



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration ?

Prof. Dr.-Ing. Walter-Reinhold Uhlig

Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen/Architektur

Vorsitzender des Kompetenzzentrum für radonsicheres Bauen und Sanieren (KORA e.V.)



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

Inhalt

1. Einführung
2. Messung der Radonkonzentration in der Bodenluft
3. Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten
4. Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

1 Einführung

Bodenradonmessungen in Zusammenhang mit Neubaumaßnahmen:

- sind nicht standardisiert
- sind nicht vorgeschrieben
- werden trotzdem häufig gewünscht
- **Sind sie erforderlich?**



Vorstellungen von an der HTW Dresden durchgeführten Messungen in Neu- und Altbauten

1 Einführung / 2 Messung der Radonkonzentration in der Bodenluft / 3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten / 4 Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

2 Messung der Radonkonzentration in der Bodenluft

Wie können Radonmessungen in der Bodenluft durchgeführt werden.

Zitat 1 (Thüringer Landesamt für Umwelt und Geologie):

Die Messung der Radon-Konzentration in der Bodenluft dient vor allem zur Bewertung des Radon-Potenzials an Neubaustandorten und zur Erkundung der Ursachen erhöhter Radon-Konzentrationen in bestehenden Gebäuden. Das methodische Vorgehen hängt sehr stark von den konkreten örtlichen Gegebenheiten ab. Die Messungen erfolgen in Bohrlöchern in Tiefen > 1 m. Messungen in geringeren Tiefen tragen nur orientierenden Charakter. Das Ergebnis sind Kurzzeitmesswerte, die den aktuellen Radonstatus im Boden widerspiegeln. Um Verfälschungen der Messung zu minimieren sind viele Randbedingungen (z.B. meteorologische - und Umgebungsbedingungen, Homogenität des Untergrundes, Art des Messung, Messzeitraum) zu berücksichtigen.

Zitat 2 (Antwort auf eine Anfrage im Österreichischen Parlament):

„Es gibt keinen Bodenkataster über die Radonkonzentration im Boden. Die Radonkonzentration im Boden ist von einer Unzahl von Parametern abhängig, wie z.B. Feuchtigkeit, Permeabilität, Bodenbeschaffenheit, Temperatur, Luftdruck etc., die sich laufend ändern. Jede Radonmessung liefert in diesem Sinne eine Momentaufnahme und die Ergebnisse sind unter anderen Außenbedingungen nicht reproduzierbar.“

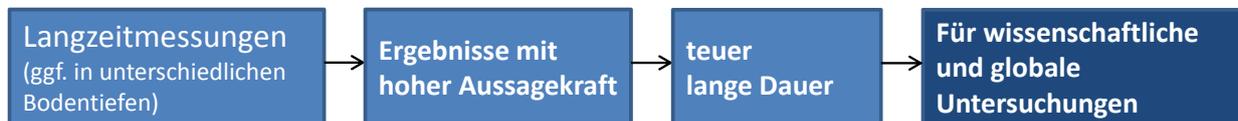


Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

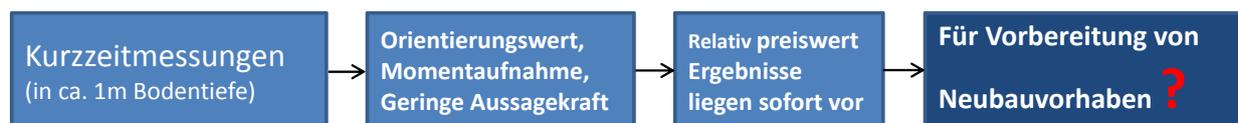
2 Messung der Radonkonzentration in der Bodenluft

Wie können Radonmessungen in der Bodenluft durchgeführt werden.

