

Freisetzung von Radioaktivität durch Hydraulisches Fracking

Bernd Laquai, 10.5.2013

Zwei neue Fördertechnologien für Erdgas haben in den letzten Jahren zu einem regelrechten Gas-Förderungs-Boom in den USA geführt: "Hydraulisches Fracking" und "Horizontales Bohren" in großer Tiefe. Mit diesen Technologien konnte aus ausgedehnten Schwarzschiefer (shale) Lagerstätten wie z.B. im Marcellus Shale Gebiet in Pennsylvania und New York oder im Pearsall Shale Gebiet in Texas große Mengen von "unkonventionellem Ölschiefergas" (shale gas) erschlossen und gefördert werden.

Wie bei vielen gewinnträchtigen Booms mit gewaltigen Investitionen, erkennt man aber auch hier erst wieder nach einer geraumen Zeit welche Umweltprobleme die neue Technologie mit sich bringt. Während die Schäden, welche die in den Frackfluiden verwendeten Chemikalien und die Bohr- und Frackingmethode auf das Grundwasser und den übrigen Lebensraum haben, bereits kontrovers diskutiert werden, kommt nun ein neues Problem auf: die nicht unbeträchtliche Radioaktivität, die bei dieser Methode der Gasförderung aus Schwarzschiefergestein freigesetzt wird.

Auch in Deutschland kennt man umfangreiche Schwarzschiefer-Lagerstätten und interessiert sich deswegen für die neue Technologie aus den USA. So gibt es bereits ein Europäisches Projekt "Gas Shales in Europe" das vom Deutschen Geoforschungszentrum des Helmholtz-Zentrums in Potsdam koordiniert wird und von großen Konzernen wie Exxon, Total, Repsol und Schlumberger gefördert wird.

Schwarzschiefer sind sehr alte Gesteine und stammen aus dem Erdaltertum (Paläozoikum), das vom Kambrium bis zum Perm reicht und teilweise auch aus dem Erdmittelalter (Mesozoikum) aus der Jura und Kreidezeit. Schwarzschiefer oder Ölschiefer (black shale) ist kein Schiefer im geologischen Sinne, sondern wird nur umgangssprachlich so genannt, weil er wie echter kristalliner Schiefer ein in einer Vorzugsrichtung (zwischen den Schichtflächen) gut spaltbares Gestein ist. Geologisch gesehen handelt es sich beim Schwarzschiefer aber um ein bituminöses Ton-Mergelgestein, das zu den Sedimentgesteinen maritimen Ursprungs gehört und aus Faulschlamm (Sapropel) unter Sauerstoffmangel (anaerobes Milieu) auf dem Boden alter Meere entstanden ist. Durch den hohen Anteil an verfaulten organischer Substanz bildeten sich durch biochemische Umwandlung feinkörnige geschichtete Massen, die sich allmählich verfestigten. Die bei der Fäulnis aus H_2S entstandenen Metallsulfide färbten die Massen grau bis tiefschwarz. Im Schwarzschiefer sind viele Metalle (z.B. Eisen, Aluminium, Kupfer, Zink), aber auch viele Schwermetalle, wie beispielsweise das Uran enthalten. Besonders uranhaltig ist der sogenannte Alaunschiefer. Im Thüringisch-Fränkischen Schiefergebirge bei Ronneburg findet man das Uran im Alaunschiefer mit einem Durchschnittsgehalt von ca. 0,065 bis 0,07% . Nach dem Krieg diente dieser Schwarzschiefer dem sowjetischen Atomprogramm als Uranquelle. So wurde aus den Schwarzschieferlagerstätten im thüringischen Ronneburg in den Aufbereitungsanlagen der SDAG Wismut zwischen 1950 und 1990 rund 100000t Uran extrahiert und als Reparaturleistung in die Sowjetunion geliefert.

In Süddeutschland (südlich der schwäbischen und fränkischen Alb) entstand im schwarzen Jura (oft auch als Lias bezeichnet) vor ca. 180Mio Jahren der nach einer urzeitlichen Schnecke benannte Posidonienschiefer, der einen relativ hohen Anteil an Kohlenwasserstoffen aufweist.

Südlich der Alb tritt er an die Erdoberfläche und taucht mit abnehmender Mächtigkeit südöstlich der Donau zum sogenannten Molassebecken hin ab. Im Bereich des Bodensees liegt er bereits einige tausend Meter tief.

In Baden-Württemberg wurde schon während des 2. Weltkriegs versucht, die im Schwarzschiefer gespeicherten Kohlenwasserstoffe als Energielieferant zu nutzen nachdem die Rohölvorräte zur Neige gingen. Südlich der schwäbischen Alb bei Balingen befinden sich leicht abbaubare oberflächennahe Schiefervorkommen, der sogenannte schwäbische Ölschiefer. In dem Projekt "Wüste" wurde dort von den Nazi's in den letzten Kriegsjahren noch mit Zwangsarbeitern aus den umliegenden KZs sogenanntes Schieferöl extrahiert. Noch heute ist bei Dotternhausen und Dormettingen ein Zementwerk tätig, das den Ölschiefer als Energiequelle zum Brennen des Kalkes und als Zuschlagstoff zum Zement (Ölschiefer-Zement) nutzt.

Bildet sich aus dem organischen Material im Faulschlamm durch die biochemische Umsetzung Erdgas spricht man dann von konventionellem Gas, wenn es sich in Hohlräumen unter dichtem Gestein sammelt (engl. auch tight gas) und von dort direkt nach dem Bohren abgepumpt werden kann. Bildet sich das Gas verteilt in bituminösem Tongestein (Schwarzschiefer) wird es unkonventionelles Gas genannt und kann nicht einfach abgepumpt werden. Vielmehr muss das Gestein erst durch einen als "Fracking" bezeichneten Prozess so aufgesprengt werden, dass das Gas entweichen kann. Da das gashaltige Schwarzschiefergestein relativ dünn unter dichten Schichten horizontal ausgedehnt lagert, muss zunächst tief gebohrt und dann in einigen tausend Meter radial in viele Richtungen in einer horizontalen Ebene weitergebohrt werden. In diesen strahlenförmig verlaufenden Horizontalbohrungen wird unter hohem Druck (hydraulisch) ein Fracking-Fluid gepresst (Wasser mit Sand und Chemikalien vermischt), welches Risse im Gestein erzeugt. Der zurückbleibende Sand und die Chemikalien verhindern, dass sich nach dem Abpumpen des Fracking-Fluids die Risse wieder schließen, so dass danach das Gas pro Bohrung abgepumpt werden kann. Allerdings sind die Gasmengen pro Bohrung relativ gering. Damit sich die Fördermethode lohnt müssen daher viele Bohrungen ins Gestein niedergebracht ("abgeteuft") werden.

In den USA, vor allem im Marcellus Shale Gebiet, wo in großem Umfang die Horizontalbohrtechnik und das Fracking eingesetzt werden, haben nun die Umweltbehörden in Pennsylvania und New York zunächst am zurückgepumpten Fracking-Fluid Spitzenwerte von bis zu 666000 Bq/m^3 (18000 pCi/L) an spezifischer Radium Radioaktivität festgestellt. Das kommt natürlich nicht ganz von ungefähr. Das im Schwarzschiefer enthaltene Uran zerfällt nämlich auch über etliche Stufen einer Zerfallskette in andere radioaktive Elemente. Dieser radioaktive Zerfall endet erst im stabilen Element Blei. In dieser Zerfallskette entsteht auch das Element Radium und aus dessen Zerfall wiederum das radioaktive Edelgas Radon. Wenn daher der Schwarzschiefer Uran enthält befindet sich dieses im Gestein stets in einem gewissen radioaktiven Gleichgewicht mit dem Radium und dem Radon, da die Halbwertszeiten von Radium-226 und Radon-220 deutlich kürzer sind (1600 Jahre und 3.8 Tage) als die des Urans (4.5 Milliarden Jahre). Auf Grund des beim Bergbau entweichenden Radons starben in den Uran-Gruben der ehemaligen DDR im Fichtel- und Erzgebirge viele der Bergarbeiter an der sogenannten "Schneeberger Krankheit". Bei dieser Krankheit handelte es sich nach späterer Erkenntnis um einen durch die eingeatmete Radioaktivität des Edelgas Radon (hochenergetische Alpha-Strahlung) ausgelösten Lungenkrebs. Seit dem dieses Lungenkrebs-Risiko bekannt ist, muss der Radongehalt in der Atemluft von Bergwerken überwacht werden. Bei Wohnräumen, die auf entsprechendem Gestein errichtet werden, empfiehlt das Bundesamt für Strahlenschutz eine Radonprüfung. Der Richtwert, der von der EU noch als unbedenklich genannt wird, liegt bei 200 Becquerel pro Kubikmeter Raumluft, die

WHO empfiehlt $100\text{Bq}/\text{m}^3$. In Bergwerken tauchen sehr viel höhere Werte auf. So werden im medizinisch genutzten Radonstollen in Bad-Gastein über $40000\text{Bq}/\text{m}^3$ gemessen und man darf sich dort zur Therapie von Erkrankungen nur wenige Stunden aufhalten.

Nach der Erkenntnis, dass das zurückgepumpte Fracking-Fluid eine relativ hohe Radioaktivität aufweist, hat man auch die Radioaktivität bzw. den Radongehalt im geförderten Gas gemessen. Dabei kam die amerikanische Umweltbehörde im Marcellus Shale Gebiet auf Werte von bis zu $2923\text{Bq}/\text{m}^3$ ($79\text{pCi}/\text{L}$). Da das geförderte Schiefergas auch ins öffentliche Gasnetz eingespeist wird und in Kochstellen und Heizungsanlagen verbrannt wird kommt es so auch zu erhöhten Radonwerten in der Raumluft, was eigentlich kein Wunder ist.

Auch das Bundesamt für Strahlenschutz hat in seinem Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben StSch 4386 „Erfassung und Bewertung von Hinterlassenschaften mit NORM-Materialien aus früheren Tätigkeiten und Arbeiten einschließlich der modellhaften Untersuchung branchentypischer Rückstände“ Radioaktivitätswerte für Schwarzschiefer parat (NORM steht für naturally occurring radioactive materials). Für Schwarzschiefer (Alaunschiefer) wird ein Wert von $33\text{-}5600\text{Bq}/\text{kg}$ mit einem Mittelwert von $800\text{Bq}/\text{kg}$ für die spezifische Uranaktivität angegeben. Der Ölschiefer liegt nach den Angaben des Berichts bei $26\text{-}365\text{Bq}/\text{kg}$. Im Vergleich dazu liegen die Granite zwischen $1\text{-}500\text{Bq}/\text{kg}$ mit einem Mittelwert von $100\text{Bq}/\text{kg}$. Da die Schwarzschieferlagerstätten sehr mächtig sein können muss also mit einer nicht unerheblichen Radioaktivität gerechnet werden und dementsprechend auch mit einer Radon-Exhalation (Ausgasung), deren spezifische Radioaktivität bei einer Fracking-Bohrung über das ausströmende Gas freigesetzt wird.

Wie auch in den Schiefergebieten Norddeutschlands soll nun auch in Süddeutschland nach Schiefergas gesucht werden. Dabei konzentriert man sich auf die tiefliegenden, kohlenwasserstoffreichen Posidonienschiefer-Regionen südlich der schwäbischen Alb. Zwei britische Explorationsfirmen (Parkyn Energy und Bell Exploration) haben bereits eine Lizenz zum Aufsuchen erhalten. Neben der Problematik der Grundwasserverunreinigung in der Nähe des Bodensees, welcher der Trinkwasserversorgung dient, könnte nun also auch das Problem kommen, dass man beim Fracking radioaktive Abwässer erzeugt und das radioaktive Gas Radon mit dem Schiefergas fördert.

Es gibt bereits ein gewisses Indiz dafür, dass das passieren könnte. Denn das Bundesamt für Strahlenschutz hat vor einigen Jahren bundesweit die Radonaktivität in der Bodenluft in einem relativ engen Raster messen lassen und daraus Karten erstellt, welche die Radongefahren für den Wohnungsbau aufzeigen sollen. Auf dieser Karte tritt südlich der Alb ein Gebiet mit einer hohen Radonaktivität auf (rot), die geologisch nicht mit uranhaltigen Graniten wie z.B. dem Granit im Schwarzwald zu erklären ist. Dieses Gebiet liegt südlich von Balingen und passt zu den oberflächennahen Lagerstätten des Posidonienschiefers.

Die Explorationskonzessionen beider Unternehmen, die in Baden-Württemberg tätig sind, liefen im Jahr 2012 aus. Das Landesamt für Bergabbau und Rohstoffe weist aber bei der Liste der aktuellen Konzessionen für die Kohlenwasserstoff Exploration bereits einen Antrag auf Verlängerung aus. Als aktuelle Aktivität des Projekts findet man den Passus "Auswertung der Daten". Man kann nur hoffen, dass man in den Amtsstuben schon über die Erkenntnisse aus den USA zum Thema Radioaktivität beim Fracking Bescheid weiß und nicht erst nach etlichen Bohrungen zu dieser Erkenntnis kommt. Dass man auch die natürlichen Radioaktivität sehr ernst nehmen sollte, zeigt ein "geologischer Unfall" in Umhausen in Tirol, wo plötzlich unerwartet viele

Menschen an Lungenkrebs starben, nach dem ein Bergrutsch hohe Radonmengen freigesetzt hatte.

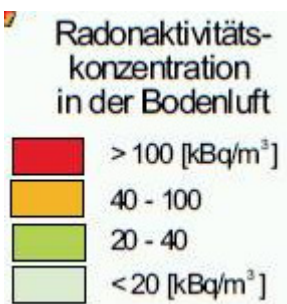
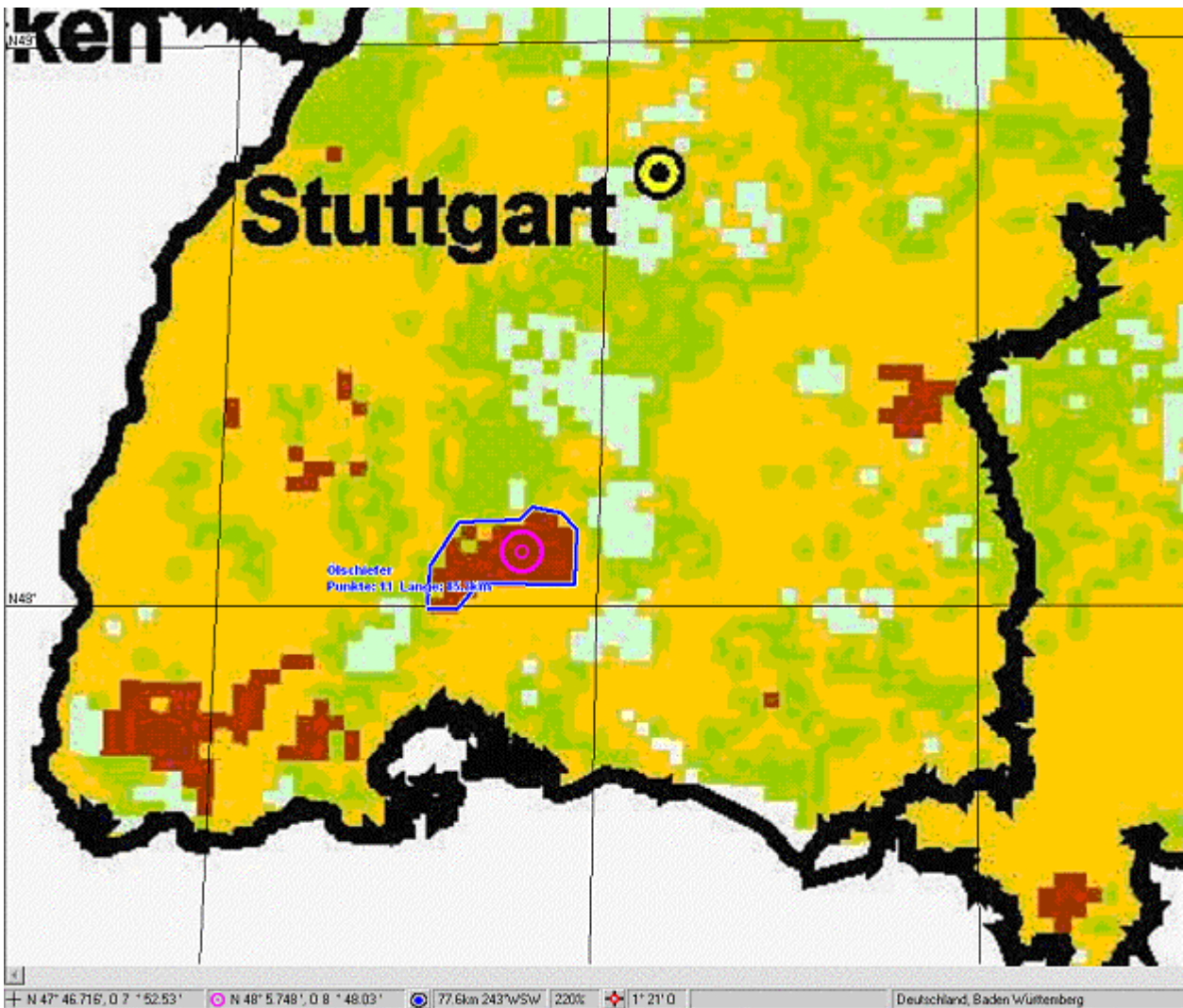


Abb.1: Ausschnitt aus der Radon-Bodenluftkarte des Bundesministerium für Strahlenschutz (BfS)

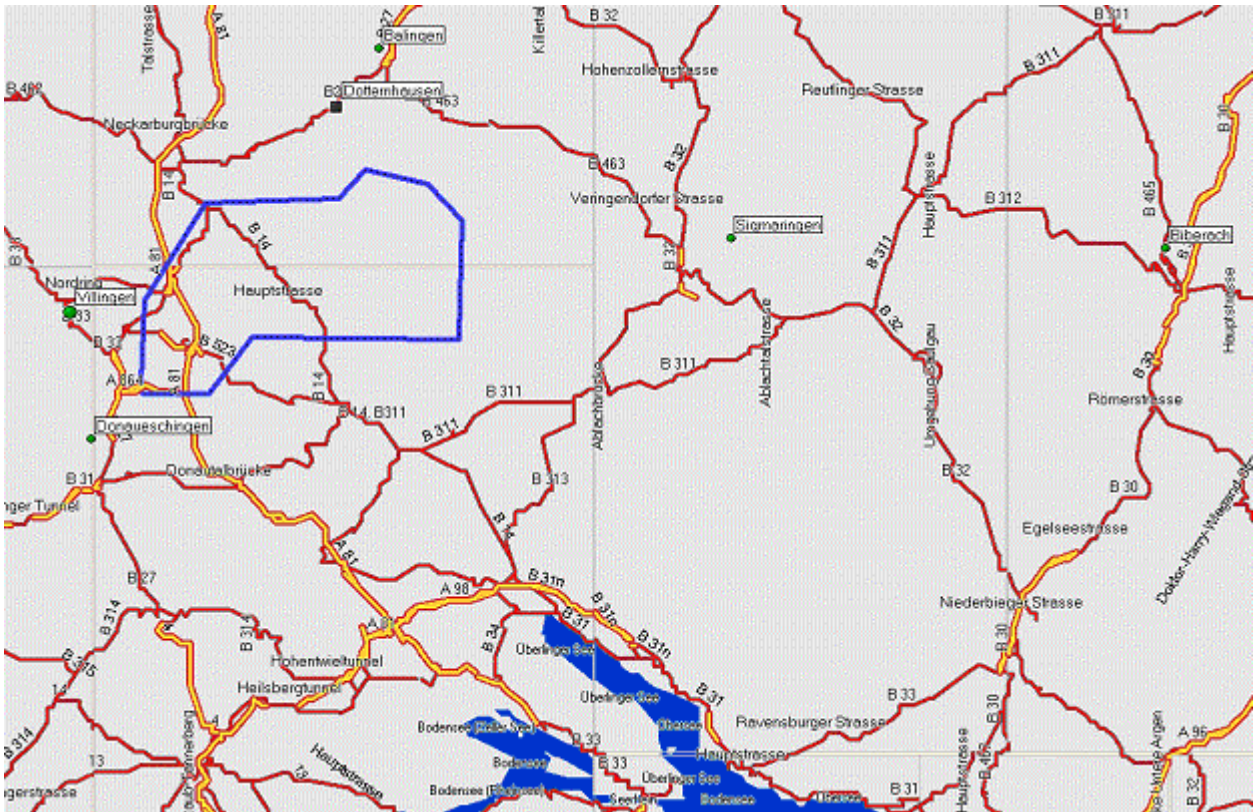


Abb. 2: Übertrag des Gebiets mit erhöhter Radon Bodenluft Aktivität südlich der schwäbischen Alb in eine Open-Street-Map Landkarte

Literatur

- /1/ Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland
 Harald Andruleit et al. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Downloads/BGR_Schiefergaspotenzial_in_Deutschland_2012.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- /2/ Radioactivity in Shale NORM & TENORM
<http://www.marcellus-shale.us/radioactive-shale.htm>
- /3/ E.L. Rowan, M.A. Engle, C.S. Kirby, and T.F. Kraemer
 Radium Content of Oil- and Gas-Field Produced Waters in the Northern Appalachian Basin (USA)
 Scientific Investigations Report 2011-5135
 U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey
<http://pubs.usgs.gov/sir/2011/5135/pdf/sir2011-5135.pdf>
- /4/ Radon-222 Content of Natural Gas Samples from Upper and Middle Devonian Sandstone and Shale Reservoirs in Pennsylvania: Preliminary Data
 E.L. Rowan and T.F. Kraemer
 Open-File Report Series 2012-1159
 U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey
<http://pubs.usgs.gov/of/2012/1159/ofr2012-1159.pdf>

/5/ Brian Horsfield & Hans-Martin Schulz

Gas Shales in Europe

Geoforschungs-Zentrum Potsdam, Germany

<http://dialog-erdgasundfrac.de/sites/dialog-erdgasundfrac.de/files/GASH.pdf>

/6/ GASH II Europe - Central Europe's Shale Gas System

<http://www.gfz->

[potsdam.de/portal/gfz/Struktur/Departments/Department+4/sec43/ressourcen/Dokumente/Proposal+GASH+2+EuropeCentral+Europes+Shale+Gas+System?binary=true&status=300&language=de](http://www.gfz-potsdam.de/portal/gfz/Struktur/Departments/Department+4/sec43/ressourcen/Dokumente/Proposal+GASH+2+EuropeCentral+Europes+Shale+Gas+System?binary=true&status=300&language=de)

/7/ Wissenspool Geomorphologie - Gewinnung und Verarbeitung von Ölschiefer

<http://www.planet-schule.de/wissenspool/geomorphologie/inhalt/wissen/jurassic-alb-der-schwaebische-oelschiefer/gewinnung-und-verarbeitung.html>

/8/ Explorationsgebiet der Parkyn Energy Deutschland in Baden-Württemberg

http://www.3legsresources.com/operations_assets_badenwurttemberg.php

/9/ Firmenpräsentation Parkyn Energy Deutschland (3 Legs Gruppe)

<http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/home/illmensee/PDF/Parkyn.pdf>

/10/ Explorationsgebiet der Bell Exploration in Baden-Württemberg

<http://www.bellexp.com/assets.html>

/11/ Projekte der Kohlenwasserstoff-Exploration in Baden-Württemberg 2013

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Stand 2.5.2013

http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/download_pool/KW-Projekte-2013-05-02.pdf

/12/ Radon in der Bodenluft Deutschland-Karte

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

http://www.bfs.de/de/ion/radon/radon_boden/radonkarte.html

Erfassung und Bewertung von Hinterlassenschaften mit NORM-Materialien aus früheren Tätigkeiten und Arbeiten einschließlich der modellhaften Untersuchung branchentypischer Rückstände

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben StSch 4386, Teil 1

http://www.bfs.de/en/ion/anthropg/altlasten/fachinfo/forschungs_vh/Abschlussbericht_StSch4386_Teil_1.pdf

/13/ Fridolin Purtscheller et al.

Geologisch-petrographische Ursachen der Radonanomalie in Umhausen (Tirol)

http://www2.uibk.ac.at/downloads/oegg/Band_88_7_13.pdf