

Fachforum „Radon in Wohngebäuden“  
27.6.2012 in München

## **Empfehlungen für die Altbausanierung**

Dr. J. Kemski

ö.b.u.v. Sachverständiger für Radon, IHK Bonn/Rhein-Sieg  
Euskirchener Straße 54, D – 53121 Bonn  
[www.kemski-bonn.de](http://www.kemski-bonn.de)

## Rechtsgrundlagen/Regelwerke

- in **Deutschland** keine verbindlichen Rechtsgrundlagen und Regelwerke zur Radonsanierung
  - **kein Grenzwert**, aber Richtwert (empfehlender Charakter; z.B. EU: 400 bzw. demnächst (?) 300 Bq/m<sup>3</sup> für Altbauten)
  - Empfehlungen zu baulichen Sanierungsmaßnahmen (z.B.: Radon-Handbuch, Informationsbroschüren)
  - in einigen Ländern „bautechnische“ Regelwerke, z.B. ÖNORM in **Österreich** zu Radonsanierungsmaßnahmen an Gebäuden; praktische Erfahrungen auch in England, Tschechien, Schweiz und Finnland
  - **EU-Projekt „RADPAR“** (Radon Prevention and Remediation): Übersicht des Kenntnistanandes zu Radonprävention und –sanierung in EU-Ländern
  - World Radon Solution Database: Praxisbeispiele
- ... in 2009 erste **Gerichtsurteile** zu Mietminderung wegen erhöhter Radonkonzentrationen in der Raumluft ... Notwendigkeit zur **Sanierung**

# Stand in Europa

Country	Action / Target level	Number of all dwellings			
		Total number, $N_t$	Exceeding, $N_e (N_e/N_t)$	Remediated, $N_r (N_r/N_e)$	Preventive measures
Austria	400 / 200	3 700 000	89 000 (2.4%)	25 (0%)	15 (0%)
Belgium	400 / 200	5 043 000	20 000 (0.4%)	1 000 (5%)	?
Czech Republic	400 / 200	3 900 000	76 000 (1.9%)	4 000 (5.3%)	210 000 (5.4%)
Finland	400 / 200	2 450 000	59 000 (2.4%)	4 500 (7.6%)	60 000 (2.4%)
France <sup>1</sup>	400 / –	32 756 000	968 500 (3%)		
Germany <sup>2</sup>	100 / 100	39 900 000	1 930 000 (4.8%)	1 000 (0.1%)	1 000 (0%)
Greece	400 / 200	5 627 500			
Ireland	200 / 200	1 934 000	91 000 (4.7%)		699 000 (36.1%)
Italy <sup>3</sup>	200 / 200	22 000 000	902 000 (4.1%)	500 (0.1%)	
Norway <sup>4</sup> , 100	100 / 100	2 274 400	427 000 (18.8%)		
Norway, 200	200 / 100	2 274 400	162 500 (7.1%)		
Portugal	400 / 400		2.6%		few
Spain	– / –				
Switzerland, 1 000	1 000 / 400	4 000 000	7 500 (0.2%)	500 (6.7%)	5 000 (0.1%)
Switzerland <sup>5</sup> , 400	400 / 400	4 000 000	75 000 (1.9%)	500 (0.7%)	
UK	200 / 200	23 000 000	100 000 (0.4%)	15 000 (15%)	

<sup>1</sup> FRA: regulations only for public buildings, regulations for existing dwellings in preparation

<sup>2</sup> GER: voluntary action and target level of 100

<sup>3</sup> ITA: no official value, recommendation 200

<sup>4</sup> NOR: action limit 100, maximum limit 200

<sup>5</sup> CH: 1 000 limit value, 400 guideline value for existing buildings after mitigation and for new construction

aus: Holmgren, O.; Arvela, H. (2012): Assessment of current techniques used for reduction of indoor radon concentration.- STUK-A251

# Vorgehensweise

## 1. **Analyse:**

Wie gelangt Radon in die Raumluft (Quellen) und wie breitet es sich innerhalb des Gebäudes aus?

Sind ergänzende Messungen nötig?

