


Wirksame und Kostensparende Methoden der Radonsanierung

Vergleich technischer Sanierungsverfahren bei großen Gebäuden

Sanierungsbeispiele:

- Hochschulgebäude in Bayern
- Schule in BW

RADEA Stammhaus GmbH

BZ München 2022 07.11.2022

1

Motivation: Warum befasse ich mich mit Radon...

1 von 500

Würden Sie in ein Karussell einsteigen bei dem 1ner von 500 rausfliegt?

Mit 300 Becquerel (Bq) pro Kubikmeter Radon im Haus ist das Risiko 1:500 an Lungenkrebs zu erkranken. Bei Kleinkinder erhöht sich die Belastung um das fünffache.



© RADEA 2022 07.11.2022

2

Übersicht

- Übersicht über den “Stand der Technik“: welche Verfahren sind wirklich praxistauglich unter Berücksichtigung von Sanierungszielen
- Vorgehensweise: wichtige Schritte von der Messung, über die darauf basierende Planung bis zur Umsetzung
- Durchführung der Sanierung und Erfolgskontrolle
- Fallbeispiele

3

Was ist die Ursache für RADON im Haus...?

Drei wesentlichen Ursachen für erhöhte RADON-Konzentration in der Raumluft von Gebäuden:

1. „Gebäude“ - Radon-Potential (Setzt sich zusammen aus Radon-Bodenluft-Konzentration und spezifischer Boden-Permeabilität incl. Gebäudehülle)
2. Druckdifferenz zwischen erdberührender Gebäudehülle und Erdboden
3. Natürlicher/ technischer Luftwechsel

4

Definition des Sanierungs-Ziels...

Das Sanierungsziel ist gesetzlich nicht geregelt und daher im Einzelfall zu definieren!

Sanierungs-Ziel: unter 300 Bq/m³ **ODER** unter 100Bq/m³?

...und im Jahresmittel <<100 Bq/m³

< 100 Bq/m³:

... ist der von WHO, BfS und anderen Organisationen und Verbänden empfohlene Wert.

5

Für jede Situation die richtige Lösung

1. Abdichtungssysteme

...(konvektive Abdichtung) bei niedrigen bis mittleren Radonkonzentrationen

2. Lüftungssysteme

...(zentral und dezentral) bei mittleren Radonkonzentration

3. „Radonabsaugung“

3a. Naturboden-/Drainage-Absaugung

3b. Unter-Bodenplatte-Absaugung bei hohen und sehr hohen Radonkonzentrationen, z.B. nach dem bewährten und patentierten RADEA-Absaugverfahren ©

3c. Außen-/ Boden-Grundabsaugung/ Bodenluft-Pegel (... nicht „Radonbrunnen“)

6

Welche Lösung ist denn nun im Bestandsgebäude die Richtige...?

Das ist abhängig von der Ausgangssituation und dem Sanierungs-Ziel...

- Wichtig 1: der gemessene „Jahres-Mittelwert“ allein hilft nicht wirklich
- Wichtig 2: Ursachen-Analyse
 - wie schnell steigt die Radon-Konzentration nach einem Querlüften wieder an (Anstiegs-Gradient)
 - Wie verhält sich die Radonkonzentration im zeitlichen Verlauf
 - Radonsniffing
 - Gebäude-Analyse
- Wichtig 3: Was „verlangt“ der Auftraggeber... wie kann das vom Sanierer „garantiert“ werden

→ Die Antwort ist also nicht ganz so einfach...

7

Lösung 1... konvektive Abdichtung

Voraussetzungen:

- Offensichtlich gute Bausubstanz
- Wenige, gut mittels Sniffing detektierbare Radon-Eintrittspfade
- Keine extreme Bodenluft-Konzentration und geringe Quellstärke/ „mäßig erhöhte“ Werte im Haus
- Geringe Druckdifferenz Innenraum/ Bodenluft

Probleme:

- Radon findet nach Abdichten weniger lokaler Fehlstellen neue, kleinere Fehlstellen
 - Rn-Bodenluft-Konzentration steigt
 - Druckdifferenz steigt
 - Flächige Abdichtung erfordert erhebliche Baumaßnahmen und sehr hohe Kosten
- Ergebnis nicht kalkulierbar/ Nachhaltigkeit?

