

Durchschnittliche Strahlenbelastung durch natürliche Quellen unter besonderer Berücksichtigung des radioaktiven Schadstoffes RADON in Raumluf und Wasser in der Gemeinde Fließ /Bezirk Landeck

Grundlagen und Problemstellung

Die durchschnittliche Strahlenbelastung des/r Österreicher/in durch natürliche Quellen, die im Wesentlichen unvermeidbar sind, beträgt 2,8 mSv/Jahr. Davon werden ca. 35% (1mSv/Jahr) durch äußere Strahlenbelastung (kosmische/kosmogene /terrestrische Quellen) und 65% (1,8 mSv/Jahr) durch innere Strahlenbelastung (Inhalation von Radon/Folgeprodukten und Ingestion von Nahrung/Wasser) verursacht.

Der geschätzte Durchschnittswert von 2,8 mSv/Jahr gilt nur für eine Radon-Aktivität von ca. 60 Bq/m³ Raumluf. Die Radonbelastung liegt aber vielerorts (in Fließ beträgt der Medianwert z.B. 138 Bq/m³) deutlich höher, sodass sich der geschätzte Durchschnittswert pro Einwohner dementsprechend erhöht. Den Hauptbeitrag für die Strahlenbelastung durch natürliche Quellen liefert zweifelsohne Radon und dessen Folgeprodukte (besonders die Poloniumisotope).

Die Bedeutung der Größe der natürlichen Strahlenbelastung liegt darin, dass sie als Referenzwert für jede zusätzliche Belastung durch künstliche Quellen (insbes. medizinische Diagnostik/Therapie, Atomversuche, AKW im Normalbetrieb, Atomunfälle, Uranbergbau, Flugreisen, Rauchen) dient. Richtigerweise, ist der Vergleich aber nur für ganz wenige Radionuklide (z.B. K-40, C-14, H-3) anwendbar, wird aber vereinfachend für jede Art von künstlicher Radioaktivität verwendet.

Dabei muss ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass auch die sogenannte natürliche Radioaktivität Auswirkungen auf die Gesundheit hat und unsere Lebenszeit begrenzt, was durch Studien¹) eindeutig belegt ist.

Wie schon oben angeführt, liefern Radon (besonders Radon-222) und dessen Folgeprodukte den Hauptbeitrag für die natürliche Strahlenbelastung.

Auswirkungen von Radon auf die Gesundheit (insbes. Lungenkrebs) sind seit mehr als 500 Jahren im Bergbau (sogenannte „Schneeberger Bergkrankheit“) bekannt, wurden aber erst um die Jahrhundertwende als solche erkannt, wobei der Nachweis erst 1936 gelang. Inzwischen ist kein Schadstoff so gut untersucht und die Datenlage so eindeutig wie bei Radon.

Woher stammt Radon?

Radon ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Edelgas, das seit Entstehung der Erde in allen Böden und Gesteinen, in der Luft und in Gewässern vorhanden ist.

Radon wird in den natürlichen Zerfallsreihen von Uran und Thorium aus seinem Mutternuklid Radium ständig nachgebildet (Abb.1) . Als leicht flüchtiges Gas kann es sich von seinem Bildungsort - den Böden, Gesteinen und Gewässern des Untergrundes entfernen und wandern. In der Außenluft wird die Konzentration stark verdünnt, in Häuser kann Radon über Undichtigkeiten im Boden eindringen und sich in der Innenraumluft anreichern. Dies spielt insofern eine große Rolle, da wir uns zum Großteil (ca. dreiviertel) unserer Lebenszeit in Innenräumen aufhalten. Oder schläft jemand ständig im Freien?

Weitere Radonquellen, welche die Raumluft belasten, sind Baustoffe (z.B.Industriegips) und Anlagen der Wasserversorgung (Brauchwasser), wie Duschen, Waschmaschinen und Geschirrspüler.

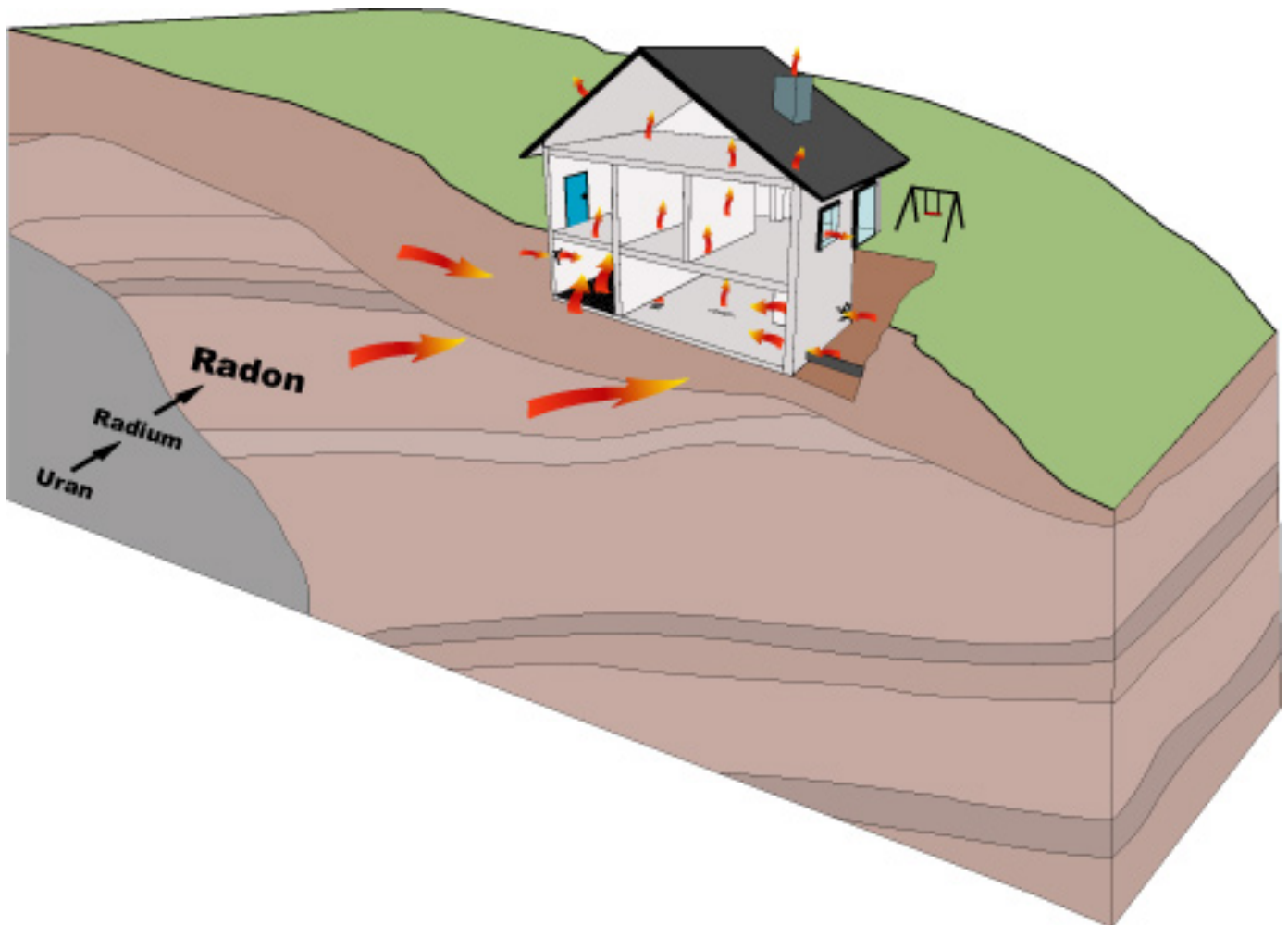


Abb.1 (Quelle: Schweizer Amt für Strahlenschutz)

Gesundheitliche Auswirkungen von Radon

Die Lunge ist wegen ihrer großen Oberfläche das mit Abstand am meisten gefährdete Organ gegenüber Schadstoffen aller Art (Pollen, Rauchpartikel, Chemikalien, Bakterien, Viren Radon usw.)

Es ist eindeutig bewiesen²⁾, dass die Inhalation von Radon und seiner Folgeprodukte Lungenkrebs verursachen kann und somit eine nicht zu unterschätzende gesundheitliche Gefährdung darstellt. Es wird vermutet, dass Radon neben Lungenkrebs auch für Entstehung anderer Krebsarten (HNO-karzinome? Pankreaskarzinom?, Leberkrebs?, Magenkrebs?) oder gesundheitliche Auswirkungen verantwortlich ist, darüber gibt es aber nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen.

Ebenso gibt es kaum Untersuchungen, ob auch die Ingestion von Radon über Wasser gesundheitsschädlich ist.

Von allen Radonisotopen ist besonders Rn- 222 aufgrund seiner Halbwertszeit von Bedeutung, es zerfällt innerhalb von 3,82 Tagen in folgende Spaltprodukte: Po-218 (Alpha-Strahler) , Pb-214 (Betastrahler), Bi-214 (Betastrahler) u. Po-214 (Alphastrahler).

Von praktischem Interesse ist vor allem Rn-222 (aus der Uran -238 Zerfallsreihe) deshalb, weil die Halbwertszeiten der anderen Isotope Rn-220 (Thoron, 55,6 sek.) aus der Thorium-232 Zerfallsreihe und Radon-219 (Actinon 3,9 sek.) aus der Uran 235- Zerfallsreihe zu kurz sind, um weiträumige Wanderungen im Untergrund zu erlauben.

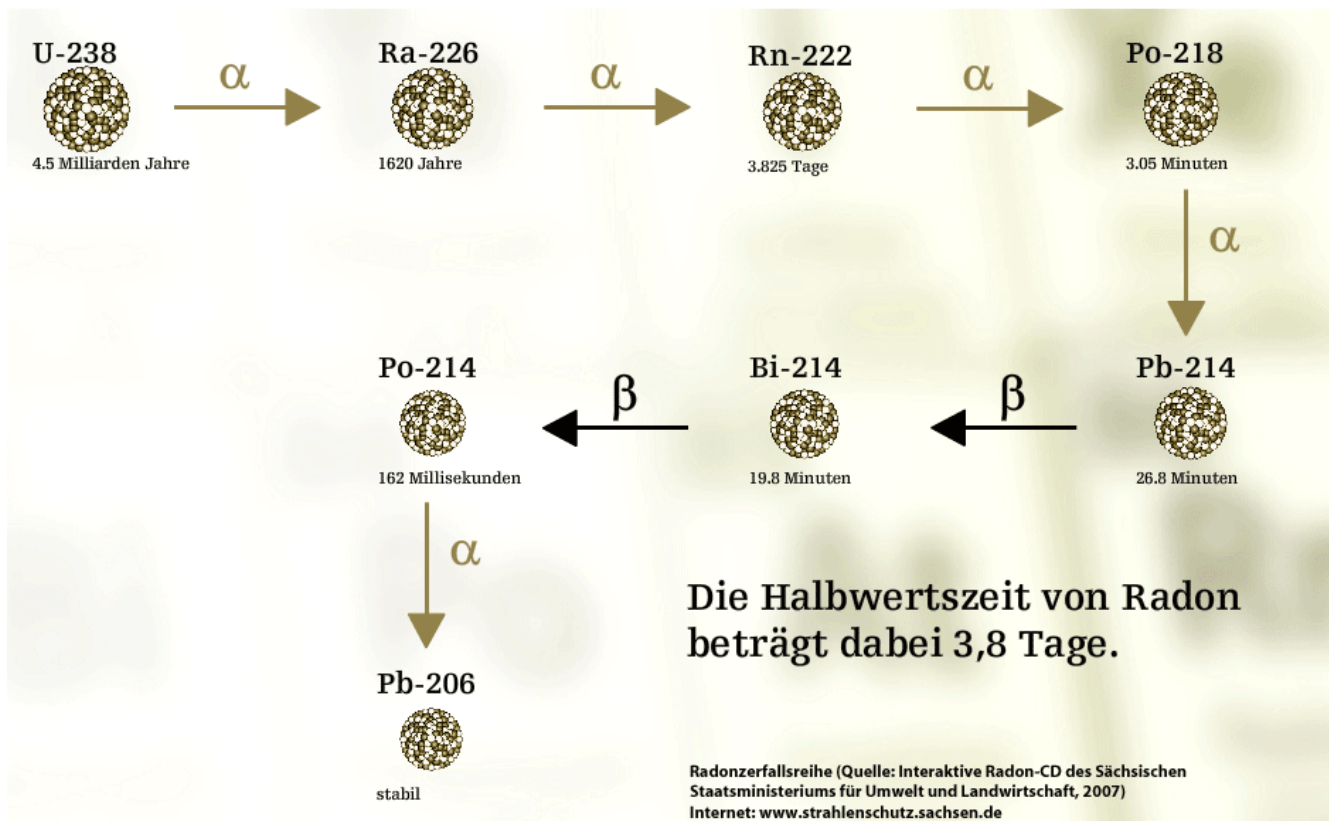


Abb.2

Erst im Jahre 1951 wurde nachgewiesen, dass die radioaktiven Spaltprodukte von Radon und nicht Radon selber für den Lungenkrebs verantwortlich sind. Dabei spielt die Anlagerung der Spaltprodukte an Aerosole (Feinstaub) eine große Rolle.

Radon- 222 lässt sich in Raumluft relativ leicht nachweisen und messen. Um vieles schwieriger und aufwändiger ist die Messung in Wasser.

Die Aktivität von Radon wird in Bq/m^3 Luft angegeben. Ab einer Aktivität von $100 \text{ Bq}/\text{m}^3$ Rn-222 (Durchschnittswert pro Jahr) lässt sich in Studien ³⁾ ein Anstieg des Lungenkrebs-Risikos nachweisen. So beträgt das Risiko an Lungenkrebs zu erkranken bei $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$ 1: 500 , d.h. bei $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$ erkrankt 1 von 500 Personen aus der Bevölkerung im Laufe ihres Lebens an Lungenkrebs durch Radon, bei $1.000 \text{ Bq}/\text{m}^3$ Rn-222 ist das Risiko an Lungenkrebs zu erkranken um 100% erhöht !

Nach Rauchen ist Radon der wichtigste Risikofaktor für die Entstehung des Lungenkarzinoms. Bei Nichtrauchern ist Radon die häufigste Ursache. Die Kombination von Rauchen u. Radon potenziert das Risiko (Abb.3). Es ist gesichert, dass ca. 10% % aller Lungenkarzinome durch Inhalation von Radon verursacht werden.

In Österreich wurde eine besonders hohe Radonbelastung (bedingt durch den geologischen Untergrund) in der Ötztaler Gemeinde Umhausen in Ötztal festgestellt. Dort besteht auch die höchste Inzidenz und Mortalität an Lungenkarzinomen von ganz Österreich. (Sterbeziffer 68,6 Sterbefälle / 100.000 Einwohner bei einem Durchschnitt in ganz Österreich von 50/100.000 Einwohner)

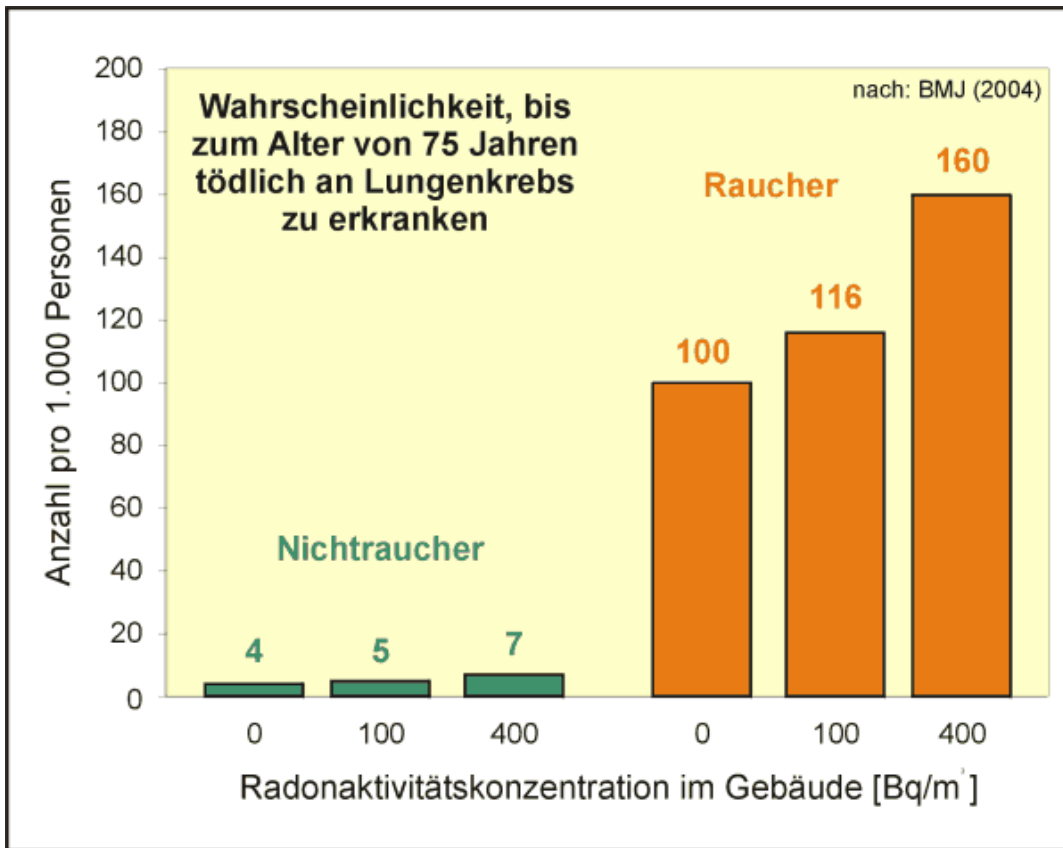


Abb. 3 (Quelle: Firma Kemski & Partner, BRD)

Die internationale Strahlenkommission ICRP und WHO hat die Bedeutung der Gefährdung durch Radon in Raumluft erkannt und Grenzwerte eingeführt. Der EU-grenzwert für Radon (für bestehende Bauten) liegt bei 400 Bq/m³ und für Neubauten bei 200 Bq/m³. Diese Grenzwerte sind ein wirtschaftlicher Kompromiss, da eine Senkung von Grenzwerten Geld kostet.

RADON- Raumluftmessungen in der Gemeinde Fließ

Meine langjährige Beschäftigung mit Radioaktivität im Allgemeinen und mit gesundheitlichen Auswirkungen von Radon im speziellen haben mich bewogen in unserer Gemeinde, die Radonbelastung der Bevölkerung der Gemeinde Fließ (Bezirk Landeck) zu untersuchen. Dabei kam mir zu Hilfe, dass die Radonfachstelle der AGES seit 2015 (unter Leitung von Herrn Dipl. Ing. Wurm) eine Aktualisierung der Radonpotenzialkarte Österreich in Rahmen des ÖNRAP-Projektes begonnen hat. Von 2015-2018 wurde bei insgesamt 28 Haushalten/Häusern in unserer Gemeinde von der Radonfachstelle/AGES eine kostenlose Langzeitmessung (ca. 6 Monate) durchgeführt, die Auswertung habe ich vor kurzem abgeschlossen (Tabelle 1/ Abb.4, 5)

Nach den derzeit erhobenen Daten ist die Fließer Bevölkerung einer durchschnittlichen inneren Strahlenbelastung durch Radon in Raumluft von 3,63mSv/Jahr ausgesetzt. Der offizielle Durchschnittswert für jede/n Österreicher/In liegt bei 1,5mSv/Jahr. Rechnet man die Radonbelastung im Freien und die Thoriumfolgeprodukte dazu, ergibt sich eine durchschnittliche Belastung für jeden Einwohner in Gemeinde Fließ von 3,99mSv/Jahr.

Radon-222 Aktivität in der Raumlufte von Wohnungen/Häusern der Gemeinde Fließ Bezirk Landeck

Messinstitut: AGES/österreichische Fachstelle für RADON

Messzeitraum: 2015-2018

| Bq/m ³ | Prozent der gemessenen Häuser | Anzahl gemessene Häuser |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------|
| <100 | 29,60% | 8 |
| 100-200 | 33,30% | 9 |
| 200-400 | 11,10% | 3 |
| 400-1000 | 22,20% | 6 |
| >1000 | 3,70% | 1 |

Tabelle 1

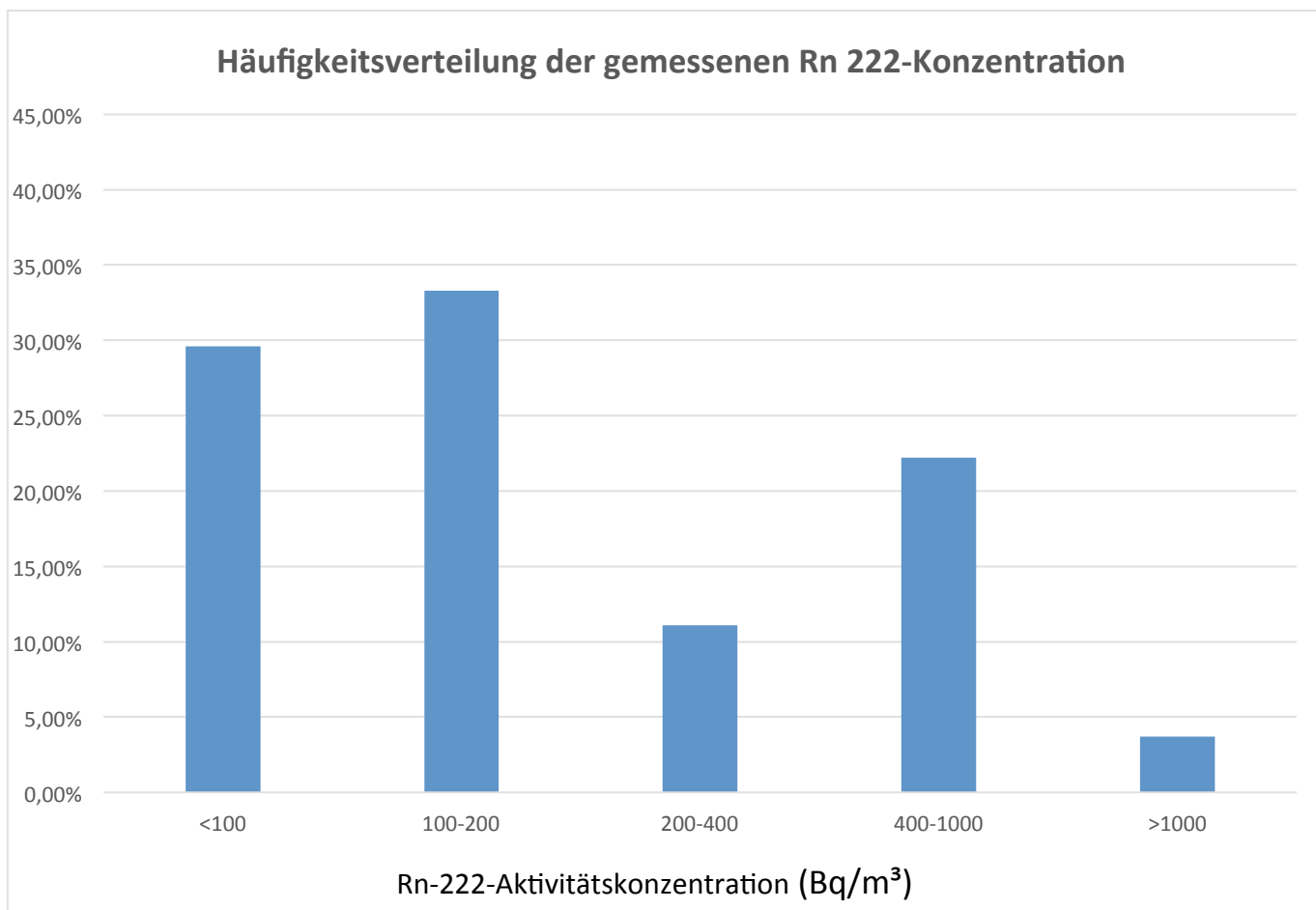


Abb.4

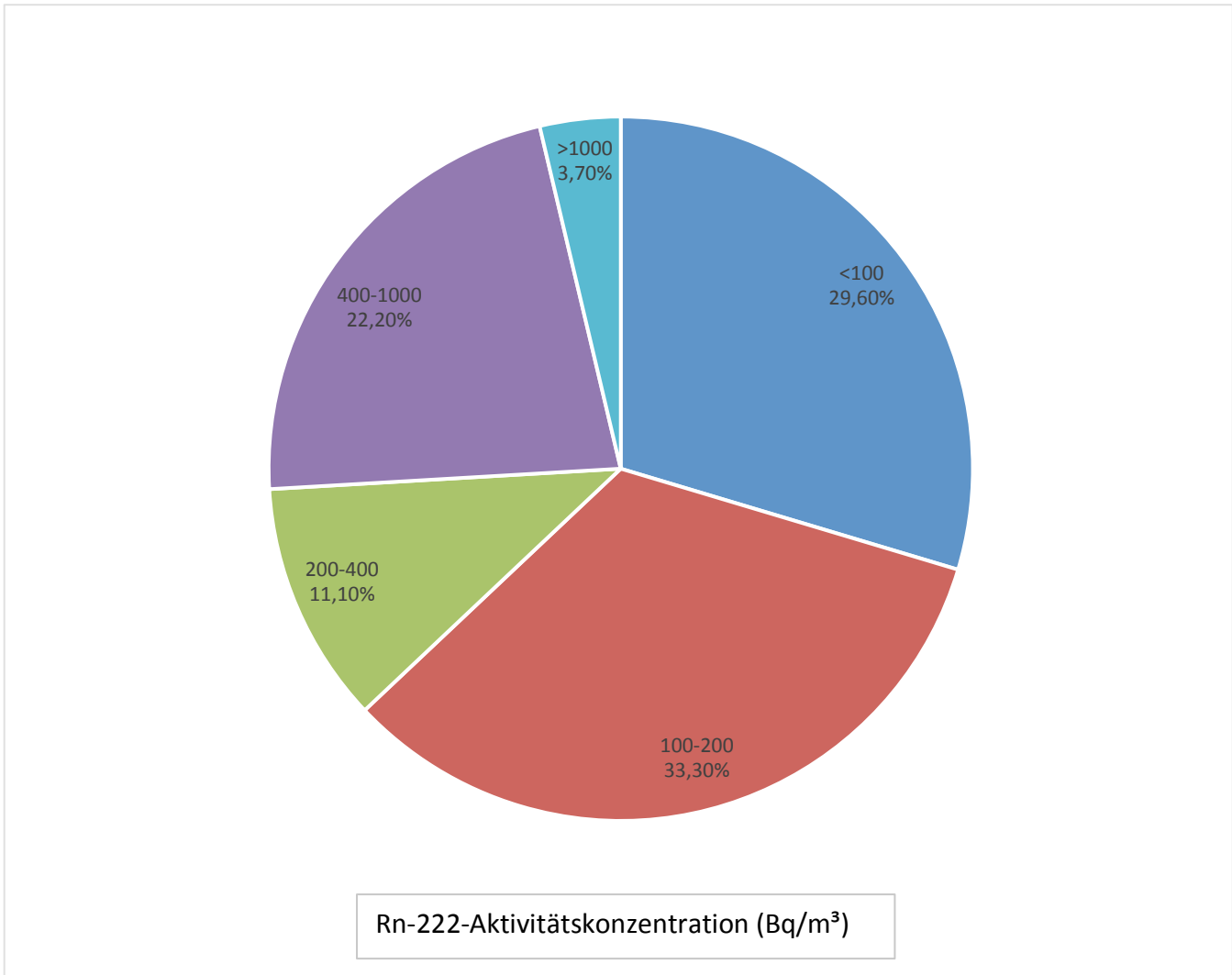


Abb.5

Schlussfolgerung: Aus dieser Untersuchung geht hervor, dass bei knapp 30% der Häuser von Fließ die Radonaktivitätskonzentration in der Raumluft unter dem derzeit international empfohlenen Grenzwert von 100 Bq/m³ liegt.

Problem: Radon in Trink-/Mineralwasser

Neben Inhalation von Radon - nach derzeitiger Lehrmeinung der Hauptbelastungspfad für die innere Strahlenbelastung - kann das gasförmige Radon wegen seiner guten Wasserlöslichkeit (bei 20° C und Normaldruck können sich 230 cm³ in 1 kg Wasser lösen) auch mit Trink- u. Mineralwasser in den Körper gelangen, wo sich die Spaltprodukte (Alpha- und Beta-Strahler unterschiedlicher Halbwertszeiten) langsam aufbauen und erst nach Stunden bis Monate wieder in ihrer Aktivität abklingen. (lässt man die unterschiedlichen biologischen HWZ und das tlw. noch unbekanntes Verhalten der entsprechenden Radionuklide im menschlichen Organismus einmal außer Acht.)

Problematisch wird es erst, wenn auch die Muttersubstanzen Uran und Radium im Wasser enthalten sind, deren biologische und physikalischen Halbwertszeiten (HWZ) sehr lang sind (Radium-226: biolog. HWZ ca. 45 Jahre physik. HWZ 1603 Jahre). Auch bei Aufnahme von nur sehr kleinen Aktivitäten kommt es zu einer stetigen irreversiblen Anreicherung im Knochengewebe.

In der Trinkwasserverordnung^{4.)} ist für Radon in Trinkwasser nur ein Richtwert von 100 Bq/l angegeben, ab dem Maßnahmen zur Reduktion geprüft werden sollen. Es gibt aber keinen Grenzwert für Radon, der nicht überschritten werden darf.

Trink- und Mineralwasser werden nicht routinemäßig auf Radon, seine Spaltprodukte oder gar auf den Gehalt an Uran oder Radium untersucht. Es gibt leider auch keine Kennzeichnungspflicht für radonhaltiges Trinkwasser.

Besonders Kinder sollten nur Wasser konsumieren, das möglichst wenig mit Radon und deren Muttersubstanzen Uran und Radium belastet ist, denn bekanntlich sind sie aufgrund der höheren Zellteilungsrate und des noch nicht voll ausgeprägten Immunsystems einem deutlich höheren Risiko gegenüber Strahlendefekten ausgesetzt als Erwachsene. Dasselbe gilt natürlich auch für schwangere Frauen.

Da bei der Beurteilung des Strahlenrisikos alle neueren Untersuchungen^{5.)} für die LNT-Theorie ("Linear-No-Threshold"-Beziehung zwischen Dosis und Wirkung, d.h. es gibt keine Schwellendosis) sprechen und diese auch allgemein anerkannt ist, sollte die Belastung besonders für Kinder und Schwangere so gering wie möglich sein.

Für die Anhänger der Hormesis - Theorie („erst die Dosis macht das Gift“), auf das sich die Radon-Balneologie stützt (Kurorte, die Radonkuren in Form von Inhalation, Baden in radonhaltigem Wasser oder Trinken von Radonwasser anbieten), bietet sich für unerschrockene Freunde auch bei uns (nicht nur in Kurorten wie Bad Gastein, Umhausen usw.) die Gelegenheit, da und dort kostengünstig radonhaltiges Wasser zu konsumieren.

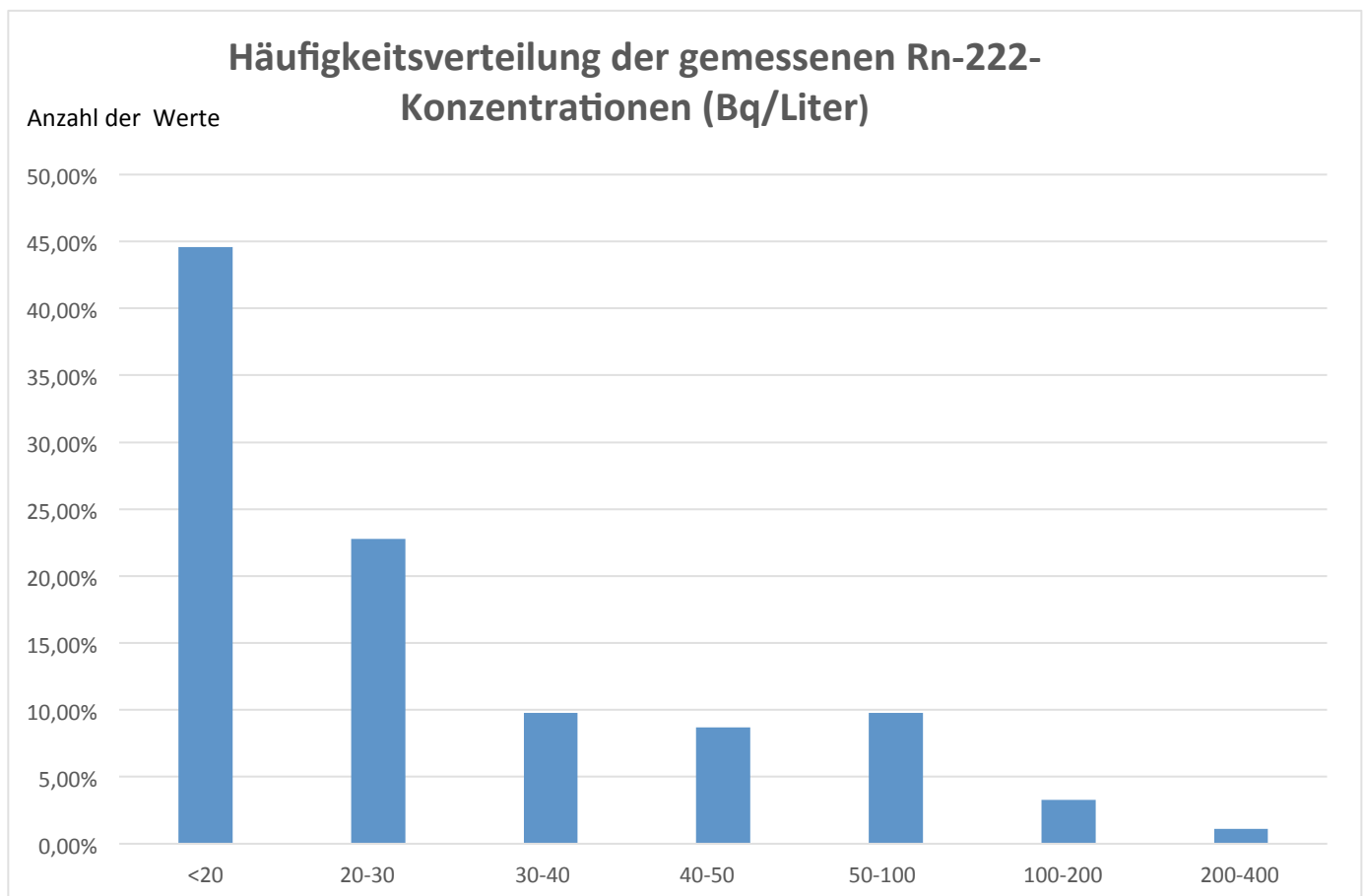
Radon-222 Aktivität in Gewässern (Quellen, Brunnen) der Gemeinde Fließ/ Bezirk Landeck

Messungen: Dr. med. Ludwig Knabl

Messzeitraum: 2016- 2018

| Bq/l | Prozent der gemessenen Proben | Anzahl der gemessenen Proben |
|---------|-------------------------------|------------------------------|
| <20 | 44,60% | 41 |
| 20-30 | 22,80% | 21 |
| 30-40 | 9,80% | 9 |
| 40-50 | 8,70% | 8 |
| 50-100 | 9,80% | 9 |
| 100-200 | 3,30% | 3 |
| 200-400 | 1,10% | 1 |

Tabelle 2



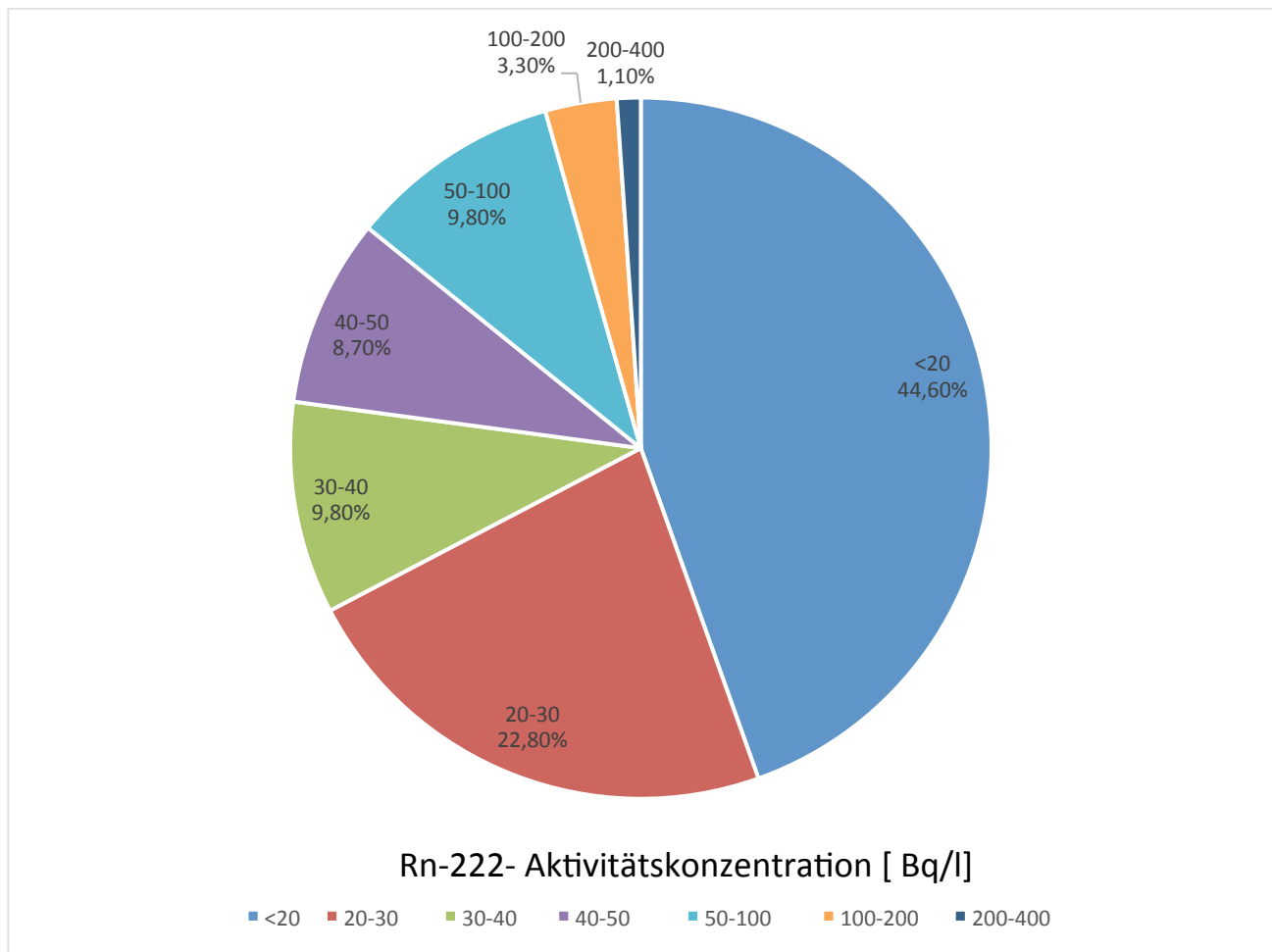


Abb.7

Schlussfolgerung: Knapp die Hälfte (44,6%) aller Gewässer in der Gemeinde, die als Trinkwasser genutzt werden, haben eine vernachlässigbare Radon-222-Aktivitätskonzentration von unter 20 Bq/Liter, 95,6 % liegen unter dem derzeit gültigen Richtwert von 100 Bq/Liter, 4,4 % überschreiten diesen Richtwert.

Es muss aber positiv hervorgehoben werden, dass Leitungswasser aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung in Fließ den idealen Wert von 20 Bq/Liter nicht überschreitet.

Rn-222-Konzentrationen von grösser 20 Bq/Liter wurden nur bei privaten Trinkwasser-Anlagen/Quellen, Messwerte von grösser 50 Bq/Liter vor allem bei verschiedenen Brunnen festgestellt.

Bei dieser Untersuchung wurden (im Zeitraum 2016 - Juli 2018) 92 Gewässer (Brunnen, Überlaufwasser von Quellschächten, Quellen, Leitungswasser) aus verschiedenen Ortsteilen der Gemeinde, Wiesen, Almen usw. gemessen (Tabelle 2, Abb.6,7).

Als Messmethode wurde die Faustformel von Prof. Henning von Philipsborn aus Regensburg angewandt (Gerät YB-MM-SI8b/Eigenbau Chetan Reinhard, Messzeit 3 Stunden), genauere Messung habe ich in einer selber konstruierten Radonkammer (Gerät Canary Pro II, Messzeit ca. 1 Woche) durchgeführt. An dieser Stelle möchte ich meinem Freund Chetan Reinhard aus München für seine wertvollen messtechnischen Hinweise danken.

Aus Datenschutzgründen habe ich die Eigentümer/Lokalisationen der untersuchten Gewässer (Brunnen/Quellen/Leitungswässer) an dieser Stelle nicht veröffentlicht. Wer wissen möchte, wie hoch der Radongehalt in den verschiedenen Brunnen oder Quellen der Gemeinde Fließ ist, kann sich natürlich gerne bei mir melden.

Eine halbjährliche Aktualisierung der Auswertung ist geplant, da weitere Messungen durchgeführt werden.

Ein Folgeartikel mit Vorschlägen, wie Radonbelastung in Raumluft und Trinkwasser gesenkt werden kann, ist in Ausarbeitung.

Literaturnachweise:

- 1.) - „Krebsrate u.Säuglingsterblichkeit in Bayern in Abhängigkeit von der natürlichen Hintergrundstrahlung“, Dr. Alfred Körblein
 - Kerala Studie, Neubewertung durch Dr. Alfred Körblein
 - „Risks from background radiation, Kendall et. al (2012)
- 2.) - Meta-analysis of 13 european studies in 9 EU-countries in indoor radon exposure risk by Darby et al (2005)
 - „Altlast Wismut , Michael Beleites (1992)
- 3.) - Übersichtsarbeit “Environmental Factors in Cancer: RADON” , R.William Field, Universität IOWA (2008)
- 4.) Gesamte Rechtsvorschrift für Trinkwasserverordnung, Fassung vom 17.08.2018
Langtitel : Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TWV) StF: BGBl. II Nr. 304/2001 [CELEX-Nr.: 398L0083]
- 5.) Übersichtsarbeit „The linear no-threshold theory of radiation risks“ von Dr. Ian Fairlie (2012)

Weitere Informationen habe ich bezogen von:

- Strahlentelex (Unabhängiger Informationsdienst zu Radioaktivität, Strahlung und Gesundheit)
- Österreichisches Ökologie Institut
- Dipl. Ing. Bernd Laquai, unabhängiger Wissenschaftler aus Stuttgart
- Deutsches Bundesamt für Strahlenschutz 38201 Salzgitter
- Schweizer Amt für Strahlenschutz
- Publikationen der Fa. Kemski & Partner, BRD

Verfasser: Dr. med. Ludwig Knabl 6521 Fließ Darre 111a , August 2018