

# GEOTECHNIK & RADIOLOGIE – VERWAHRUNG

LEIBRING, NICK

Bergtechnisches Ingenieurbüro GEOPRAX  
Max-Planck-Straße 18, 09114 Chemnitz  
T: +493713362788, F:+493713362789, E: info@geoprax.com

Technische Universität Bergakademie Freiberg  
Institut für Geotechnik  
Gustav-Zeuner-Straße 1, 09596 Freiberg (Sachsen)  
T: +493731392458, F: +493731393638, E: ifgt@ifgt.tu-freiberg.de

## Zusammenfassung

Bei untertägigen Sanierungsarbeiten an Standorten mit ehemaligem WISMUT-Bergbau, bzw. bei entsprechenden geologisch/lagerstättenkundlichen Verhältnissen müssen neben den geotechnisch/bergmännischen Verhältnissen auch die Belange des Strahlenschutzes beachtet werden. Ursache einer erhöhten Strahlenexpositionen für die eingesetzten Arbeitnehmer sind die Zerfallsprodukte der Uran-Reihe, insbesondere das gasförmige Radon und seine Folgeprodukte.

Der vorliegende Beitrag beschreibt die generelle Vorgehensweise der Dosisabschätzung und der baubegleitenden Überwachung der Expositionsbedingungen durch Radon-222 und dessen Folgeprodukte für die untertägigen Beschäftigten. Die Grundlagen des Strahlenschutzes, nach Teil 3 Kapitel 1 und 2 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [4], und deren praktische Umsetzung werden erläutert.

## Strahlenschutz - theoretische Grundlagen

Bergmännische Sanierungsarbeiten fallen nach Strahlenschutzverordnung, neben Arbeiten in Radon-Heilbädern und Radon-Heilstollen sowie Arbeiten in Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung, in das Arbeitsfeld mit erhöhten Radonexpositionen und bedürfen damit spezieller Maßnahmen zur Einhaltung der gesetzlichen Grundwerte der Strahlendosis. Abbildung 1 dokumentiert das allgemeine Vorgehen zur Gewährleistung des Strahlenschutzes bei Arbeiten nach Teil A - Arbeitsfelder mit erhöhten Radon-222-Expositionen [2].

Vor dem Beginn der Arbeiten wird nach § 95 der Strahlenschutzverordnung [4] eine arbeitsplatzbezogene Abschätzung der zu erwartenden Dosis verlangt.

Prinzipiell sind neben der Inhalation von Radon und Radonfolgeprodukten folgende weitere Expositionspfade bei der Abschätzung der Strahlendosis zu prüfen:

- Direktstrahlung (Ortsdosisleistung)
- Ingestion von kontaminierten Stoffen
- Inhalation von kontaminiertem Schwebstaub

Ergibt die Abschätzung eine effektive Dosis größer 6 mSv pro Kalenderjahr, sind die Arbeiten bei der Behörde anzuzeigen (in Sachsen das Sächsische Landesamt für Umwelt, Land-

wirtschaft und Geologie) und entsprechende organisatorische und technische Maßnahmen einzuleiten.

