

Das österreichische nationale Radonprojekt – ÖNRAP

Projekt-Endbericht





NACHHALTIG FÜR NATUR UND MENSCH SUSTAINABLE FOR NATURE AND MANKIND

Lebensqualität / *Quality of life*

Wir schaffen und sichern die Voraussetzungen für eine hohe Qualität des Lebens in Österreich.

We create and we safeguard the prerequisites for a high quality of life in Austria.

Lebensgrundlagen / *Bases of life*

Wir stehen für vorsorgende Verwaltung und verantwortungsvolle Nutzung der Lebensgrundlagen Boden, Wasser, Luft, Energie und biologische Vielfalt.

We stand for a preventive preservation and responsible use of the bases of life soil, water, air, energy, and biodiversity.

Lebensraum / *Living environment*

Wir setzen uns für eine umweltgerechte Entwicklung und den Schutz der Lebensräume in Stadt und Land ein.

We support an environmentally benign development and the protection of living environments in urban and rural areas.

Lebensmittel / *Food*

Wir sorgen für die nachhaltige Produktion insbesondere sicherer und hochwertiger Lebensmittel und nachwachsender Rohstoffe.

We provide for the sustainable production in particular of safe and high-quality foodstuffs and of renewable resources.

IMPRESSUM

Medieninhaber:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Stubenring 1, 1012 Wien

Für den Inhalt verantwortlich:

Prof. Dr. Harry Friedmann
Institut für Isotopenforschung und Kernphysik der Universität Wien
Währinger Straße 17, 1090 Wien

Copyright:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und
Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend

Dieses Forschungsprojekt wurde vom vormaligen Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz, später vom Bundeskanzleramt und zuletzt vom Bundesministerium für soziale Sicherheit und Generationen finanziert und vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft unterstützt.



Das österreichische nationale Radonprojekt (ÖNRAP)

Harry Friedmann

Institut für Isotopenforschung und Kernphysik
der Universität Wien

unter Mitarbeit von

C. Atzmüller²⁾, C. Beck¹⁾, L. Breitenhuber³⁾, P. Brunner⁴⁾, K. Fink⁵⁾, K. Fritsche⁶⁾, D. Gottsbachner¹⁾, E. Hamernik⁷⁾, W. Hofmann²⁾, R. Hover⁹⁾, M. Kafesie¹⁾, H. Kaineder⁸⁾, P. Karacson¹⁰⁾, V. Karg¹¹⁾, P. Kindl³⁾, M. Kompatscher¹⁾, C. Kralik¹¹⁾, C. Kriha¹⁾, J. Krischan¹²⁾, S. Lackner¹⁾, H. Lettner²⁾, U. Mack¹³⁾, F. J. Maringer⁷⁾, L. Mossbauer⁷⁾, E. Nadschläger⁸⁾, K. Pock¹¹⁾, W. Ringer¹⁴⁾, C. Schindler¹⁾, F. Schönhofer¹¹⁾, P. Schönleitner¹³⁾, B. Schramml¹⁾, T. Singer¹⁾, S. Sperker⁸⁾, H. Stadtmann¹⁵⁾, F. Steger¹⁵⁾, F. Steinhäusler²⁾, M. Tschurlovits¹⁶⁾, I. Weilguni¹¹⁾, W. Weiss¹⁾, R. Weissenböck¹⁾, H. Wihlidal¹⁵⁾, R. Winkler²⁾, P. Zimprich¹⁾

Im Zeitraum ihrer Mitarbeit waren die angeführten Personen an folgenden Instituten tätig:

¹⁾Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Universität Wien, ²⁾Institut für Physik und Biophysik der Universität Salzburg, ³⁾Institut für Kernphysik der Technischen Universität Graz, ⁴⁾Institut für analytische Chemie und Radiochemie der Universität Innsbruck, ⁵⁾Amt der Stmk. Landesregierung, ⁶⁾Amt der Vorarlberger Landesregierung, ⁷⁾Österr. Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal, Geotechnisches Institut, ⁸⁾Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, ⁹⁾Amt der burgenländischen Landesregierung, ¹⁰⁾Amt der NÖ Landesregierung, ¹¹⁾BA für Lebensmitteluntersuchung und -forschung, Wien, ¹²⁾Amt der Kärntner Landesregierung, ¹³⁾Amt der Salzburger Landesregierung, ¹⁴⁾BA für Lebensmitteluntersuchung, Linz, ¹⁵⁾Österr. Forschungszentrum Seibersdorf, Hauptabteilung Strahlenschutz, ¹⁶⁾Atominstitut der Österreichischen Universitäten,

Das Forschungsprojekt wurde vom vormaligen Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz, später vom Bundeskanzleramt und zuletzt vom Bundesministerium für soziale Sicherheit und Generationen finanziert und vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft unterstützt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Radon – ein Überblick	5
2.1	Eigenschaften	5
2.2	Die Wirkung von Radon auf den Menschen	10
3	Strategie für die Durchführung von ÖNRAP	16
3.1	Grundsätzliche Überlegungen	16
3.2	Auswahl, Messmethoden und Verteilung	17
4	Mittlere Radonkonzentration und Radonpotenzial	22
4.1	Jahresmittelwert	22
4.2	Das Radonpotenzial	24
5	Messergebnisse	29
5.1	Burgenland	29
5.2	Kärnten	37
5.3	Niederösterreich	47
5.4	Oberösterreich	65
5.5	Salzburg	81
5.6	Steiermark	88
5.7	Tirol	102
5.8	Vorarlberg	111
5.9	Wien	117
6	Zusammenfassung der Messergebnisse für ganz Österreich und Diskussion der Unsicherheiten	120
7	Radon in anderen Ländern	127
8	Zukunftsperspektiven	134
9	Radon im Wasser	137
	Anhang	140
A.	Begriffe und Definitionen	140
1.	Aktivitätskonzentration	140
2.	Dosis und Äquivalentdosis	140
3.	Effektivdosis	140
4.	Der LET-Wert	140
5.	Potentielle Alphaenergiekonzentration (PAEC)	140
6.	Radioaktives Gleichgewicht	141
7.	Gleichgewichtsäquivalentkonzentration (EEC)	141
8.	Gleichgewichtsfaktor (F)	141
9.	Working Level (WL)	141
10.	Working Level Month (WLM)	142
B.	Informationsmaterial	143
1.	Musterbrief an die ausgewählten Haushalte (mit Variationen in einzelnen Bundesländern)	143
2.	Informationsblatt (Aktivkohle/LSC-Messung)	144
3.	Informationsblatt (Track-Etch und Elektret-Messung)	145
4.	Fragebogen (Aktivkohle/LSC Messung)	146
C.	Gemeindedaten	147