Variante 1 der Messungen:

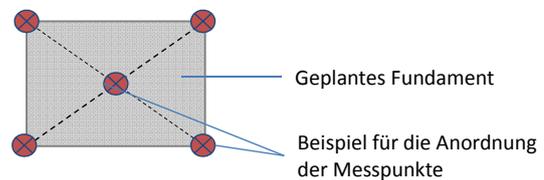


Variante 2 der Messungen:



Beispiel für die Durchführung einer Messung:

- Rammsondierung bis etwa 1,10 m Tiefe herstellen
 - Bodenluftsonde einbringen, abdichten
 - Messung
- Sinnvoll sind 5 Messungen/Gebäude (s. Skizze)



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten

Baulicher Radonschutz in der Lehre an der HTW Dresden

Inhalte zum baulichen Radonschutz an der HTW Dresden

- Vorlesungen
- Diplom- und Masterarbeiten
- **Studentische Projektarbeiten im Masterstudiengang Bauingenieurwesen**

Das Projekt „Radonmessungen in sächsischen Einfamilienhäusern“ (2009 bis 2012)

- Inhalt:
 - Radonmessungen in insgesamt sechs Einfamilienhäusern
 - Schwerpunkt lag auf Neubauten
 - Vergleichsweise wurde ein (im Keller unsaniertes) Altbau hinzugenommen
 - In drei Häusern wurde nach 2006 zum zweiten Mal gemessen
- Ziele der Untersuchungen
 - Erlernen von Messtechniken und –methoden sowie Aufbereitung der Ergebnisse nach wissenschaftlichen Standards
 - **Erkenntnisgewinn zur Radonbelastung in neu errichteten Gebäuden (Einfamilienhäusern)**
 - **Erkenntnisgewinn zu Veränderungen der Radonbelastung in Räumen infolge unterschiedlicher zeitlicher Veränderungen an der Bausubstanz sowie in der Nutzung**



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten

Wodurch Neubauten charakterisiert sind

Aus bautechnischer Sicht sollen unter dem Begriff „Neubauten“ Gebäude zusammengefasst werden, die nach den **heute allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik** errichtet sind. Das Baujahr spielt damit nur insoweit eine Rolle, inwieweit diese Regeln zugrunde gelegt worden sind.

Für das radonsichere Bauen ist hier vor allen Dingen die erdberührte bauliche Hülle zu bewerten.

- Fundamentierung:**

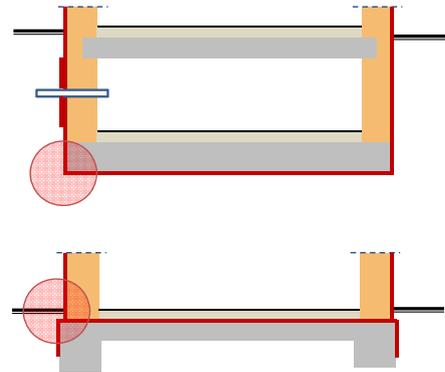
- In der Regel wird eine Stahlbetonplatte (d=20 bis 30 cm) vorgesehen.
- Alternativ: Streifenfundamente (bzw. Frostschuttschürze) in Verbindung mit Bodenplatte
- Güteklassen der Betone nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2

- Erdberührte Wände (Kellerwände)**

- Betonwände (Ortbeton, vorgefertigte oder teilvorgefertigte Elemente) mit Anschlussbewehrung zur Bodenplatte
- Gemauerte Wände (schweres Mauerwerk aus Ziegel oder KS-Steinen)

- Feuchteschutz / Abdichtung:**

- Abdichtung gegen Erdfeuchte, nichtdrück. und drückendes Wasser nach **DIN 18195**
- Für senkrechte Abdichtungen kommen zumeist kunststoffmodifizierte Dickbeschichtungen (**KMB**), für Bodenplatten **KMB** oder **Bahnenabdichtungen** zur Anwendung
- Besondere Aufmerksamkeit muss der sicheren und absolut dichten Abdichtung aller Anschlüsse und Durchführungen gewidmet werden.



- Wärmeschutz**

- Keller werden heute zumeist mit außen liegender Wärmedämmung ausgeführt → trägt zu trockenem Keller bei