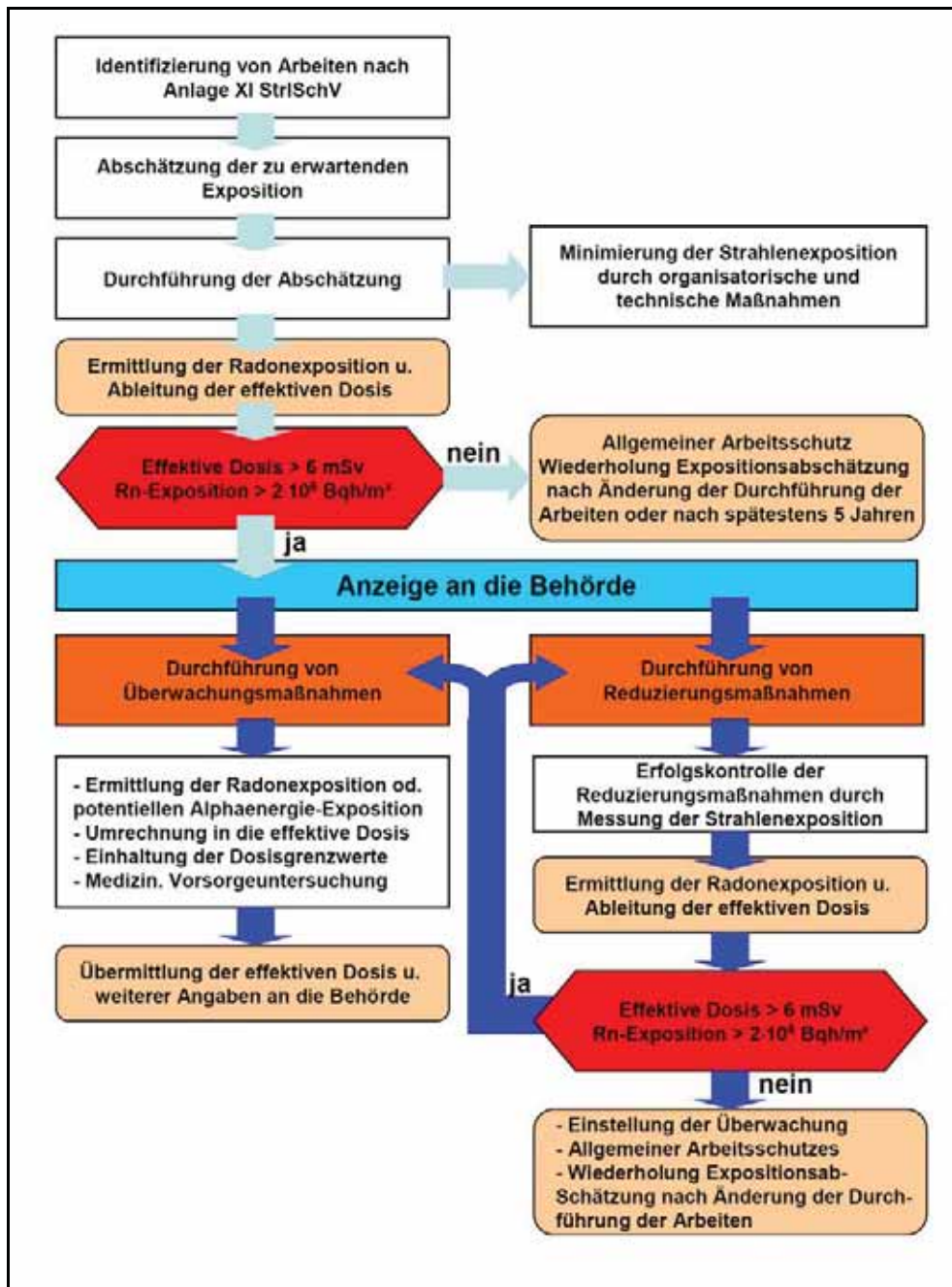


Abbildung 1: Bearbeitungsschema - Strahlenschutz bei Arbeiten nach [2]

In der Praxis sollten die Strahlenschutz-Verantwortlichen die Expositions-Abschätzung, die ergriffenen Maßnahmen zur Reduzierung und die Ergebnisse der Überwachungsmessung dokumentieren, um ihrer Nachweispflicht bei der Behörde und dem innerbetrieblichen Gesundheitsschutz nachzukommen.