1 Einleitung

Das österreichische nationale Radonprojekt wurde im Auftrag des damaligen Bundesministeriums für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz begonnen und hatte zur Aufgabe, die Radonbelastung in österreichischen Wohnungen zu untersuchen. Der Problematik erhöhter Radonbelastungen und deren möglicher Auswirkungen wurden schon 1990 in einem Forschungsprojekt¹ des Bundeskanzleramtes Rechnung getragen. In dieser Arbeit wurden Abschätzungen des Messaufwandes und der Kosten für eine große österreichische Radonstudie vorgenommen. Für eine nicht personenbezogene, epidemiologische Studie (keine case-control Studie) ergab die Abschätzung etwa 30000 Messungen, Sachkosten von 5.5 Millionen Schilling und Personalkosten von 8.5 A- und 4.5 B-Personenjahren (Basis 1990).

Diese Studie kann als Grundlage für die Inangriffnahme von ÖNRAP angesehen werden. Im Jahre 1991 beauftragte das Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz das Institut für Radiumforschung und Kernphysik (später: Institut für Isotopenforschung und Kernphysik) der Universität Wien eine Vorstudie zur Durchführung eines österreichweiten Radonprogramms² durchzuführen. Das Ziel dieser Vorstudie war es, einerseits alle relevanten Daten, die bisher in Österreich erhoben wurden, zu sammeln und damit alle in Österreich mit dem Problemkreis Radon befasste Stellen zu einer Zusammenarbeit zu gewinnen, andererseits sollten die Entwicklungen im Ausland, sowohl was Messungen als auch was Grenz- und Richtwerte betrifft, untersucht und kommentiert werden. Schließlich wurden folgende drei Empfehlungen abgegeben:

1. Es soll ein Radonkataster (Risikokarte) für Österreich erstellt werden;
2. Es sollen epidemiologische Studien zum Radonrisiko durchgeführt werden, bzw. sollte man sich an bestehenden Studien beteiligen;
3. Es sollen technische, administrative und legislative Richtlinien zur Verminderung des Radonrisikos erstellt werden.

Die damals ausgesprochenen Empfehlungen, insbesondere des letzten Punktes, haben sich als relativ weitblickend erwiesen. So wird u. a. auch auf mögliche Radonexpositionen beruflich belasteter Personengruppen hingewiesen. Eine entsprechende Modifikation des damals gültigen österreichischen Strahlenschutzgesetzes, welches Strahlenbelastung nur als über die natürliche Umgebungsstrahlung hinausgehende Einwirkung ionisierender Strahlung definiert, ist erst aufgrund der EU-Richtlinie 96/29³ durchgeführt worden. In dieser Grundnorm wird unter Titel VII speziell auf „erheblich erhöhte Exposition durch natürliche Strahlenquellen“ am Arbeitsplatz hingewiesen und von den Mitgliedsländern entsprechende Modifikationen der nationalen Gesetzgebungen verlangt. Dies erfolgte in Öster-

¹ **H. Friedmann, H. Vonach:** *Diskussion der Voraussetzungen für die Durchführbarkeit einer epidemiologischen Studie der Lungenkrebsmortalität in Abhängigkeit von der Luftkonzentration von Radon- und Folgeprodukten unter Berücksichtigung laufender nationaler und internationaler Projekte.* Bundeskanzleramt, Wien 1990.

² **H. Friedmann, S. Sperker, M. Tschurlovits, V. Karg, F. Schönhofer, F.J. Maringer, O. Schermann, F. Steinhäusler, E. Pohl, J. Pohl-Rühling, W. Hofmann, H. Lettner, L. Breitenhuber, P. Kindl, W. Seiberl, G. Oberlercher, F. Steger, H. Stadtmann, P. Brunner:** *Radon in Österreich: Bestandsaufnahme bisheriger Untersuchungen und Konzepte für ein weiteres Vorgehen hinsichtlich eines nationalen Radonprogrammes.* Beiträge, Forschungsberichte des Bundesministeriums für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz, Sektion III, **Bd. 4/92**, Wien 1992.

³ **Richtlinie 96/29/Euratom** des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften **L159**, 39. Jahrgang, 29. Juni 1996, ISSN 0376-9453.

reich ab dem Jahr 2002 mit entsprechenden Anpassungsgesetzen und Verordnungen.⁴ Für die natürliche Radioaktivität sind entsprechende legislative Maßnahmen in Vorbereitung.

Die Umsetzung des ersten Punktes, nämlich der Erstellung eines Radonkatasters, wurde 1992 in Form eines Pilotprojektes im Mühlviertel und in Linz begonnen⁵. Dieses Pilotprojekt diente als Test für die vorgeschlagenen Messmethoden, der Verteilung der Detektoren, der Rücklaufquoten, der notwendigen Fragebogen und der Auswerteverfahren. Dieses Pilotprojekt wurde 1993 auf ganz Oberösterreich erweitert, um gewisse Optimierungen vorzunehmen und diese zu testen. Ab 1994 ist das gesamte Bundesgebiet systematisch untersucht worden, wobei der Großteil der Messungen bis 2003 abgeschlossen wurden.

