

Bauzentrum

München

3.5.2018

Produkte für den baulichen Radonschutz

Dr. J. Kemski

ö.b.u.v. Sachverständiger für Radon, IHK Bonn/Rhein-Sieg

Euskirchener Straße 54, D – 53121 Bonn

www.kemski-bonn.de

Inhalt

1. Einleitung
2. Materialien
 - Gruppen
 - Beispiele
3. Bewertung

Radonschutz

Auswahl aus Vielzahl von Produkten aus dem Bereich Feuchteschutz, d.h. von standardmäßig eingesetzten Materialien

- Nachweis der grundsätzlichen Eignung derartiger Materialien als Radonschutz notwendig
- Nachweis der Materialverträglichkeit mit anderen eingesetzten Materialien

vgl. Feuchteschutz

DIN 18 533 Abdichtung von erdberührten Bauteilen, Teil 2: Abdichtung mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen bzw. Teil 3: Abdichtung mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen

- Bitumen-/Polymerbitumenbahnen
- Kunststoffbahnen
- PMBC (Polymer Modified Bituminous thick Coatings for waterproofing; Bitumendickbeschichtung)
- ...

Materialgruppen

Untersuchungen u.a. zu

- PE-Folien (HDPE/LDPE)
- PVC
- Bitumenschweißbahnen, z.T. Al-kaschiert
- Polymerbitumenbahnen
- EPDM
- PO-Folien
- Bentonite/Geotextilien
- Farben, Anstriche
- ...

Deutschland

Beispiele (*Hoffmann, 2004: Experimentelle und theoretische Untersuchungen über die Emanation und Migration von Radon in Baustoffen und Bauwerksabdichtungen*)

Art	Dicke d (mm)	Diff.koeff. (m ² /s)	Diff.länge R (mm)	d/R	dicht
PEHD-Dichtbahnmaterial	0,2	7,08·10 ⁻¹²	1,84	0,11	nein
Dichtungsbahn, PEHD	1,5	8,21·10 ⁻¹⁴	0,20	7,58	ja
Isolierfolie, PEHD, geklebt o. geschweißt	0,16	<NWG	–	–	ja
PE-Folie	0,6	3,32·10 ⁻¹²	1,26	0,47	nein
LDPE-Folie	1,0	3,16·10 ⁻¹²	1,23	0,81	nein
PE/Al/PE-Folie	1,0	<NWG	–	–	ja
S4G200 Bitumenschweißbahn	4	5,30·10 ⁻⁸	159	0,03	nein
V60S4 Bitumenschweißbahn	4	3,59·10 ⁻⁸	131	0,03	nein
Dichtungsfolie, bitumenbesch.	4	1,17·10 ⁻¹²	0,75	5,37	ja
selbstklebende Dichtungsbahn	1,7	<NWG	–	–	ja
Flexibl. Dichtungsschlamm, 1-ko.	2	7,54·10 ⁻¹³	0,60	3,34	nein
1-komp. Dichtungsschlämme	4	1,66·10 ⁻¹¹	2,82	1,42	nein
Mod. Bitumendickbeschichtung	5	<NWG	–	–	ja
Bitumendickbeschicht., 2-komp.	5	2,30·10 ⁻⁹	33,09	0,15	nein
Kunststoffmod. Bitumendickbesch.	4	4,90·10 ⁻¹²	1,53	2,61	nein
2-komp. Bitumendickbeschicht.	5	1,23·10 ⁻¹²	0,77	6,49	ja
2-komp. Bitumendickbeschicht.	5	1,25·10 ⁻¹²	0,77	6,49	ja
Glasschaumplatten, verklebt	60	<NWG	–	–	ja
Glasschaumpl., stoßfugenverkl.	60	9,26·10 ⁻⁹	66,44	0,90	nein
Glasschaumpl., Fugenverkl., Bit.	70	<NWG	–	–	ja

Spannweite zwischen
10⁻⁸ und 10⁻¹⁴ m²/s

i.W. Einzelbeispiele
(z.B.: definierte Dicke,
Repräsentativität für
Produktgruppe?)

Tschechien

- lange und umfangreiche Erfahrungen
- systematische Untersuchungen, z.T. publiziert (s.u.: Beispiel aus 2011 mit 360 Materialien)

Radiation Protection Dosimetry (2011), Vol. 145, No. 2–3, pp. 178–183
Advance Access publication 29 March 2011

doi:10.1093/rpd/ncr043

RADON DIFFUSION COEFFICIENTS IN 360 WATERPROOF MATERIALS OF DIFFERENT CHEMICAL COMPOSITION

M. Jiránek* and M. Kotrbatá

Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, Czech Republic

tschechische **Baunorm ČSN 73 0601** (Protection of buildings against radon from the soil; 2006):

darin u.a. Beschreibung der Anforderungen an Folien u.ä. die zum baulichen Radonschutz eingesetzt werden dürfen

Tschechien

Jiranek & Kotrbata (2011):
Radon diffusion coefficient
in 360 waterproof mate-
rials of different chemical
composition

