

NORM in der Geothermie – Erfahrungen des praktischen Strahlenschutzes

Dr. Martin Wolf

Brenk Systemplanung GmbH

Keywords: Geothermie, Scales, Strahlenschutz, Entsorgung

Zusammenfassung

In Geothermiekraftwerken können die Ausfällungen (Scales), welche sich in Anlagenteilen des Thermalwasserkreislaufs bilden, stark erhöhte Konzentrationen an Schwermetallen sowie an Radionukliden aufweisen. Die Scales entstehen durch eine Kombination von übersättigter Sole und elektrochemischer Korrosion an metallischen Anlagenteilen. Die regelmäßig notwendige Entfernung der Scales aus den betroffenen Anlagenteilen birgt bei direktem Kontakt das Risiko einer Kontamination von chemotoxischem und radiotoxischem Material. Die hierdurch verursachte Dosisleistung kann deutlich über der durch die natürliche Umgebungsstrahlung („Hintergrund“) verursachten Dosisleistung liegen.

Diese Risiken für Mitarbeiter der Kraftwerke sowie für die allgemeine Bevölkerung erfordern besondere Maßnahmen. Jedoch erfordert ein sicherer Umgang mit Scales einen nur vergleichsweise geringen zusätzlichen Aufwand von den Mitarbeitern der Kraftwerke. Das Bewusstsein um die möglichen Risiken, das Tragen der empfohlenen Schutzausrüstung und der angemessene Umgang mit den Abfällen führen zu sicheren und effizienten Arbeitsabläufen. Für alle Abfälle wie Scales und mit Scales kontaminierten Stahlschrott und brennbare Materialien konnten in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden praxistaugliche Entsorgungswege gefunden werden.

Dieser Vortrag gibt einen Überblick über die beschriebenen Herausforderungen und deren Lösungen in verschiedenen Geothermiekraftwerken in Deutschland. Beispiele für effektive Lösungen aus Bereichen werden präsentiert, in denen besondere Aufmerksamkeit durch Strahlenschutzexperten und durch das Management der Kraftwerke erforderlich ist.

1. Einleitung

In Geothermiekraftwerken, die ihr Thermalwasser aus tiefen kristallinen Reservoirs beziehen, können sich durch die Veränderung der thermodynamischen Fluidparameter Druck und Temperatur des geförderten Thermalwassers sowie durch elektrochemische Korrosion an metallischen Anlagenteilen ein Teil der im Thermalwasser gelösten Inhaltsstoffe als Sekundärminerale an den inneren Oberflächen der Anlagenkomponenten ablagern. Diese Bildung fester Niederschläge (Scales) erfolgt vorrangig im Bereich der Wärmetauscher und den nachfolgenden Anlagenbestandteilen vor der Injektionsbohrung. Solche Scales treten im Oberrheingraben im Allgemeinen vorrangig in Form von Ba/Sr-Sulfat-Mischphasen und (Pb, Cu, Sb, As)-Mischsulfiden auf (Degering & Köhler 2014). Aufgrund der Geologie der Schichten, aus denen das Wasser stammt, sind Radionuklide der U-238-Zerfallsreihe, insbesondere das Ra-226 und seine Folgeprodukte, Bestandteile dieser Ablagerungen. Von großer radiologischer Bedeutung ist damit die Einlagerung von gelöstem Radium in die Bariumsulfatausfällungen.

Die Verwendung von Inhibitoren im Thermalkreis verringert zwar die Tendenz des Radiums, in die Scales zu migrieren, verhindert diesen Prozess jedoch nicht vollständig. Im Lauf des Betriebs kommt es daher zu einer Anreicherung von Radium und seinen Folgeprodukten in den Scales. Diese Scales können Konzentrationen an Schwermetallen wie Arsen, Antimon und Blei im Bereich mehrerer Hundert mg/kg sowie an Radionukliden wie Ra-226 und Pb-210 von bis zu mehreren Tausend Bq/g aufweisen.