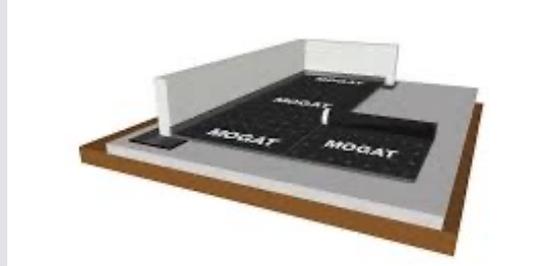
8

Lösung 1... konvektive Abdichtung

- im Neubau sinnvoll
- Verschiedene Folien-Systeme
- Im Bestand quasi nicht einsetzbar
- Verguss- und Spachtelmassen nur zur partiellen Abdichtung empfohlen

→ Der Erfolg ist im Bestandsgebäude nicht prozesssicher erreichbar...

(Bilder: orange.pep, MOGAT)



© RADEA 2022

07.11.2022

9

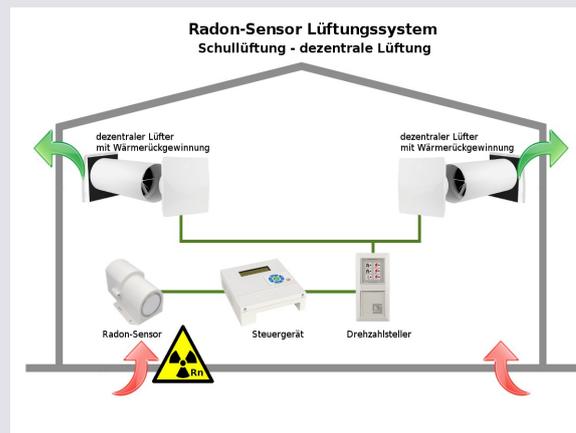
Lösung 2 ... technische Lüftungs-Anlagen

...geht man davon aus, dass die Quellstärke (Q) und Bodenluftkonzentration durch diese Maßnahme nicht verändert wird, dann ergibt sich die Reduzierung durch einen n-fachen Luftwechsel auf:

$$\text{Konz.}(R_n) = Q / (n + 0,0076)$$

Ein Luftwechsel über n=1 ist im Wohngebäude nicht akzeptabel

→ Der Erfolg ist nur bei mäßigen Ausgangs-Konzentrationen möglich...



© bioxx systems GmbH

© RADEA DCONex 2022

20.01.2022

10

Rechenbeispiel 1 zu Lösung 2 ... technische Lüftungs-Anlagen

Was bedeutet das: $\text{Konz.}(\text{Rn}) = Q / (n + 0,0076)$

BEACHTEN: Ein Luftwechsel über $n=0,6$ ist im Wohngebäude nicht akzeptabel (DIN...)

$$C(\text{Rn}) = Q(\text{Rn}) / (n + 0,076)$$

Ausgangssituation (Altbau):

$C1(\text{Rn})$ gemessen zu $800\text{Bq}/\text{m}^3$

$n1$ (Luftwechselrate) des Gebäudes gemessen mit **blower door (!)** zu $0,2/\text{h}$

- $Q(\text{Rn}) = C1(\text{Rn}) * (n1 + 0,0076) = 166 \text{ Bq} \cdot \text{h}/\text{m}^3$
- Einsatz einer technischen Lüftungsanlage erfolgt nach DIN 1946-6 mit maximal $n2 = 0,51/\text{h}$
- $C2(\text{Rn}) = Q(\text{Rn}) / (n2 + 0,0076) = \mathbf{321\text{Bq}/\text{m}^3}$

