Radioaktivität und Radon in den Feengrotten von Saalfeld

Bernd Laquai, 1.5.2014

Abb. 1: Märchendom und Gralsburg mit Spiegelung im Wasser, das Highlight im Besucherbergwerk „Feengrotten“

Eines der am heftigsten umstrittenen Themen im Zusammenhang mit der Radioaktivität ist die heilende Wirkung des radioaktiven Gases Radon, welches sich beim Zerfall des Radiums entwickelt. Es ist auch in Bergwerken zu finden, vor allem in solchen, wo ehemals Uran abgebaut wurde, da Radium wiederum ein Zerfallsprodukt des Uran ist. Nach der Entdeckung der Radioaktivität und des Radiums durch Marie und Pierre Curie, setzte ein Boom zur medizinischen Nutzung von radiumhaltigen Präparaten, Kosmetika und Lebensmitteln ein. Es dauerte sehr lange bis man allmählich den tragischen Irrtum erkannte und die gesundheitsschädigende Wirkung der radioaktiven Strahlung in Form von Krebserkrankungen feststellte. Um 1900 fand Friedrich Ernst Dorn schließlich auch noch heraus, dass sich aus dem Radium ein farb- und geruchsloses und ebenfalls radioaktives Gas entwickelt, das er wegen des geheimnisvollen Entweichens „Radium Emanation“ nannte. Erst später bekam es seinen heutigen Namen Radon. Sobald man aber damals erkannte, dass radiumhaltiges Wasser aus Bergwerksstollen viel gelöstes Radon enthielt, welches beim Erwärmen entweicht, bot man in den Zentren des Bergbaus Radon-Bade- und Trinkkuren an und es entstand eine regelrechte Gesundheits- und Kurindustrie, die Städten wie z.B. Joachimsthal, Johanngeorgenstadt und Bad Schlema im Erzgebirge eine zum Bergbau zusätzliche und nicht zu vernachlässigende Einnahmequelle bescherte. Aber bereits 1567 hatte Paracelsus eine Krankheit beschrieben, die bei Bergleuten im Erzgebirge auftrat, die nach einer Erkrankung der Lunge bzw. Bronchien meist zum Tod führte. Diese Erkrankung

trat besonders deutlich im Revier Schneeberg im Erzgebirge auf, deswegen wurde sie Schneeberger Krankheit genannt. Erst 20-25 Jahre nach Entdeckung des Radons stellte man den Zusammenhang mit diesem Gas ganz eindeutig fest. Das radioaktive Edelgas war in den schlecht belüfteten Bergwerken in hoher Konzentration vorhanden und löste Krebserkrankungen in den Atemwegen aus. Man fürchtete aber um das Ausbleiben der Kur- und Badegäste, deswegen hielt man diese Forschungen und Erkenntnisse noch lange unter Verschluss. Erst 1940 gab es eine erste Verordnung, welche die zulässige Radonkonzentration in Bergwerken beschränkte. Wegen dem hohen politischen Interesse am Uran nahm die Regierung der DDR diese Erkenntnisse und Verordnungen aber nicht allzu ernst und so kam es zu zahlreichen weiteren Radon-bedingten Todesfällen unter den Bergleuten.

Nach der Wende 1989 kam es zum Zusammenbruch des Uranbergbaus in der DDR und damit auch zum Kollaps der dortigen Wirtschaftskraft. Da in der BRD das Thema Radioaktivität in der Zwischenzeit viel stärker reguliert war, mussten riesige Bergbau-Gebiete der DDR mit hohem Kostenaufwand saniert werden, dazu zählten auch Radon-Sanierungen vieler öffentlicher und privater Gebäude, die auf uranhaltigem Gestein errichtet waren. In Anbetracht der katastrophalen wirtschaftlichen Lage in diesen Gebieten war es aber verständlich, dass man wenigsten einen Teil des Kurbetriebs in den Städten mit Radonquellen wieder aufbauen wollte. Die meisten Bergwerke wurden allerdings geschlossen. Auch in Österreich, im Stollen von Bad Gastein hatte die Idee der Radon-Balneologie überlebt und wird heute noch vor allem bei starken rheumatischen Erkrankungen angewandt, allerdings nur nach ärztlicher Verordnung.

Abb. 2: Schild am Eingang zum „Emanatorium“. Am Eingang zum Heilstollen in den Saalfelder Feengrotten. Hier misst man als normaler Besucher die höchste Radioaktivität.

Auch in Süd-Thüringen wurde bereits im 16ten Jahrhundert umfangreicher Bergbau betrieben von dem heute noch etliche historische Bergwerke zeugen. Auch in der Stadt Saalfeld suchte man in einem Stollen anfänglich Silber und andere begehrte Metalle, wurde aber nicht recht fündig. Später holte man aus einem Stollen im Schiefergestein mit dem Namen „Jeremias Glück“ sogenanntes Alaun, ein Aluminium-Kaliumsalz, das man zum Gerben von Leder brauchte. Auch Kupfervitriol wurde aus dem Erz dieses Stollens gewonnen. Besonders einträglich war das Bergwerk wohl aber immer noch nicht, so dass 1818 die ersten Stollen wieder geschlossen wurden und 1850 der Abbau ganz eingestellt wurde. Aus den Grubenabwässern versuchte man später nochmals Farbpigmente zu gewinnen, was aber auch nicht sonderlich gut gelang. 1913 entdeckte man bei Analysen des Grubenwassers Teile des alten Gangsystems wieder. In der Zwischenzeit hatten sich darin sehr eindrucksvolle farbenprächtige Tropfsteine gebildet. Daraufhin beschloss man das Besucherbergwerk „Feengrotten“ als touristische Attraktion einzurichten, was der Stadt Saalfeld wieder einen kräftigen wirtschaftlichen Schub verpasste, der bis heute noch anhält und die Hauptattraktion der Stadt darstellt.

Es wurde aber auch die Forschung zur medizinische Verwertung des Grubenwassers vorangetrieben. Man stellte bei den Analysen einen hohen Mineralgehalt fest und vermarktete es zunächst als Heilwasser mit dem Namen Gralsquelle. Allerdings wurde in den Stollen und Gruben des ehemaligen Bergwerks jetzt auch eine erhöhte Radioaktivität festgestellt, die das Bergwerk kurzzeitig in den Fokus des Uranabbaus rückte. Offensichtlich aber stufte man den erwarteten Uranertrag als zu gering ein, so dass die Schönheit der Grotten erhalten blieb. Man erkannte dann jedoch auch noch die Möglichkeit, das aus dem Radium als Zerfallsprodukt des Uran entweichende Radon medizinisch zu nutzen. So wurde 1937 der erste deutsche Heilstollen in Saalfeld eingerichtet, der nach dem damals noch geläufigen Namen des Radons als Emanatorium bezeichnet wurde. Heute ist im Marketing Flyer für den Heilstollen nur Folgendes zu lesen (Zitat): „Zusätzlich ionisiert ein Hauch natürlicher Radioaktivität die Luft im Berg und bewirkt so ihren permanenten Selbstreinigungseffekt“.

Der Heilstollen zweigt als Seitengang nach dem Eingang zu dem Stollen und Grottensystem der Feegrotten an einer Gittertür nach rechts ab. Da die Gangsysteme nicht gasdicht separiert werden können und auch das Schiefergestein in den übrigen Stollen und Grotten mit Uran durchsetzt ist, kann man als Besucher einer normalen Grotten-Führung das Radon leicht mit einem für Alphastrahlung empfindlichen Geigerzähler erkennen. Da das Radongas aber extrem mobil ist und die öffentlichen Gruben und Stollen gut belüftet (bewettert) werden um gesetzliche Grenzwerte einzuhalten, schwankt die messbare Zählrate sehr stark. Es ist daher auch sehr empfehlenswert alle Alarme eines mitgebrachten Strahlungsmessgeräts während einer Führung abzuschalten bzw. die Warnschwelle auf den höchstmöglichen Wert zusetzen, da sonst ein ungeschickter Luftzug einen Alarm auslösen könnte. In einer großen Besuchergruppe mit vielen Kindern und besorgten Eltern könnte es sonst unter Umständen zu panikartigem Verhalten in dem engen Gangsystem kommen, jedenfalls dann wenn bekannt wird, dass die Radioaktivität die Ursache des plötzlichen, die Stille durchbrechenden Alarms ist. Dies ist besonders auch deswegen möglich, da Eltern von Kindern bzw. Schwangere nicht angemessen über die Radioaktivität im öffentlichen Bereich informiert werden. Bei jährlich rund 160000 Besuchern und entsprechendem touristischem Folge-Umsatz in der Stadt will man das Thema Radioaktivität und Radon natürlich auch nicht unbedingt allzu deutlich hervorheben.

Welche Radon-Aktivitätskonzentration im Mittel im Heilstollen gemessen werden kann, scheint auch ein gut gehütetes Geheimnis der Feengrotten zu sein. Jedenfalls muss man schon kräftig googeln um Hinweise darauf in Erfahrung zu bringen. Vom Gasteiner Stollen ist allerdings bekannt, dass die Radon-Aktivitätskonzentration im Heilstollen zwischen 30000 und 50000 Becquerel pro Kubikmeter Atemluft liegt. Den Befürwortern einer medizinischen Radon-Therapie nach muss dieser Wert auch so hoch sein, sonst wäre die therapeutische Wirkung nicht wirklich gegeben. Im Vergleich dazu liegt die Radon-Aktivitätskonzentration der Luft im Freien bei unter 50 Becquerel/m^3. Die WHO empfiehlt in Wohnräumen den Grenzwert von 100 Bq/m^3 nicht zu überschreiten. In der EU liegt der Radon-Richtwert in Wohnräumen nach den neuen „Basic Safety Standards“ bei 300Bq/m^3. Diese Werte sind allerdings auf eine sehr lange Zeit bemessen, d.h. man geht von einer Exposition über Jahre hinweg aus.

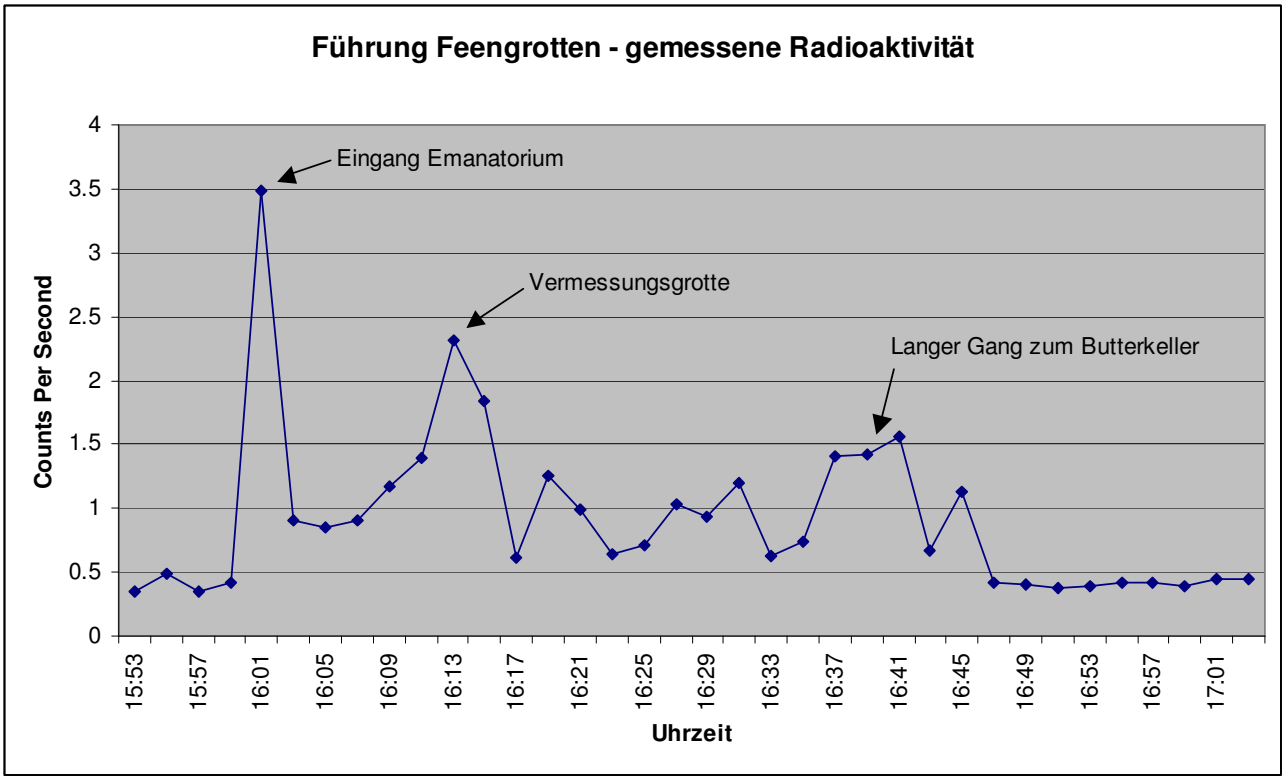

Abb. 3: Während der Führung gemessene Radioaktivität (Gammascout, Messintervall 2 min)

Wenn man das Radon mit einem mitgebrachten Geigerzähler in den Feengrotten nachweisen will, ist zu beachten, dass die von einem Zählrohr registrierte Impulsrate nur als qualitativer Indikator für die Radioaktivität gewertet werden kann und kein quantitatives Maß für die Zahl der pro Kubikmeter zerfallenden Radonatome bzw. der Radonfolgeprodukte darstellt, da viele andere Parameter wie z.B. die Reichweite der Strahlung in Luft sowie die spezifische Zähleffizienz des Zählrohrs für Alphastrahlung anders eingehen als z.B. bei einer Gammastrahlung, auf die das Gerät möglicherweise kalibriert ist. Außerdem muss für die Umrechnung der Radon-bedingten Zerfallsakte pro Sekunde (Becquerel) in einem Kubikmeter Luft in eine Äquivalenzdosis in der Einheit Sievert beachtet werden, dass es sich bei Radon in der Atemluft um die Inhalation eines radioaktiven Gases handelt und nicht wie bei der Kalibrierung eines Geigerzählers oft angenommen, um eine rein äußere Exposition. Ferner handelt es sich bei der Alphastrahlung um eine Strahlung mit weitaus höherer biologischer Wirksamkeit als bei einer Gammastrahlung. Deswegen darf

nicht einfach die µSv/h Anzeige eines Geigerzählers abgelesen werden. Vielmehr muss mit dem aus epidemiologischen Studien ermittelten Dosiskoeffizienten von 9nSv/(Bq m^{-3} h), der auch speziell die Empfindlichkeit des Lungen- und Bronchialgewebes berücksichtigt, gerechnet werden (siehe /2/). Die mittlere effektive Jahresdosis von 1.3mSv/a, die ganz allgemein als die Radonbelastung der Bevölkerung in Deutschland angenommen wird, wird so mit einer durchschnittlichen Aufenthaltszeit von 7000h in einem Wohnraum bei einer Radon-Aktivitätskonzentration von 20 Bq/m^3 erreicht. Demnach kann man in einem Heilstollen Stollen mit 50000Bq/m^3 und einer Aufenthaltsdauer von 1h grob mit einer effektiven Dosis von 0.45mSv rechnen. Das passt dann auch ganz gut zu einer Angabe des Betreibers der Feegrotten. Da heisst es (Zitat /5/): „Die Strahlenbelastung während einer Kur erreicht maximal 0,5 bis 0,9 mSv (Millisievert). Dieser Wert ist äußerst gering. Zum Vergleich: die Strahlenbelastung im häuslichen Umfeld beträgt ca. 3 bis 5 mSv.“ Letztere Angabe ist allerdings nur dann richtig, wenn damit die über ein ganzes Jahr akkumulierte Dosis gemeint ist, während die 0,5 bis 0,9 mSv die Dosis für eine einzelne Kur darstellt. Ein anderer Vergleich: Die Röntgenaufnahme des Brustkorbs (Thorax) wird mit einer Strahlenbelastung von 0.2mSv angegeben (Uni-Klinik Bonn). Eine Kur entspricht also 3-4 Thoraxaufnahmen.

Wie man nun zur Radon-Exposition im öffentlichen Besucherbergwerk steht, sollte jedem persönlich überlassen sein, allerdings wäre es mehr als fair, die Besucher auf die Radioaktivität hinzuweisen, genau so wie auch Tabakwaren hinsichtlich der gesundheitsgefährdenden Inhaltsstoffe im Rauch gekennzeichnet werden müssen. Hätte nämlich das Radon keinerlei Auswirkung auf die Gesundheit, dann wäre ja auch der medizinische Nutzen einer Radontherapie in Frage zu stellen. Das gilt insbesondere im Hinblick auf die Kinder und schwangere Frauen.

Abb.4: Besuchergruppe und Patientin vor dem Eingang zum Heilstollen

Der medizinische Nutzen einer Radontherapie geht ebenfalls auf die von Paracelsus aufgestellte, sogenannte Hormesis-Hypothese zurück. Diese besagt, dass etliche, für den Menschen ansonsten giftige Substanzen, in schwacher Dosierung das Immunsystem anregen und stabilisieren können und so zu einer Genesung beitragen können. Und genau damit begründen die Radon-Balneologen ihre Therapie. Die hochenergetische Alphastrahlung des radioaktiven Radongases und seiner Zerfallsprodukte führt in den Zellen von Organismen zu Strahlenschäden. Einmal werden Moleküle im Zellplasma radikalisiert und werden so zum Zellgift. Zum anderen entstehen in der DNS sowohl Basenschäden wie auch einfache und doppelte Strangbrüche. Das gesunde Immunsystem kann solche Defekte mit einer gewissen Rate reparieren. Allerdings kann es bei der Reparatur doppelter Strangbrüche sowie während der Zellteilung zu Mutationen der genetischen Information kommen. Eine Zelle ist gegen Strahlendefekte um so empfindlicher je weniger sie ausdifferenziert ist. Das heißt, wenn in der DNS einer Zelle noch alle Gene aktiv sind und noch nicht bestimmt ist, was für eine Funktion sie später haben soll, dann ist die Angriffsfläche für genetische Defekte besonders groß. Das zusammen mit der höheren Zellteilungsrate ist das der Grund für die deutlich höhere Empfindlichkeit von Zellen im Kindesalter und bei embryonalen Zellen. Wenn das Immunsystem einen Strahlendefekt nicht reparieren kann, ist es aber oft noch in der Lage den Defekt zu erkennen und einen programmierten Zelltod (die sogenannte Apoptose) auszulösen, so dass die defekte Zelle keinen weiteren Schaden anrichten kann.

Nun konnte im Labor ebenfalls nachgewiesen werden, dass die Defekterkennungs- und Reparaturleistung des Immunsystems in einem bestimmten Umfang auch trainiert werden kann. Genau das versucht man bei der Radontherapie nun medizinisch auszunutzen. Was bei diesem Therapieansatz allerdings nicht so spontan beantwortet werden kann ist die Frage, wie ein durch die verstärkte Strahlendefekt-Reparatur angeregtes Immunsystem jetzt auch einem durch Rheuma oder Neurodermitis erkrankten Gewebes wieder heilend beistehen kann. Die Vorstellung ist, dass das durch strahlenaktivierte Immunsystem nun auch die nicht durch Strahlendefekte gestörte Zellen mittels Apoptose wieder besser aussondert. Man kann sich an dieser Stelle aber nur auf Erfahrungswerte von statistischen Studien stützen und das Strahlentraining dafür als den möglichen Grund annehmen. Es ist aber klar, dass ein Patient, der so stark an einer Krankheit erkrankt ist (z.B. an Morbus Bechterew oder Asthma), dass selbst hochdosierte Schmerzmittel und Kortikoide über längere Zeit keine Wirkung mehr zeigen, viele Nebenwirkungen in Kauf nehmen wird um zu einer Linderung zu kommen. Bei gesunden Menschen dagegen, vor allem in jungem Alter und bei Schwangeren, sollte man von einem derartigen Training des Immunsystems mit Hilfe von radioaktiver Strahlung vielleicht doch besser absehen.

Ist man allerdings mit der Radioaktivität, der man im für normale Besucher geöffneten Stollen- und Grubensystem ausgesetzt wird, einverstanden, dann ist der Besuch tatsächlich ein wirklicher Genuss. Die Farben- und Formenvielfalt des Gesteins ist im Vergleich zu den eher blassen Tropfsteinhöhlen in Kalkgesteinen kaum zu überbieten. Die Informationen zur Geschichte des Bergwerks sind zudem wirklich interessant und lehrreich und selbst die audiovisuellen Inszenierungen in den Grotten sind äußerst gelungen ohne kitschig zu sein und sind damit das Eintrittsgeld wert.

Abb. 5: Bergmann bei der Arbeit

Abb. 6: Grubenvermesser

Abb. 7: Quellgrotte

Abb. 8: Farbenprächtige Vererzungen am langen Gang

Abb. 9 Langer Gang

Abb. 10: Butterkeller mit arsenhaltiger „Bergbutter“

Literatur

/1/ Hintergrundinformationen der Stadt Saalfeld zu den Feengrotten
http://www.saalfeld.de/www/saalfeld/aktuelles/100jahrefeengrottenstadt/hystorie/

/2/ Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Radioaktivität und Strahlungsmessung – Strahlenschutz
8. überarbeitete Auflage April 2006
http://www.wolkersdorfer.info/publication/pdf/stmugv_app000009.pdf

/3/ Radon-Balneotherapie
Umweltmedizinischer Informationsdienst 3/2000
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/umid0300.pdf

/4/ Hanno Krieger
Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes
4. Auflage 2012, Springer Verlag

/5/ feengrotten.de
Home»Heilstollen» WISSENSWERTES» Fragen & Antworten
WAS BEWIRKT DEN HEILUNGSEFFEKT?
https://www.feengrotten.de/Heilstollen/Wissenwertes-und-Studien/Fragen-und-Antworten/