### Praktische Erfahrungen bei der Realisierung bei bergmännischen Sanierungsarbeiten

In den meisten Fällen erfolgt eine erste Einschätzung der radiologischen Verhältnisse mit Beginn der bergmännischen Arbeiten durch die Sanierungsbetriebe bzw. durch beauftragte Inge-

nieurbüros. Laut [2] obliegt die Gewährleistung des Strahlenschutzes dem Verpflichteten. Der Verpflichtete ist entweder die Person, die in eigener Verantwortung selbst Arbeiten durchführt oder ein Arbeitgeber, der Personen beschäftigt, die mit der Durchführung von Arbeiten beauftragt sind. In den meisten Fällen wird durch die ausführende Firma ein Strahlenschutzverantwortlicher, mit der entsprechenden Fachkenntnis benannt, der die praktische Umsetzung der Regelung des Strahlenschutzes wahrnimmt.

Generell ist die zu erwartende Exposition an die geologisch/lagerstättenkundliche Situation, die gestellte Sanierungsaufgabe und die damit verbundenen Technologien sowie an die tatsächliche Arbeitszeit untertage gebunden. Zusätzlich können beispielsweise radioaktiv kontaminierte Versatzmassen einen Beitrag zur Dosisaufnahme der untertäglich Beschäftigten liefern (Beachtung dieses Expositionspfades bei der Dosisabschätzung).

Für die Dosisbewertung erfolgt vorort die Messung der Radonkonzentration und/oder der Radonfolgeproduktkonzentration unter den vorherrschenden Arbeitsbedingungen. Aus der tatsächlichen Arbeitszeit untertage und der Kenntnis des Gleichgewichtsfaktors zwischen Radon und dessen Folgeprodukten kann die zu erwartenden Dosis berechnet werden

Entsprechend der effektiven Dosis E im Kalenderjahr sind nach Tabelle 3-3- nach [2] folgenden Maßnahmen abzuleiten:

	<b>Effektive Dosis E im Kalenderjahr</b>	<b>Empfohlene Maßnahmen</b>
I	$E < 1 \text{ mSv}$	Es sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.
II	$1 \text{ mSv} < E < 3 \text{ mSv}$	Spezielle Strahlenschutzmaßnahmen sind nicht erforderlich; im Rahmen des allgemeinen Arbeitsschutzes sollten aber Maßnahmen besondere Beachtung finden, die zu einer weiteren Verringerung der effektiven Dosis beitragen können.
III	$3 \text{ mSv} < E < 6 \text{ mSv}$	Wie II, aber Wiederholung der Abschätzung innerhalb kürzerer Zeiten (z. B. alle 2 Jahre); für die Abschätzungen sollten generell Messungen durchgeführt werden
IV	$6 \text{ mSv} < E < 20 \text{ mSv}$	Unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalles Durchführung von angemessenen organisatorischen, baulichen, technischen oder sonstigen Maßnahmen zur Reduzierung der Strahlenexpositionen an den Arbeitsplätzen; Ermittlung der Strahlenexpositionen für die betroffenen Personen
V	$20 \text{ mSv} < E$	Umgehende Einleitung von technischen oder organisatorischen Maßnahmen zur Reduzierung der individuellen Strahlenexpositionen

Tabelle 1: Tabelle 3-3 aus [2] - Maßnahmen in Abhängigkeit von der Höhe der Dosis

Für die bergmännischen Sanierungsarbeiten können beispielhaft folgende Maßnahmen zur Dosisreduzierung genannt werden:

- Installation von Sonderbewetterungsanlagen
  - Überdruck-Bewetterung zur Erhöhung der Frischwetterzufuhr zum Arbeitsort
  - Unterdruck-Bewetterung zur Abführung belasteter Grubenluft – Nachströmen frischer Wetter über Tagesöffnungen
- Wettertechnischer Verschluss von Strecken – Setzen von Wetterblenden zur Vermeidung des Radontransports aus alten Grubenteilen in den Arbeitsbereich

- Zeitliche Einordnung der Sanierungsarbeiten unter Beachtung der natürlichen Auftriebsverhältnisse (Sommer-Winter-Regime)
- Organisatorische Maßnahmen durch Umsetzung von Mitarbeitern in Abhängigkeit der erreichten effektiven Dosis.