Rechenbeispiel 2 zu Lösung 2 ... technische Lüftungs-Anlagen

Was bedeutet das: $\text{Konz.}(\text{Rn}) = Q / (n + 0,0076)$

BEACHTEN: Ein Luftwechsel über $n=0,6$ ist im Wohngebäude nicht akzeptabel

$$C(\text{Rn}) = Q(\text{Rn}) / (n + 0,076)$$

Ausgangssituation (Neubau):

$C1(\text{Rn})$ gemessen zu $650\text{Bq}/\text{m}^3$

$n1$ (Luftwechselrate) des Gebäudes gemessen mit **blower door (!)** zu $0,1/\text{h}$ (ca. Bj 2010)

- $Q(\text{Rn}) = C1(\text{Rn}) * (n1 + 0,0076) = 70 \text{ Bq} \cdot \text{h}/\text{m}^3$
- Einsatz einer technischen Lüftungsanlage erfolgt nach DIN 1946-6 mit maximal $n2 = 0,51/\text{h}$
- $C2(\text{Rn}) = Q(\text{Rn}) / (n2 + 0,0076) = \mathbf{135,3\text{Bq}/\text{m}^3}$

→ „Je Niedriger die LW-Rate vor Einbau ist, um so höher darf $Q(\text{Rn})$ sein!“

Verbesserung (?) zu Lösung 2 ... technische Lüftungs-Anlagen

Verbesserung besteht darin, dass eine

- Radon-Lüftung im Überdruck betreiben → das hat zur Folge, dass $Q(R_n)$ entsprechend absinkt und damit die resultierende Radon-Konzentration entsprechend kleiner wird, als in den Beispielen berechnet;
- **DILEMMA 1:** bisher wurden Differenzdrücke (Bodenluft zu Innenraumluft von bis zu 20 Pa gemessen... Mit einer Lüftungsanlage schafft man niemals mehr als 1-3 Pa
- **DILEMMA 2:** der thermische Wirkungsgrad der Wärmetausche in Lüftungsanlagen sinkt rapide, wenn Zuluft-Volumenstrom \gg Abluft-Volumenstrom

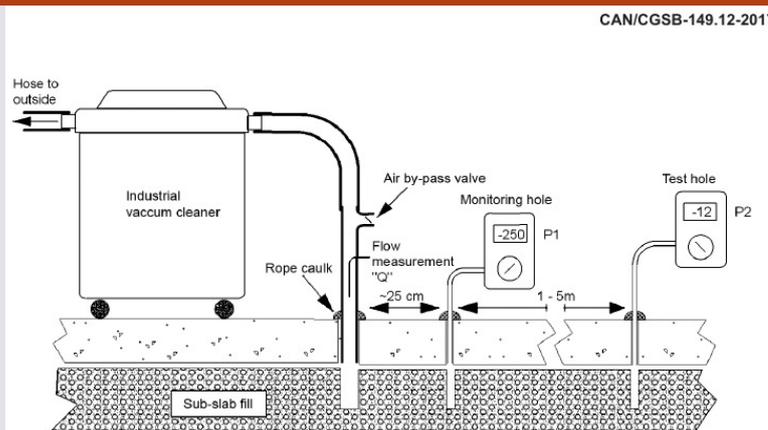
13

Lösung 3 ... Radon-Absaugung

Die Radon-Absaugung „packt das Problem an der Quelle“:

- Bodenluft-Konzentration wird lokal abgesenkt
- Die Druckdifferenz wird umgekehrt (Druck im Erdboden wird reduziert → an Undichtigkeiten strömt Luft von Innen nach Außen!

(s. z.B. CAN/ CGSB-Norm.)



NOTE The presence of radiant heating piping under the slab also requires precautions be taken when conducting a communication test. Thermal imaging may be used to determine radial piping location. Refer to *Reducing Radon Levels in Existing Homes: A Canadian Guide for Professional Contractors*, Health Canada, 2010, ISBN: 978-1-100-18472-2 for tutorial on the communication test.

Figure 2 — Sub-slab communication and flow test

14

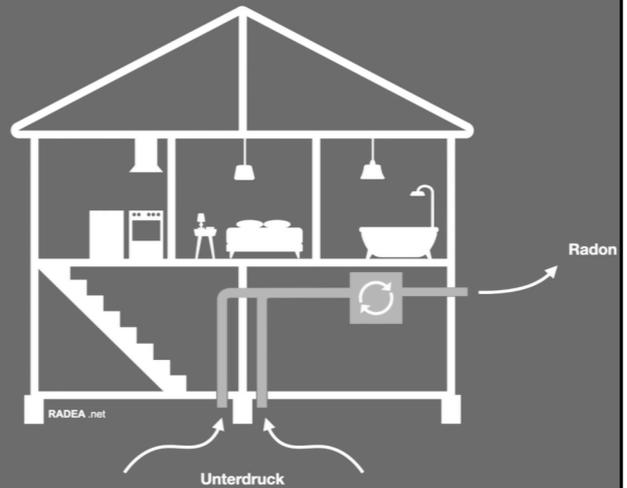
Lösung 3 ... Radon-Absaugung

Die Radon-Absaugung

kann z.B. über im Gebäude angebrachte Absaug-Geräte und eine Unterdruck-Erzeugung an definierten Punkten erfolgen.

WICHTIG: Anzahl, Position und Ausführung der Absaugpunkte entscheiden über den Erfolg der Maßnahme

Bild © RADEA, www.radea.net



© RADEA 2022

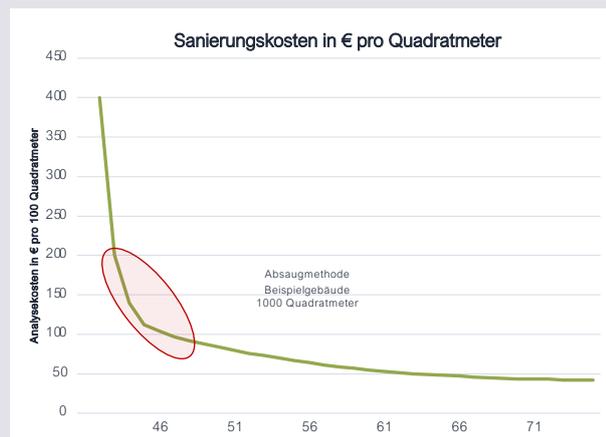
07.11.2022

15

RADON- Messung → Sanierungs-Planung → Sanierung Umsetzung

- Eine „gute Vorarbeit“ bei der Radon-Messung und der Gebäudeanalyse kann sich sehr deutlich auf die Sanierungskosten auswirken
- Es ist deshalb unbedingt erforderlich, dass die Messungen so erfolgen, dass daraus eine sinnvolle Sanierungsplanung abgeleitet werden kann!
- Messung, Sanierungsplanung und – Ausführung müssen aufeinander abgestimmt sein

→ **Kompetenz im Markt im Bereich „Engineering/ Fachplanung“ ist extrem gering**



© RADEA 2022

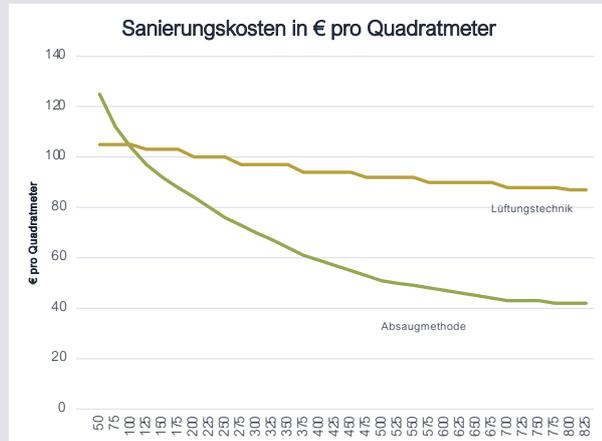
07.11.2022

16

Wirtschaftliche Aspekte bei der Verfahrensauswahl

- Eine Abdichtung im Bestand ist schwer planbar und nur iterativ möglich; eine Preisangabe pro m² Gebäudefläche ist fast unmöglich!
- Die Kosten von Lüftungsanlagen sind nahezu linear abhängig von der Gebäudegröße
- Die Kosten für Absaug-Technik sind sehr stark abnehmend bei steigender Gebäudefläche