Da in Österreich keine Regelung hinsichtlich der Radonkonzentration in Wohnungen bestand, hat die österreichische Strahlenschutzkommission in ihrer 58. Sitzung am 29. Juni 1992 beschlossen „Richtwerte für die Radonkonzentration in Innenräume“ zu veröffentlichen⁶. Die Kommission empfiehlt einen Eingreifrichtwert von 400 Bq/m³ als zeitlich gemittelte Radongaskonzentration, über welchen Sanierungsmaßnahmen in bestehenden Gebäuden dringend empfohlen werden und einen Planungsrichtwert von 200 Bq/m³ als zeitlich gemittelte Radongaskonzentration, der bei Neubauten nicht überschritten werden soll. Der Unterschied zwischen bestehenden und neu zu errichtenden Gebäuden hinsichtlich der empfohlenen Obergrenze der Radonkonzentration soll das Risiko von eventuell notwendigen Sanierungsmaßnahmen berücksichtigen.

Mit Abschluss des Österreichischen Nationalen Radonprojektes (ÖNRAP) existiert nun erstmalig eine flächendeckende Übersicht über die Radonbelastung in österreichischen Wohnungen sowie ein Atlas des geogenen Radonrisikos. Zukünftige Untersuchungsergebnisse sollen in die bestehenden Datenbanken des Instituts für Isotopenforschung und Kernphysik eingegliedert werden, um eine kontinuierliche Verbesserung und Verfeinerung des Wissens über die Radonkonzentrationen in Österreich zu gewinnen.

Die vorliegende Arbeit umfasst einerseits die wissenschaftlichen Grundlagen und Methodik der Untersuchungen, andererseits werden die Ergebnisse zur Dokumentation des Gesamtprojektes detailliert dargestellt. Außerdem sind die Ergebnisse anderer einschlägiger Projekte⁷ einbezogen worden, um einen möglichst vollständigen Überblick über die Radonsituation in Österreich zu geben.

Da das Problem erhöhter Radonkonzentrationen auch international von Bedeutung ist, wird im Anschluss an die Ergebnisse der Untersuchungen in Österreich die Situation in anderen Ländern kurz dargestellt (siehe Kapitel 7).

⁴ **146. Bundesgesetz: Strahlenschutz-EU-Anpassungsgesetz 2002.** Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2002, Teil I, vom 20. August 2002 und **137. Bundesgesetz: Strahlenschutz-EU-Anpassungsgesetz 2004.** Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2004, Teil I, vom 10. Dezember 2004.

191. Verordnung: Allgemeine Strahlenschutzverordnung – AllgStrSchV. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2006, Teil II, vom 22. Mai 2006.

409. Verordnung: Medizinische Strahlenschutzverordnung – MedStrSchV. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2004, Teil II, vom 28. Oktober 2004.

⁵ **H. Friedmann, C. Beck, L. Breitenhuber, M. Exler, P. Gehringer, E. Hamernik, W. Hofmann, A. Hubmer, H. Kaineder, V. Karg, P. Kindl, M. Korner, P. Le Bail, H. Lettner, F. J. Maringer, L. Mossbauer, E. Nadschläger, G. Oberlercher, K. Pock, F. Schönhofer, W. Seiberl, S. Sperker, H. Stadtmann, F. Steger, F. Steinhäusler, M. Tschurlovits, P. Zimprich: Ermittlung der Strahlenbelastung der österreichischen Bevölkerung durch Radonexposition und Abschätzung des damit verbundenen Lungenkrebsrisikos - Pilotprojekt. Radon in Österreich 1993.** Beiträge, Forschungsberichte des Bundesministeriums für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz, Sektion III, **Bd. 3/94**, Wien 1994.

⁶ **Österreichische Strahlenschutzkommission** beim Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz, 58. Sitzung am 29. Juni 1992. *Empfehlung der Strahlenschutzkommission betreffend „Richtwerte für die Radonkonzentration in Innenräumen“.* Radon in Österreich 1993. Beiträge, Forschungsberichte des Bundesministeriums für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz, Sektion III, **Bd. 3/94**, Wien 1994.

⁷ **G. Dubois: An Overview of Radon Surveys in Europe.** Office of Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2005, ISBN 92-79-01066-1

2 Radon – ein Überblick

2.1 Eigenschaften

Radon⁸ ist ein radioaktives Edelgas, das in der Natur in Form mehrere Isotope (^{222}Rn , ^{220}Rn und ^{219}Rn) vorkommt. Die unterschiedlichen Isotope entstehen innerhalb der drei natürlichen Zerfallsreihen, der Uran-Radium Reihe, der Thorium-Reihe und der Actinium Reihe (siehe). Der historische Name für ^{220}Rn ist Thoron, da es der Thorium-Reihe, der von ^{219}Rn ist Actinon, da es der Actinium-Reihe entstammt.

Wenn man von Radon spricht, ist zumeist das Isotop ^{222}Rn gemeint, da es für den Strahlenschutz in nahezu allen Fällen von der größten Bedeutung ist. Aus Abbildung 1 ist ersichtlich, dass es über mehrere Zwischenprodukte aus Uran (^{238}U) entsteht. Da Uran als Spurenelement in der Erdkruste nahezu überall vorkommt, wird auch Radon nahezu überall im Boden gebildet. Im Freien verdünnt sich das aus dem Boden austretende Radon sehr rasch und die Freiluftkonzentrationen sind i. a. so niedrig (zumeist weniger als 10 Bq/m^3), dass die auftretende radioaktive Belastung für den Menschen vernachlässigbar ist. Die Außenluftkonzentration kann daher für den Strahlenschutz i. a. als nicht relevant angesehen werden. In geschlossenen Räumen kann es jedoch zu einer Aufkonzentration von Radon und infolge dessen zu einer entsprechend hohen Dosisbelastung kommen.

Systematische Messungen der Radonkonzentration wurden erstmalig 1956 in Schweden durchgeführt⁹. In einer Reihe von Häusern wurden unerwartet hohe Radonkonzentrationen gefunden, wobei man annahm, dass das Baumaterial (eine Art Blähbeton) dafür verantwortlich war. Erst etwa 20 Jahre später begann man mit großflächigen Untersuchungen der Radonkonzentration in Wohnungen. Man entdeckte, dass die hohen Radonkonzentrationen, wie sie in Schweden gefunden wurden, nicht nur in wenigen Häusern, sondern oft in ganzen Landstrichen auftraten. Schließlich konnte gezeigt werden, dass es zumeist nicht das Baumaterial, sondern der geologische Untergrund war, der die hohen Radonkonzentrationen verursacht hatte. Weitere Untersuchungen haben ergeben, dass nicht nur die Urankonzentration im Boden, sondern auch in hohem Maße die Permeabilität des Bodens für die Radonkonzentration in Gebäuden verantwortlich ist. Erhöhte Radonkonzentrationen in Gebäuden aufgrund anderer Ursachen haben sich nur in Ausnahmefällen als von Bedeutung erwiesen.

Die Strahlenbelastung, die sich durch Einatmen von Radon ergibt, ist im Allgemeinen als vernachlässigbar anzusehen, da es als Edelgas rasch wieder ausgeatmet wird und nicht sehr lange im Körper verbleibt. Nicht vernachlässigbar ist jedoch die Strahlenbelastung, die durch die Radonfolgeprodukte entsteht. Es sind vor allem ^{218}Po und ^{214}Po , die durch ihre α -Strahlung wesentlich zur Dosis beitragen. Die beim radioaktiven Zerfall von Radon entstehenden Folgeprodukte können sich Aerosolen anlagern (attached fraction) oder in sehr reiner Luft auch unangelagert verbleiben (unattached fraction) und werden beim Atmen, da sie keine Gase sind, vor allem in den oberen Atmungsorganen abgelagert. Dort können die von diesen Radonfolgeprodukten emittierten α - (und auch β -) Teilchen die obersten Zellschichten treffen und zu Defekten im Reproduktionsmechanismus der Zellen und damit zu einer Krebserkrankung führen.

⁸ **H. Friedmann:** *Radon – the Fleeting Daughter of Radium*. Nuclear Phys. News, **Vol. 7**, No.4, pp.14-20, 1997.

⁹ **B. Hultquist:** *Studies on naturally occurring ionising radiations* (Thesis). K. Svenska Vetensk Akad. Handl. **6** (3), 1956.

^{238}U Zerfallskette ($A = 4n + 2$)										^{234}Th 24.1d ↘	100% ← α	^{238}U 4.5E9y
											^{234}Pa 1.2m+↘	
		^{214}Pb 26.8m ↘	99.98% ← α	^{218}Po 3.05m ↘	100% ← α	^{222}Rn 3.825d	100% ← α	^{226}Ra 1600y	100% ← α	^{230}Th 7.5E4y	100% ← α	^{234}U 2.5E5y
	^{210}Tl 1.30m ↘	0.4% ← α	^{214}Bi 19.9m ↘	100% ← α	^{218}At 2s							
^{206}Hg 8.15m ↘	75E-6% ← α	^{210}Pb 22.3y ↘	100% ← α	^{214}Po 0.16ms								
	^{206}Tl 4.2m ↘	5E-5% ← α	^{210}Bi 5.0d ↘									
		^{206}Pb stable	100% ← α	^{210}Po 138.4d								

^{232}Th Zerfallskette ($A = 4n$)										^{228}Ra 5.75y ↘	100% ← α	^{232}Th 14E9y
											^{228}Ac 6.13h ↘	
		^{212}Pb 10.6h ↘	100% ← α	^{216}Po 0.15s	100% ← α	^{220}Rn 55.6s	100% ← α	^{224}Ra 3.66d	100% ← α	^{228}Th 1.91y		
	^{208}Tl 3.1m ↘	36.2% ← α	^{212}Bi 60.6m ↘									
		^{208}Pb stable	100% ← α	^{212}Po 0.3E-6s								

^{235}U Zerfallskette ($A = 4n + 3$)										^{231}Th 25.5h ↘	100% ← α	^{235}U 7E8y
			^{215}Bi 7.4m ↘	97% ← α	^{219}At 0.9m ↘	4E-3% ← α	^{223}Fr 21.8m ↘	1.2% ← α	^{227}Ac 21.8y ↘	100% ← α	^{231}Pa 3.3E4y	
		^{211}Pb 36.1m ↘	>99.9% ← α	^{215}Po 1.8ms ↘	100% ← α	^{219}Rn 3.96s	100% ← α	^{223}Ra 11.4d	100% ← α	^{227}Th 18.7d		
	^{207}Tl 4.8m ↘	99.68% ← α	^{211}Bi 2.13m ↘	100% ← α	^{215}At 0.1ms							
		^{207}Pb stable	100% ← α	^{211}Po 0.52s								
Z=80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92

Abbildung 1: Die natürlichen Zerfallsreihen: Pfeile nach links bedeuten α -Zerfälle mit in Prozent angegebenen Häufigkeiten, Pfeile nach rechts unten stellen β -Zerfälle dar. Die Halbwertszeiten der Nuklide sind unter ihren Symbolen notiert. Dicke Pfeile symbolisieren die bevorzugten Zerfallsverläufe.

Von Bedeutung hinsichtlich der Dosisbelastung sind die so genannten kurzlebigen Radonfolgeprodukte (bis exklusive ^{210}Pb), da diese nahezu ihre gesamte Zerfallsenergie innerhalb weniger Stunden (relevant ist dabei die Halbwertszeit von ^{214}Pb mit etwa 27 Minuten) abgeben. Da ^{210}Pb mit einer Halbwertszeit von ca. 22 Jahren relativ langlebig ge-

genüber der biologischen Halbwertszeit ist, wird der größte Teil der Zerfallsenergien von ^{210}Pb und dessen Folgeprodukten bereits wieder außerhalb des Körpers abgegeben werden. Von besonderer Wichtigkeit ist dabei der natürliche Clearingfaktor (Schleimabscheidung etc.) innerhalb des Atemtrakts. Natürlich wird auch ein Teil des ^{210}Pb resorbiert und im Körper (vor allem in den Knochen) eingebaut, jedoch ist dieser Beitrag zur Strahlenbelastung im Vergleich mit der Belastung des Atemtrakts vernachlässigbar. Wird daher im Folgenden von der Strahlenbelastung durch Radon gesprochen, so ist darunter die Strahlenbelastung durch die kurzlebigen Radonfolgeprodukte zu verstehen.

Als kritisches Organ im Sinne des Strahlenschutzes ist also der Atemtrakt, insbesondere die Lunge anzusehen. Es ist auch der Verdacht geäußert worden, dass andere Organe ebenfalls in relevanter Weise betroffen sein könnten, jedoch dürfte sich dies als unbegründet erwiesen haben¹⁰. Betrachtet man die Wirkung der Radonfolgeprodukte auf den Atemtrakt, so ist zusätzlich das Verhältnis der Folgeprodukte untereinander, die unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit der verschiedenen Zellschichten (Zelltypen), das Verhältnis von angelagertem und unangelagertem Anteil und die Aerosolgrößenverteilung der Atemluft zu beachten. Dazu kommen natürlich die individuellen Unterschiede, angefangen von anatomischen Varianzen, über Atemvolumen, Atemfrequenz (in Abhängigkeit der Tätigkeit) und Art der Atmung (Nasen – Mundatmung), die bei der Dosisabschätzung zu berücksichtigen sind. Abbildung 2 zeigt den Dosiskonversionskoeffizienten (DCF - Dose Conversion Factor) als Funktion der Teilchengröße (unangelagerter Anteil kleiner 5 nm) und des Atemverhaltens. Der DCF ist der Umrechnungsfaktor von Exposition (hier in Working Level Months angegeben) in effektive Dosis.

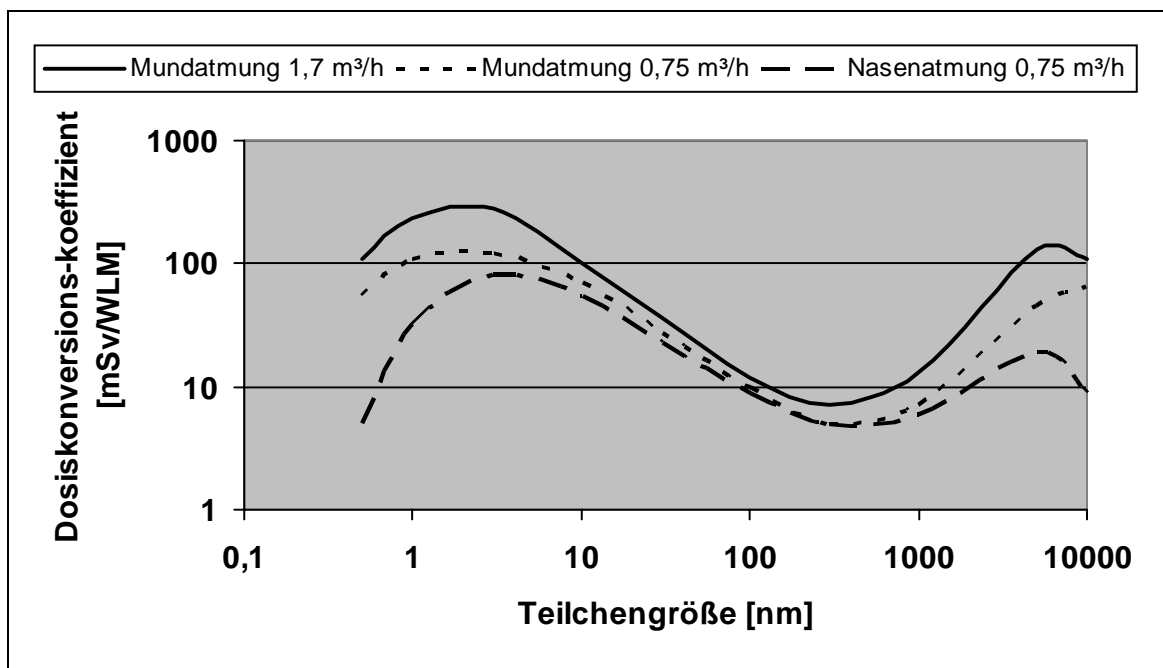


Abbildung 2: Dosiskonversionskoeffizient als Funktion der Teilchengröße und Art der Atmung nach Modellrechnungen^{11,12} gemäß Lungenmodell nach ICRP 66¹³ berechnet für sekretorische Zellen und Basalzellen.

¹⁰ **Committee on Health Risks of Exposure to Radon (BEIR VI):** *Health Risks of Exposure to Radon*. Nat. Academy Press, Washington D.C., 1999

¹¹ **C. Zock:** *Die Messung der Aktivitätsgrößenverteilung des radioaktiven Aerosols der Radonfolgeprodukte und deren Einfluß auf die Strahlendosis beim Menschen*. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen, 1996.

Die Exposition ist im wesentlichen das Produkt aus Konzentration der Radonfolgeprodukte und der Einwirkungszeit. Die Konzentration der Radonfolgeprodukte wird in PAEC (Potential Alpha Energy Concentration, Einheit: J/m^3) gemessen (teilweise wird auch noch die alte Einheit WL verwendet bzw. als Expositionseinheit WLM – Definition siehe Anhang A) und ist somit ein Maß für die gesamte zur Verfügung stehende α -Energie der kurzlebigen Folgeprodukte. Aus der PAEC kann auf eine fiktive Radonkonzentration zurückgerechnet werden, der im radioaktiven Gleichgewicht genau die beobachtete PAEC entspricht. Diese fiktive Radonkonzentration wird EEC (Equilibrium Equivalent Concentration - Einheit: Bq/m^3) bezeichnet.

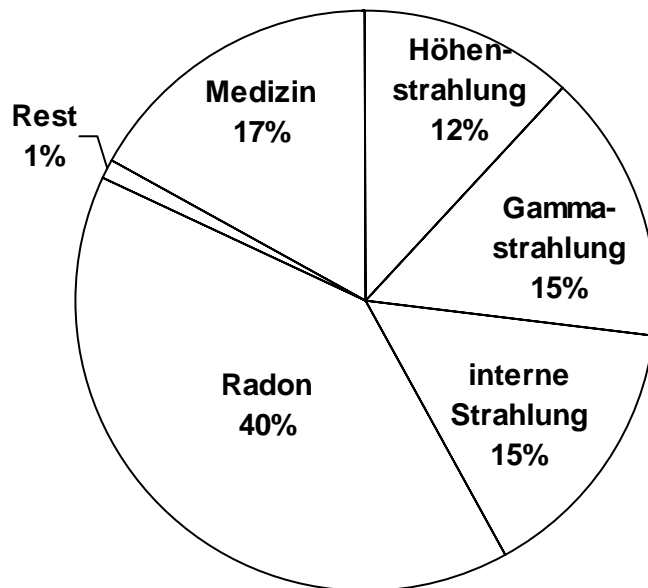


Abbildung 3: Verteilung der Belastung durch ionisierende Strahlung. Die mittlere Belastung liegt in Österreich etwa bei 2 bis 3 mSv/Jahr. Individuelle Belastungen, allein aufgrund der natürlichen Exposition, können jedoch sehr weit von dieser mittleren Belastung abweichen.

Man schätzt, dass im Mittel etwa 40 bis 50% der natürlichen Strahlenbelastung¹⁴, die auf den Menschen wirkt, auf Radon zurückzuführen ist (siehe Abbildung 3). Wie bereits erwähnt, ist der Untergrund unter den Gebäuden als die wesentliche Radonquelle anzusehen. Aufgrund eines Art Kamineffektes saugen Häuser Gase aus dem Boden an, wobei die zu erwartende Radonkonzentration, abgesehen von Bauweise und Wohnverhältnissen, von der Urankonzentration und der Permeabilität des Bodens bestimmt ist. Häufig bildet die oberste Bodenschicht von einem halben bis zu einem Meter Dicke eine weniger durchlässige Schicht als das darunter liegende Erdreich. Gebäude spielen in der Dynamik der Bodenluftbewegungen eine aktive Rolle. Oft durchdringt das Gebäude die oberste Bodenschicht wie ein Abluftventil und saugt Bodengas aus einem Umkreis von 10 bis 20 Meter an. Die Fließgeschwindigkeiten der Bodenluft sind dabei sehr klein, beispielsweise 2 bis 3 Meter pro Tag. Eben deshalb kann sich die Bodenluft so stark mit Radon anreichern, wobei auch geringe Mengen von Uran im Untergrund die Radonbelastung in Räumen stark erhö-

¹² **J. Porstendörfer:** *Radon: Measurements related to dose.* Environmental Intern. Vol. 22, Suppl. 1, pp.S563-S583, 1966

¹³ **International Commission on Radiological Protection (ICRP):** *Human respiratory tract model for radiological protection.* ICRP Publication 66, Ann. ICRP 24 (1/4). Oxford, UK, Pergamon, 1994.

¹⁴ **H. Friedmann:** *Natürliche Radioaktivität.* Shaker Verlag, ISBN 3-8322-1296-5, ISSN 0945-0963, Aachen 2003.

hen können. Als ganz groben Richtwert kann man annehmen, dass die Radonkonzentration in Erdgeschoßwohnräumen bei keiner besonders radondichten Bauweise etwa um den Faktor 1000 kleiner ist als die Radonkonzentration im Bodengas. Weitere mögliche, jedoch zumeist nur in Einzelfällen relevante Quellen für Radon sind das Baumaterial, die Wasser- und Gasversorgung, Mineraliensammlungen etc. Radon dringt also zumeist aus dem Keller in die darüber liegenden Wohnräume, wobei i. a. mit dem Abstand zum Untergrund die Radonkonzentration von Stockwerk zu Stockwerk deutlich abnimmt. Natürlich hat auch das Verhalten der Bewohner einen wesentlichen Einfluss auf die Radonkonzentration. Allein mit dem Lebensrhythmus der Bewohner kann eine periodische Schwankung der Radonkonzentration, oft bis zu einem Faktor 10, festgestellt werden (siehe Abbildung 4). Außerdem wird die Innenraumradonkonzentration auch durch Umwelteinflüsse wie Bodenfeuchte, Temperatur, Windgeschwindigkeit, Luftdruck beeinflusst und es ist neben den tagesperiodischen Schwankungen zumeist auch ein deutlicher Jahresgang festzustellen.

Aufgrund dieser starken Schwankungen des Radongehaltes können nur Mittelwerte von mehreren Messungen oder die Ergebnisse von integrierenden Messungen für eine Dosisabschätzung sinnvolle Messgrößen liefern. Aber auch bei solcherart durchgeführten Untersuchungen sind die Genauigkeiten der Ergebnisse stark eingeschränkt. So hat eine diesbezügliche Analyse in der Schweiz ergeben, dass auch die über ein ganzes Jahr gemittelten Radonkonzentrationswerte in einem Wohnraum von Jahr zu Jahr bis zu einem Faktor 2 variieren können¹⁵.

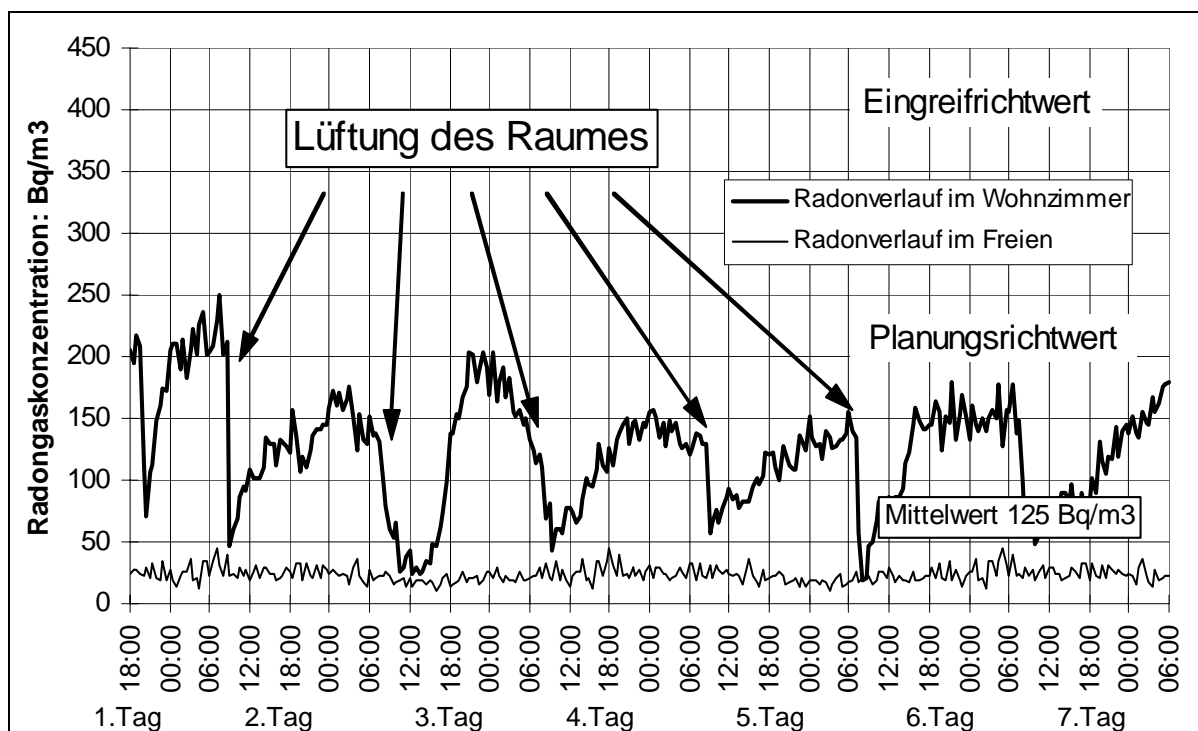


Abbildung 4: Beispiel für die in einem Einfamilienhaus im Mühlviertel gemessene Radongaskonzentration¹⁶ (aktive Messmethode). Gemäß der österreichischen Strahlenschutzkommission⁶ gilt als Planungsrichtwert eine Radonkonzentration von 200 Bq/m^3 und als Eingreifrichtwert eine Radonkonzentration von 400 Bq/m^3 .

¹⁵ G. Piller: *Radon in der Schweiz*. 12. Statusgespräch zur „Forschung zum Problemkreis Radon“ (Berlin 1999). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Bonn 1999.

¹⁶ Amt der o. ö. Landesregierung, Unterabteilung Lärm- und Strahlenschutz: *Radon in Oberösterreich. Teilergebnisse aus dem Österreichischen Nationalen Radonprojekt (ÖNRAP)*. Linz, Sept. 1997.

2.2 Die Wirkung von Radon auf den Menschen

Epidemiologische Untersuchungen an Kohorten von Bergarbeitern¹⁷⁻²⁷ haben ergeben, dass hohe Radonkonzentrationen zu einer signifikanten Erhöhung des Lungenkrebsrisikos bei den exponierten Personen geführt haben. Dabei musste natürlich berücksichtigt werden, dass diese Bergarbeiter auch anderen kanzerogenen Substanzen ausgesetzt waren (Gesteinsstaub, Sprenggase, Dieselaabgase etc.) und zumeist stark geraucht haben. Auch wenn man den Einfluss dieser Faktoren herausrechnet, bleibt eine signifikante Erhöhung des Lungenkrebsrisikos über. Dass Bergleute oft an einer als „Bergkrankheit“ oder „Schneeberger Krankheit“ bezeichneten Krankheit starben, hatte schon Paracelsus²⁸ festgestellt. Ende des vorigen Jahrhunderts wurde diese Krankheit als primärer Lungenkrebs diagnostiziert²⁹ und später mit dem radioaktiven Staub und der Radioaktivität in der Luft in Zusammenhang gebracht. Hinweise auf diesen Zusammenhang fand man u. a. darin, dass manche Bergbaue in der Region um Schneeberg als Todesschächte bezeichnet wurden, da unter den Arbeitern in diesen Schächten eine extrem hohe Todesrate schon in jungen Jahren zu verzeichnen war. Die Annahme, dass Radon für dieses hohe Lungenkrebsrisiko verantwortlich war, blieb bis in die Fünzigerjahre eine Hypothese. Der gewaltige Anstieg in der Uranbergbautätigkeit während und nach dem 2. Weltkrieg hatte zur Folge, dass man nun genügend Daten hatte, um genauere Studien durchzuführen. Es gibt derzeit etwa 20 Kohortenstudien, die das Lungenkrebsrisiko nach Radonexposition eindeutig belegen. Eine zusammenfassende Studie stammt von J. H. Lubin et al.³⁰, eine weiterführende Analyse findet man im BEIR VI Report.

¹⁷ **F.D. Lundin Jr., J.K. Wagoner et al.:** *Radon daughter exposure and respiratory cancer, quantitative and temporal aspects.* NIOSH-NIEHS Joint Monograph 1, Springfield, VA, National Technical Information Service, 1971

¹⁸ **J. Sevc, E. Kunz et al.:** *Lung cancer mortality in uranium miners and long term exposure to radon daughter products.* Health Phys. **30**, 433-437, 1976

¹⁹ **E.P. Radford, K.G. Renard St Clair:** *Lung cancer in Swedish iron ore miners exposed to low doses of radon daughters.* New Engl. J. Med. **310**, 1485-1494, 1984

²⁰ **J. Muller, W.C. Wheeler et al.:** *Study of mortality of Ontario miners.* Intern. Conf. on Occupational Radiation Safety in Mining, Toronto, Ontario, Canada, 1984

²¹ **G.R. Howe, R.C. Nair et al.:** *Lung cancer mortality (1950-1980) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the Eldorado Beaverlodge uranium mine.* J. Nat. Cancer Inst. **77**, 357-362, 1986