## 2. **Planung** geeigneter Maßnahmen (s. Sanierungsziel):

Welche konkreten Maßnahmen sind sinnvoll und angemessen?

In welchem Zeitrahmen sollten sie durchgeführt werden?

Sind sie mit anderen Baumaßnahmen zu kombinieren?

## 3. **Durchführung** der Maßnahmen:

Werden die vorgesehenen Maßnahmen fachgerecht ausgeführt?

## 4. **Kontrolle:**

Sind die getroffenen Maßnahmen wirksam?

## 5. wenn nötig: Nachbesserung mit erneuter Kontrolle

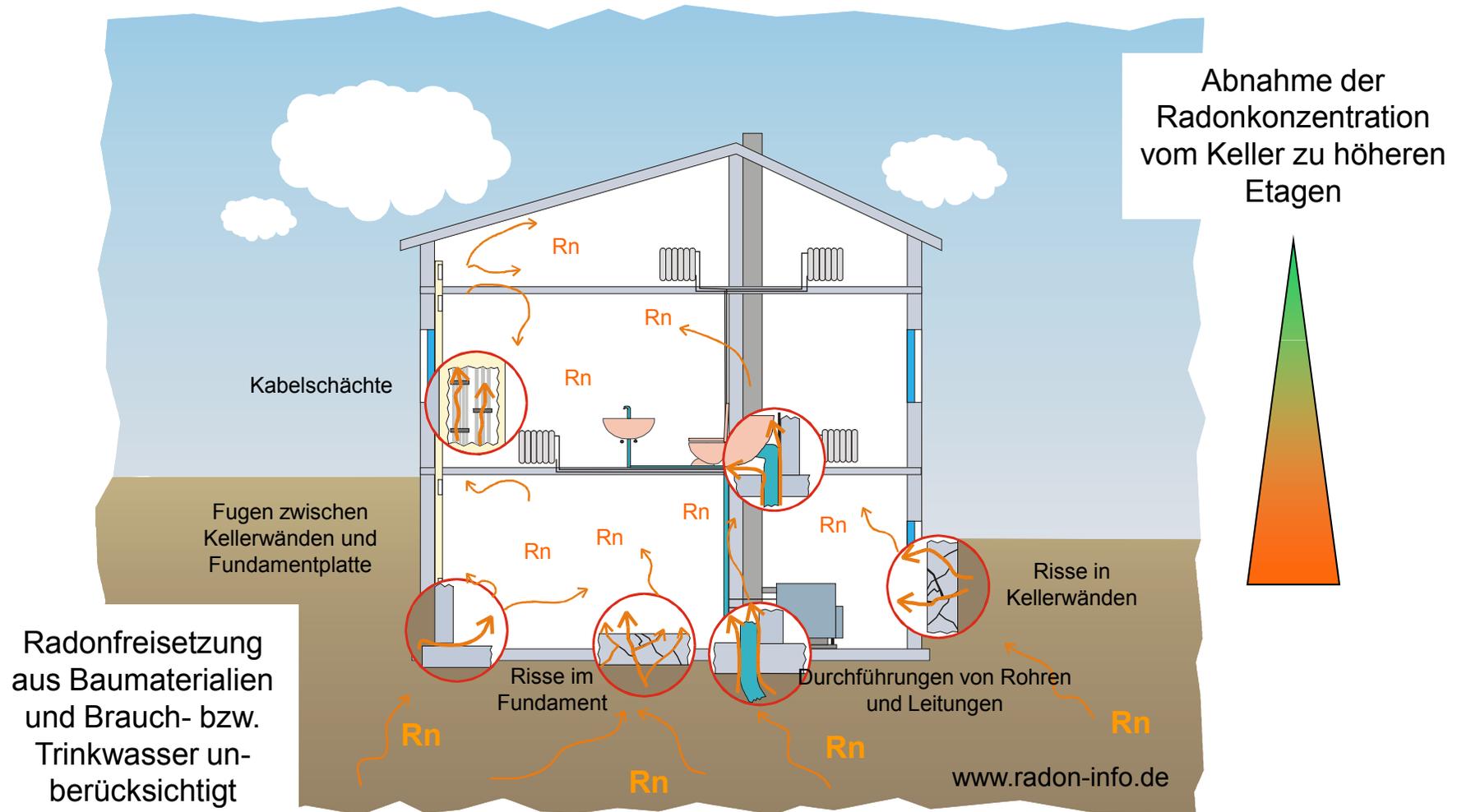
# Analyse

**Ausgangsbasis:** idR Messung erhöhter Radonwerte im Gebäude

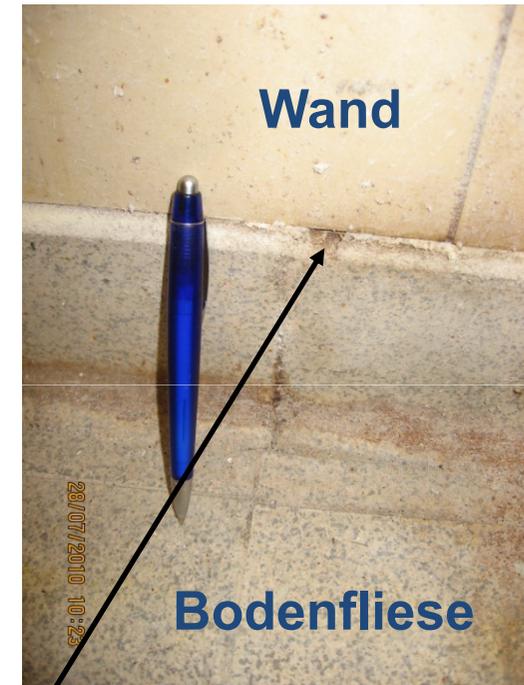
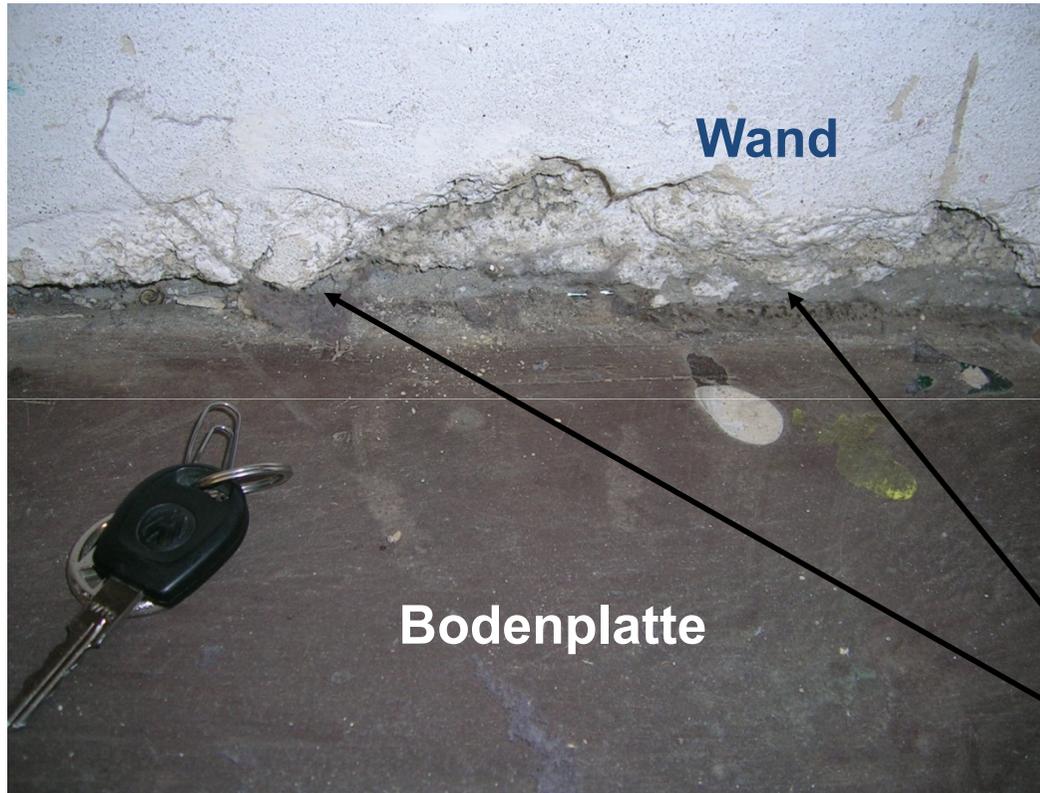
für weitere Schritte wichtig: Höhe der Messwerte ... Raumnutzung ... Aufenthaltsdauer/Personengruppe ...