Die Einhaltung des Strahlenschutzes ist durch geeignete Kontrollmessungen zu prüfen. Diese Messungen sind kontinuierlich mit dem Baustellenfortschritt ausführen, um eine Optimierung der Strahlenschutzmaßnahmen unter den sich ändernden untertägigen Bedingungen zu ermöglichen. Die messtechnisch anspruchsvolle Überwachung erfolgt dabei mittels aktiver Radonmonitore zur Bestimmung der Radon-222-Konzentration bzw. mit Messgeräten zur Erfassung der Radonfolgeproduktkonzentration (Ortsdosimetrie) und sollte durch die integrierende Erfassung der Radon-222-Konzentrationen mittels Dosimeter (Personendosimetrie) ergänzt werden. Die Grundlage der Überwachung bilden die in Tabelle 1 dokumentierten Grenzwerte der effektiven Dosis.

Zu beachten ist dabei, dass Sonderbewetterungsmaßnahmen zu einer Änderung der Druckverhältnisse im Grubenfeld führen und dadurch Radontransportprozesse aus der Grube in benachbarte Gebäude bzw. in andere Feldesteile ausgelöst werden können. Dieser Umstand ist insbesondere beim Betreiben einer Überdruckbewetterung zu beachten und sollte durch geeignete Messungen kontrolliert werden. Migrationswege für das Radon können sich über alte Grubenbaue, Klüfte und Spalten oder Medienzuführungen ausbilden und die Belastungssituation zum Beispiel in einem Gebäude grundlegend ändern.

Bei einer Unterdruckbewetterung und der damit verbundenen Ableitungen von radonhaltigen Grubenwettern in die freie Atmosphäre sind die Ausbreitungsbedingungen am Abwetterpunkt durch geeignete Kontrollmessungen zu überprüfen, um eine zusätzliche Radonexposition für die übertägig Beschäftigte sowie für die Bevölkerung zu vermeiden. Auch hier gilt, nach StrlSchV, generell der Grundsatz der Dosisminimierung.

## **Quellen- und Literaturverzeichnis**

- [1] Leißring, B.; Leißring, N.: Die Möglichkeiten der natürlichen Bewetterung von bergbaulichen Auffahrungen unter bebauten Gebieten zur Senkung der Radonbelastung für die Bevölkerung – Erfahrungen bei Pilotprojekten im Erzgebirge. Vortrag 38. Jahrestagung des Deutsch-Schweizer Fachverbandes für Strahlenschutz e.V. Dresden 22. Sep. 2006, veröffentlicht in der Publikationsreihe Fortschritte im Strahlenschutz, Strahlenschutz-Aspekte, Verlag TÜV Rheinland Groups, Köln 2006
- [2] Beck, T., Ettenhuber, E.: Überwachung von Strahlenexpositionen bei Arbeiten – Leitpfaden für die Umsetzung der Regelung nach Teil 3 Kapitel 1 und 2 StrSchV.- Salzgitter, März 2006
- [3] Strahlenschutzkommission: Leitfaden zur Messung von Radon, Thoron und ihren Zerfallsprodukten.- Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 47, Bonn 2002
- [4] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20. Juli 2001
- [5] GEOPRAX: Interne Messanleitung zur Bestimmung der beruflichen Strahlenexposition nach StrlSchV mittels aktiver Messgeräte bei untertägigen Sanierungsarbeiten im Altbergbau - ortsbezogene Messungen -, unveröffentlicht, Dezember 2011
- [6] Leißring B., Leißring N: Aspekte des Zusammenhangs zwischen umgegangenen Altbergbau unter bebauten Gebieten und Radonschutz. - 7. Altbergbau-Kolloquium Freiberg 2007, veröffentlicht im Tagungsband