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	**Art.-Nr. 0871 BIT 2K [basic]** **Dicke 3 mm**
Antragsteller	**Remmers GmbH** **49624 Löningen, Bernhard-Remmers-Straße 13**

Ergebnisse

Diffusionskoeffizient	**D**	**= 6,37 ·10^{-13} m²/s**	
Radondurchgang	**Φ_{diff}**	**= 0,59 Bq/(m²h)**	**bei 1.000 kBq/m³ Quellstärke**

Bewertungs- und Nutzungshinweise

Das Material ist allein bis zu einer Radonkonzentration von rd. 1.000 kBq/m³ wirksam. Nutzungshinweise siehe letzte Seite.

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, 29. Oktober 2021

Copyright IB W. Horn

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 aktiven Messgeräten mit Verbindungsleitungen sowie Pumpen.

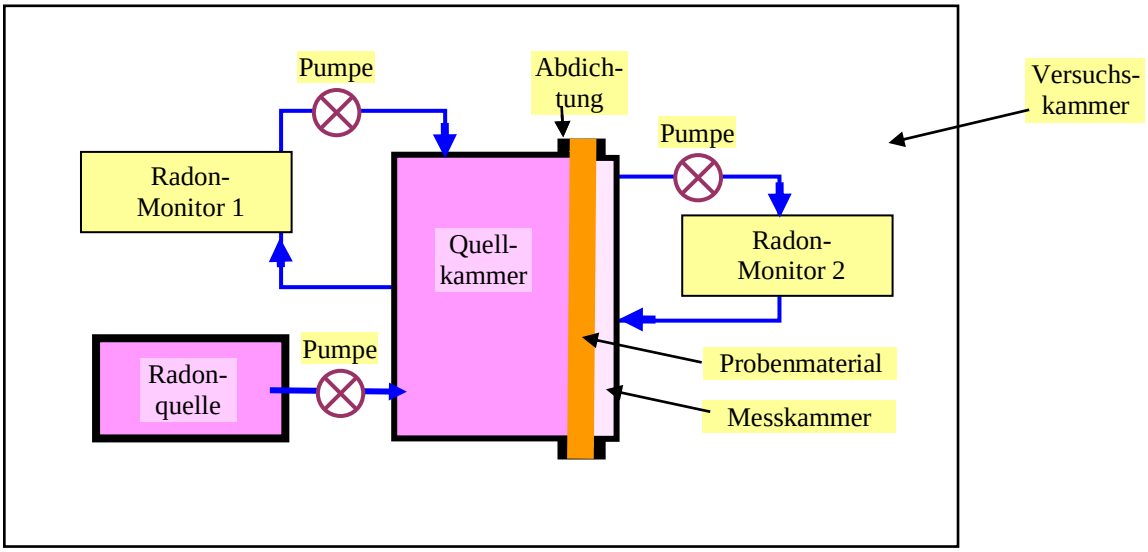

Bild 1: Prinzipdarstellung der Versuchanordnung in einer abgeschlossenen Versuchskammer

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 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 über eine Woche. Bei der Auswertung werden berücksichtigt: der Zerfall des Radons in der Quellkammer, das ergänzend 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 Quellstärke und die Materialprobe sind nachfolgend dargestellt.

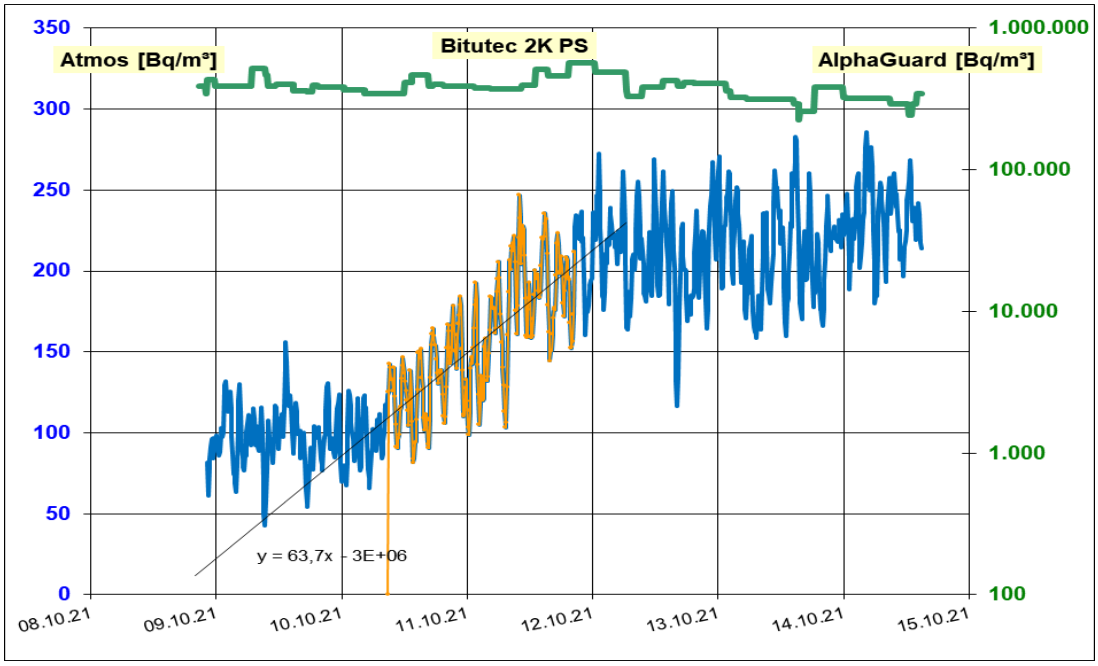

Bild 2: Messwerteverlauf

Der Zutritt von Radon aus der Quellkammer erfolgte spät abends am 16.10.2021. Der Anstieg erfolgte mit einer Verzögerung von rd. 6 Stunden und dauerte mehrere Tage. Aus diesem Anstieg und der Quellstärke 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 385 kBq/m³.

Aus diesen Werten wird der Radondurchgang (Diffusionsrate) für eine Referenzkonzentration von Rn_{ref} = 1.000 kBq/m³ bestimmt.

Copyright IB W. Horn

Für die Probe wurden ermittelt:

Diffusionskoeffizient	**D**	= **6,37 x 10^{-13} m²/s**	
Radondurchgang	**Φ_{diff}**	**= 0,59 Bq/(m²h)**	bei 1.000 kBq/m³ und Dicke von 3 mm

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

$$\Phi_{diff} = 0{,}059 * Rn_{ort} / 100 \quad Bq/(m^2h)$$

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 bis 1.000 kBq/m³ Quellstärke. In Verbindung mit anderen schützenden Bauteilen (im Fußbodenaufbau, Wandaufbau) ist es geeignet, um für Bauvorhaben sicheren Radonschutz zu gewährleisten. Dazu ist erforderlich, dass die wirkliche Radonkonzentration[1] im Boden durch Bestimmung der Radonproduktion in [Bq/(kgh)] unter Laborbedingungen erfolgt. 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 (inklusive aus den Baustoffen) zu berechnen.

Bitte beachten: 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, 2008