- **Hausbegehung** mit Vor-Ort-Untersuchungen
    - Bauweise und Zustand der Bausubstanz
    - Lokalisierung von Radoneintrittspfaden
  - ggf. ergänzende **Messungen**
    - (integrierende) Messungen in anderen Räumen
    - kontinuierliche Messungen zur Ermittlung des zeitlichen Ganges der Radonkonzentration
    - „Blower-Door-Test“
    - Radionuklide in Baumaterial, Wasser, ...
- ... dann erst **konkrete Empfehlungen!**

# Eintrittspfade ins Haus



# Radoneintritt ins Gebäude



Lufteintritt durch Fugen und Risse

Wegsamkeiten

Druckdifferenz Haus - Bodenluft: wenige Pa! ... ausreichend für Radoneintritt

# Radonsanierungsmaßnahmen

in Literatur generell Begriffsvielfalt (deutsch – englisch) ... Definition ...

**Einzelfallentscheidung** ... kein „Kochrezept“

**Sanierungsziel** und **Zeitrahmen** festlegen

**Kosten-Nutzen-Aufwand** berücksichtigen

allgemeine **Grundsätze**

- **Abdichtung** unterschiedlichen Umfanges
- **Erzeugung eines Unterdruckes** im Boden gegenüber dem Haus  
(Schließen des Haupteintrittspfad radonhaltiger Bodenluft)
- **kontrollierte Wohnraumbelüftung**

mögliche ungewollte Wechselwirkungen mit baulichen Maßnahmen zur  
**Energieeinsparung** beachten!

## Beispiele für Maßnahmen

### **Belüftung**

Entfernung des Radon aus dem Gebäude selbst

- manuelle Fensterlüftung zur dauerhaften und nachhaltigen Reduzierung **hoher** Raumlufkonzentrationen nicht geeignet
- Außenluftdurchlässe ... Druckverhältnisse bei Betrieb beachten!
- Energiekosten!

### (nachträgliche) **Abdichtung**

Verhinderung des Eindringens radonhaltiger Bodenluft aus dem umgebenden Erdreich ins Gebäude

- Lokalisierung aller Eintrittspfade mitunter schwierig
- unterschiedlich aufwändig: ... gering (z.B.: Risse in Boden und Wänden) ... hoch (z.B.: Neuaufbau des Bodens) ... ergänzend sinnvoll
- Materialien s. Prävention: Folie, Dichtungsmassen, ...

## Beispiele für Maßnahmen

### **Entlüftung** (Luftabsaugung unter Gebäude)

Entfernung des Radon aus dem Bereich unter dem Gebäude und Erzeugung eines Unterdruckes im Boden gegenüber dem Hausinneren