Materialien (europaweit)
unterschiedlicher chemi-
scher Zusammensetzung

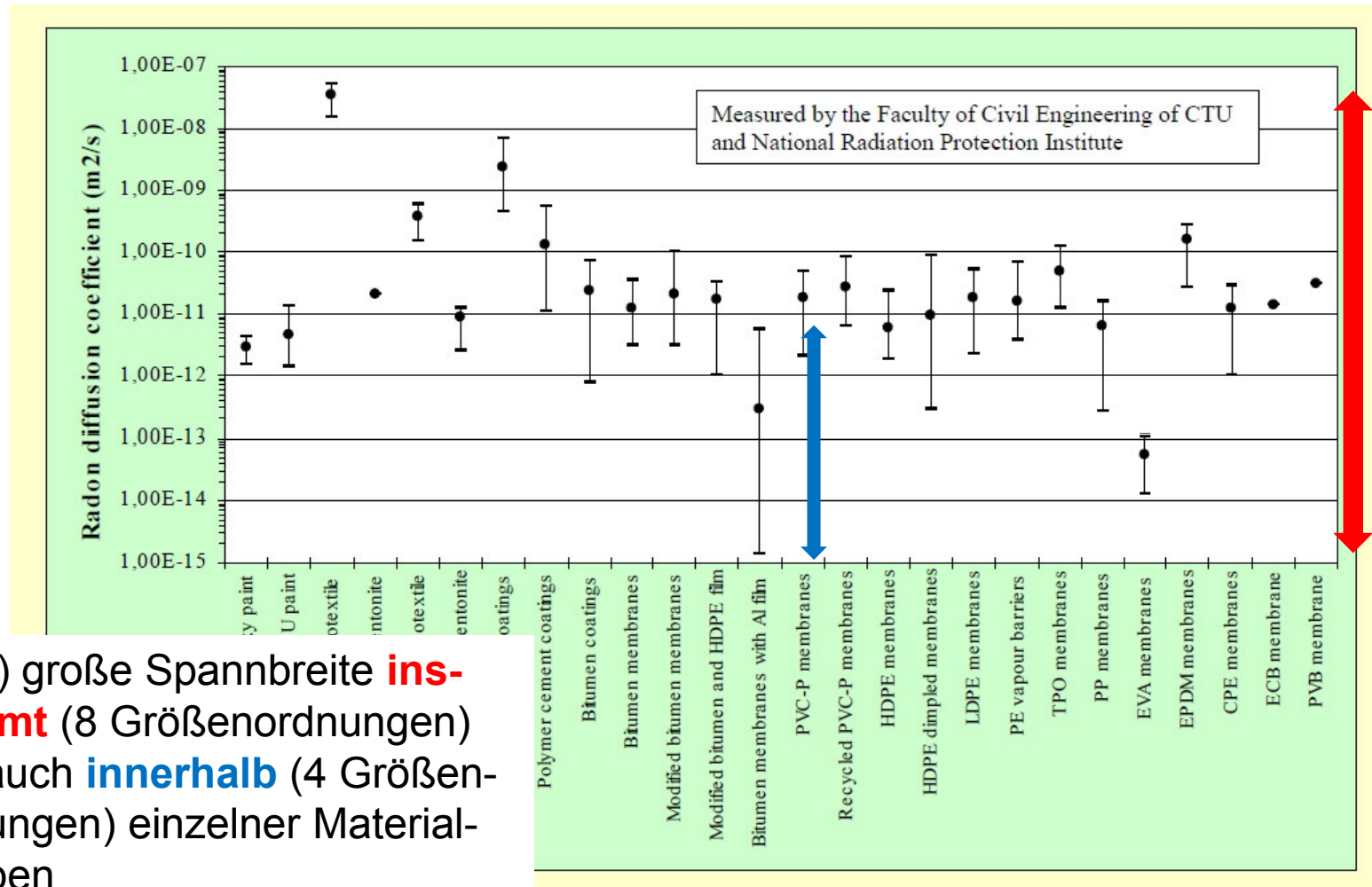
- Bitumenbahnen/-be-
schichtungen
- PVC-Folien
- HDPE-/LDPE-Folien
- Noppenbahnen
- EPDM
- u.v.a.m.

Table 1. Radon diffusion coefficients of various waterproof materials.

Material	Number of tested materials	Radon diffusion coefficient ($m^2 s^{-1}$)						
		Minimum	Maximum	Mean	Standard deviation	First quartile	Median	Third quartile
Epoxy paint	2	1.5×10^{-12}	4.3×10^{-12}	2.9×10^{-12}	1.4×10^{-12}			
PU paint	4	1.4×10^{-12}	1.3×10^{-11}	4.6×10^{-12}	4.9×10^{-12}			
Bentonite	2	1.5×10^{-8}	5.3×10^{-8}	3.4×10^{-8}	1.9×10^{-8}			
Pre-hydrated bentonite	1	2.1×10^{-11}	2.1×10^{-11}	2.1×10^{-11}				
PE-coated bentonite geotextile	2	1.5×10^{-10}	6.0×10^{-10}	3.8×10^{-10}	2.3×10^{-10}			
HDPE sheet laminated to bentonite	4	2.5×10^{-12}	1.2×10^{-11}	9.0×10^{-12}	3.9×10^{-12}			
Cement coatings	5	4.4×10^{-10}	6.6×10^{-9}	2.3×10^{-9}	2.3×10^{-9}	4.4×10^{-10}	1.6×10^{-9}	2.4×10^{-9}
Polymer cement coatings	17	1.1×10^{-11}	5.7×10^{-10}	1.3×10^{-10}	1.6×10^{-10}	2.6×10^{-11}	5.3×10^{-11}	1.2×10^{-10}
Bitumen coatings	26	7.7×10^{-13}	7.2×10^{-11}	2.4×10^{-11}	2.0×10^{-11}	8.05×10^{-12}	1.65×10^{-11}	3.15×10^{-11}
Oxidised bitumen membranes	12	3.0×10^{-12}	3.4×10^{-11}	1.2×10^{-11}	7.6×10^{-12}	8.75×10^{-12}	1.18×10^{-11}	1.36×10^{-11}
Modified bitumen membranes	44	3.1×10^{-12}	9.8×10^{-11}	2.1×10^{-11}	1.8×10^{-11}	1.10×10^{-11}	1.70×10^{-11}	2.70×10^{-11}
Modified bitumen and HDPE film	13	9.7×10^{-13}	3.2×10^{-11}	1.7×10^{-11}	9.7×10^{-12}	1.40×10^{-11}	1.70×10^{-11}	2.50×10^{-11}
Bitumen membranes with Al film	54	1.4×10^{-15}	5.5×10^{-12}	2.9×10^{-13}	8.4×10^{-13}	1.10×10^{-14}	3.70×10^{-14}	1.25×10^{-13}
PVC	44	2.1×10^{-12}	4.8×10^{-11}	1.8×10^{-11}	1.1×10^{-11}	1.09×10^{-11}	1.65×10^{-11}	2.23×10^{-11}
Recycled PVC	8	6.4×10^{-12}	8.0×10^{-11}	2.6×10^{-11}	2.3×10^{-11}	9.78×10^{-12}	1.82×10^{-11}	3.09×10^{-11}
HDPE	29	1.8×10^{-12}	2.3×10^{-11}	6.1×10^{-12}	4.3×10^{-12}	3.80×10^{-12}	4.70×10^{-12}	6.40×10^{-12}
HDPE dimpled membranes	26	2.8×10^{-13}	9.0×10^{-11}	9.1×10^{-12}	1.7×10^{-11}	2.93×10^{-12}	4.85×10^{-12}	6.70×10^{-12}
LDPE	22	2.2×10^{-12}	5.1×10^{-11}	1.8×10^{-11}	1.0×10^{-11}	1.10×10^{-11}	1.55×10^{-11}	2.10×10^{-11}
PE vapour barriers	21	3.7×10^{-12}	6.6×10^{-11}	1.6×10^{-11}	1.3×10^{-11}	9.40×10^{-12}	1.30×10^{-11}	1.60×10^{-11}
TPO	7	1.2×10^{-11}	1.2×10^{-10}	4.9×10^{-11}	4.0×10^{-11}	1.65×10^{-11}	2.25×10^{-11}	7.80×10^{-11}
PP	3	2.7×10^{-13}	1.6×10^{-11}	6.4×10^{-12}	6.6×10^{-12}			
EVA	4	1.3×10^{-14}	1.1×10^{-13}	5.7×10^{-14}	3.7×10^{-14}			
EPDM	4	2.7×10^{-11}	2.7×10^{-10}	1.6×10^{-10}	9.3×10^{-11}			
CPE	4	9.7×10^{-13}	2.8×10^{-11}	1.2×10^{-11}	1.0×10^{-11}			
ECB	1	1.4×10^{-11}	1.4×10^{-11}	1.4×10^{-11}				
PVB	1	3.0×10^{-11}	3.0×10^{-11}	3.0×10^{-11}				

Bentonite, a dry form of sodium bentonite placed between two geotextiles or kraft boards; modified bitumen membranes, SBS modification (a blend of asphalt and styrene-butadiene-styrene) or APP modification (a blend of asphalt and atactic polypropylene); modified bitumen and HDPE film, membranes combining SBS modified bitumen and HDPE carrier film; HDPE, high-density polyethylene; PE, polyethylene; recycled PVC, membranes made of recycled PVC; PP, polypropylene; TPO, thermoplastic polyolefin; PU, polyurethane; ECB, ethylene copolymer bitumen; PVB, polyvinyl butyral; CPE, chlorinated polyethylene; EVA, ethylene vinyl acetate.

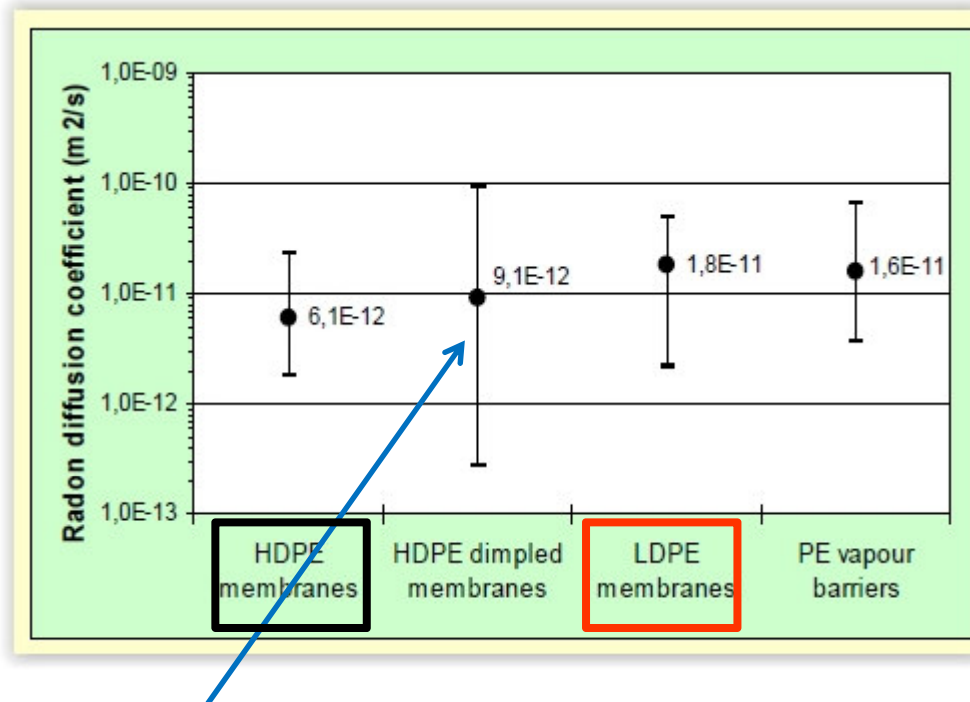
Tschechien: Übersicht



(sehr) große Spannweite **insgesamt** (8 Größenordnungen) und auch **innerhalb** (4 Größenordnungen) einzelner Materialgruppen

nach Jiranek (2010): Radon Preventive Measures in the Czech Republic with Special Emphasis on Radon-Proof Membranes.- Tagungsbeitrag Prag

PE-Folien

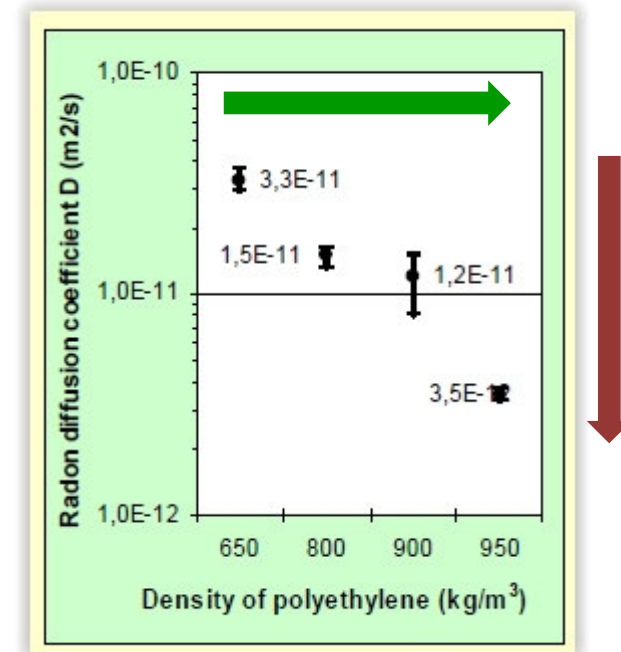


Noppenbahnen: produktionsbedingt vermutlich nicht einheitliche Dicke

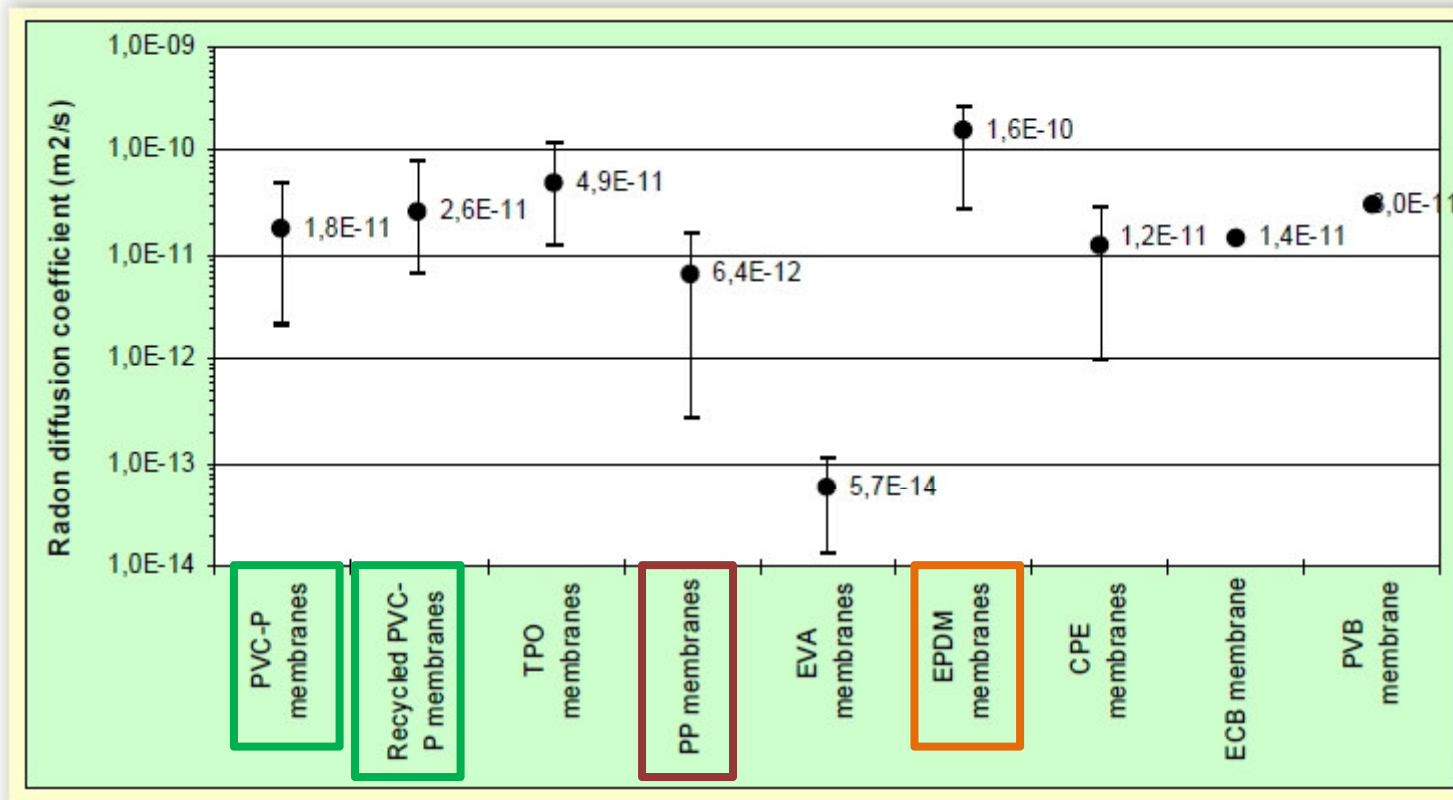
in starkem Maße von Dichte abhängig: **höhere Dichte = niedrigerer Radondiffusionskoeffizient**

HDPE 3-fach kleiner **LDPE**

nach Jiranek (2010): Radon Preventive Measures in the Czech Republic with Special Emphasis on Radon-Proof Membranes.- Tagungsbeitrag Prag



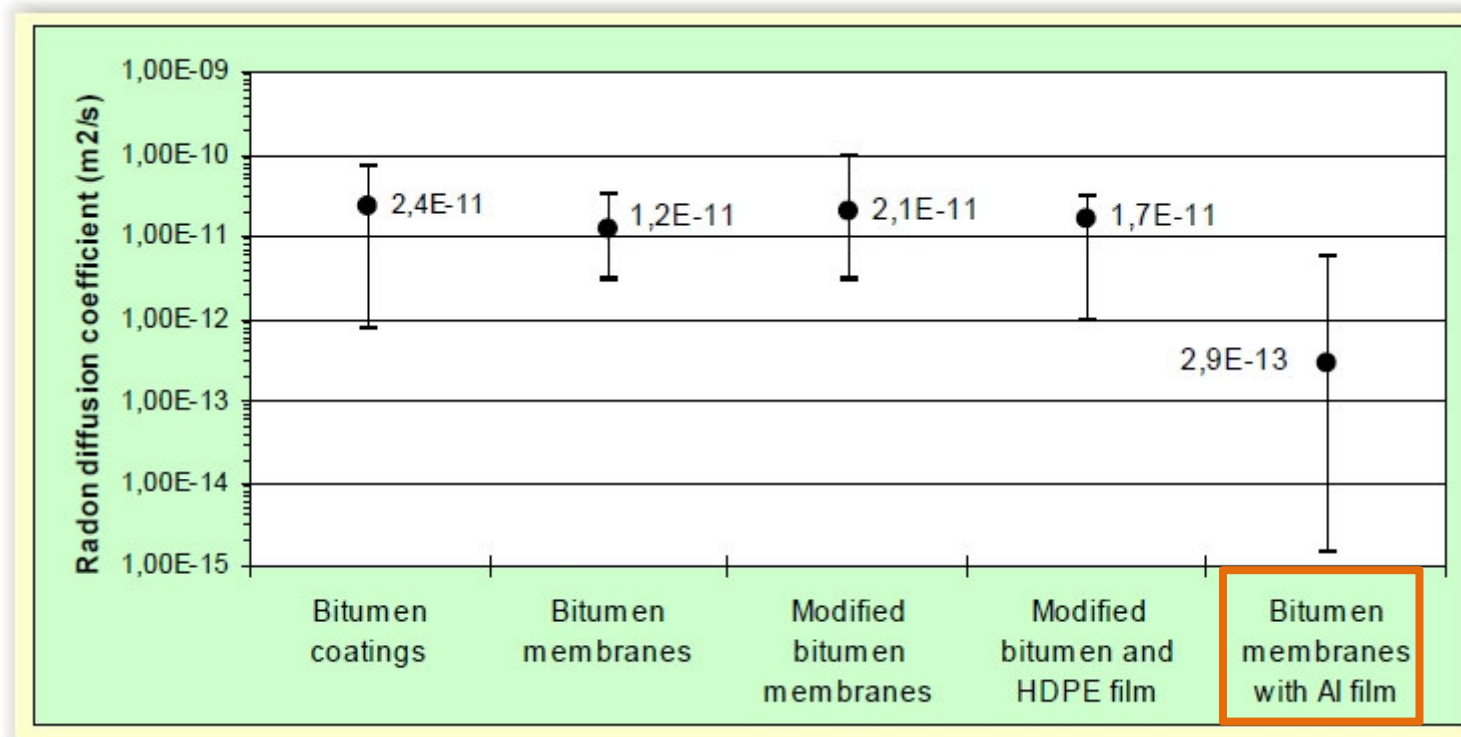
PVC-Folien u.a.