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten

Vorstellungen der Gebäude

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Baujahr	Unterkellerung	Fundament	Kellerwände	Rohrdurchführung	Art der Abdichtung	Beschreibung des Kellers	Neubaustandard für Abdichtung	Bemerkungen Hinweise
1	EF-Haus Hänichen	1996	Vollunterkellert	Bodenplatte St.-Beton	MW	6 Durchführgn.	Nach DIN 18195	trocken	ja	Erstmessung
2	EF-Haus Pesterwitz	1994	Vollunterkellert	Bodenplatte St.-Beton	MW	Keine in Bodenplatte	Nach DIN 18195	trocken	ja	Erstmessung
3	EF-Haus Bad Elster	2003 (Keller alt)	Vollunterkellert	Streifenfundament	MW		Nicht bekannt		Ja (für Keller nicht erfüllt)	Zweitmessung Passivhaus
4	EF Haus Müglitz, OT Maxen	2006	Vollunterkellert	Bodenplatte St.-Beton	MW	Keine in Bodenplatte	Nach DIN 18195	trocken	Ja	Zweitmessung Passivhaus
5	EF-Haus Olbersdorf	1890 2006 saniert	Teilunterkellert	Teilw. Beton, teilw. Ziegel	MW		Nicht vorhanden	feucht	nein	Erstmessung
6	EF-Haus Oederan	2001	Hanglage	Bodenplatte	MW	Im Eingangsbereich	Nach DIN 18195	trocken	ja	Zweitmessung Passivhaus



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten

Übersicht über die Messungen

1. Bodenradonmessungen

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Erwartungswert nach Sächsischer Radonkarte	Bodenradonmessungen				Bemerkungen
			Anzahl der MP	Höchstwert	Niedrigster Wert	Verhältnis Höchst- zu niedrigstem Wert	
		kBq/m ³		kBq/m ³	kBq/m ³		
1	EF-Haus Hänichen	41 bis 100	3	111	30	3,7	
2	EF-Haus Pesterwitz	41 bis 100 (> 100) ?	2	77	30	2,3	
3	EF-Haus Bad Elster	> 100	4	121	101	1,2	Messung 2006
4	EF Haus Müglitz, OT Maxen	Unklare Zuordnung	4	136	43	3,2	Messung 2006
5	EF-Haus Olbersdorf	41 bis 100	4	31	11	3,4	
6	EF-Haus Oederan	> 100	3	139	49	2,8	Messung 2006

1 Einführung / 2 Messung der Radonkonzentration in der Bodenluft / 3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten / 4 Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen



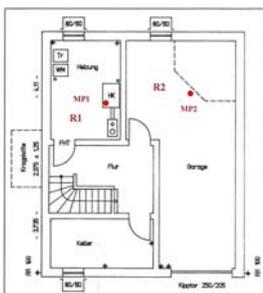
Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten

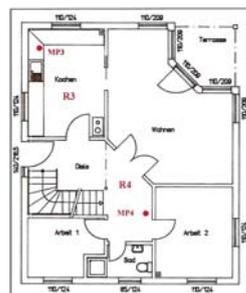
Übersicht über die Messungen

2. Radonkonzentration in der Raumluft

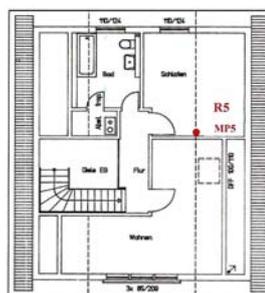
Lfd. Nr.	Bezeichnung	Messpunkte						Bemerkungen
				Keller		Erdgeschoss		
1	EF-Haus Hänichen	Bezeichnung	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	
		Bq/m ³	57	51	85			
		AlphaGuard	84		32			
		Radon Scout	40	30	25	35	21	
		Dosimeter						



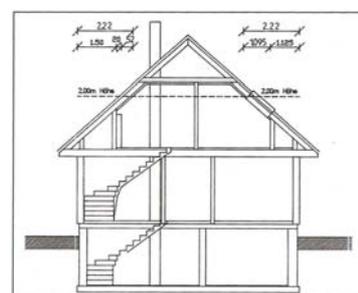
Kellergeschoss



Erdgeschoss



Obergeschoss



Schnitt

1 Einführung / 2 Messung der Radonkonzentration in der Bodenluft / 3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten / 4 Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration
3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten

Übersicht über die Messungen

2. Radonkonzentration in der Raumluft

Lfd. Nr.		Messpunkte						Bemerkungen	
				Keller			Erdgeschoss		
2	EF-Haus Pesterwitz	Bezeichnung		MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6
		Bq/m ³	AlphaGuard	40					
			Radon Scout			82		35	
			Dosimeter	23	10 (?)	48	13 (?)	25	