Da mit zunehmender Schichtdicke der Ausfällungen sich die Wärmeübertragung der Wärmetauscher verringert, müssen die Scales regelmäßig aus den betroffenen Anagenteilen entfernt werden. Dabei birgt jeder direkte Kontakt mit den Scales das Risiko einer Kontamination der Mitarbeiter der Kraftwerke, also der Inkorporation von chemotoxischem und radiotoxischem Material sowie der Zerfallsprodukte von Radon. Abhängig von den Konzentrationen von Ra-226 in den Scales kann die hierdurch verursachte Dosisleistung die natürliche Umgebungsstrahlung an einzelnen Stellen des Standorts um mehr als das Hundertfache übertreffen.

2. Strahlenschutzkonzept

2.1 Radiologische Gefährdungsbeurteilungen

Durch die anfallenden Scales an den inneren Oberflächen der Anlagenkomponenten entstehen natürliche radioaktive Stoffe oder kurz NORM (naturally occurring radioactive material), was wiederum im Sinne von Teil 3 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV, Stand 2011) Maßnahmen des Strahlenschutzes notwendig macht.

Beim Betrieb eines Geothermiekraftwerks kann es bei Personal, Mitarbeitern von Fremdfirmen und bei der allgemeinen Bevölkerung zu Strahlenexpositionen durch externe Bestrahlung, Inkorporation radioaktiver Stoffe und Inhalation von Radon kommen. Es ist deshalb notwendig, die möglichen radiologischen Gefährdungen, die zu Strahlenexpositionen führen können, zu erkennen und Maßnahmen festzulegen, die geeignet sind, eine solche Exposition wirksam zu minimieren.

Solche Maßnahmen beinhalten Anweisungen zur Handhabung und für den Umgang mit natürlichen radioaktiven Stoffen (NORM) ebenso wie die Festlegung von Schutzmaßnahmen (z. B. Kontaminationsschutz, persönliche Schutzausstattung) und Unterweisungen zur Schulung des Personals.

Weiterhin sind Vorgaben zu den notwendigen radiologischen Messungen und deren Dokumentation für die jeweiligen Betriebsabläufe zu erstellen. Hierzu gehört letztlich auch die Erfassung aller radiologisch relevanten Abfallströme.

2.1.1 Gefahr durch externe Bestrahlung

Die Scales können im Bereich der thermalwasserführenden Anlagenteile zu erhöhten Gamma-Ortsdosisleistungen führen. Im Thermalwasser gelöste Radionuklide tragen ebenfalls zu einem geringen Teil zu der erhöhten Gamma-Ortsdosisleistung bei.

Bei der Durchführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten werden nach Möglichkeit solche Ablagerungen entfernt und mit Scales verunreinigte Anlagenteile ausgebaut. Diese werden entsprechend verpackt auf ausgewiesenen Lagerbereichen des Betriebsgeländes bis zur Entsorgung zwischengelagert. In unmittelbarer Nähe zu diesen Lagerbereichen können leicht erhöhte Werte für die Gamma-Ortsdosisleistung auftreten.

2.1.2 Gefahr durch Inkorporation

Bei Arbeiten an Anlagenteilen, die zum Thermalwasserkreis gehören (z. B. an geöffneten Rohrleitungen, an Wärmetauschern oder an den Bohrungen), aber auch bei der Verpackung anfallender Materialien, die mit natürlichen Radionukliden verunreinigt sind, kann der direkte Kontakt mit den Scales aus dem Thermalkreis zu einer Exposition durch Inkorporation führen. Dies kann durch eine Ingestion (Verschlucken), eine Aufnahme über Verletzungen oder durch eine Inhalation (Einatmen) radioaktiver Stoffe erfolgen.

Scales, die sich im Thermalwasserkreis ablagern, sind auf Grund ihres hohen spezifischen Gewichts und der chemischen Form in der Regel sehr immobil. Daher besteht die größte Wahrscheinlichkeit für eine Inkorporation in der Verschleppung radioaktiver Stoffe, die letztlich über eine Ingestion und/oder über offene Wunden inkorporiert werden könnten. Es ist hingegen nur in geringem Maß von luftgetragener Kontamination (Staub) auszugehen, die zu einer Exposition durch eine Inhalation führen könnte.