- **PVC recycelt** ca. 40 % höher als **PVC (nicht recycelt)**
- **EPDM** (Ethylen-Propylen-Dien-(Monomer)-Kautschuk): idR hoher RD
- **PP**: große Spannbreite

nach Jiranek (2010): Radon Preventive Measures in the Czech Republic with Special Emphasis on Radon-Proof Membranes.- Tagungsbeitrag Prag

Bitumenprodukte

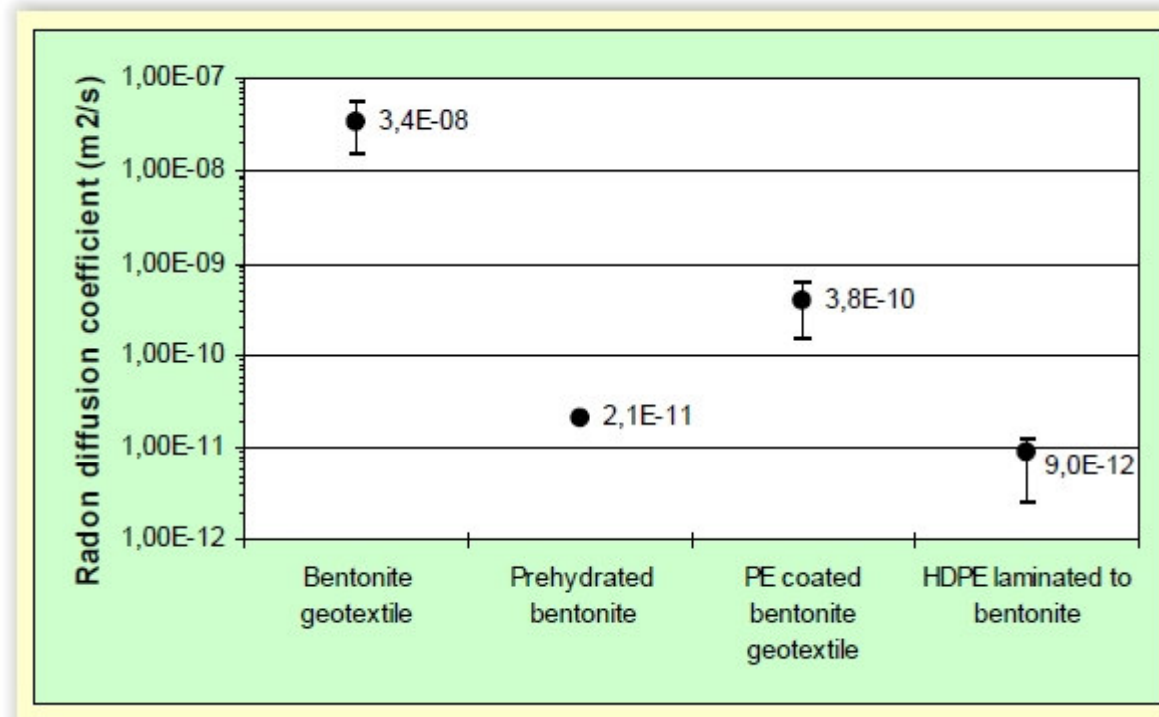


nach Jiranek (2010): Radon Preventive Measures in the Czech Republic with Special Emphasis on Radon-Proof Membranes.- Tagungsbeitrag Prag

Unterschiede basierend auf

- verschiedener chemischer Zusammensetzung bzw.
- Dicke der **Al-Kaschierung** (idR wenige 10er µm)