Kellergeschoss



Erdgeschoss



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration
3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten

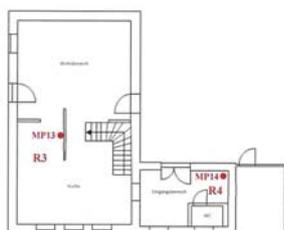
Übersicht über die Messungen

2. Radonkonzentration in der Raumluft

Lfd. Nr.		Messpunkte						Bemerkungen
				Keller		Erdgeschoss		
3	EF-Haus Bad Elster	Bezeichnung		MP 11	MP 12	MP 13	MP 14	MP15
		Bq/m ³	Radon Scout			82		67
			Dosimeter	720	590	32	240	36
			Messung 2006	2000	53			72



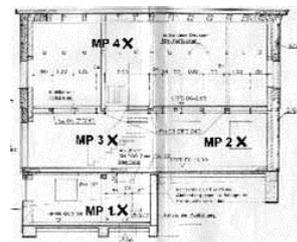
Kellergeschoss



Erdgeschoss



Obergeschoss



Schnitt

Grundriss Keller lag nicht vor

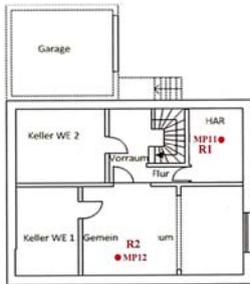


Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration
3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten

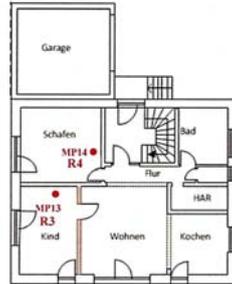
Übersicht über die Messungen

2. Radonkonzentration in der Raumluft

Lfd. Nr.		Messpunkte				Bemerkungen		
4	EF-Haus Müglitz, OT Maxen	Bezeichnung		Keller		Erdgeschoss		Passivhaus Obwohl die Messungen 2011/13 für alle Messpunkte (noch) akzeptable Ergebnisse erbringt, sollte die Steigerung der Werte zwischen 2006 und aktueller Messung weiter beachtet werden.
		Bq/m ³	Radon Scout	MP11 181	MP12 84	MP13 85	MP14 100	
			Dosimeter	230	120	130	100	
			Messung 2006	49		31		



Kellergeschoss



Erdgeschoss

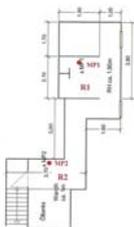


Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration
3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten

Übersicht über die Messungen

2. Radonkonzentration in der Raumluft

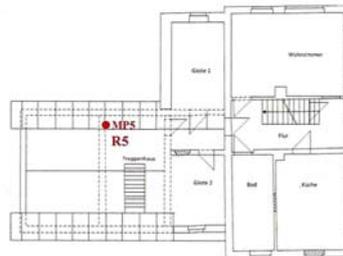
Lfd. Nr.		Messpunkte				Bemerkungen		
5	EF-Haus Olbersdorf	Bezeichnung		Keller		Erdgeschoss		Die hohen Werte im Keller und den Obergeschossen erklären sich aus der fehlenden Abdichtung und offensichtlich fehlender Abgrenzung zwischen Keller- und Erdgeschoss. Es ist dringender Handlungsbedarf vorhanden!
		Bq/m ³	Radon Scout	MP1 2225	MP2 250	MP3 727	MP4 249	
			Dosimeter	2800	2400	850	1200	



Kellergeschoss



Erdgeschoss



Obergeschoss



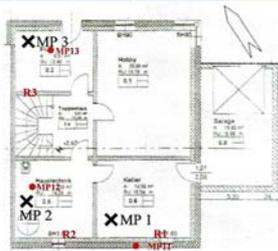
Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten

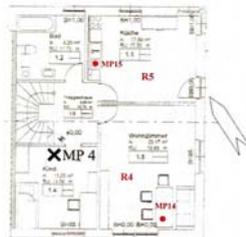
Übersicht über die Messungen

2. Radonkonzentration in der Raumluft

Lfd. Nr.		Messpunkte						Bemerkungen	
		Erdgeschoss/Keller			Obergeschoss				
6	EF-Haus Oederan	Bezeichnung	MP 11	MP 12	MP13	MP 14	MP 15	Passivhaus Die hohen Werte aus Messung 2006 im Eingangsbereich (MP 3/13) haben sich 2011/12 bestätigt und scheinen sich zu vergrößert haben. Da, wie die Messung 2006 gezeigt hat, dieser hohe Wert auch auf andere Gebäudebereiche einwirken, sollten dringend bauliche Maßnahmen zur Abdichtung durchgeführt werden!	
		Bq/m ³	Radon Scout	67	82	1100			67
			Dosimeter	74	56	450	32		43
			Messung 2006	105	124	436	(40)		



Kellergeschoss



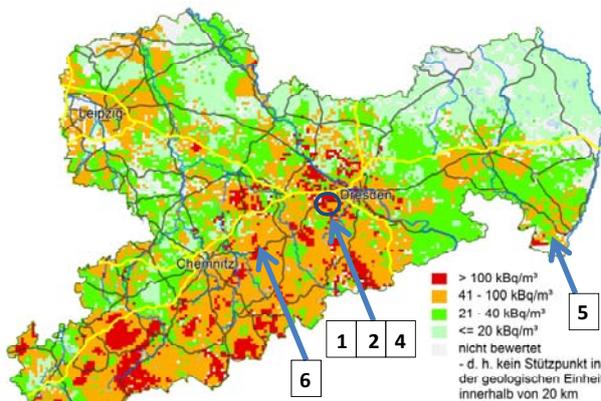
Erdgeschoss



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

4 Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Einschätzung der Bodenradonmessungen und Vergleich mit Radonkarte Sachsens



Die Karte zeigt Erwartungswerte der Radonkonzentration in der Bodenluft in 1 Meter Tiefe. Es sind daher keine Radonkonzentrationen für einzelne Flur- oder Grundstücke ablesbar.

Schlussfolgerung:

- Die Messwerte bestätigen weitestgehend die Erwartungswerte (Momentaufnahme !)
- Die große Schwankungsbreite der Messwerte um Faktoren größer 3 ergibt ohnehin eine schwierige Eingruppierung der Messwerte

Lfd. Nr	Bodenradonkonzentration		Bemerkungen
	Erwartungswert nach Radonkarte	Höchster Messwert	
	kBq/m ³	kBq/m ³	
1	41 bis 100	111 3,7	Messwert gering über Erwartungswert
2	41 bis 100 (> 100) ?	77 2,3	Erwartungswert bestätigt
3	> 100	121 1,2	Erwartungswert bestätigt
4	Unklare Zuordnung	136 3,2	
5	41 bis 100	31 3,4	Messwert gering unter Erwartungswert
6	> 100	139 2,8	Erwartungswert bestätigt



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration
4 Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Zusammenhang zwischen Bodenradonkonzentration, baulicher Lösung und Radonkonzentration im Gebäude

Lfd. Nr	Objekt	Bodenradonkonzentration	Ausführungsqualität der Abdichtung	Maximale Innenraumkonzentration in Räumen mit direkter Erdberührung (Klammerwert: Messung 2006)	Verhältnis Innenraumkonzentration zu Bodenradonkonzentration	Bemerkungen
		kBq/m ³		Bq/m ³	‰	
1	EF-Haus Hänichen	111	DIN 18195	84	0,8	
2	EF-Haus Pesterwitz	77	DIN 18195	82	1,1	
3	EF-Haus Bad Elster	121	DIN 18195	240	2,0	Eingangsbereich
			Keine Abdichtung	720 (2000)	6,0 (16,5)	Keller
4	EF-Haus Mügglitz, OT Maxen	136	DIN 18195	230 (49)	1,7 (0,4)	
5	EF-Haus Olbersdorf	31	Keine Abdichtung	2800	90,3 (!)	
6	EF-Haus Oederan	139	DIN 18195	82 (124)	0,6 (0,9)	
			Vermutlich Fehlerhafte Rohrdurchführungen	1100 (436)	7,9 (3,1)	Hauseingangsbereich

1 Einführung / 2 Messung der Radonkonzentration in der Bodenluft / 3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten / 4 **Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