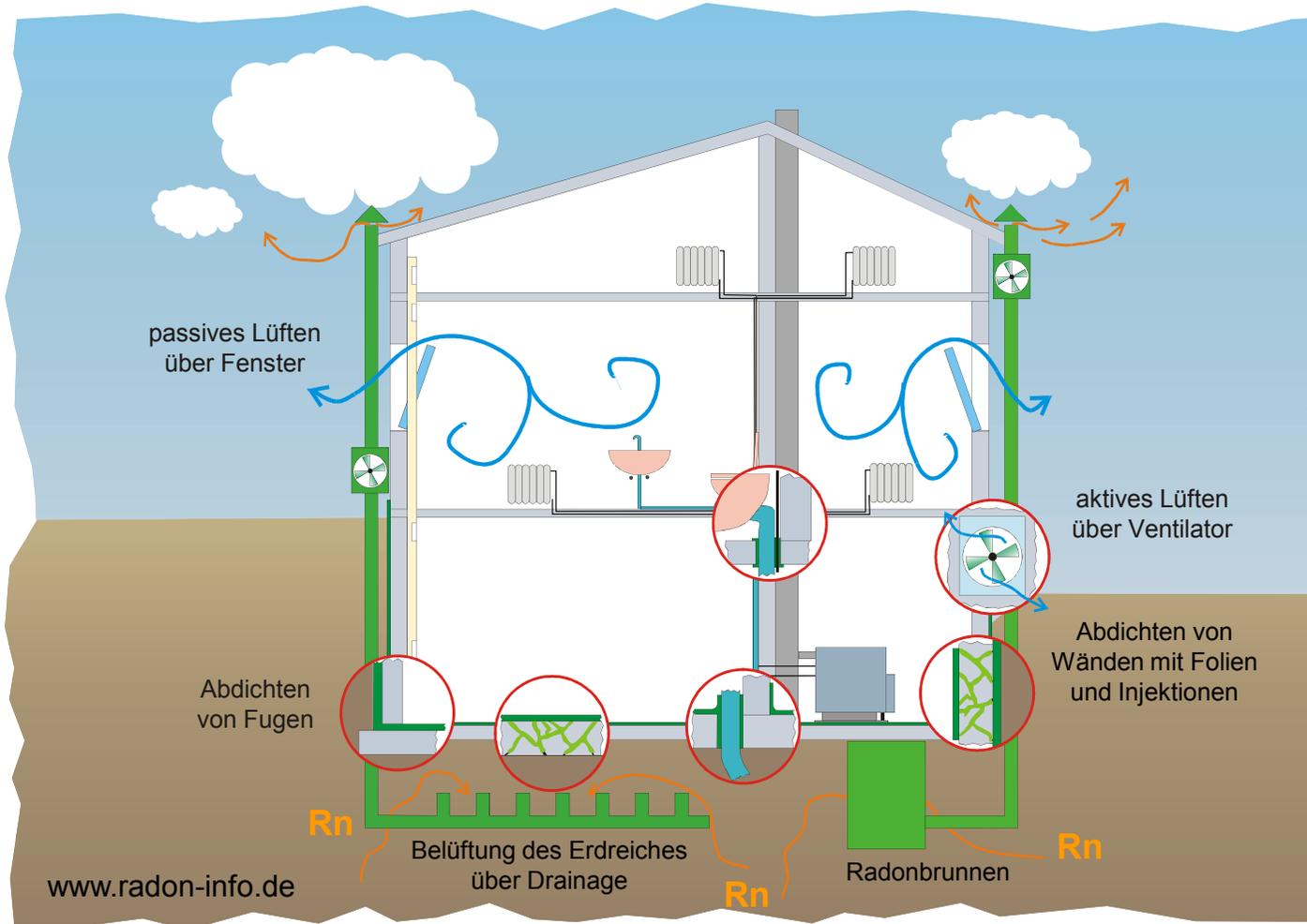
- Sammelschacht bzw. Drainage unter Fundament
- passive bzw. aktive Ableitung der radonhaltigen Luft über Dach
- erfahrungsgemäß sehr effektive Maßnahme
- zu beachten: s. Prävention (z.B.: Permeabilität, Betriebskosten)

### **kontrollierte Wohnraumbelüftung**

aktive Erzeugung eines Mindestluftwechsels, mit Wärmerückgewinnung energetisch günstig

- zentrale/dezentrale Lösung
- wichtig: Dichtigkeit der Gebäudehülle, insbesondere erdberührter Teile
- Betrieb im Überdruck

# Beispiele für Sanierungsmaßnahmen



# Effektivität von Maßnahmen

Auswirkung auf Energieverbrauch

	Remediation method	Reduction factor (%), Typ. range
+ -	Sub-slab depressurization	70–95
-	Improving natural ventilation in living spaces	10–50
-	Improving mechanical ventilation in living spaces	10–60
-	Replacing the existing natural room air ventilation with mechanical exhaust ventilation	10–40
+	Installation of a new mechanical supply and exhaust ventilation system with heat recovery	30–60
-	House pressurization, (higher pressure indoors than in the soil under the floor)	40–80
+ -	Improving cellar ventilation	20–60
+ -	Improving crawl space ventilation	40–60
+ -	Reducing under-pressure in the house	20–70
+	Sealing entry routes	10–60

Kombinationen beinhalten fast ausnahmslos Abdichtung

Combination of methods	Reduction factor (%), Typ. range
Sealing + SSD (AUT)	80
New floors with radon-proof membrane + sub-slab depressurization (CZE)	85–95
New floors with radon-proof membrane + floor air gap depressurization (CZE)	80–90
Sealing + building ventilation (FRA)	72
Sealing + basement ventilation (FRA)	68
Building and basement ventilation (FRA)	67
Sealing entry routes + improving natural ventilation (NOR)	20–80
Several methods used (FIN)	35–75
Sealing + new mechanical supply and exhaust ventilation + house pressurization + reducing under-pressure (AUT)	80

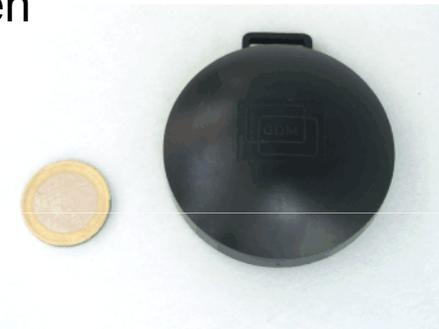
aus: Holmgren, O.; Arvela, H. (2012): Assessment of current techniques used for reduction of indoor radon concentration.- STUK-A251

# Kontrolle

nach Fertigstellung des Baus und Bezug des Gebäudes sind **Kontrollmessungen** durchzuführen

- Messungen grundsätzlich bei normalem Nutzerverhalten
- vorzugsweise Exposimeter (passive „Radonsammler“) über mindestens 3 Monate: einfach und kostengünstig
- u.U. zeitauflösende Messungen mit aktiven Messgeräten sinnvoll

Exposimeter



zur Zeit noch zu wenige Untersuchungen zur Langzeiteffektivität von Radonsanierungsmaßnahmen ... z.T. nur Einzelfälle ... geringe Fallzahlen

...

## Zusammenfassung

- grundsätzlich **Einzelfallentscheidung**: kein Haus gleicht dem anderen!
- realistisches **Sanierungsziel** definieren: abhängig von Ausgangssituation, Zustand des Gebäudes, ...
- **Zeitraumen** festlegen, ggf. mit anderen Baumaßnahmen durchführen
- **Kosten-Nutzen-Aufwand** berücksichtigen
- oftmals Kombination unterschiedlicher Maßnahmen notwendig bzw. sinnvoll
- ggf. **schrittweise Vorgehensweise** mit zwischengeschalteten Kontrollmessungen sinnvoll
- Wechselwirkungen mit baulichen Maßnahmen zur **Energieeinsparung** beachten

# Fallbeispiel: Jugendzentrum (1)



Leichtbauweise als Rahmenkonstruktion mit  
"Kriechkeller", keine spezielle Bodenabdichtung

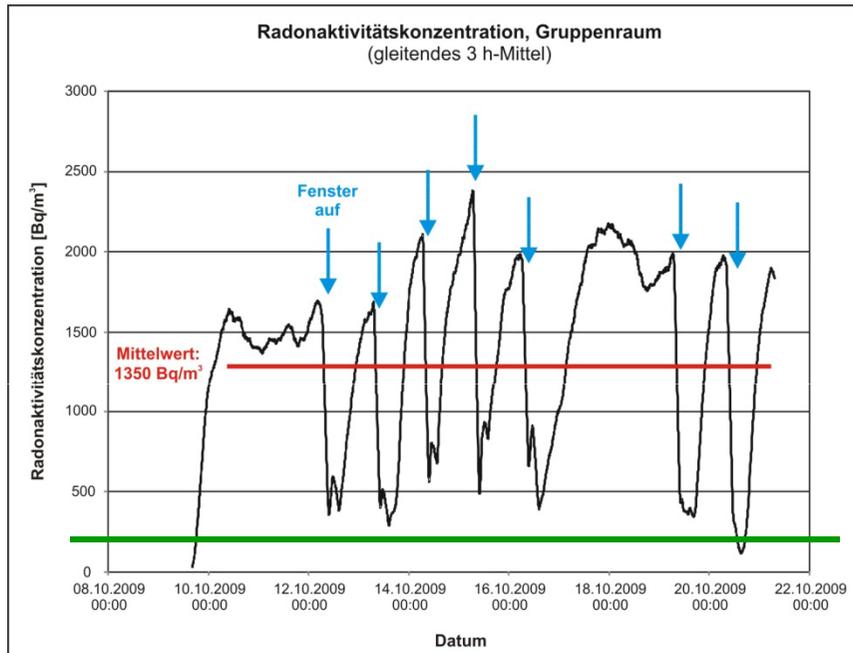


Kriechkeller



Radoneintritt entlang  
Boden-/Wandfugen

## Fallbeispiel: Jugendzentrum (2)



### VOR Sanierung:

- erhöhte Konzentrationen, auch während Nutzung
- deutlicher Einfluss der Lüftung
- zahlreiche Eintrittspunkte in mehreren Räumen

200 Bq/m<sup>3</sup>

### Handlungsempfehlungen - Optionen:

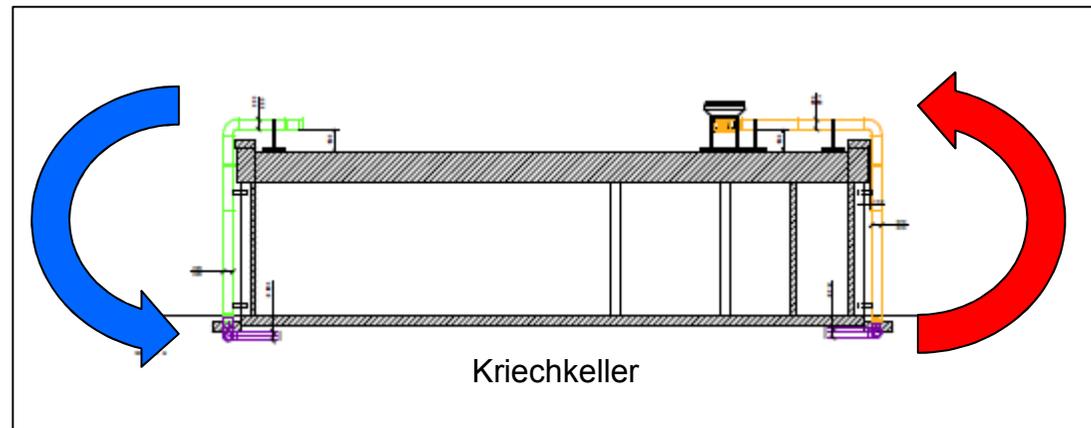
- Abdichtung der Gebäudefugen: ... Aufwand! ... Erfolgsaussicht?
- **Luftabsaugung unter Gebäude**
- kontrollierte Belüftung des Gebäudes