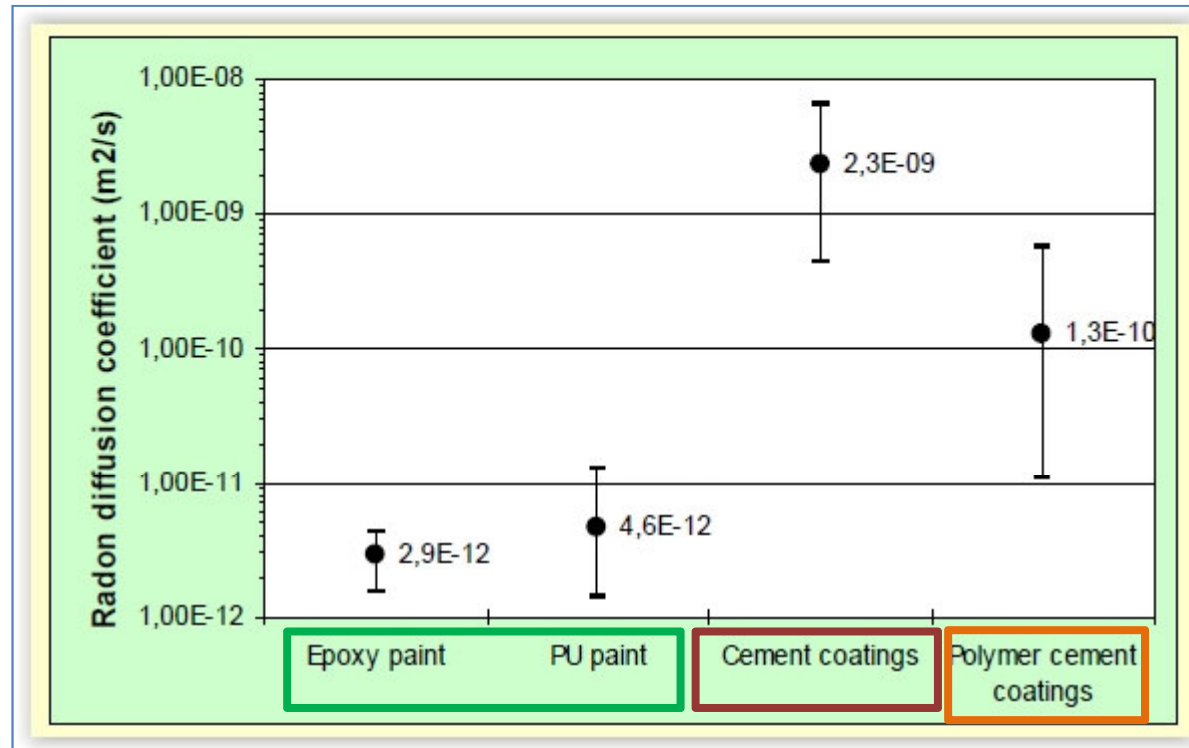
Bentonite/Geotextilien



nach Jiranek (2010): Radon Preventive Measures in the Czech Republic with Special Emphasis on Radon-Proof Membranes.-
Tagungsbeitrag Prag

- tendenziell hohe Radondiffusionskoeffizienten
- im realen Einsatz Schrumpfung bzw. Quellung möglich, d.h. stark voneinander abweichende Bedingungen in Labor und beim Einbau

Sonstige



nach Jiranek (2010): Radon Preventive Measures in the Czech Republic with Special Emphasis on Radon-Proof Membranes.-
Tagungsbeitrag Prag

- **Farben/Anstriche**: niedriger RD
- **zementäre Beschichtung**: hoher RD, unter Zugabe von Additiven/
Harzen niedrigerer RD

Vergleich Überlappung/Nähte

Tschechien:

Vergleich Einzelprobe – überlappte Probe (**verschweißt** – **verklebt**):

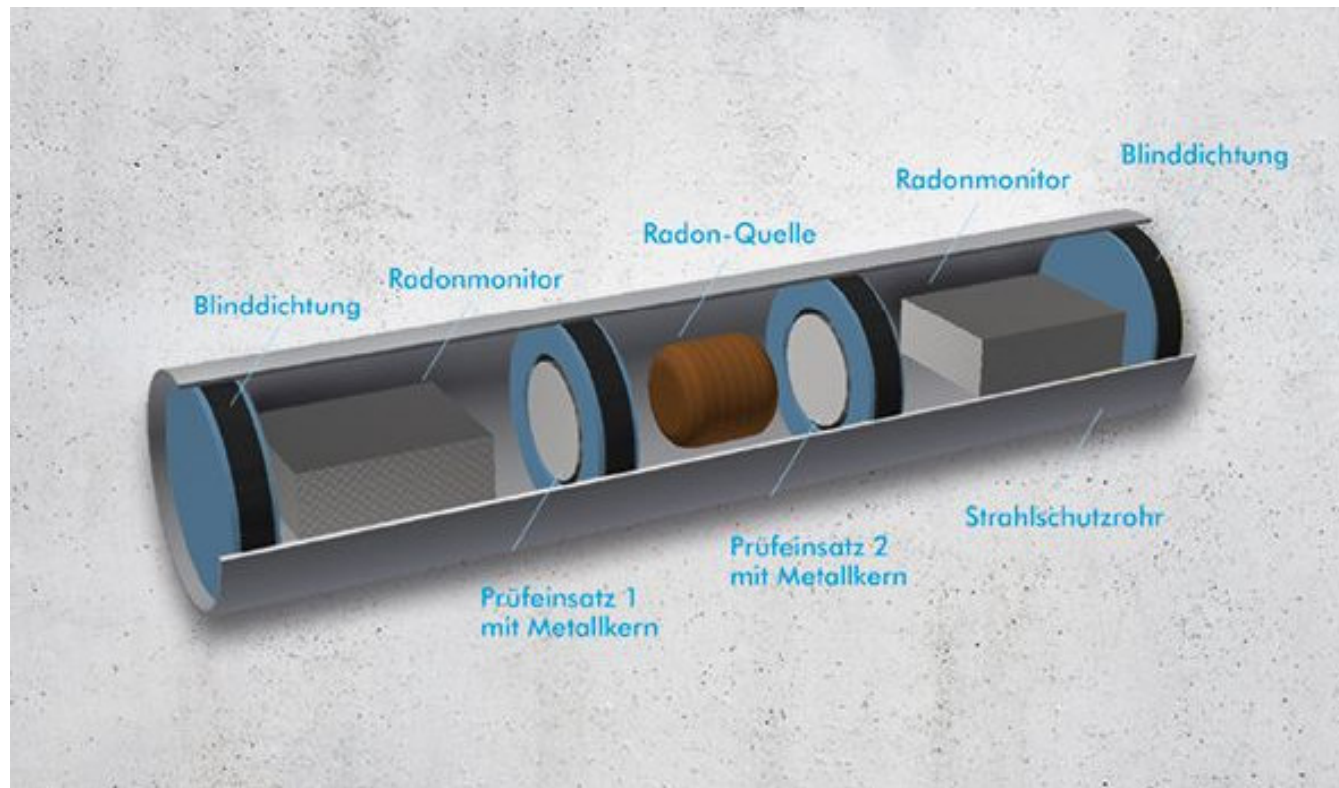
Unterschiede von mehreren Größenordnungen möglich