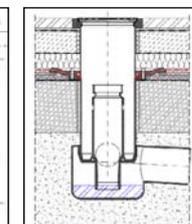
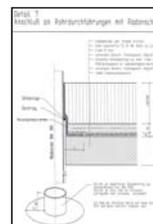
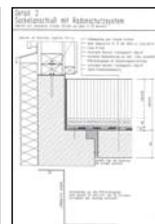
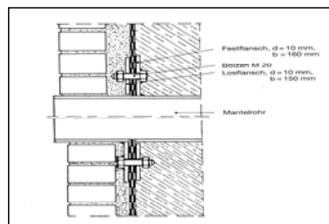
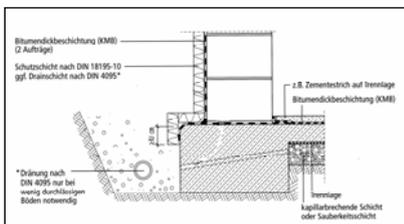


Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration
4 Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen und das Prinzip „Gürtel und Hosenträger“

➤ **Unabhängig von der Radonkonzentration in der Bodenluft können mit den heutigen baulichen Standardlösungen radondichte Gebäude errichtet werden, und zwar zumeist ohne Einbau sogenannter „Radonfolien“ oder weiterer spezieller Schutzmaßnahmen**

- In den untersuchten Einfamilienhäusern wurden in den erdberührten Räumen bei funktionierender Abdichtung unabhängig von der zum Teil hohen Radonkonzentration in der Bodenluft außerordentlich niedrige Werte gemessen, und zwar auch dann, wenn (gut eingedichtete) Rohrdurchführungen in den Räumen liegen.
- Ist keine Abdichtung vorhanden oder nicht qualitätsgerechte Anschlüsse / Durchführungen vorhanden, steigt die Radonkonzentration in den Innenräumen, auch hier unabhängig von der Bodenradonkonzentration!
- Die Ergebnisse der Zweitmessung im Vergleich zur Messung 2006 zeigt in einigen Fällen, dass sich Veränderungen bei der Radonkonzentration in den Innenräumen ergeben haben. Da (in den betroffenen Kellerräumen) keine signifikante Nutzungsänderung vorliegt, kann das nur an der Veränderung der Dichtheit der Gebäudehülle liegen.



1 Einführung / 2 Messung der Radonkonzentration in der Bodenluft / 3 Untersuchungen der Radonbelastung in Neubauten / 4 **Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen**



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

4 Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen und das Prinzip „Gürtel und Hosenträger“

➤ *Ein mögliches Problem liegt in der bekannten Tatsache, dass in vielen Fällen die Bauqualität zu wünschen übrig lässt. Das betrifft in erster Linie fehlerhafte Anschlüsse zwischen Bauteilen und schlecht eingedämmte Rohrdurchführungen.*

- *In erster Linie ist das Wissen um Radon und das radonsichere Bauen vor allen Dingen und Bauingenieuren und Architekten deutlich zu verbessern*
 - *Studium und Weiterbildung*
 - *Internet und Veröffentlichungen*
- *Das Prinzip „Gürtel und Hosenträger“ bedeutet, dass eine zweite Sicherheitsebene vorgesehen wird, die erst dann zum Tragen kommt, wenn die nach Baufertigstellung durchgeführten Messungen der Radonkonzentration in der Raumluft anzeigen, dass die Bauqualität der Gebäudeabdichtung Mängel aufweist und damit eine zu hohe Radonkonzentration in den Räumen entsteht.*

Wie kann diese zweite Sicherheitsebene aussehen:

- *Einbau einer **Flächendränage unterhalb der Bodenplatte**, die erst dann aktiviert wird (d.h., an ein Abluftsystem angebunden), wenn der Schaden aufgetreten ist, eine nachträgliche Verbesserung der Abdichtung aber nicht mehr möglich ist.*
- *Einbau von **Entlüftungssystemen in der Bodenplatte** (z.B. MODULO-System), die ebenfalls erst nach Auftreten des Schadensfalles in ein Abluftsystem eingebunden wird.*