→ Insbesondere bei größeren Gebäuden ist die Absaugtechnik aus Gründen der Wirtschaftlichkeit vorzuziehen...



© RADEA 2022

07.11.2022

17

Radon: Praxis-Beispiel Hochschule in Bayern

Ausgangssituation

- Radonkonzentration an Arbeitsplätzen deutlich erhöht (>850 Bq/m³)
- Jahresmessung dosimetrics
- Aussagekräftiges Sachverständigen - Gutachten (Pamela Jentner/ orange.pep)
- Dringender Handlungsbedarf angezeigt



Bild © RADEA, www.radea.net

© RADEA 2022

07.11.2022

18

Ausgangssituation Hochschule

- Hauptgebäude ca. 4.800m²
- Erste Kostenschätzung auf Basis Fläche >> 200k€
- Voruntersuchung dosimetrics
- Detaillierte Untersuchung orange.pep
- Finale Kosten ca. 40k€

Bild © RADEA, www.radea.net

© RADEA 2022
07.11.2022

19

Ausgangssituation Hochschule Keller (teilunterkellert)

- Kellerbereich vorab bei Jahresmessung nicht gemessen
- Werte dort 3-5 fach höher
- Einbeziehung Keller in Planung
- Sniffingwerte deutlich höher!

Bild © RADEA, www.radea.net

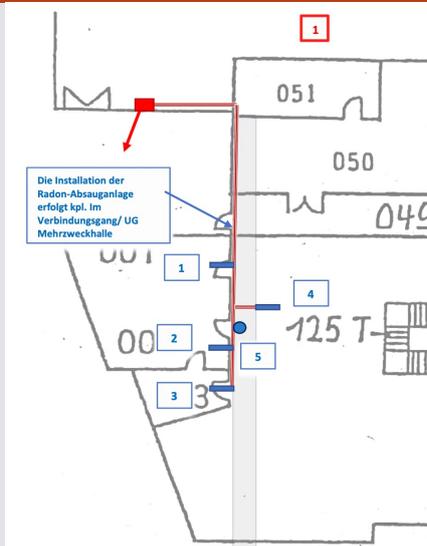
© RADEA 2022
07.11.2022

20

Radon-Absaugung: Versorgungsschacht

- Versorgungsschacht unter Bibliothek
- Werte dort 8-9 fach höher
- Einbeziehung Versorgungsgang in Planung

Bild © RADEA, www.radea.net



© RADEA 2022

07.11.2022

21

Radon-Absaugung: Praxis-Bilder Bodenabsaugpunkte

Die Radon-Absaugung

- über Bohrungen in der Bodenplatte mit DIN-konformer Abdichtung
- Auslegung der Bohrungsanzahl, -abstände UND -tiefe nach erprobtem System

Bild © RADEA, www.radea.net



© RADEA 2022

07.11.2022

22

Radon-Absaugung: Praxis-Beispiel Schule, BW

Ausgangssituation

- Radonkonzentration deutlich erhöht
- Aussagekräftiges Sachverständigen - Gutachten (Dr. Brachat/ radonpruefung.de)
- Dringender Handlungsbedarf angezeigt

Bild © RADEA, www.radea.net



© RADEA 2022

07.11.2022

23

Radon-Absaugung: Ausgangssituation Schule

UG : Schule und Messwerte

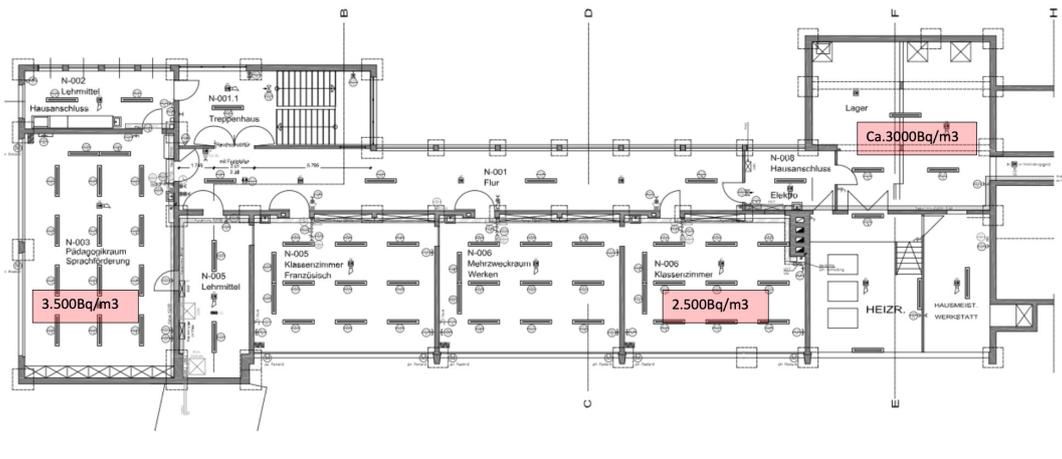


Bild © RADEA, www.radea.net

© RADEA 2022

07.11.2022

24

Radon-Absaugung: Ausgangssituation Schule / Turnhalle

Plan Turnhalle (hier überlagert der Plan Keller; hinzu kommt der Kriechgang unter dem Pausenhof mit einer Länge von 15m)

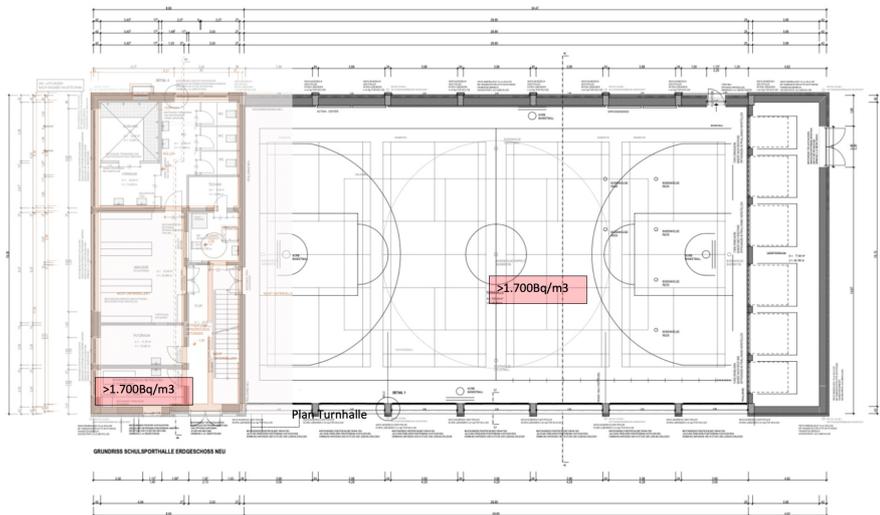


Bild © RADEA, www.radea.net

© RADEA 2022

07.11.2022

25

Radon-Absaugung: Praxis-Bild Absaugaggregat

Einfluss-Faktoren auf die Auswahl/ Dimensionierung des Absaugaggregats:

- Permeabilität des Bodens
- Bauliche Parameter / Größe, Fundamente
- Rohrleitungs-Widerstand / erforderlicher Differenzdruck
- 2 getrennte Anlagen (Schule/ Turnhalle)

Bild © RADEA, www.radea.net



© RADEA 2022

07.11.2022

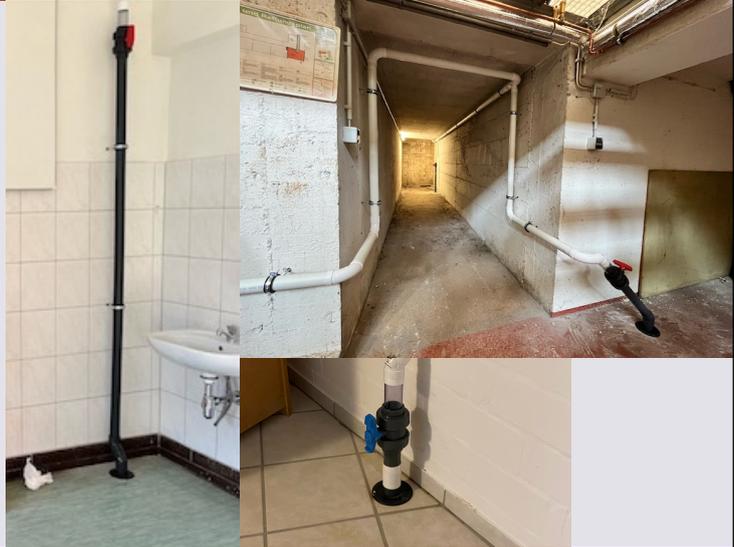
26

Radon-Absaugung: Praxis-Bilder Bodenabsaugpunkte

Die Radon-Absaugung

- über Bohrungen in der Bodenplatte mit DIN-konformer Abdichtung
- Auslegung der Bohrungsanzahl, -abstände UND -tiefe nach erprobtem System

Bild © RADEA, www.radea.net



© RADEA 2022

07.11.2022

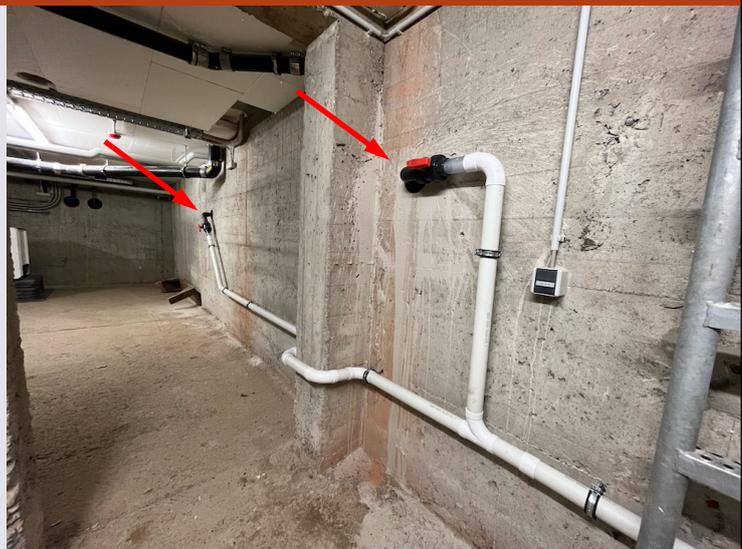
27

Radon-Absaugung: Praxis-Bild Wandabsaugung (teilunterkellert)

Die Radon-Absaugung

- über Wand-Absaugpunkte in nicht unterkellerten Bereich unter Turnhalle
- Spezielle Absaug-Rohre

Bild © RADEA, www.radea.net



© RADEA 2022

07.11.2022

28

Radon-Absaugung: Praxis-Bilder Hohlboden-Absaugung nach unten

Hohlboden- Radon-Absaugung

- Detail Absaugung im Hohl- (Schwing-) Boden einer Sporthalle...
- Hohlräume können auch Kriechkeller oder Installationskanäle sein...



Bilder © RZ, www.radea.net

© RADEA 2022

07.11.2022

29

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



© RADEA

Dipl.-Ing. Richard Zinken

Tel : +49 157 37986960

Email : zinken@radea.net

www.radea.net

© RADEA 2022

20.08.2022

30