## Fallbeispiel: Jugendzentrum (3)

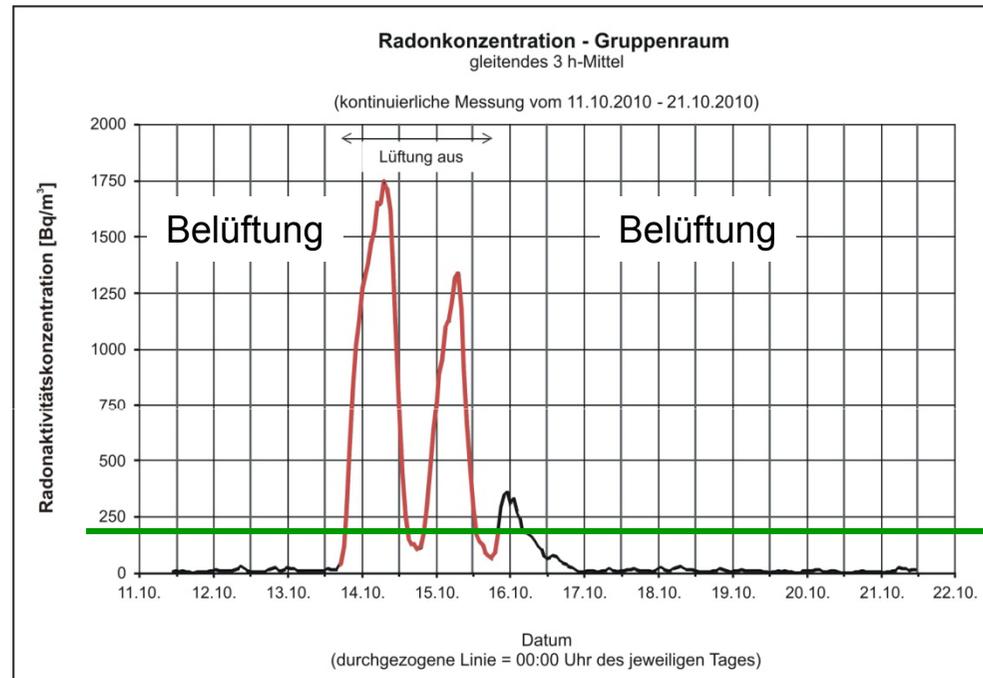


### Abluftkanalsystem

- aktive Belüftung des “Kriechkellers” mittels Ansaugstutzen und Dachventilator
- Leistung: 800 m<sup>3</sup>/h
- Möglichkeit der Zufuhr von Atmosphärenluft über Einlassöffnungen auf Dach



## Fallbeispiel: Jugendzentrum (4)



### NACH Sanierung

- deutlicher Einfluss der aktiven Belüftung
- mit Belüftung ausreichende Reduzierung der Radonkonzentration in der Raumluft (zumeist  $< 50 \text{ Bq/m}^3$ )

## Informationen

- BfS/Bundesamt für Strahlenschutz: Radon-Handbuch Deutschland
- LfU/Bayerisches Landesamt für Umwelt: Radon – Radon-Sanierungsmaßnahmen bei bestehenden Gebäuden  
[http://www.lfu.bayern.de/strahlung/radon\\_in\\_gebaeuden/energetische\\_sanierung/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/strahlung/radon_in_gebaeuden/energetische_sanierung/index.htm)
- BAG/Bundesamt für Gesundheit: Radon-Handbuch Schweiz  
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00046/01641/index.html?lang=de> (Radon: technische Dokumentation)
- ÖNORM S 5280-3 (2005): Radon, Teil 3: Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden (Vornorm; kostenpflichtig)  
<http://www.beuth.de/de/vornorm/oenorm-s-5280-3/82565956?SearchID=402718432>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Weitere  
Informationen zum  
Thema Radon  
finden Sie unter  
**[www.radon-info.de](http://www.radon-info.de)**

The screenshot shows the homepage of the website **radon-info.de**. The header features the logo "radon-info" with a stylized atom symbol and the tagline "Die Informationsseite zum Thema Radon und Radioaktivität". A navigation menu includes "Home", "Aktuell & Informativ", "Wissen", "Regional / Lokal", "Bauen", and "Messen". Below the header, a central message reads: "Willkommen bei radon-info.de Ihrer Informationsseite! Hier finden Sie einen umfassenden Überblick zu den Themen Radon und Umweltradioaktivität." A circular graphic in the center contains the text "Radon und Umweltradioaktivität" and the symbol "Rn". To the right, there are three sidebar boxes: "Radonmessung" (Officially certified and DIN-compliant radon measurements in residential buildings: **Sonderpreis** for long-term measurement. Further information and ordering possibilities.), "Radon-Analytics" (Active and passive measuring devices for the detection of radon concentration in indoor air, soil air, and water. [www.radon-analytics.com](http://www.radon-analytics.com) >), and "Kemski & Partner" (Comprehensive consulting in environmental geology and radioactivity: Concepts, measurements, evaluation.). At the bottom left, there is a small map titled "Aktuelle Karte der Radonverteilung in Privathaushalten in Deutschland." (Current map of radon distribution in private households in Germany).