2.1.3 Gefahr durch Inhalation von Radon

Wird z. B. beim Anfahren der Anlage das Thermalwasser nicht komplett im geschlossenen Kreislauf gefahren, sondern eine Teilmenge mittels Separatoren entspannt und in Sammelbecken gepumpt, kann für einen begrenzten Zeitraum eine erhöhte Radonkonzentration in der Umgebungsluft auftreten, was zu einer zusätzlichen Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch Inhalation führen kann.

Im Betrieb werden außerdem bei Bedarf Filterwechsel durchgeführt. Hierfür müssen die Filterbehälter des Thermalwasserkreises geöffnet werden, wobei ebenfalls Radon aus dem Thermalwasser freigesetzt werden kann.

2.1.4 Bereiche mit erhöhter Ortsdosisleistung

Auf einem Kraftwerksgelände können sich durchaus mehrere verschiedene Bereiche befinden, in denen durch abgelagerte NORM-Materialien die Ortsdosisleistung gegenüber der natürlichen Hintergrundstrahlung temporär oder dauerhaft erhöht sein kann. Hier handelt es sich prinzipiell um sämtliche Bereiche des Thermalwasserkreises. Weiterhin gibt es Bereiche mit potentiell erhöhter Ortsdosisleistung durch die Lagerung von Abfällen aus dem Betrieb und der Durchführung von Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten am Thermalwasserkreis. Die Ortsdosisleistung steht hier in direktem Zusammenhang mit der aktuell gelagerten Menge an Abfällen.

2.1.5 Bereiche mit offener natürlicher Aktivität

Prinzipiell ist bei allen Arbeiten, die zu einer Öffnung des Thermalwasserkreises führen, davon auszugehen, dass an den Innenoberflächen befindliche Scales mit natürlicher Radioaktivität freigesetzt werden können. Dies ist bedingt durch die regelmäßige Öffnung des Thermalwasserkreises durch Wartungsarbeiten.

2.2 Grundsätzliche Konzepte zum Strahlenschutz

2.2.1 Amtliche Ortsdosis- und Radonmessungen

Um mögliche Expositionen von Einzelpersonen der Bevölkerung aus externer Bestrahlung und der Emission von Radon im Wasserdampf zu überwachen, die über die natürliche Hintergrundexposition hinausgehen, können die Ortsdosis und die Radonkonzentration in der Luft durch die zuständigen Behörden an verschiedenen Messpunkten entlang des Zauns des Betriebsgeländes beispielsweise halbjährlich ermittelt werden. Die Messpunkte für die Ortsdosis werden hierbei in den Bereichen der zu erwartenden höchsten Ortsdosisleistung, der Messpunkt für die Radonkonzentration wird in der Hauptwindausbreitungsrichtung festgelegt. Die Ortsdosimeter und Radon-Dosimeter werden am Rande des Betriebsgeländes in ca. 1 m Höhe befestigt. Ziel ist, eine mögliche Überschreitung der jährlichen effektiven Individualdosis von 1 mSv/a rechtzeitig zu erkennen und Gegenmaßnahmen einzuleiten.

2.2.2 Messraster der Ortsdosisleistung auf dem Betriebsgelände

Auf dem Betriebsgelände wird nach größeren Revisions- und Reinigungsarbeiten eine Aufnahme der Ortsdosisleistung auf dem gesamten Anlagengelände durchgeführt. Hierfür wird über das Anlagengelände ein Messraster gelegt, das sich an markanten Strukturen der Anlage (z. B. die Einzel-feldgröße des Kühlerfeldes) orientiert. Auf diese Weise werden gleichmäßig über das gesamte Gelände verteilt über 100 Messpunkte erfasst. Die Messungen werden mit einem geeichten Dosisleistungsmessgerät durchgeführt.

2.2.3 Wiederkehrende Messungen der Ortsdosisleistung

Zusätzlich zu den amtlichen Ortsdosismessungen der zuständigen Behörden wird die Exposition durch Scales im Thermalwasserkreis oder durch die Lagerung von ausgebauten Anlagenteilen und Abfällen durch wiederkehrende Messungen mit einem geeichten Ortsdosimeter an einigen Dutzend

festgelegten, radiologisch relevanten Messpunkten überwacht. Diese Messungen finden vor und nach größeren Arbeiten am Thermalkreis, aber auch während des Regelbetriebs statt. Im Fokus stehen Bereiche mit potentieller bzw. temporär oder konstant erhöhter Ortsdosisleistung entlang des Thermalkreises (z. B. Leitungen, Wärmetauscher, Pumpen, Separatoren und Filterstationen) sowie an einigen anderen Stellen des Kraftwerksgeländes z. B. im Bereich gelagerter Abfälle.

Die Ortsdosisleistung an diesen Punkten hängt mit der Menge der Scales im Thermalkreis, der Menge der gelagerten Abfälle sowie dem Gehalt an Ra-226 und dessen Folgeprodukten in den Scales zusammen und kann daher zeitlich stark variieren.



Abb. 1: Beispiel eines Messpunktes für wiederkehrende Messungen der Ortsdosisleistung am Thermalkreis

2.2.4 Abschätzungen der Radon-Emissionen in der Pumpenhalle

Die größte Exposition der Mitarbeiter durch Rn-222 ist während einer Öffnung des Thermalkreises in geschlossenen Räumen zu erwarten, Öffnungen des Thermalkreises außerhalb geschlossener Räume führen erfahrungsgemäß kaum zu signifikanten Erhöhungen der Rn-222-Konzentration. Bei einer Abschätzung der maximal zu erwartenden Rn-222-Konzentration in der Luft in geschlossenen Räumen wird konservativ davon ausgegangen, dass die Räume geschlossen bleiben und dass aus dem Volumen der Rohre und Behälter sämtliches Rn-222 freigesetzt wird und über die gesamte Dauer der Arbeiten verbleibt. Die Berechnung der Strahlenexposition erfolgt gemäß Berechnungsgrundlagen Bergbau (BFS 2010)

2.2.5 Personendosimetrie

An alle Personen, die mit Arbeiten am geöffneten Thermalkreis betraut sind, werden amtliche Film dosimeter ausgegeben, die die Personendosis des Trägers in einem Zeitraum von 1 Monat erfassen. Die amtlich ermittelten Personendosen dienen neben der individuellen Überwachung der Belastung einzelner Mitarbeiter auch der mittel- und langfristigen Weiterentwicklung des Strahlenschutzkonzeptes der Anlage.

2.2.6 Vorgehensweise zur Überwachung der radiologisch relevanten Bereiche

Im Strahlenschutz besteht selbst bei Einhaltung von Grenzwerten ein allgemeines Minimierungsgebot für Strahlenexpositionen, welches den Betreiber verpflichtet, die Strahlenexposition aller potentiell betroffenen Personen auf ein Niveau zu begrenzen, welches mit vernünftigem Aufwand erreicht werden kann (ALARA-Prinzip: as low as reasonably achievable). Diese Verpflichtung zur Dosisminimierung bei allen Arbeiten ist in den §§ 93 und 94 StrlSchV (Stand 2011) festgeschrieben.

Da eine potentielle Exposition durch den Betrieb der Anlage im Wesentlichen ausschließlich durch die radioaktiven Scales im Thermalwasserkreis hervorgerufen werden kann, sind konkrete Maßnahmen zur Vermeidung einer Kontaminationsverschleppung und einer damit einhergehenden Strahlenexposition zu ergreifen sowie Betriebs- und Arbeitsanweisungen für den Umgang mit NORM, wie sie bereits im Betriebsregime der Anlage eingeführt sind, zu erstellen.

Die Bereiche des Kraftwerksgeländes, in denen erhöhte Belastungen durch offene Radioaktivität, erhöhte Ortsdosisleistung und erhöhte Radonbelastung auftreten können – sowohl temporär als auch permanent – werden identifiziert, entsprechend ihres Gefährdungspotentials eingeteilt und mit eindeutigen Kennzeichnungen versehen.

Alle Arbeiten am offenen Thermalkreis in den oben beschriebenen Bereichen des Kraftwerksgeländes sowie der Umgang mit den entstandenen Abfällen werden entsprechend der Betriebsanweisungen für den Strahlenschutz durchgeführt, die abgestimmt auf die unterschiedlichen Arbeiten am Thermalkreis erstellt werden.

2.2.7 Ermittlung von Eingreifschwelenwerten

Eine praktikable und strahlenschutztechnisch sinnvolle Festlegung von Grenzwerten zur nicht fest haftenden Oberflächenkontamination kann auf den in § 44 Abs. 2 Ziffer 2 StrlSchV (in der Fassung von 2011) genannten Werten für Überwachungsbereiche geschehen. Diese Werte entsprechen dem 10-fachen der in Anl. III Tab. 1 Sp. 4 StrlSchV (i. d. F. v. 2011) genannten Werte und liegen für die relevanten Nuklide Ra-226, Pb-210 und Po-210 bei jeweils 10 Bq/cm². Für eine schnelle Vor-Ort-Bewertung der Situation wird die nicht fest haftende Oberflächenkontamination durch Wischproben ermittelt. Geht man von einem Entnahmefaktor des Wischtests von ca. 10 % aus und ist das Ansprechvermögen des Messgerätes für die o. g. Nuklide bekannt, kann hieraus der maximal tolerierbare Messwert des Messgerätes ermittelt werden, bei welchem die Oberflächenkontamination gerade noch unterhalb der o. g. 10 Bq/cm² liegt. Erfahrungsgemäß kann in grober Näherung davon ausgegangen werden, dass erst bei einem Messwert, der etwa das Doppelte des Hintergrundmesswertes übersteigt, der Grenzwert von 10 Bq/cm² erreicht werden kann und somit eingegriffen werden muss.

Oberflächen und Gegenstände, deren gemessene Werte der Oberflächenkontamination über dem doppelten Hintergrundwert liegen, werden entweder solange dekontaminiert, bis die gemessenen Werte im Bereich des Hintergrundwerts liegen, oder diese Gegenstände als Abfälle eingestuft werden.

In den Bereichen der Anlage, die eher wie allgemeines Staatsgebiet anzusehen sind, und auf Material, das die Anlage verlässt, sind darüber hinaus die Werte nach Anl. III Tab. 1 Sp. 4 StrlSchV (i. d. F. v. 2011) einzuhalten.

2.2.8 Konsequente Vermeidung von Kontaminationsverschleppung

Es ist zu verhindern, dass bei Arbeiten am geöffneten Thermalwasserkreis Scales von Anlageteilen fallen und sich unkontrolliert ausbreiten können. Der Boden um geöffnete Bereiche des Thermalwasserkreises wird daher stets mit einer stabilen Folie flächendeckend ausgelegt.

Bei großen Reinigungsarbeiten werden Spritzschutzkabinen aufgestellt.



Abb. 2: Aufbau von Spritzschutzkabine und Folienauskleidung zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppung

Bei solchen größeren Kampagnen wird wegen der großen Mengen gelöster Scales ein sog. „Schwarz-Bereich“ eingerichtet, der nur mit Einwegoveralls, Maske, Schutzbrille und Überschuhen betreten werden darf. Der Zugang zum „Schwarz-Bereich“ ist deutlich gekennzeichnet. Die persönliche Schutzausrüstung (PSA) muss vor Betreten des „Schwarz-Bereichs“ in einem Schleusen-Bereich angelegt werden. Beim Verlassen des „Schwarz-Bereichs“ wird die PSA noch innerhalb des „Schwarz-Bereichs“ vor der Schleuse abgelegt. Nach Beendigung der Reinigungsarbeiten und dem Verschließen der Wärmetauscher wird dieser Bereich durch Messungen der Oberflächenkontamination und ggf. notwendige Entfernung verbliebener Kontamination wieder aufgelöst.