SBS modified bitumen membrane	$(7,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-12}$	Einzelprobe
Overlap joint sealed by torching	$(8,6 \pm 1,0) \cdot 10^{-12}$	Naht (verschweißt)
Self-adhesive overlap joint	$1,2 \cdot 10^{-8} - 1,7 \cdot 10^{-11}$	Naht (verklebt)
SBS modified bitumen membrane + AL	$(4,9 \pm 0,5) \cdot 10^{-14}$	Einzelprobe
Overlap joint sealed by torching	$(5,1 \pm 0,5) \cdot 10^{-14}$	Naht (verschweißt)
Self-adhesive overlap joint	$(4,3 \pm 0,4) \cdot 10^{-10}$	Naht (verklebt)

nach Jiranek (2010): Radon Preventive Measures in the Czech Republic with Special Emphasis on Radon-Proof Membranes.-
Tagungsbeitrag Prag

Ringraumdichtung

vollständig andere „Geometrie“ bei Prüfung, aber realitätsnahe Prüf-situation



<https://www.pressebox.de/pressemitteilung/doyma-gmbh-co-dichtungs-und-brandschutzsysteme/DOYMA-Dichtungssysteme-radondicht/boxid/885719>

Bewertung

- **Pauschalaussagen** zur Eignung/Nicht-Eignung bestimmter Produkt-/Materialgruppen **nicht möglich**
- große Spannweiten (bis 8 Größenordnungen !) zwischen verschiedenen Materialgruppen
- Streuung aber auch innerhalb der Gruppen (bis 4 Größenordnungen): Hinweis auf nicht-homogene Zusammensetzung (z.B. Beimengungen von Additiven, Füllmaterialien, Stabilisatoren, Weichmachern u.v.a.m.)
- häufig eingesetzte Produkte (Bitumenbahnen, PVC, HDPE, LDPE, PP): deutliche geringere Variation des Radondiffusionskoeffizienten

Achtung:

„Konstanz“ der chemischen Zusammensetzung muss nicht zwangsläufig gewährleistet sein: Änderungen in Produktionsprozessen, Beimengungen u.ä. möglich (Firmeninterna !)

Bewertung

landesspezifische Regelungen beachten

- in Tschechien beispielsweise Verbot bestimmter Produkte:
 - Noppenfolien (gasdichte Herstellung bei Überlappung nicht möglich)
 - Al-kaschierte Folien (Gefahr des Reißens der Kaschierung bei mechanischer Beanspruchung)

Achtung: Bauausführung entscheidend !

- bei flächiger Abdichtung sind Nähte, **Überlappungen** u.ä. der kritische Bereich
- in jedem Fall besonderes Augenmerk auf Abdichtung von Fugen, Kanten und insbesondere **Durchdringungen** richten (konvektiver Radoneintritt)

Vorgehensweise

- Einbausituation klären (Verwendungsmöglichkeit)
- in Frage kommende Produkte recherchieren
- Nachweis der Produkteignung einholen
(Hinweis: z.T. nur Einsatz zusammen mit anderen Komponenten möglich, z.B.: Frischbetonverbundfolie + Beton)
- Wahl für bestimmtes Produkt treffen

pragmatischer Ansatz (Vorschlag !):

- besser eine Abdichtung mit u.U. nicht „optimaler“ Schutzwirkung als gar keine Abdichtung
- idR wird Schutzwirkung durch Kombination verschiedener Materialien/ Bauteile erreicht

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !