

Radonsanierung eines historischen Gebäudes aus dem Gebiet des Altbergbaus

Dr. rer. nat. Andreas Guhr; Dipl.-Ing. Hans-Georg Henjes; Dipl.-Ing. Thomas Klopzig

Zusammenfassung

Die Bestandsaufnahme hinsichtlich der Radonkonzentration in einem etwa 300 Jahre alten Gebäude erbringt stark erhöhte Messwerte. Es wurde eine Sperrung des Fußbodens gegenüber aus dem Baugrund eindringendem Radon durchgeführt. In Kombination damit wird Radon im Fußbodenunterbau mittels Luftdrainage ausgespült. Messungen nach der Sanierung zeigen deutlich niedrigere Radonwerte. Die zusätzliche Installation eines handelsüblichen Lüfters kann eine weitere Senkung der Radonkonzentration bewirken.

Summary

The stock-taking concerning the concentration of radon in a building that is about 300 years old shows very high values. There was carried out a closure of the floor regarding radon gas from the basement. In combination with an airdrainage system radon will be flushed outside the building. Measures of the radon concentration after the refurbishment shows obvious lower values. With the additional installation of a usual ventilator it is possible to reduce the radon concentration further.

Einführung

Die Radonkonzentration in Wohn- und Aufenthaltsräumen wird im Wesentlichen durch das geogene Radonpotential im Baugrund sowie die Bauart der Häuser bestimmt. Eine geringere Belüftung des Gebäudes oder eine durch Bau- und Sanierungsmaßnahmen bedingte niedrigere Luftwechselzahl kann zu einem deutlichen Anstieg der Radonexposition der Nutzer führen. So steigt die Radonkonzentration nach Umbauarbeiten zur Erhöhung der Energieeffizienz der betreffenden Häuser in etwa der Hälfte der Fälle um 300 bis 700 Prozent. Bei Bestandsobjekten können die Kosten für eine Radonsanierung stark variieren. Deshalb ist vor einer Sanierung zu prüfen, welche Maßnahmen für die jeweiligen Bedingungen geeignet sind.

Die Situation

Erhöhte Radonkonzentrationen in Gebäuden können auftreten, wenn beispielsweise die nachfolgend genannten Gegebenheiten vorliegen:

- das Gebäude liegt in einem Gebiet mit erhöhter Radonbelastung (radon-prone-areas);
- es befinden sich oberflächennahe bergmännische Auffahrungen unter dem Gebäude;
- das Gebäude wurde auf einer Halde errichtet;
- das Fundament und/oder die Außenwände des Kellers wurden nicht radondicht errichtet;
- beim Bau des Gebäudes wurde Baumaterial mit erhöhtem Radium-Gehalt verwendet.

Den Hauptbeitrag für eine erhöhte Radonkonzentration im Gebäude liefert das unter dem Fundament vorhandene Radonpotenzial. Das Radon kann auf zwei Arten in ein Gebäude gelangen:

- Eindringen von Radon als Bestandteil der Bodenluft infolge Druckdifferenzen durch Leckstellen der erdberührenden Teile des Untergeschosses;
- Diffusion von Radon in das Gebäudeinnere.

Im Folgenden wird die Situation hinsichtlich der Strahlenbelastung infolge der Inhalation von Radon der Bewohner eines ca. 300 Jahre alten Gebäudes vor und nach der Sanierung dargestellt. Das Gebäude selbst befindet sich in einer der vom Bundesamt für Strahlenschutz klassifizierten „radon-prone-areas“ im Freistaat Sachsen. Während das Gebäude am Anfang als Huthaus für den Bergbau diente, wurde es im Lauf der letzten beiden Jahrhunderte als Wohngebäude genutzt und während dieser Zeit mehrfach um- und ausgebaut.

Das Gebäude ist mit einem ca. 10 m² großen Gewölbe unterkellert. Ein Fundament war vor Beginn der Sanierungsmaßnahmen nicht vorhanden. Die Holzdielung der einzelnen Zimmer des Erdgeschosses befand sich unmittelbar über einer Erdschüttung. Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Zimmer des Erdgeschosses zu dem Zeitpunkt, als die Dielung entfernt und die Messtechnik (Prof. von Philipsborn; Radiometrisches Seminar der Universität Regensburg) zur Erfassung der Radonkonzentration in den einzelnen Räumen des Hauses aufgebaut wurde.



Abb. 1: Erfassung der Radonkonzentration vor Baubeginn

Kenntnis darüber, ob erhöhte Werte der Radonkonzentration in einem Gebäude vorliegen, kann man nur über Radonmessungen erlangen. Zu diesem Zweck wurden sowohl Übersichts- als auch Bewertungsmessungen durchgeführt. Bei den Übersichtsmessungen über einen Zeitraum von wenigen Stunden wurden kontinuierlich messende Geräte elektronischer Bauart eingesetzt, wohingegen bei den Bewertungsmessungen passive Radon-Diffusionskammern auf der Grundlage von Kernspurdetektoren zum Einsatz kamen. In der Tabelle 1 sind die Mittelwerte der Langzeitmessungen der Radonkonzentration in den einzelnen Räumen aufgeführt.

Sanierungsraum EG	2.700 Bq/m ³
Mittelzimmer EG	3.650 Bq/m ³
Wohnzimmer EG	3.500 Bq/m ³
Küche EG	3.270 Bq/m ³
Bad EG	1.800 Bq/m ³
Zimmer 1 DG	1.100 Bq/m ³
Bad DG	1.230 Bq/m ³
Zimmer 2 DG: Standort 1	530 Bq/m ³
Zimmer 2 DG: Standort 2	850 Bq/m ³
Kellergewölbe	24.500 Bq/m ³

Tab. 1: Werte der ermittelten Radonkonzentration in den Räumen des Objektes vor Beginn der Sanierung (Messzeit 1 Monat)

Realisierung der Radonsanierung

Die Gebäudearchitektur mit der gegebenen Teilunterkellerung erforderte Lösungen mit zwei Teilwirkungsansätzen. Die Bergsicherung Schneeberg GmbH als ausführender Fachbetrieb wählte für den nicht unterkellerten Gebäudebereich eine bereits mehrfach erfolgreich erprobte Kombinationslösung von Entlüftung des Gebäudeunterbaus mit einer Radonabdichtung des Erdgeschossfußbodens. Diesem Prinzip entspricht der nachfolgend skizzierte Fußbodenaufbau:

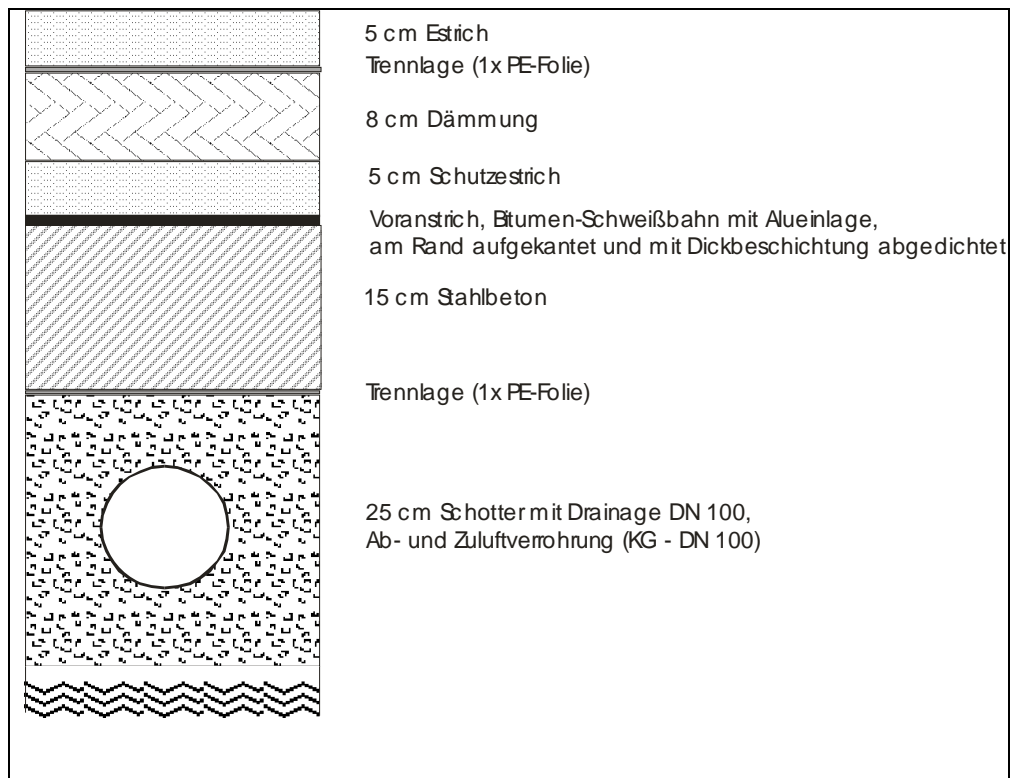


Abb. 2: Schematische Darstellung des Fußbodenaufbaus

Zu diesem Zweck musste als Erstes die vorhandene Holzbalkendielung entfernt und ein der Aufbaustärke entsprechender Bodenaushub erfolgen. Die Entlüftung des Gebäudeunterbaus wurde durch eine 25 cm starke Schotterschicht, Korngröße 45, in der in regelmäßigen Abständen Drainagerohr DN 100 eingebaut sind, erreicht. Diese werden auf eine Zuluft-Leitung und eine Abluft-Leitung zusammengebunden. Der Austritt der Abluftleitung aus dem Gebäude sollte, wenn möglich, auf einen Hochpunkt gelegt werden, wie zum Beispiel über die Einbindung in ein Regenwasserfallrohr oder einen Rauchabzug. Damit wird eine „Kaminwirkung“ erreicht, die die Durchspülung des Gebäudeunterbaus auf natürliche Weise, ohne Zufuhr von Elektroenergie erfolgen lässt. Über der Schotterschicht befindet sich eine erste Lage aus stabiler PE-Folie, die erstens die nachfolgende Betonschicht von der Drainageschicht trennt und zweitens als Vorsperre für das aufsteigende Radon dient. Darauf wurde eine bewehrte Bodenplatte mit der statisch erforderlichen Betonqualität bzw. Stärke gegossen. Auf diese Betonbodenplatte ist die eigentliche Radonabdichtung aufgebracht. Diese besteht aus einem Voranstrich und einer aluminiumarmierten Bitumenschweißbahn mit einer Dicke von 1,5 mm, die mit einem Diffusionskoeffizienten von Radon von $8,21 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$ vom Hersteller als radondicht zertifiziert ist. Die Schweißbahn wurde an den Außenwänden aufgekantet sowie mit einer Dickbeschichtung verschlos-

sen. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen auszugsweise die Reihenfolge der ausgeführten Arbeiten zur Erstellung des radondichten Fußbodenaufbaus.



Abb. 3: Verlegung von Drainagerohren in einer Schüttung aus 25 cm Schotter

Als Schutz für die Radonabdichtung dient ein 5 cm starke Estrichschicht, auf die dann die Wärmedämmung aufgelegt ist. Über der Wärmedämmung liegt üblicherweise eine weitere PE-Trennfolie, auf der letztlich der Estrich für den Fußbodenbelag aufgegossen wird.



Abb. 4: Radondichte Folie mit aufgebrachtter Armierung

Die Abluft wird unter Ausnutzung des Kamineffektes über ein Rohr an der Gebäudeaußenwand über Dach abgeleitet.



Abb. 5: Ableitung der Luft aus dem Drainagesystem über Dach (Quelle: BAG Bern)

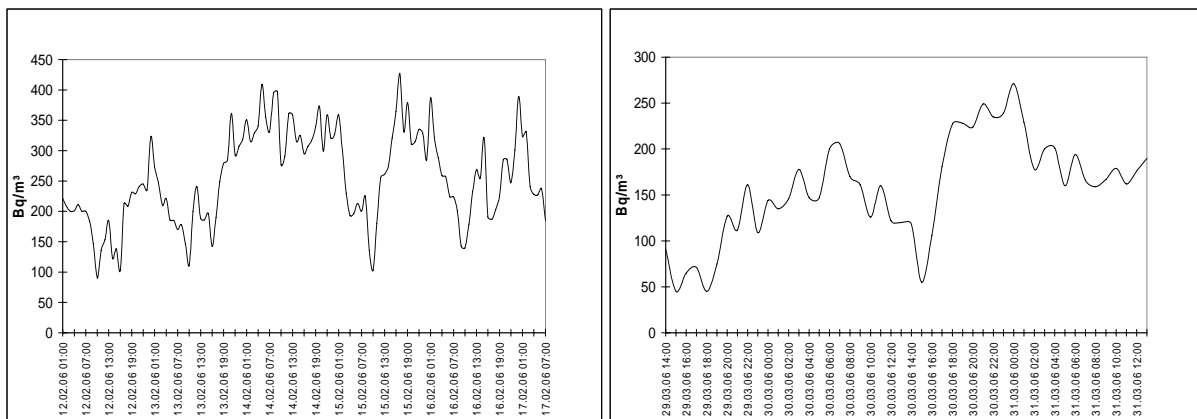
Eine Radonsanierung des Gewölbekellers wurde seitens der Bauherren nicht gewünscht, obwohl die im Keller ermittelte Radonkonzentration mit ca. 25.000 Bq/m³ vergleichsweise hoch ausfiel. Mit dem Ziel der Verhinderung des konvektiven Eintritts von Radon aus dem Keller in das Wohngebäude wurde eine radondichte Tür zwischen Keller und Flur des Erdgeschosses eingebaut.



Abb. 6: Radondichte Kellertür

Erfolgskontrolle

Allein die Ermittlung der Radonkonzentration nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen kann Aufschluss über den Erfolg der ausgeführten Arbeiten zur Reduzierung der Radonkonzentration in einem Gebäude geben. Zu diesem Zweck erfolgten nach der vollständigen Realisierung der Bauarbeiten zeitaufgelöste Langzeitmessungen. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den zeitlichen Verlauf der Radonkonzentration in ausgewählten Räumen des Gebäudes.



Schlafzimmer OG rechts

Abb. 7: Mittelzimmer Erdgeschoss und Schlafzimmer Obergeschoss

Die Abbildungen zeigen deutlich, dass die Radonkonzentration in den betreffenden Räumen im Ergebnis der Sanierungsmaßnahmen signifikant gesunken ist (vgl. Tab. 1). Mit dem Ziel, die ausgeführte Sperrung des Fußbodens gegen eindringendes Radon mit einer lüftungstechnischen Maßnahme zu kombinieren, erfolgte im Kellergewölbe der Einbau eines kleinen Lüfters am Schornsteinzug. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Verlauf der Radonkonzentration in Abhängigkeit des Schaltregimes des Lüfters.

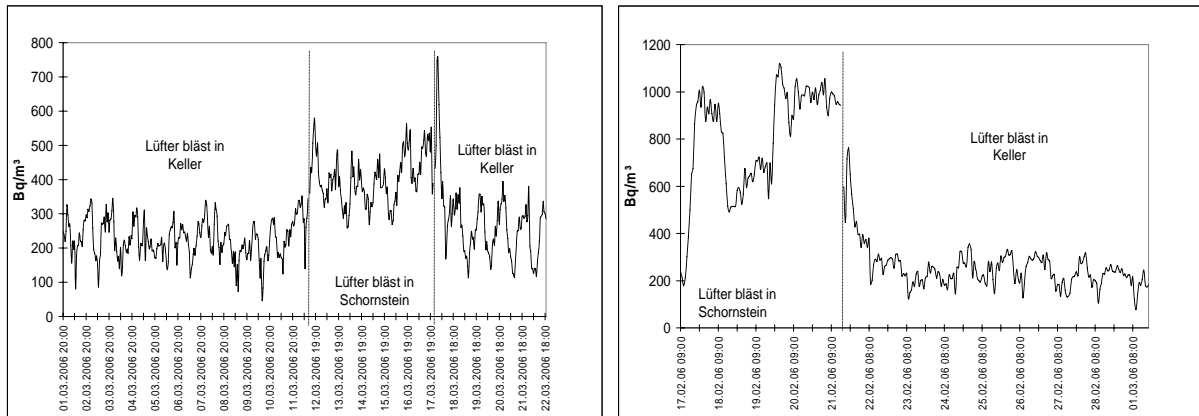


Abb. 8: Mittelzimmer Erdgeschoss und Wohnzimmer Erdgeschoss

Obwohl es sich nur um einen sehr kleinen Lüfter mit einer Leistungsaufnahme von 20 Watt handelt zeigen die Abbildungen 8a und 8b den positiven Einfluss des Lüfters auf den Verlauf der Radonkonzentration im Gebäude. Es ist deutlich sichtbar, dass die Radonkonzentration bei Erzeugung eines Überdruckes (Lüfter bläst in Keller) signifikant sinkt. Dagegen ist offensichtlich, dass die Radonwerte bei Erzeugung eines Unterdruckes (Lüfter bläst in Schornstein) ansteigen.

Vom Bauherr selbst durchgeführte Versuche zur zusätzlichen manuellen Lüftung mit Fenster bzw. Balkontür zeigten nur kurzfristige Wirkung und sind daher nur als Sofortmaßnahme geeignet.

Zusammenfassung

Die Radonexposition der Bewohner eines Hauses in einer der „radon-prone-areas“ in der Bundesrepublik Deutschland konnte mittels der Realisierung einer Kombinationslösung von Entlüftung des Gebäudeunterbaus mit einer horizontalen Abdichtung des Fußbodens des Erdgeschosses deutlich gesenkt werden. Die zusätzliche Installation eines Kleinlüfters am Schornsteinzug im Keller mit dem Ziel der Erzeugung eines Überdruckes bewirkt eine weitere Senkung der Radonkonzentration in den Wohnräumen bis unter die Obergrenze des Normalbereiches (250 Bq/m³).