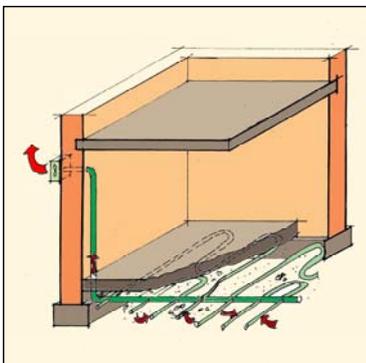


Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

4 Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen und das Prinzip „Gürtel und Hosenträger“

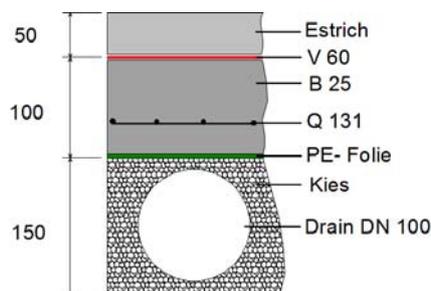
Beispiele Flächendränage



Skizze einer Flächendränage unter der Bodenplatte.

Zumeist reichen nur wenige in die Schotterschicht eingelegten Rohrwendungen. Als Alternative zum Anschluss an die Außenluft eignen sich z.B. Lichtschächte usw. Die Entlüftung kann sowohl über Auftrieb als auch mit mechanischer Unterstützung erfolgen.

Beispielschnitt und Einbausituation für eine Flächendränage unter der Bodenplatte (nach Leißbring)



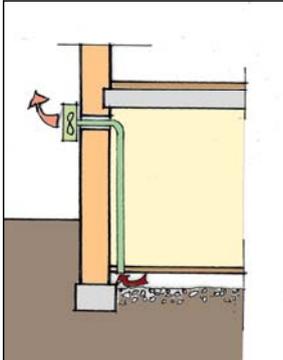


Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

4 Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen und das Prinzip „Gürtel und Hosenträger“

Beispiele Hohlraumaktivierung



Skizze einer Hohlraumaktivierung

Für die Schaffung von Hohlräumen sind verschiedene bauliche Lösungen möglich. Am einfachsten lassen sich diese erreichen, wenn in die Bodenplatte Negativelement eingebaut werden, die miteinander verbunden sind und im Problemfall nach außen entlüftet werden.



Modulo System (Geoplast – Italien)



Brauchen wir für Neubauten Messungen der Bodenradonkonzentration

4 Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

➤ *Bodenradonmessungen im Vorfeld von Neubauvorhaben sind nicht erforderlich, da diese*

- *Gegenüber den Bodenradonkarten keinen wesentlichen Erkenntnisgewinn erbringen*
- *Sich für die Bauausführungen keine Schlussfolgerungen ziehen lassen.*

➤ *Was ist zu tun:*

- *Achten auf hohe Qualität der Abdichtungsplanung und –ausführung.*
- *Einbau einer Flächendränage unter der Bodenplatte oder Realisierung einer analogen Maßnahme*
- *Unbedingt Kontrollmessung der Raumluftbelastung nach Fertigstellung des Gebäudes*
- *Im Falle einer erhöhten Radonbelastung in der Raumluft wird aus der Flächendränage eine „lüftungstechnische Maßnahme“*

➤ *Ist der Einbau einer zertifizierten Radonfolie oder Systeme sinnvoll:*

- *Die Untersuchungen haben gezeigt, dass bei sauberer Bauausführung die „normalen“ Schutzmaßnahmen nach DIN 18195 auch bei relativ hoher Bodenradonbelastung ausreichend sind.*
- *Die Verwendung von zertifizierten Radonschutzsystemen erhöht aber die Sicherheit einer guten Bauqualität, wenn sich die Systeme auch auf die hochwertige Eindichtung von Anschlüssen und Durchführung beziehen.*



Fazit:

- *Bodenradonmessungen sind **nicht** erforderlich*
- *Häufig werden Bodenradonmessungen gewünscht*
- *„**Das Radonrisiko ist ein Bauproblem!**“ Dr. Schulz in der Antwortmail an die Masterstudenten vom 25.07.13*
- *Für den Fall der Fälle kann eine zweite Sicherheitsebene in Form einer Flächendränage oder anderer hohlraumbildender Lösungen vorgesehen werden, die dann aktiviert werden, wenn es mit der Bauqualität nicht geklappt hat.*

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit