

Die radioaktive Strahlenbelastung durch Tabakrauch

Bernd Laquai, 20.4.2015

Spätestens der äußerst mysteriöse Tod des früheren Agenten Alexander Litwinenko nach seinem Besuch in einem Londoner Sushi Restaurants im November 2006 verhalf dem radioaktiven Element Polonium zu einer gewissen Bekanntheit. Noch während den 23 Tagen seines grausamen Todeskampfes stellte sich heraus, dass er mit nur wenigen Mikrogramm des extrem hoch radioaktiven Polonium-Isotops Po-210 vergiftet worden war. Ziemlich heimtückisch, weil für den Überbringer der Substanz nur wenig Gefahr bestand weder erkannt zu werden noch sich selbst zu gefährden. Polonium ist ein extrem starker Alpha-Strahler mit einer Halbwertszeit von nur 138 Tagen und einer Zerfallsenergie von 5.3MeV und damit eines der am stärksten radioaktiven Elemente. Da die ganze Energie der Alpha-Strahlung bereits in dünnen Material-Schichten vollständig absorbiert wird, lässt es sich in einem kleinen verschlossenen Behälter ziemlich gefahrlos transportieren und entfaltet seine tödliche Zerstörungskraft in äußerst kleinsten Mengen in relativ kurzer Zeit nur dann, wenn es in den menschlichen Körper gelangt und dort direkt die Zellen trifft.

Ganz im Gegensatz dazu wissen aber viele Menschen nicht, dass Polonium auch einer der giftigsten Bestandteile des Tabakrauches ist und durchaus zu einer signifikanten Erhöhung der Strahlenexposition eines starken Rauchers beiträgt. Polonium kommt in kleinsten Spuren nämlich auch in der Natur vor und zwar in der Luft und im Boden. Die Tabakpflanze hat nun die bemerkenswerte Eigenschaft, dass sie das natürliche Polonium sammelt und aufkonzentriert. Bei der Verarbeitung des Tabaks wird es nicht entfernt und gelangt so in den Tabak und damit in den Tabakrauch. Beim Inhalieren wird es dann auf dem empfindlichen Bronchial- und Lungengewebe deponiert und gibt dort beim radioaktiven Zerfall seine für die Lungenzellen zerstörerische Energie ab.

Dem Buch Grundkurs Strahlenschutz von Claus Grupen kann man entnehmen, dass nach der derzeitigen Strahlenschutzverordnung für Personen, die im Kontrollbereich von kerntechnischen Anlagen arbeiten, eine maximal zulässige Lebensdosis von 400 mSv nicht überschritten werden darf, außerdem kann man dort nachlesen: „ Im Vergleich dazu kann die Äquivalentdosis für das Bronchialepithel eines starken Rauchers (2 Päckchen Zigaretten täglich) bis zu 5 Sv in 25 Raucher-Jahren betragen, was zu einem Lungen- oder Bronchialkrebsrisiko von größenordnungsmäßig 5% führt. Rechnet man noch die kanzerogene Wirkung von Nikotin und Teer hinzu, so gelangt man zu Lungen- oder Bronchialkrebsrisiken für starke Raucher von etwa 30%. Dieser hohe Wert wird erreicht, weil sich die Krebsrisiken durch ionisierende Strahlung und chemische Einwirkungen gegenseitig verstärken.“ Das heißt, es handelt sich bei den Giften im Tabakrauch um eine Synergiewirkung, die deutlich größer ist, als was die derzeitigen Gesetze berufsbedingt für die Strahlenbelastung durch Radioaktivität zulassen.

Zu den Zeiten des kalten Krieges beschäftigte man sich intensiv mit radioaktiven Stoffen und stellte dabei fest, dass das bereits von Madam Curie in natürlichem Uran entdeckte und isolierte Element, welches sie zu Ehren ihrer Heimat Polen „Polonium“ nannte, verstärkt auch im Tabak vorkommt. Auch die Gefahren der erhöhten Strahlenbelastung beim Tabakgenuss wurden erkannt und erstmals 1964 in Fachkreisen publiziert. Daraufhin befassten sich auch etliche Labors und Forscher der Tabakindustrie verstärkt mit dem Thema und versuchten vergeblich Mittel und Wege zu finden das Polonium aus dem Tabak zu

entfernen. Die Tabakindustrie, die ansonsten eher die Strategie verfolgte „Zweifel an der Schädlichkeit des Tabakgenusses zu wecken ohne diese zu verneinen“ entschloss sich beim Polonium die entsprechenden Erkenntnisse geheim zu halten um nicht „einen Schlafenden Riesen zu wecken“. Erst etliche Schadensersatzklagen viel Jahre später förderten die umfangreichen Kenntnisse der großen Tabakkonzerne über die Gesundheitsrisiken des Poloniums und seiner radioaktiven Strahlung zu Tage.

Das Problem beginnt beim natürlichen Uran-238, das in etlichen Gesteinen und Böden im Promillebereich enthalten ist. Zum einen zerfällt das Uran bereits in den Böden und Gesteinen und produziert dabei an einer Stelle seiner Zerfallskette das radioaktive Gas Radon, das aus dem Boden entweichen kann und dann mit der Luft in die Atmosphäre aufsteigt. Bei dem Zerfall des Radons in der Atmosphäre entstehen weitere Zerfallsprodukte, die zusätzlich elektrisch geladen sind. Die elektrischen Ladungen bewirken, dass sich diese kurzlebigen Zerfallsprodukte (Po-218, Pb-214, Bi-214 und Po-214) an Aerosole (Staubpartikel) anheften. Mit dem Regen werden sie aus der Atmosphäre ausgewaschen und auf den Pflanzen deponiert. Die Tabakpflanze hat nun Blätter mit einer sehr feinen Behaarung (sogenannte Trichome), welche ein klebriges Sekret zur Abwehr von Fraßfeinden abgeben. An diesen klebrigen Härchen bleiben die radioaktiven Staubpartikel hängen und zerfallen dort weiter.

Rn-222

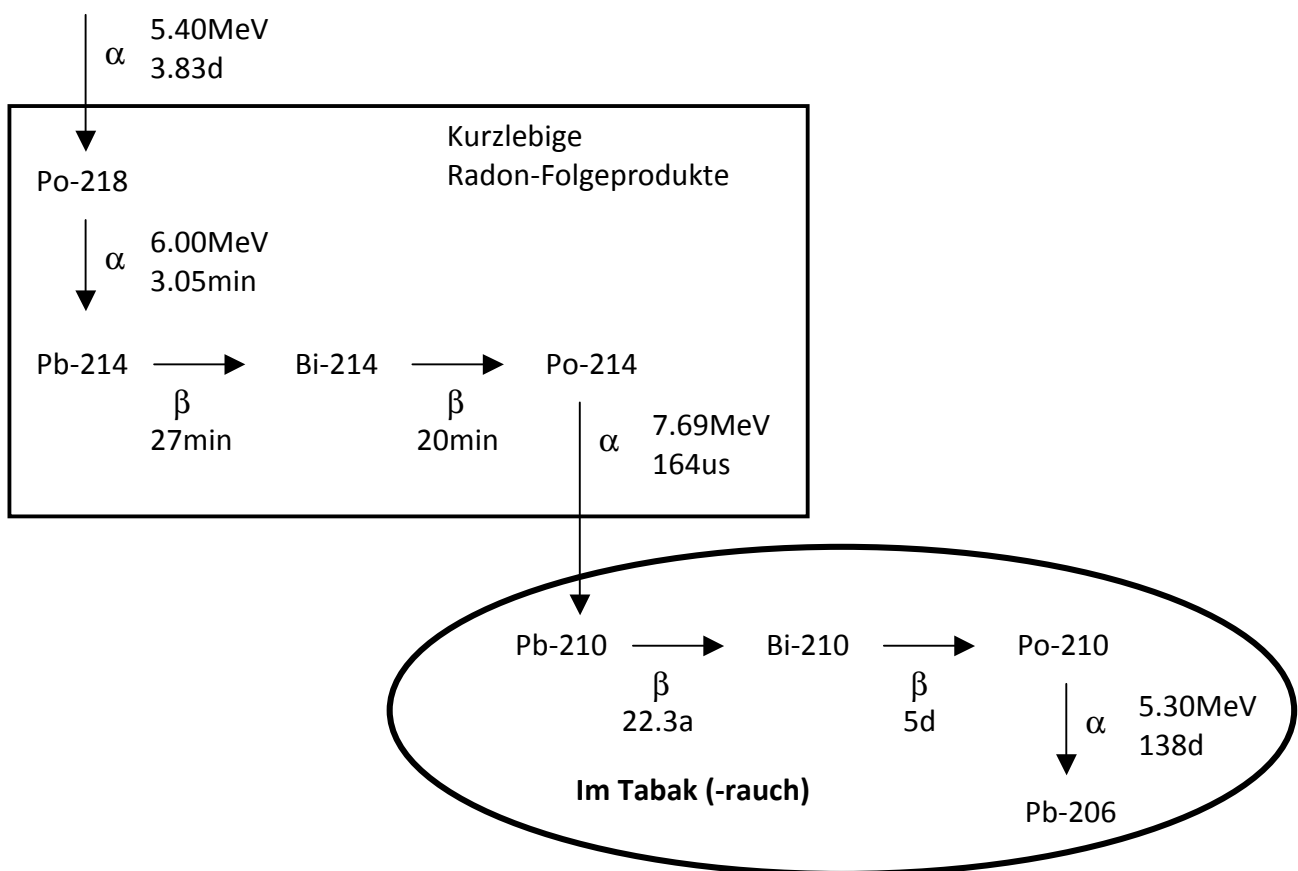


Abb. 1: Zerfall des Radon und seiner Folgeprodukte

Aus dem Polonium-Isotop Po-214 bildet sich das Blei-Isotop Pb-210, das jetzt aber eine Halbwertszeit von 22 Jahren hat. Nach der Ernte der Tabakblätter und bei der Trocknung zerfällt das Blei Pb-210 daher nur ganz allmählich und bildet dabei laufend über das kurzlebige, Beta-aktive Bismut-Isotop Bi-210 als Zwischenprodukt schließlich das gefährliche Alpha-aktive Polonium-Isotop Po-210 mit 138 Tagen Halbwertszeit. Bei der Verarbeitung des Tabaks zu Rauchwaren werden die vorhandenen Radionuklide dabei nicht entfernt.

Vervielfacht wird dieser Effekt allerdings noch über die Düngung. In den Tabak-Anbaugebieten wird meist massiv mit mineralischen Phosphor-Düngemitteln gedüngt. Die günstigen mineralischen Phosphor-Dünger werden aus Phosphorit-Erzen gewonnen, die oft sehr uranhaltig sind. Deswegen entweicht aus dem gedüngten Boden zum Einen deutlich mehr Radon, es bildet sich zum Anderen im Boden aber auch Polonium, welches die Tabakpflanze noch zusätzlich mit den Wurzeln aufnimmt. Daher akkumuliert die Tabakpflanze das giftige Polonium sowohl über die Wurzeln als auch über ihre klebrigen, behaarten Blätter.

Bei Untersuchungen an Asche, Zigarettenstummeln und Filtern stellte man fest, dass das Pb-210, Bi-210 und Po-210 im Tabak bei Temperaturen zwischen 600 und 800°C in der Glutzone praktisch vollständig verdampft und daher bis zur Hälfte mit dem Tabakrauch inhaliert wird. Im Filter verbleiben höchstens 5%, der Rest ist in der Asche und im Stummel zu finden. Die Ablagerung der Radionuklide in den Atemwegen zusammen mit dem Teer und anderen Giftstoffen erfolgt ungleichmäßig. Es bilden sich gewisse Hot-Spots und zwar vornehmlich an den Stellen, wo sich die Bronchialäste verzweigen (bronchiale Bifurkationen). Dort ist dann die lokale Strahlenexposition des Gewebes besonders hoch. Was zusätzlich eine Verstärkung der Wirkung darstellt, ist die Tatsache, dass bei einem starken Raucher auch ein Großteil der Selbstreinigung der Bronchien und der Lunge (mukoziliäre Klärung) außer Kraft gesetzt ist.

Der Tabakindustrie war natürlich klar, dass diese Erkenntnisse über den gesundheitlichen Effekt des radioaktiven Poloniums im Tabakrauch das Geschäft schwer schädigen könnte. Nachdem zunächst sehr viel Geld in die Forschung gesteckt wurde um überhaupt zu verstehen wie das Polonium in den Rauch gelangt wurde nun kräftig in Programme investiert um entsprechende Gegenmaßnahmen zu finden und deren Effizienz und Wirtschaftlichkeit zu untersuchen. Als Gegenmaßnahmen wurden z.B. Waschprozeduren für die Tabakblätter untersucht, man erwog die Düngemittel zu ändern und man erforschte wie man effizientere Filter entwickeln kann. Man überlegte aber auch ob sich das radioaktive Polonium- und Blei-Isotope durch Zusatz von chemischen Additiven vielleicht binden lassen können oder ob man durch genetische Änderungen an der Pflanze eine glattere Blattoberfläche erreichen könnte, welche weniger Aerosole aufsammelt. Aber keine der Ideen erwies sich am Ende im Sinne der Tabakindustrie als wirklich wirtschaftlich. Und so wurden die meisten Polonium Labors der Tabakkonzerne wieder geschlossen. Die firmeneigenen Forscher durften ihre Ergebnisse und Erkenntnisse aber nicht veröffentlichen. Man hüllte sich also in Schweigen und selbst heute noch muss die Tabakindustrie zwar etliche Warnungen auf ihre Verpackung und die Werbung aufdrucken, aber eine Warnung vor der Strahlenbelastung durch Radioaktivität wird bisher aber noch immer nicht erwähnt obwohl dieser Vorschlag schon sehr deutlich gemacht wurde.

In etlichen Ländern in denen viel geraucht wird oder in denen Tabakwaren hergestellt werden wurden in den letzten Jahren aber erneut Untersuchungen mit modernster

Messtechnik durchgeführt um den Poloniumgehalt von Zigaretten genau festzustellen. Dabei konnte man auch erkennen, dass dieser von Anbaugebiet zu Anbaugebiet abhängig von der Verarbeitung erheblich schwankt. Das was vom Polonium in der Lunge deponiert wird hängt zudem noch stark vom Rauchverhalten ab. Grob abgeschätzt kann man aber sagen, dass Zigaretten-Tabak eine Aktivität zwischen 3 und 30mBq/g durch Blei-210 und Polonium-210 aufweist (eine Zigarette enthält etwa 1.2g Tabak). Ein Raucher, der ein Päckchen Zigaretten am Tag raucht bringt es dadurch auf eine zusätzliche Strahlenexposition zwischen 0.3 und 0.4mSv pro Jahr in seinen Lungen. Das ist deutlich mehr, als was im Normalfall alle anderen zivilisatorischen Quellen an Strahlenexpositionen erzeugen, mit Ausnahme der strahlen- und nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie. Die Anwendungen der Strahlen- und Nuklearmedizin, wenn man sie auf die gesamte Bevölkerung umrechnet (inklusive aller gesunden Menschen) würde im Mittel in Deutschland eine Exposition von ungefähr 1.8mSv pro Jahr erzeugen.

Literatur

/1/ Claus Grupen, Grundkurs Strahlenschutz, Praxiswissen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen, Springer Verlag

/2/ Polonium and Lung Cancer

Vincenzo Zagà, Charilaos Lygidakis, Kamal Chaouachi, and Enrico Gattavecchia
Journal of Oncology, Volume 2011, Article ID 860103

/3/ Waking a Sleeping Giant: The Tobacco Industry's Response to the Polonium-210 Issue

Monique E. Muggli, Jon O. Ebbert, Channing Robertson, and Richard D. Hurt

American Journal of Public Health, September 2008, Vol 98, No. 9

<http://www.ajph.org/cgi/doi/10.2105/AJPH.2007.130963>

/4/ The Polonium Brief

A Hidden History of Cancer, Radiation, and the Tobacco Industry

By Brianna Rego

Department of History, Stanford University, Stanford, California

Isis, 2009, 100:453–484

/5/ Radioactive Smoke, Brianna Rego, Scientific American, Januar 2011

/6/ Concentration levels of ^{210}Pb and ^{210}Po

in dry tobacco leaves in Greece

A. Savidou, K. Kehagia, K. Eleftheriadis

Journal of Environmental Radioactivity 85 (2006) 94-102

/7/ Polonium in Cigarette Smoke and Radiation Exposure of Lungs

Fernando P. Carvalho and João M. Olivera

Instituto Tecnológico e Nuclear Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear

Czechoslovak Journal of Physics, Vol. 56 (2006), Suppl. D

/8/ Polonium-210 budget in cigarettes

Ashraf E.M. Khater

National Center for Nuclear Safety and Radiation Control, Egypt
Journal of Environmental Radioactivity 71 (2004) 33–41