

14.10.1999 20:00

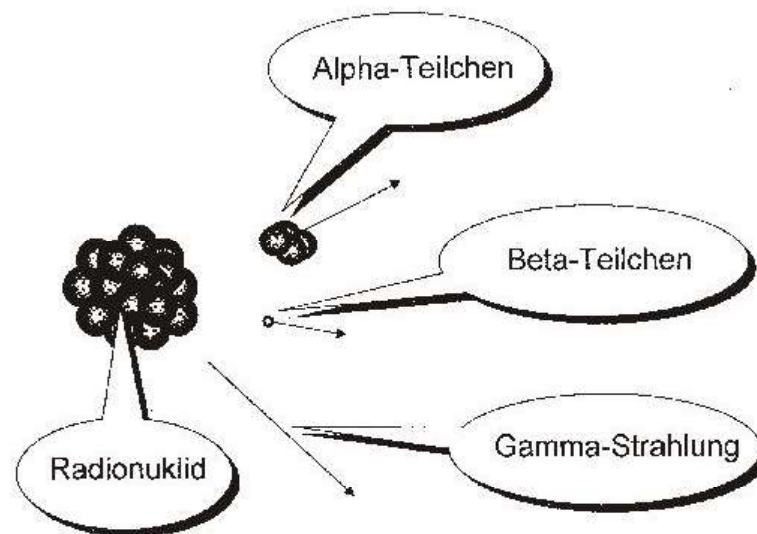
Öffentlicher Vortrag im Rahmen des Geoforum zum Themenkreis Radon

Natürliche Radioaktivität - ein Strahlenschutzproblem ?

Heinz Surbeck
Bundesamt für Gesundheit
Zentrum für Umwelt-Radioaktivität
3, ch.du Musée
CH-1700 Fribourg, Schweiz
heinz.surbeck@mbox.bag.admin.ch

Im gedruckten Programm für diese Tagung ging der wesentlichste Punkt im Titel meines Vortrages verloren : das Fragezeichen.

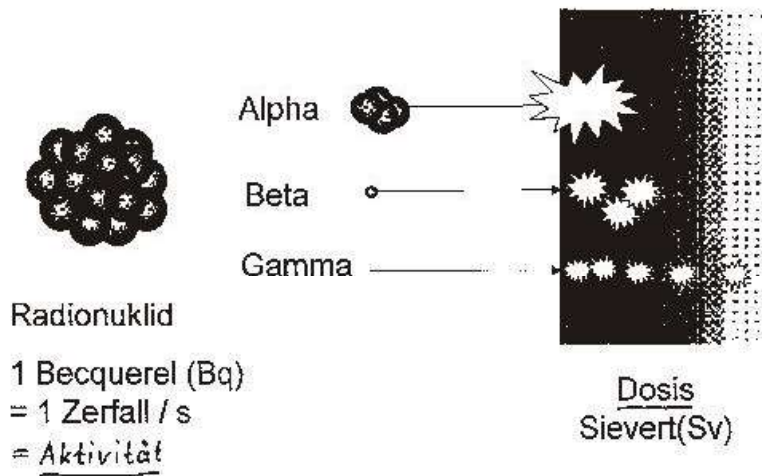
Ich möchte Ihnen nur kurz einige Begriffe im Bereich der Radioaktivität erklären. Die, die das alles schon wissen, bitte ich um etwas Geduld und um Verständnis für die Vereinfachungen. Es könnte aber auch einigen Geologen nicht schaden, wieder einmal davon zu hören.



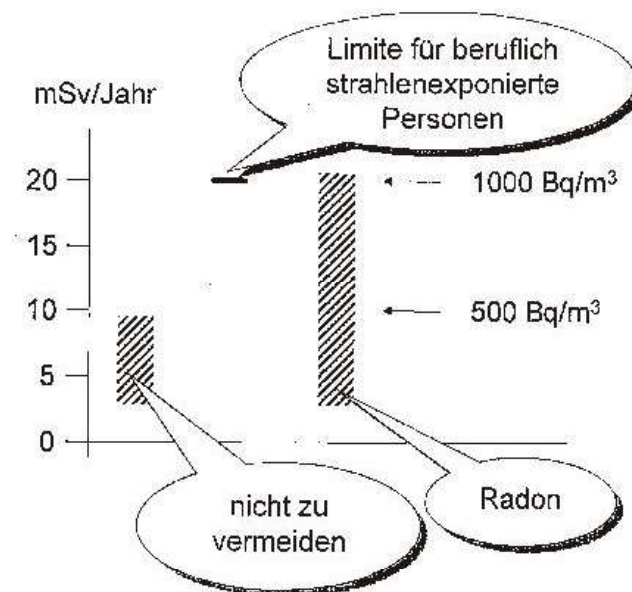
Jedes Atom besitzt neben der Elektronenhülle einen Kern. Bei den sogenannten Radionukliden befindet sich dieser Kern in einem labilen Zustand, der Kern besitzt überschüssige Energie. Diese Energie wird er irgendwann einmal durch die Emission von Strahlung los. Die wesentlichsten Arten von Strahlung sind: Alpha-Teilchen, ein elektrisch geladenes Bruchstück des Kerns, Beta-Teilchen, das sind sehr viel kleinere, ebenfalls geladene Teilchen, Elektronen und dann ist da noch die Gamma-Strahlung, das ist sehr kurzwelliges Licht, verwandt mit der Röntgenstrahlung, aber viel durchdringender.

Als Aktivität wird die Anzahl der Zerfälle eines Radionuklides pro Sekunde bezeichnet. Die Einheit dafür ist das Becquerel (Bq), benannt nach einem der Pioniere der Radioaktivität. Wenn wir von der Strahlung getroffen werden, wird in unserem Körper Energie deponiert. Diese deponierte Energie ist für die Schäden an unseren Zellen verantwortlich. Diese Energie wird als Dosis bezeichnet und in Sievert (Sv) ausgedrückt. Noch ein Pionier

der Radioaktivität der damit geehrt wird. In der Dosis ist berücksichtigt, welche Art Strahlung welches Organ trifft. Unserem Körper ist es dabei völlig egal, ob die Strahlung von einem natürlichen vorkommenden Radionuklid oder von einem künstlich erzeugten stammt. Wesentlich ist nur, wieviel Energie wo deponiert wird.



In welchem Bereich sich die jährliche Dosis, ohne besondere Ereignisse, bewegt, zeigt die folgende Graphik. Beachten Sie, dass hier eine sehr viel kleinere Einheit als das Sv, das mSv, ein tausendstel Sv benützt wird. Die Limite für beruflich strahlenexponierte Personen ist mit 20 mSv/Jahr so angesetzt, dass keine Schäden zu erwarten sind. Zum Vergleich erhielten die am stärksten exponierten Personen beim kürzlichen Unfall in Japan eine etwa 1000 mal grössere Dosis. Sie befinden sich auch in einem sehr kritischen Zustand. Auf das Radon werde ich später zurückkommen.



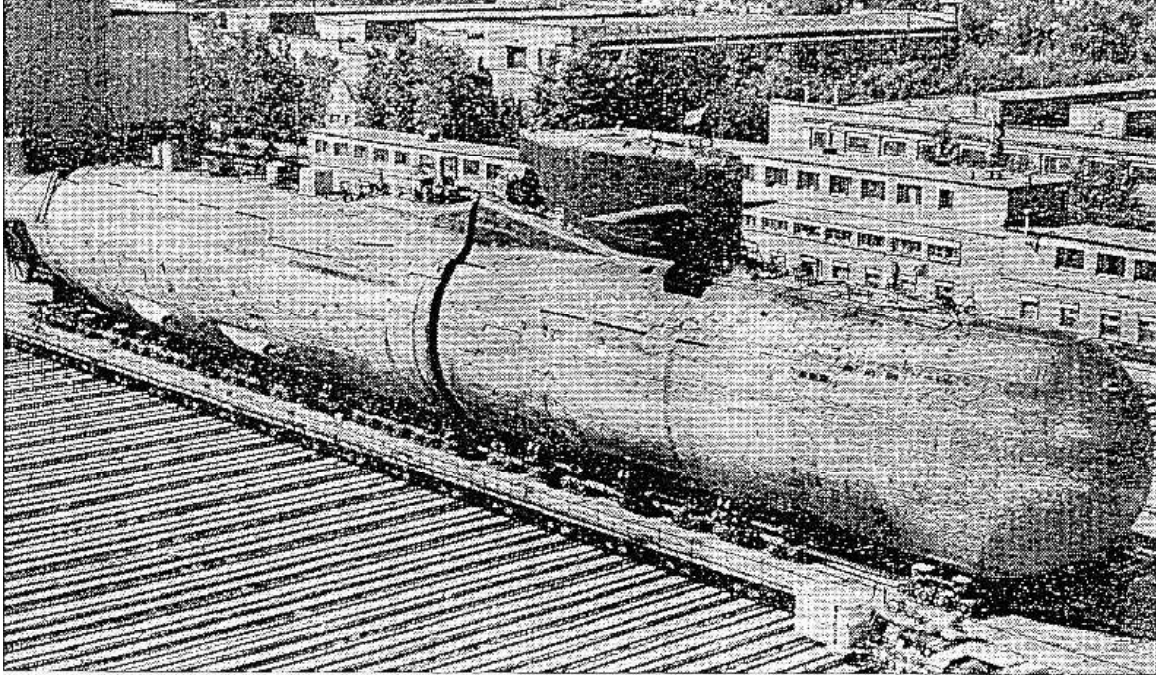
Soweit zu den Grundbegriffen. Was sind nun eigentlich die Problemgebiete des

Strahlenschutzes ? Neben den Nuklearunfällen in der Art des Unfalls in Japan gibt es auch weniger spektakuläre, aber keineswegs harmlose Probleme. Ein Beispiel sind die Altlasten in der Gegend der Kola-Halbinsel.

Hier befindet sich das Zentrum der russischen Nordflotte. Zahlreiche Nuklear-U-Boote wurden hier gebaut. Sie werden nun nach und nach verschrottet.

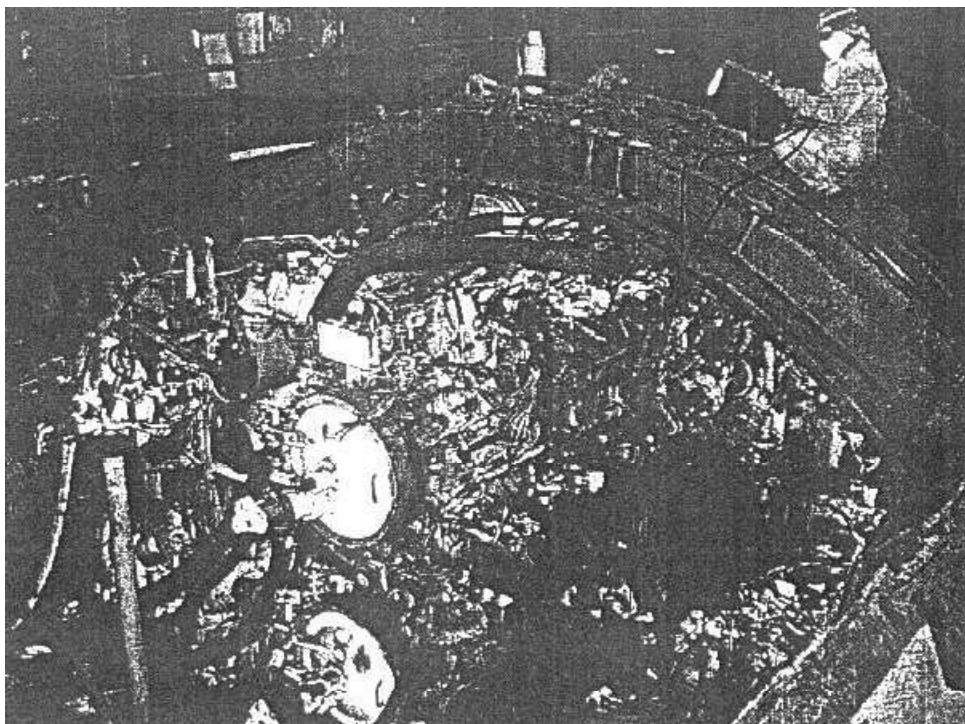


Die Entsorgungsmethoden sind nicht gerade zimperlich und der chronische Geldmangel in den letzten Jahren hat das seine dazu beigetragen. Man trennt einfach den Reaktorteil mit dem Schweißbrenner ab und versenkt ihn häufig direkt im Meer.

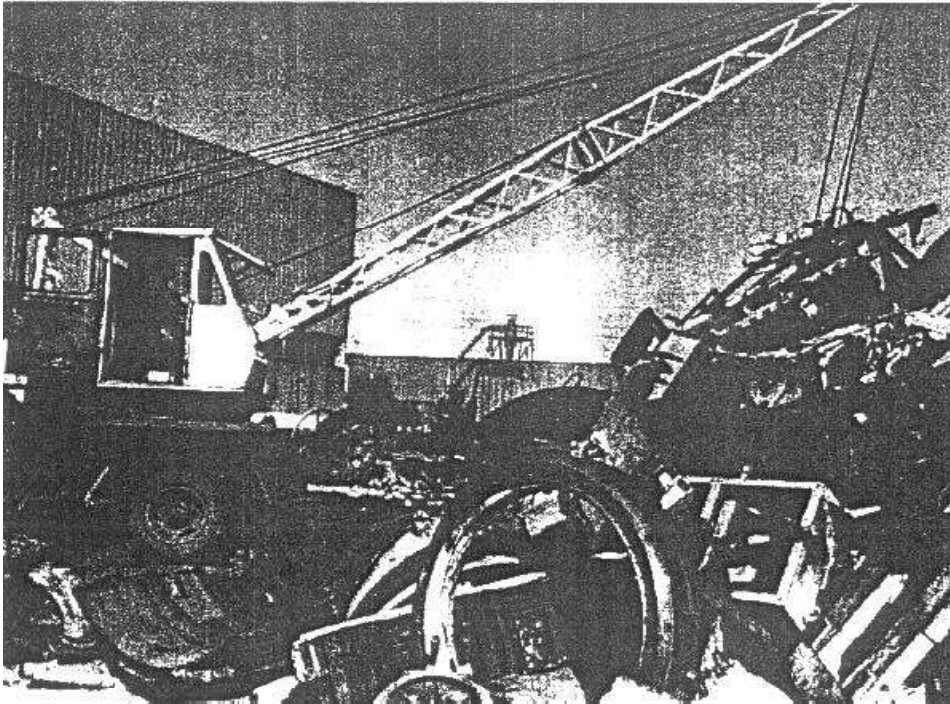


Ein ausgemustertes Atom-U-Boot in der Swesdotschka-Werft in Sewerodwinsk. In der Mitte ist die Lücke sichtbar, die durch das Herausschneiden des Reaktor-Segments entstanden ist. (Werkbild)

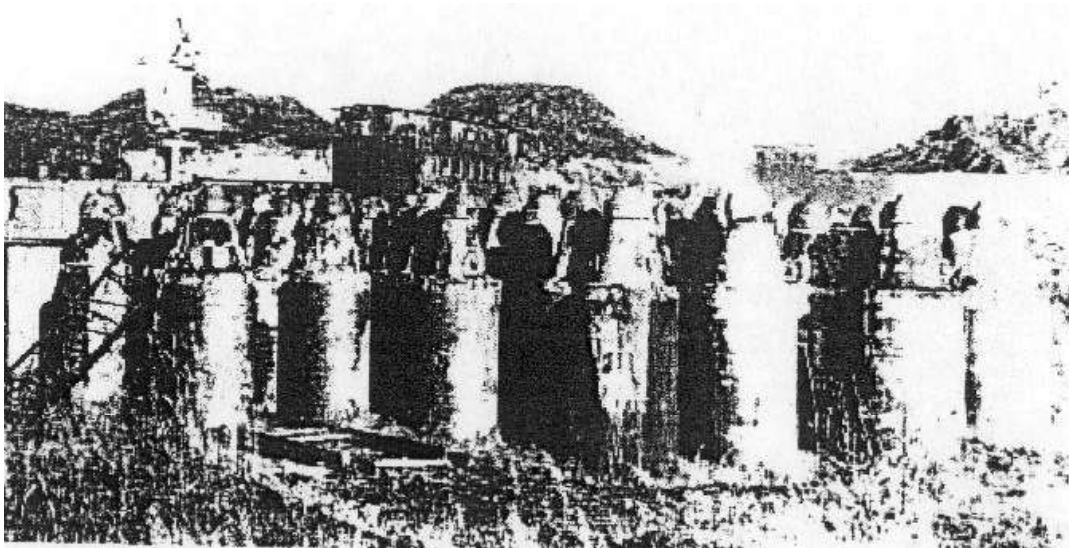
Gelegentlich wird der Reaktor auch von Helden auseinandergenommen um an Altmetall zu kommen.



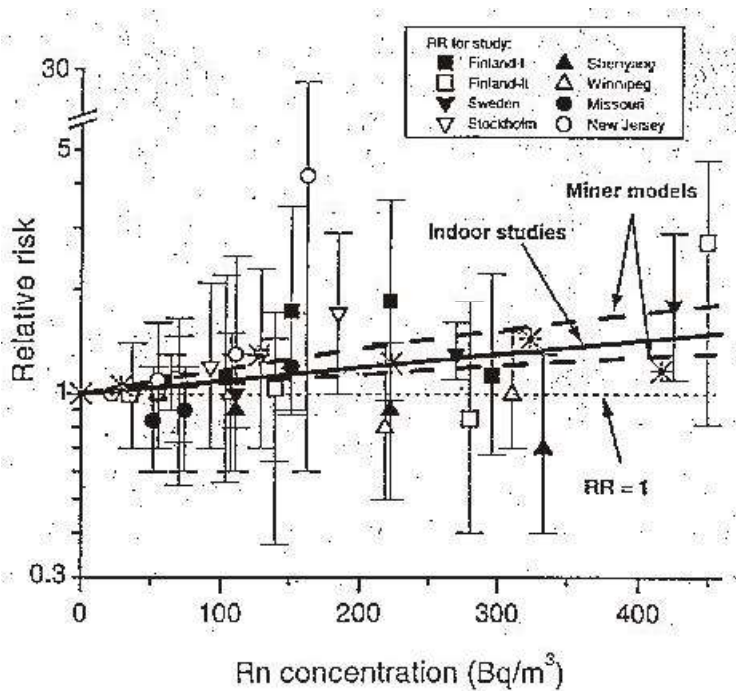
Das landet dann auf solchen Halden und wird irgendwie weiter verwertet.



Daneben warten noch abgebrannte Brennelemente aus besseren Zeiten in durchgerosteten Behältern im freien Feld auf ihre Aufarbeitung. Sie wird wohl angesichts der finanziellen Probleme in Russland nie kommen.



Das sind für mich die wirklichen Probleme, wo wir etwas unternehmen sollten. Solche Zeitbomben sind in Russland nicht nur auf der Kola-Halbinsel zu finden.



Wir im Westen können es uns leisten, Radon als Strahlenschutzproblem zu behandeln. Dies ist eine Zusammenstellung grössere Studien zum Zusammenhang zwischen Radonkonzentration und Erhöhung des Lungenkrebs-Risikos. Wenn ich das sehe, habe ich Mühe, irgend jemandem Angst wegen des Radons zu machen. Man könnte durch diese Punkte mit gutem Gewissen auch eine horizontale Gerade legen. Das würde heissen, dass es keinen erwiesenen Zusammenhang zwischen Radon und Lungenkrebs gibt. Angst macht dagegen mit sehr viel grössere Wahrscheinlichkeit krank.

Wir gehen im Strahlenschutz immer extrem auf die sichere Seite. Wir sollten damit aber etwas vorsichtiger umgehen. Wenn wir dadurch Schäden, wie etwa Angst verursachen, so haben wir unsere Arbeit schlecht gemacht und wenn nicht bald eindeutige Effekte beim Radon auftreten, so machen wir uns unglaublich mit unseren immer tieferen Limiten. Als einem der Grossväter des Schweizer Radonprogrammes fällt mir diese Aussage nicht leicht. Da ich nicht über meinen eigenen Schatten springen kann, würde ich für meine Familie dennoch langfristig etwas unternehmen wenn wir einige 1000 Bq/m³ in unseren Wohnräumen hätten. Das ist nach all meinen Erfahrungen nicht gut begründet, aber auf der sicheren Seite.

RADI-EAU

INDICATION

Indiquée dans tous les cas de convalescence, d'épuisement nerveux et physique, rhumatismes, hypertension, troubles du métabolisme, maladies des reins et des voies biliaires.



SOURCE RADIOACTIVE
DE FINHAUT (Valais)

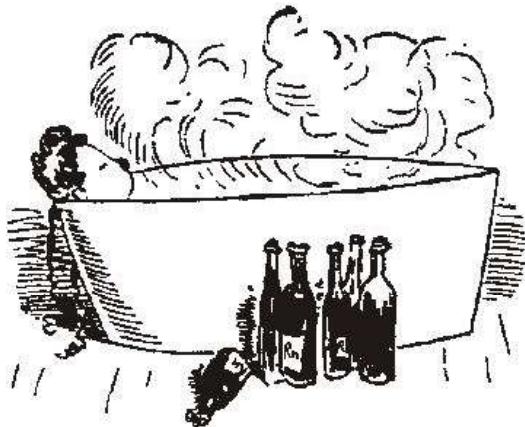
Saturée d'acide carbonique

Eau de cure. Eau de table très douce, minéralisation minimale 30 mgr. par litre, de digestibilité parfaite, possédant une radioactivité exceptionnelle.

Analyses déposées au Laboratoire Cantonal à Sion

Man hat die natürliche Radioaktivität auch schon positiver gesehen. Das ist nur so etwa 2 Generationen her (die Etiquette einer Mineralwasser-Flasche) und ich würde keine Wette darauf abschliessen, wie das 2 Generationen nach mir gesehen wird.

Und Radon-Bäder sollen ja sehr gesund sein.



Wilhelm Busch

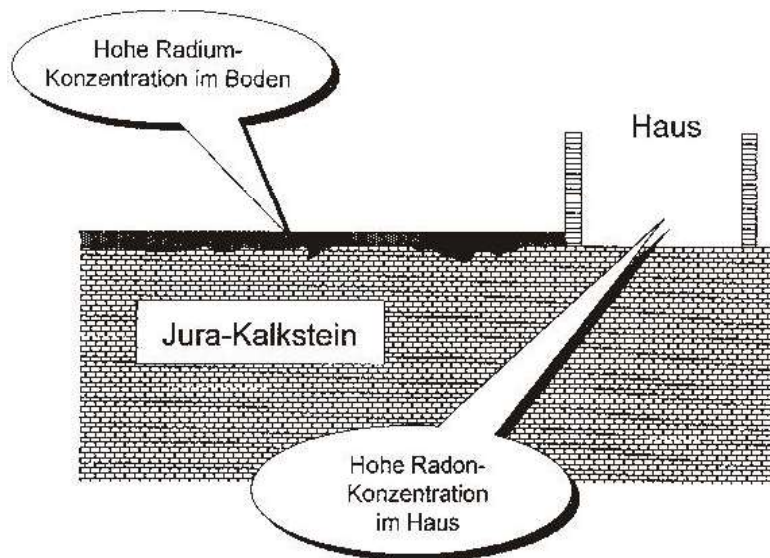
Es gibt noch einen anderen positiven Aspekt der natürlichen Radioaktivität. Sie ist ein faszinierendes Forschungsgebiet. Ich möchte Ihnen das anhand meiner eigenen Irrwege in den letzten bald 20 Jahren zeigen.

Alles begann Anfangs der 80er Jahre im Jura. Da wurden in zahlreichen Häusern in La Chaux-de-Fonds hohe Radon-Konzentrationen, einige 1000 Bq/m^3 gefunden. Nun muss man

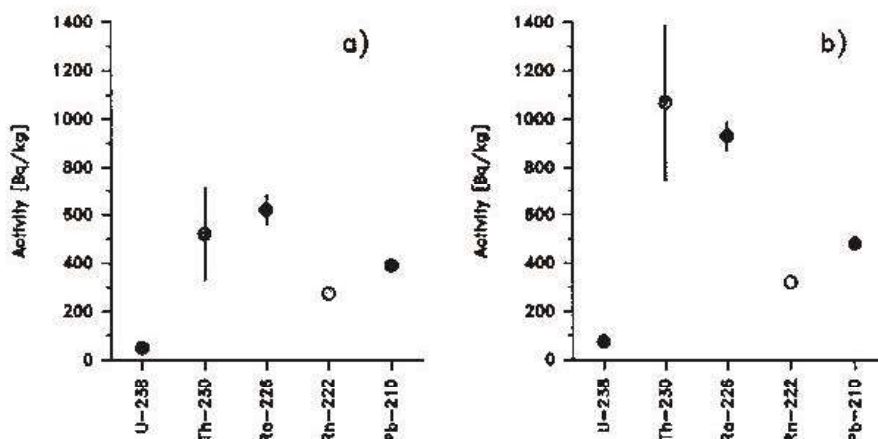
wissen, dass diese Gegend die Hochburg der Schweizer Uhrenindustrie ist. Bis in die 60er Jahre wurden da grosse Mengen von Radium für die Herstellung von Leuchtfarben verarbeitet. Radium ist die Mutter des Radons. Was liegt da näher, als die Uhrenindustrie für das Radon in den Häusern verantwortlich zu machen.

Das wurde noch plausibler als wir hohe Radiumkonzentrationen im Boden in dieser Gegend fanden. Und der Jura-Kalkstein in dieser Gegend enthält kaum Radium.

Nicht ganz geheuer war uns allerdings, dass wir die höchsten Radium-Konzentrationen im Boden auf den Gipfeln des Juras fanden. Wie sollten Abfälle aus der Uhrenindustrie dahin gelangt sein ?



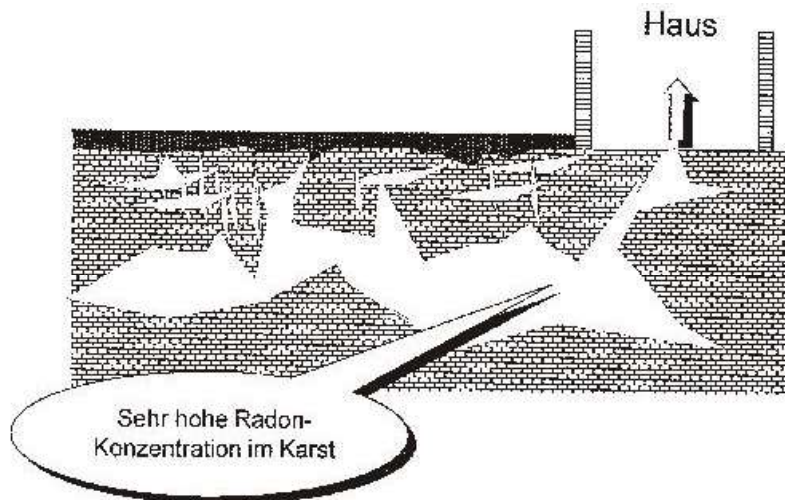
Klarheit brachten detaillierte Analysen der Bodenproben. Neben dem Ra-226 ist auch das Th-230, die Mutter des Ra-226 erhöht und Th-230 wurde in der Uhrenindustrie nicht verwendet.



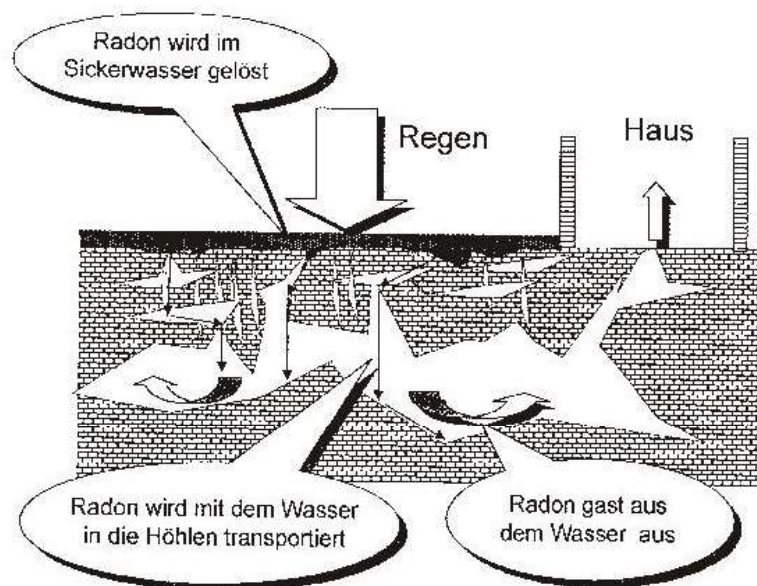
Das muss eine zwar sehr ungewöhnliche, aber natürliche Anreicherung im Boden sein. Die Uhrenindustrie kann dafür nichts. Es hat uns noch einige Jahre harte Arbeit gekostet, diese Anreicherungsprozesse zu verstehen.

Damit war klar, woher die die hohen Radiumkonzentrationen im Boden stammten. Das erklärte aber noch lange nicht die hohen Radonkonzentrationen in den Häusern. Der Boden

ist in dieser Gegend nur einige 10 cm dick, darunter ist Fels. Die Häuser haben nur einen sehr begrenzten Kontakt mit dem Boden. Das reicht bei weitem nicht.

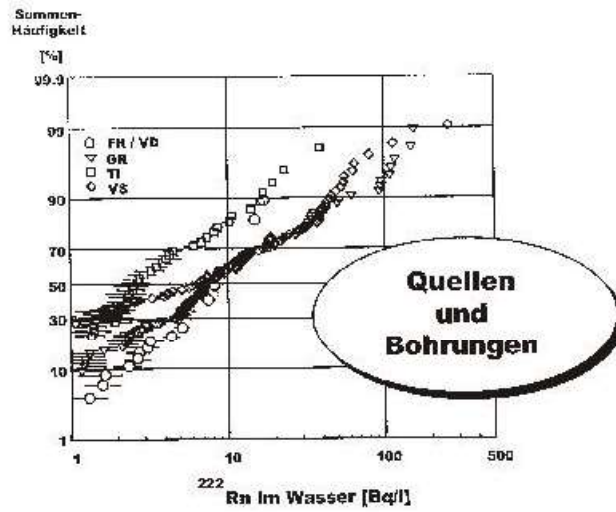


Aber der Untergrund unter diesen Häusern mit den hohen Radonkonzentrationen ist nicht einfach ein kompakter Kalkfels. Das ist ein Karstgebiet mit unzähligen Gängen und Höhlen. In den Höhlen in der Nähe der betroffenen Häuser haben wir extrem hohe Radonkonzentrationen gefunden. Durch selbst kleine Verbindungen der Häuser mit diesem Karstsystem lassen sich die hohen Radonkonzentrationen in den Häusern leicht erklären. Aber woher stammt das Radon in den Karsthöhlen? Der Kalk gibt ja kaum etwas her.

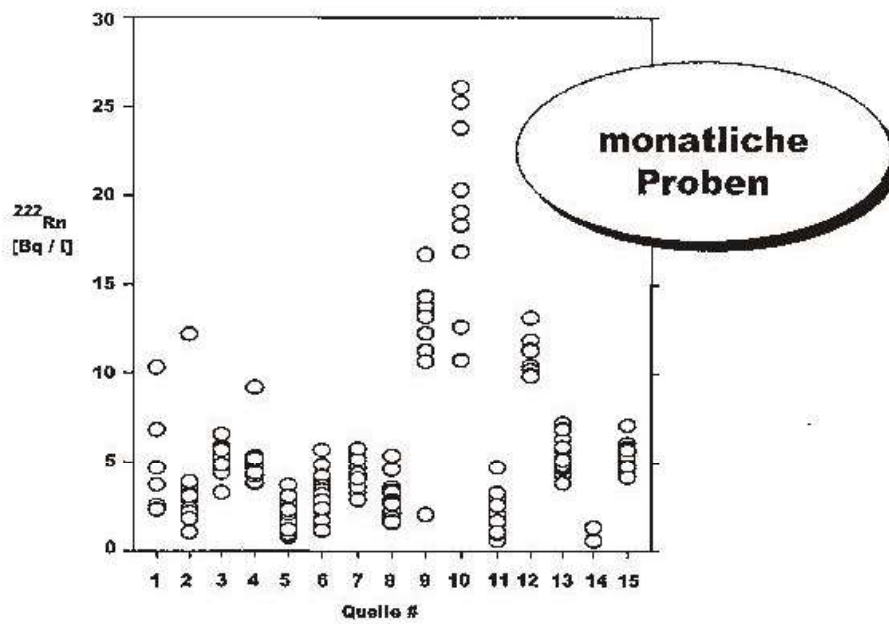


So stellen wir uns das vor. Das Regenwasser nimmt das Radon aus dem Boden auf und transportiert es ins Karstsystem. Von dort gelangt es über Kanäle und Risse in die Häuser. Das hat uns dazu geführt, das Radon im Grundwasser, das offenbar als wichtiges Transportmittel dient, etwas genauer zu untersuchen.

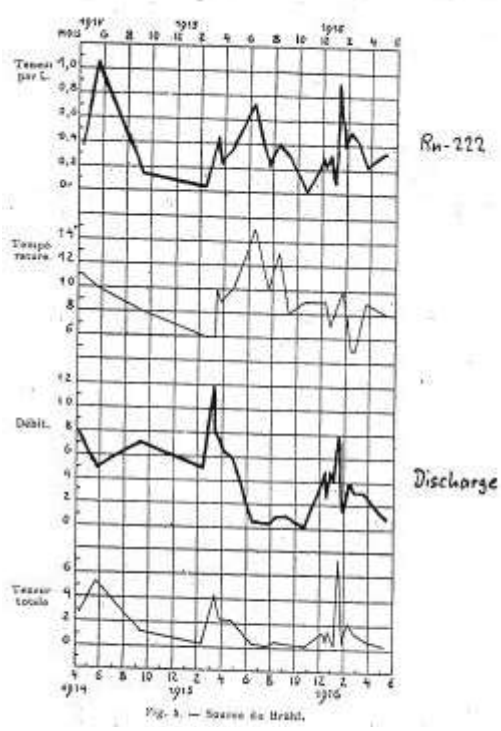
Wir haben so ungefähr alles gemessen, was wir bekommen konnten, ziemlich planlos. Es sah nach regionalen Tendenzen aus, verträglich mit den geologischen Unterschieden zwischen diesen Regionen.



Die Ernüchterung kam mit diesen Daten. Das sind monatliche Proben verschiedener Quellen. Die zeitlichen Variationen sind mindestens so gross wie die regionalen Unterschiede.



Hätten wir die Literatur etwas besser studiert, hätten wir uns diese Ueberraschung ersparen können.



Offenbar ist die Radon-Konzentration in Quellwässern zeitlich nicht konstant. Aber wie häufig müssen wir beproben, um nichts zu verpassen. Da hilft nur eine kontinuierliche Messung, aber wie ?

Es ist sehr einfach, das Radon in der Luft zu messen. Mit dieser Anordnung führt man die Radon-im-Wasser Messung auf eine Radon-in-der-Luft Messung zurück.

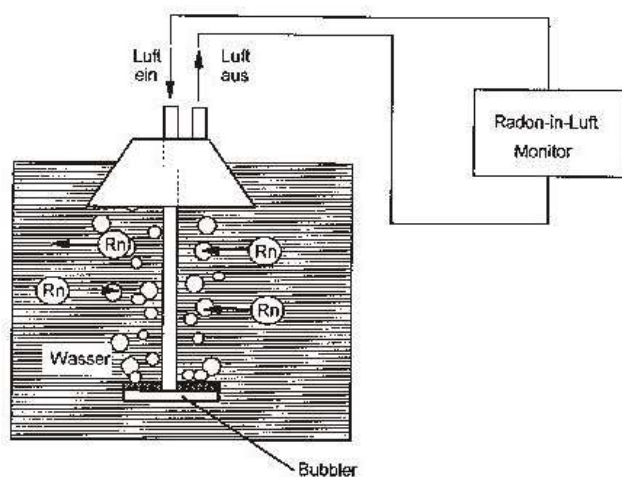
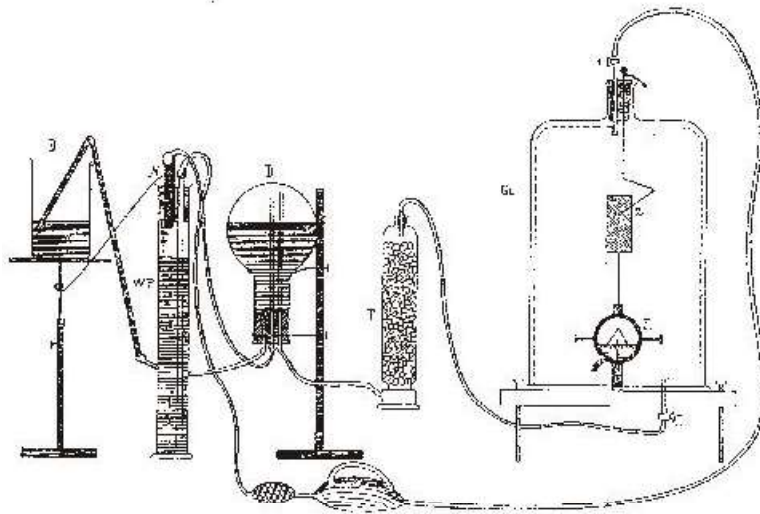


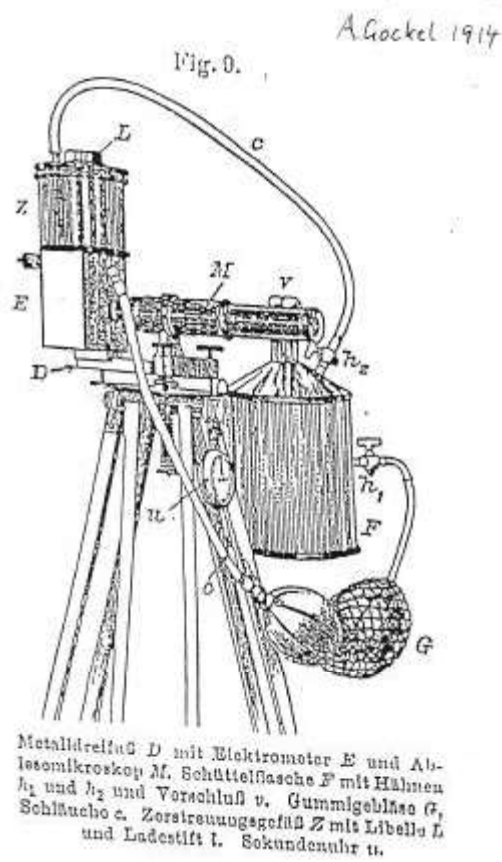
Fig. 5 : Principe der Radon-im-Wasser Messung durch Ausgasen.

Aber das war auch nicht so neu, was wir aber erst sehr spät herausgefunden haben.



Häse Joseph de Sury, 1906
 Univ. Fribourg, A. Gockel

1914 gab es dafür sogar schon felddaugliche Apparate !



Etwas wirklich Neues und dazu noch sehr Einfaches haben wir dann doch noch

gefunden.

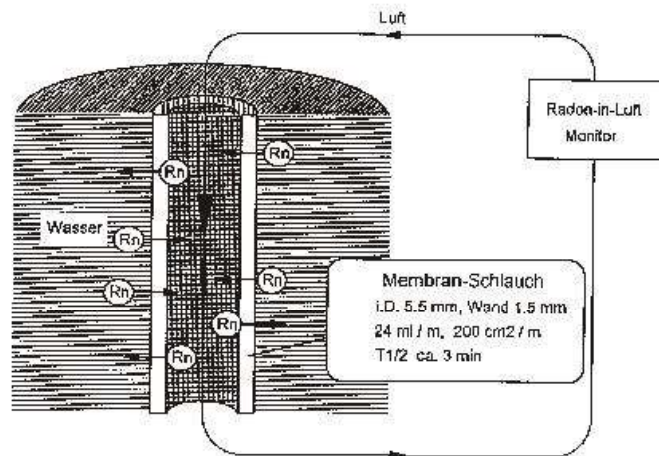
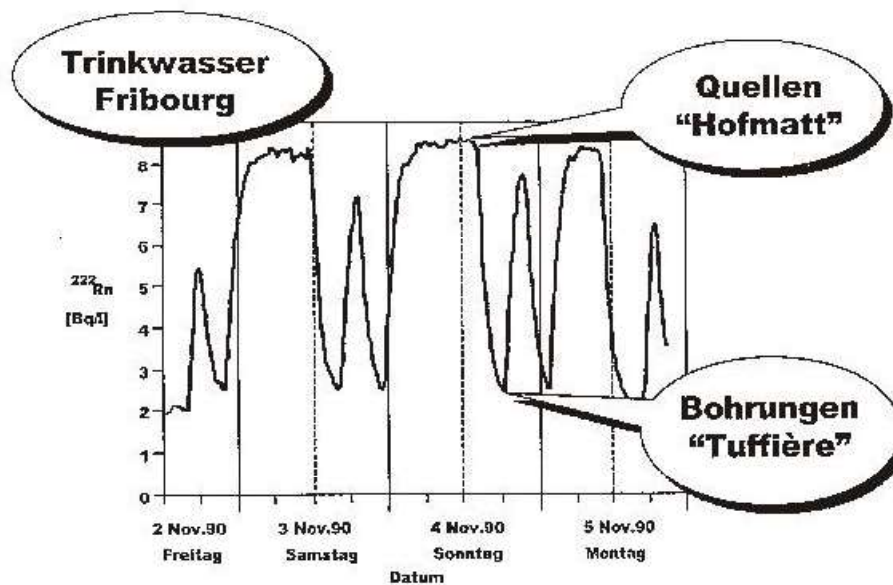


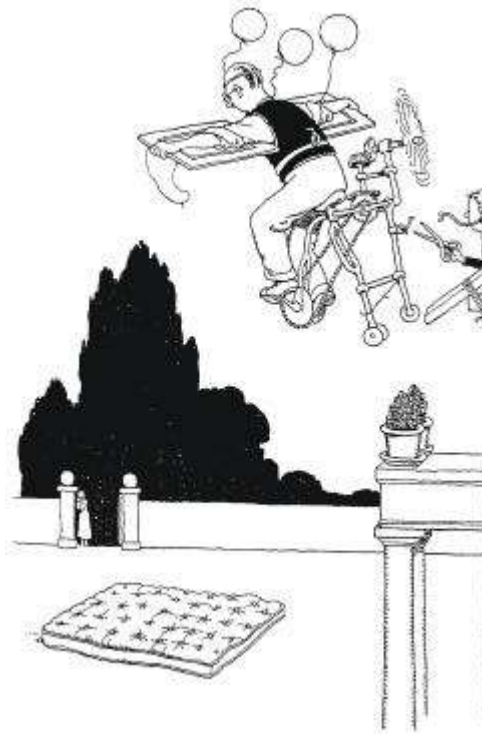
Fig. 7 : Prinzip der Radon-in-Wasser-Messung durch Diffusion.

Hier unsere ersten kontinuierlichen Messungen des Radons im Wasser. Der Grundbedarf des Trinkwasser-Verbrauchs der Stadt Fribourg wird von Quellen mit einer Radonkonzentration von etwa 10 Bq/l gedeckt. Bei grösserem Bedarf werden Fassungen mit einer Radonkonzentration von etwa 3 Bq/l zugeschaltet. Aus dem zeitlichen Verlauf der Radonkonzentration sieht man deutlich, dass die Fribourger wie alle anderen am Sonntag etwas länger schlafen, aber am Montag sehr früh aufstehen.

Eine simultane Probenahme an mehreren Orten in der Stadt zeigte auch klar, wie sich das Wasser in der Stadt verteilt.

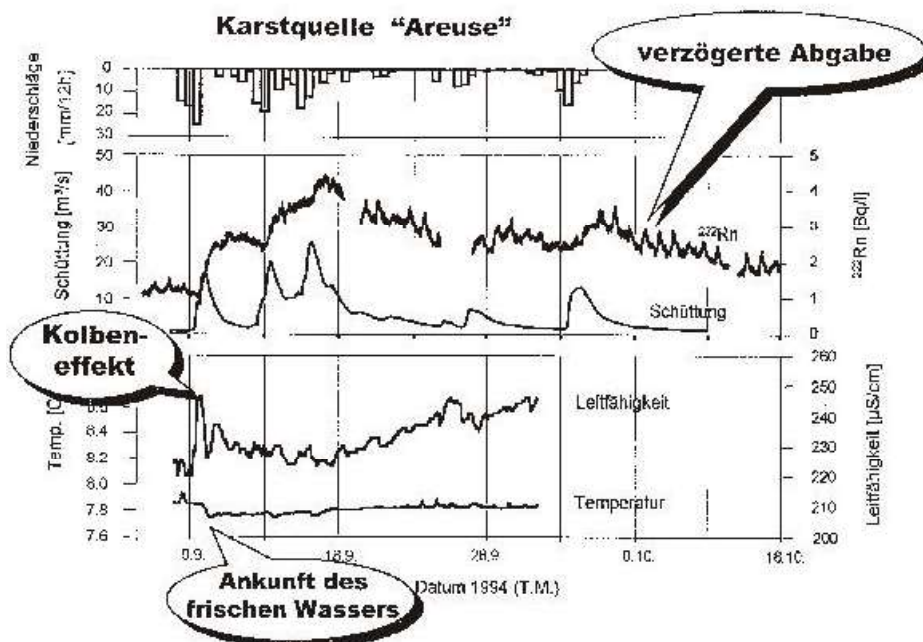


Es ist manchmal ein weiter Weg von einer Apparatur, die im Labor gut läuft zu einer Apparatur, die auch feldtauglich ist.



Heath Robinson

Zurück im Jura um das natürlich vorkommende Radons als Tracer in der Hydrogeologie zu verwenden.



Der Kalkfels liefert so gut wie kein Radon, aber der Boden im Einzugsgebiet der Areuse-Quelle enthält sehr viel Radium. Mit dem Sickerwasser gelangt das im Boden produzierte

Radon zur Quelle. Mit der Ankunft des frischen Wassers nach starken Niederschlägen steigt die Radonkonzentration an. Dank dem raschen Transport des Wassers in einem Karstsystem ist das Radon noch nicht zerfallen (Halbwertszeit des Radons : ca. 4 Tage).

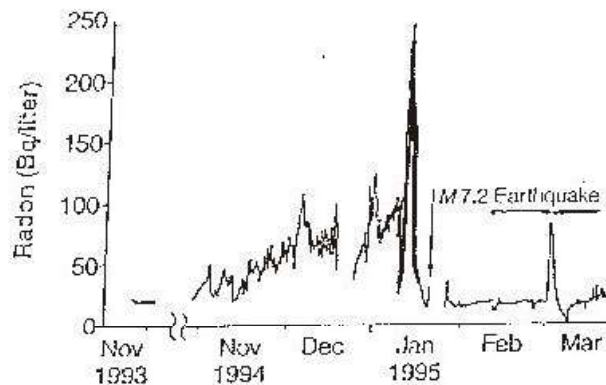


Fig. 2. Radon concentration data at the well in the southern part of Nishinomiya city, Iyogo prefecture, Japan.

I.G. Igarashi et al., Science 269, 60 (1995)

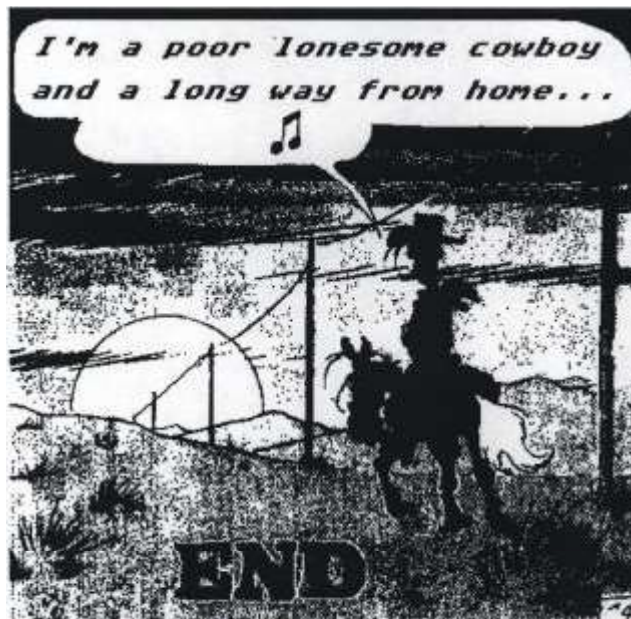
Das ist leider nicht von uns. Das ist die Radonkonzentration im Grundwasser einer Bohrung in der Nähe von Kyoto, in der Zeit vor dem verheerenden Erdbeben in dieser Gegend. Die Radonkonzentration steigt einige Tage vor dem Erdbeben massiv an. Wir versuchen hier mit einer Station in Basel, einem stark erdbebengefährdeten Gebiet in der Schweiz, mitzuhalten. Wer würde aber wagen, eine Stadt nur aufgrund eines Anstiegs in der Radonkonzentration zu evakuieren ?

Nach all dem möchte ich das, was ich hier erzählt habe, etwas relativieren. Lassen Sie diesen Text meines Lieblingsphilosophen etwas einwirken. Was würde er wohl dazu sagen, dass sich die Wissenschaft heute nach ISO und EN zertifizieren lässt ?

«Ich sage ja gar nicht, daß ich es weiß; meine Behauptung war nur als Vermutung gemeint. Auch wollen wir uns nicht um die Quelle oder die Quellen kümmern, aus denen meine Vermutung entsprungen sein mag; es gibt viele mögliche Quellen; ich bin mir keineswegs über alle im klaren. Auch haben Ursprung und Herkunft nur wenig mit der Wahrheit zu tun. Aber wenn Dich das Problem interessiert, das ich mit meiner Vermutung versuchsweise lösen wollte, dann kannst Du mir einen Dienst erweisen; versuche, sie so scharf wie es Dir nur möglich ist, zu kritisieren! Und wenn Du Dir ein Experiment ausdenken kannst, dessen Ausgang, Deiner Meinung nach, meine Behauptung widerlegen könnte, so bin ich bereit, Dir bei dieser Widerlegung zu helfen, soweit es in meinen Kräften steht.»

Karl Popper, "Erkenntnis ohne Autorität", 1960

Das ist eine ganz andere Geschichte, sie hat aber sehr viel mit meinen Feldarbeiten im Jura zu tun.



Bemerkung : Dies ist eine möglichst getreue Niederschrift des Vortrages. Sie stellt die persönlichen Ansichten des Autors und nicht notwendigerweise diejenigen des Bundesamtes für Gesundheit dar.