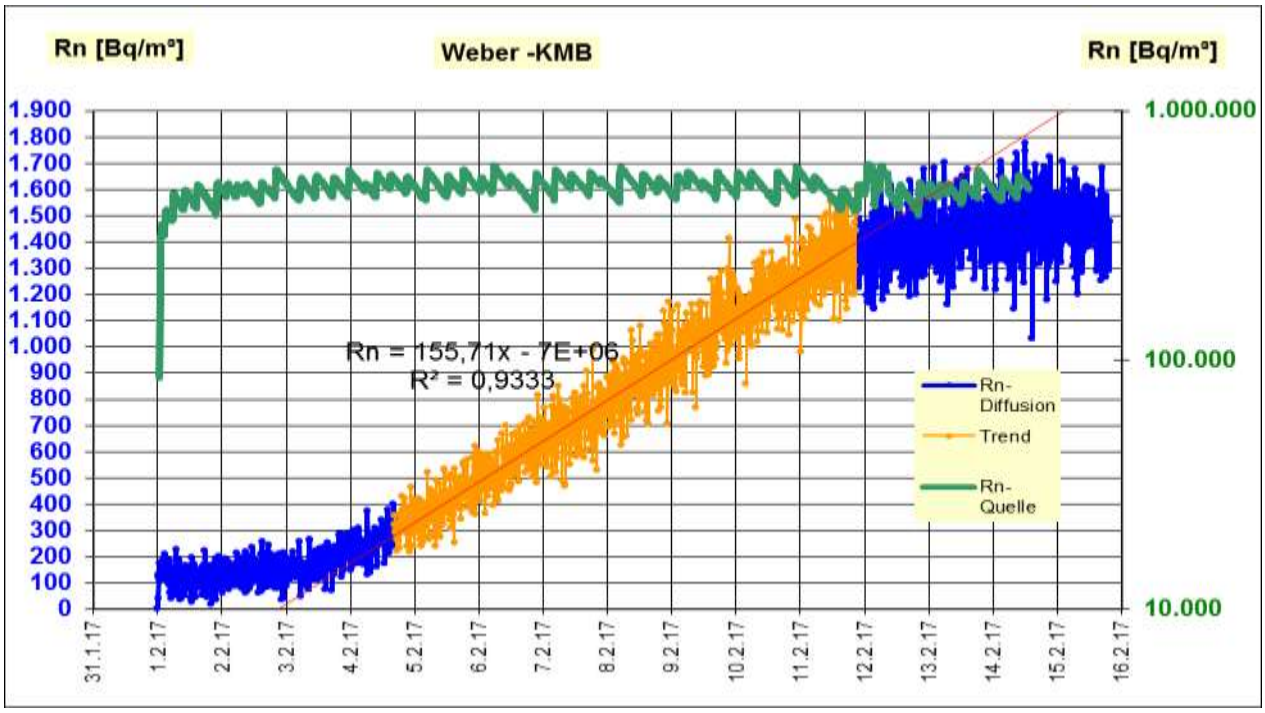

Bild 2: Messwerteverlauf

Der Beginn des Radoneintritts aus der Messkammer erfolgte am 01.02.2017. Ein merklicher Anstieg begann am 04.02.2017. Aus den beiden Messwertkurven werden über mehrere Schritte ermittelt:

- der Radondurchgang Φ_{diff} [Bq/(m²h)] in die Messkammer,
- der Diffusionskoeffizient D [m²/s].

Die mittlere Radon-Quellstärke lag bei 495 kBq/m³.

Aus diesen Werten wird der Radondurchgang (Diffusionsrate) für eine Referenzkonzentration von Rn_{ref} = 100 kBq/m³ bestimmt.

Für die Probe wurden ermittelt:

Diffusionskoeffizient	**D**	= **1,93 x 10^{-12} m²/s**	
Radondurchgang	**Φ_{diff}**	**= 0,11 Bq/(m²h)**	bei 100 kBq/m³.

Für andere Radonlasten kann der Radondurchgang Φ_{diff} wie folgt ermittelt werden:

Φ_{diff} = x,0 * Rn_{ort} / 100 Bq/(m²h)

mit Rn_{ort} örtlich zugrunde zu legende Radonkonzentration in kBq/m³.

Als Orientierung kann folgende Einteilung zugrunde gelegt werden:

Radondurchgang Φ_{diff} [Bq/(m²h)]	Auswirkung auf Radonkonzentration im Raum
≤1	vernachlässigbar
>1 bis <10	unbedingt zu beachten, wirkt sich spürbar aus
≥10	kritisch, führt meist zu Werten >100 Bq/m³.

Bei der Beurteilung eines Materials auf seine Radondurchlässigkeit ist zu beachten:

(1) Die Verarbeitbarkeit, Stöße, Gewährleistung von Luftdichtheit, Strapazierfähigkeit unter Baustellenbedingungen usw. und

(2) das Zusammenwirken mit anderen Materialien wie Betonwände oder gesamter Fußbodenaufbau.

(3) Diese Aussage gilt nicht, sobald geringste Beschädigungen oder sonstige Leckagen vorliegen.

Dieses Dichtbahnmaterial hat einen „vernachlässigbaren“ Radondurchgang bei 100 kBq/m³. In Verbindung mit anderen schützenden Bauteilen (im Fußbodenaufbau, Wandaufbau) ist es gut geeignet, um für Bauvorhaben sicheren Radonschutz zu gewährleisten. Dazu ist erforderlich, dass die wirkliche Radonkonzentration[1] im Boden durch Ermittlung der Radonproduktion in [Bq/(kgh)] unter Laborbedingungen ermittelt wird. Bei Kenntnis der Angaben zum Wand- oder Fußbodenaufbau ist der Radondurchgang durch die gesamte Bauteilkonstruktion und die Radonkonzentration für einen Nutzraum/Referenzraum unter Beachtung aller Radonquellen zu berechnen.

Zertifikate mit einer Zuordnung des Materials in „radondicht oder „nicht radondicht“ sind nicht ausreichend sicher für radongeschütztes Bauen.[2]

[1] Die Bestimmung mittels Bohren in den Boden und Luftabsaugen führt in der Regel zu stark beeinflussten (bis wesentlich zu geringen) und damit nicht brauchbaren Werten der Radonkonzentration. Die Radonkarte von Deutschland ist ebenfalls **nicht** geeignet, Aussagen über die Radonlast des Bodens für ein Gebäude abzuleiten, sie wurde für andere Zwecke erstellt.
[2] „Was ist radondicht?“. Info-Material Ing.-Büro Dr.-Ing. W. Horn Bad Schlema, 2008