Während aller Arbeiten am offenen Thermalwasserkreis wird die Oberflächenkontamination an Geräten und Werkzeugen sowie die Kontamination von Personen mit einem Kontaminationsmonitor regelmäßig überprüft und dokumentiert. Dies geschieht vorwiegend beim Verlassen des betroffenen Bereichs, hier werden v. a. die Mitarbeiter (Hände, Schuhsohlen) sowie das verwendete Werkzeug untersucht. Nach Beendigung der Arbeiten werden Messungen der Oberflächenkontamination an allen betroffenen Anlagenteilen, auf den umgebenden Bodenflächen, an den verwendeten Werkzeugen und an der PSA der Mitarbeiter sowie auf den Handflächen und Schuhsohlen der Mitarbeiter engmaschig durchgeführt.

Verschmutzungen der Bodenflächen werden je nach Art und Konsistenz der Verschmutzungen aufgewischt oder aufgesaugt, sodass in jedem Fall eine Staubentwicklung oder Weiterverbreitung der Verschmutzung unterbunden wird. Verschmutzungen der Werkzeuge und Anlagenteile werden feucht abgewischt. Hier erbringt der Einsatz von entfettend wirkenden Kohlenwasserstoffen („Bremsenreiniger“) beim Reinigen von kleinen Metallteilen (Werkzeuge, Verschlüsse, etc.) in der Regel einen hohen Dekontaminationserfolg. Von einer Dekontamination der Schuhsohlen der Mitarbeiter ist trotz anfänglich hohem Dekontaminationserfolg abzuraten, da durch die allmähliche, zersetzende Wirkung dieser Kohlenwasserstoffe auf das Material die Schuhsohlen zunehmend verspröden und eingedrungene Kontamination sich zunehmend schwerer entfernen lässt.

2.2.9 Persönliche Schutzausrüstung

Im Regelbetrieb werden bei Arbeiten am Thermalwasserkreis Kontaminationsschutzhandschuhe und ggf. auch Schutzbrille sowie ggf. Mundschutz (Atemschutzmaske FFP3) getragen. Der konventionelle Overall der Mitarbeiter sowie die Schuhe werden im Regelbetrieb nicht kontaminiert.

Bei Arbeiten am offenen Thermalkreis besteht die Gefahr, dass Radioaktivität durch Staubinhalation oder andere Aufnahme von Partikeln in den Körper gelangt und einen signifikanten Beitrag zur Strahlenexposition der Beschäftigten liefert. Deshalb werden hier zusätzlich zu den Kontaminationsschutzhandschuhen auch immer Schutzbrille und Mundschutz (Atemschutzmaske FFP3), sowie ein Einweg-Overall über der Arbeitskleidung getragen. Überschuhe bieten einen Schutz vor Konta-

minationsverschleppung über Schuhsohlen und Schnürsenkel, jedoch hat sich die Benutzung von Sicherheitsgummistiefeln bei solchen Arbeiten als praktikabler heraus gestellt, da diese schnell und vollflächig abwaschbar sind.

2.2.10 Verhalten bei Unfällen

Eine erhöhte Strahlenexposition durch eine zu unterstellende Kontamination der Haut ist vernachlässigbar, da diese durch einfaches Waschen (lauwarmes Wasser mit milden Reinigungsmitteln) entfernt werden kann. Jedoch dürfen Mitarbeiter mit offenen Wunden (z. B. Verletzungen, Ekzem, Sonnenbrand) keine Arbeiten an geöffneten Anlageteilen, keine Reinigungsarbeiten und keinen Aufenthalt in Wasserdampf Wolken durchführen, wenn eine entsprechend dichte Abdeckung der beeinträchtigten Hautoberfläche nicht gewährleistet werden kann.

Bei Kontaminationen von Mitarbeitern vor allem im Bereich des Gesichts (Augen, Mund, Wunden) werden Dekontaminationsmaßnahmen nach Rücksprache mit dem Strahlenschutz durchgeführt, Kontaminationen auf unverletzter Haut – an Händen, Armen, Beinen etc. - sind durch Waschen zu entfernen. Bei größeren Verletzungen wird ein Arzt aufgesucht.

2.2.11 Umgang mit Abfällen

Den Mitarbeitern der Anlagen werden konkrete Handlungshilfen für Maßnahmen zur Lagerung und Entsorgung von NORM-Material zur Verfügung gestellt. Grundsätzlich sind alle anfallenden Abfälle entsprechend deren Herkunft und Material sortenrein und getrennt zu verpacken, wobei eine stoffliche Beschreibung ebenso wie das Gewicht zu dokumentieren ist.

Es hat sich für die spätere Entsorgung als essentiell heraus gestellt, auf eine sehr saubere Abfalltrennung, auf eine lückenlose Dokumentation und auf eine eindeutige Alpha-numerische Kennzeichnung der Abfallgebinde zu achten. Für alle radiologisch relevanten Abfälle wird ein Abfallkataster geführt. Die Probenahme der Abfallgebinde sowie die Erstellung der Probenahmeprotokolle erfolgt gem. den Regularien der LAGA PN 98. Die gammaspektrometrische Auswertung der Proben erfolgt durch ein akkreditiertes Labor. Aus den Ergebnissen der Auswertung wird eine Entscheidung bzgl. des Entsorgungsweges herbeigeführt und die Entsorgung bei der zuständigen Behörde zur Zustimmung beantragt.

3. Fazit

Der Betrieb von Geothermiekraftwerken kann – je nach Geologie des Untergrundes – zu Ablagerungen in Rohrleitungen und Systemen der Anlage führen, welche Radionuklide und chemotoxische Stoffe in durchaus relevanten Konzentrationen beinhalten können. Insbesondere bei Arbeiten, bei denen diese Leitungen und Systeme geöffnet werden, könnte es zur Strahlenexposition der Mitarbeiter und ggf. zur Kontamination von Personen, Werkzeugen und der Umgebung kommen, wenn dies nicht durch Maßnahmen des Strahlenschutzes wirksam unterbunden würde. Die Erfahrungen aus der Begleitung verschiedener Geothermiekraftwerke in Fragen des Strahlenschutzes und bei deren Umsetzung in der Praxis zeigen jedoch, dass das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung, die konsequente Einhausung von kontaminationsführenden Bereichen bei Arbeiten an geöffneten Systemen und sonstige Vorkehrungen sowie die permanente Überwachung der Dosisleistung und der Kontamination geeignet sind, Exposition des Personals und der Umgebung so gering wie möglich und in jedem Fall deutlich unterhalb zulässiger Grenzwerte zu halten. Hierzu muss allerdings eine gute Strahlenschutzkultur in der Anlage etabliert werden, die auch beim verantwortlichen Personal dazu führt, dass die notwendigen Schutz- und Vorbeugemaßnahmen nicht als Schikane, sondern als für die Sicherheit notwendige Vorgehensweise verstanden werden. Die Einbindung von erfahrenem Strahlenschutzpersonal (auch in der Form eines externen Dienstleisters) ist hierbei unverzichtbar.

Quellenangaben

BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ: Berechnungsgrundlage zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge bergbaubedingter Umweltradioaktivität (Berechnungsgrundlage - Bergbau), BfS-SW-07/10, 2010

DEGERING, D. & KÖHLER, M.: Natürliche Radionuklide in der Tiefen Geothermie Deutschlands – Herkunft und Auftreten.- Strahlenschutzpraxis, 3 (20), 2014, S. 4-9

Heider-Hof-Weg 23, D-52080 Aachen
m.wolf@brenk.com