²² **G.R. Howe, R.C. Nair et al.:** *Lung cancer mortality (1950-1980) in relation to radon daughter exposure in a cohort of workers at the Eldorado Port Radium uranium mine: possible modification of risk by exposure rate.* J. Nat. Cancer Inst. **79**, 1255-1260, 1987

²³ **X.Z. Xuan, J.H. Lubin et al.:** *A cohort study in southern China of workers exposed to radon and radon decay products.* Health Phys. **64**, 120-131, 1993

²⁴ **J.M. Samet, D.R. Pathak et al.:** *Lung cancer mortality and exposure to radon decay products in a cohort of New Mexico underground uranium miners.* Health Phys. **61**, 745-752, 1991

²⁵ **A. Woodward, D. Roder et al.:** *Radon daughter exposure at the Radium Hill uranium mine and lung cancer rates among former workers, 1952-87.* Cancer Causes and Control **2**, 213-22, 1991

²⁶ **M. Tirmarche, A. Raphalen et al.:** *Mortality of a cohort of French uranium miners exposed to relatively low radon concentrations.* Br. J. Cancer **67**, 1090-1097, 1993

²⁷ **L. Tomasek, S.C. Darby et al.:** *Patterns of lung cancer mortality among uranium miners in West Bohemia with varying rates of exposure to radon and its progeny.* Radiation Res. 1993

²⁸ **Paracelsus (Theophrastus Bombastus v. Hohenheim):** *Über die Bergsucht und andere Bergkrankheiten.* 1537, veröffentlicht 1567.

²⁹ **F. H. Härting, W. Hesse:** Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Gesundheits- und Sanitätswesen **31**, p.102 und 313, 1879.

³⁰ **J.H. Lubin et al.:** *Radon and lung cancer risk: A joint analysis of 11 underground miner studies.* National Inst. of Health, National Cancer Institute. NHI Publ. No. **94-3644**. Washington, D.C., U.S. Department of Health and Human Services, 1994.

Die Frage, wie weit Radon für die Lungenkrebshäufigkeit in der Bevölkerung verantwortlich ist, wurde und wird noch immer heftig diskutiert. Das Problem liegt sowohl in der genauen Abschätzung der Radonexposition von Personen aus der Bevölkerung als auch in Effekten, die die Erhöhung des Lungenkrebsrisikos durch Radon überdecken (confounder), z. B. das Rauchverhalten. Es wurden in verschiedenen Ländern Studien zum Lungenkrebsrisiko aufgrund der Radonexposition in Wohnungen durchgeführt, jedoch reichten die statistischen Signifikanzen nicht um eindeutige Aussagen treffen zu können. Neuerdings wurden die 13 wichtigsten europäischen Studien zusammengeführt³¹ mit dem Ergebnis, dass die Autoren eine Zunahme des Lungenkrebsrisikos von 16% pro 100 Bq/m³ angeben.

Erst Mitte der Fünfzigerjahre erkannte man, dass es eigentlich die Radonfolgeprodukte sind, welche die Dosis verursachen. Es war W. F. Bale, der in einem Memorandum an die U.S. Atomic Energy Commission³² erstmalig auf dieses Faktum hinwies. Damals wurde das „Working-Level Konzept“ eingeführt³³, wobei ursprünglich 1 WL definiert wurde als jene Konzentration an kurzlebigen Radonfolgeprodukten (²¹⁸Po, ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi, ²¹⁴Po), die mit 100 pCi/L ²²²Rn im Gleichgewicht steht (Definition siehe Anhang A).

Im klassischen Strahlenschutz versucht man, jeder Strahlenbelastung eine Äquivalentdosis zuzuordnen, über die dann das Risiko abgeschätzt werden kann. Das Konzept der Äquivalentdosis wurde eingeführt, um Risiken unterschiedlicher Strahlenexpositionen (betreffend etwa verschiedene kritische Organe) vergleichen zu können. Im Fall von externer Bestrahlung (etwa durch γ -Strahlung) kann man relativ leicht die in den einzelnen Organen deponierte Energie bestimmen (Die Dosis wird in Gray [Gy] gemessen, wobei gilt: 1 Gy = 1 J/kg). Über Umrechnungsfaktoren (Organ oder Gewebe-Wichtungsfaktoren) kann dann die Effektivdosis (Ganzkörperäquivalentdosis) bestimmt werden. (Von Dosisrateneffekten soll hier abgesehen werden.) Im Fall von Radon hat man jedoch als primäre Größe keine Dosis(leistung) sondern eine Konzentration an radioaktiven Substanzen in der Atemluft. Um auch hier das Konzept der Effektivdosis verwenden zu können, wurde der so genannte Dosiskonversionsfaktor (DCF – dose conversion factor) eingeführt. Er stellt also den Umrechnungsfaktor zwischen Konzentration in der Atemluft und Jahresdosis (Effektivdosisleistung bezogen auf ein Jahr) dar. Gleichwertig ist eine Definition als Umrechnungsfaktor von Exposition (Konzentration mal Zeit) in Effektivdosis. Aus der, so errechneten, Effektivdosis sollte das Risiko der Radonexposition ableitbar sein.

Sofort ersichtlich ist natürlich das Problem, dass die Radonkonzentration in der Atemluft eines Menschen täglich um mehrere Größenordnungen schwanken kann (im Freien nur wenige Bq/m³, in Gebäuden oft mehrere Hundert Bq/m³). Das nächste Problem stellt das unterschiedliche Atemverhalten (Nase – Mund, siehe auch Abbildung 2), die Aerosolgrößenverteilung (attached – unattached fraction) und vor allem das Atemvolumen (m³/h) dar, das von der Tätigkeit (Schwerarbeit – hohes Atemvolumen, Schlaf – geringes Atemvolumen) und vom Individuum abhängt. Misst man die Radongaskonzentration, so muss man zur Ermittlung der Dosis den Gleichgewichtsfaktor F berücksichtigen, welcher das Verhältnis von in der Luft tatsächlich vorhandener zu der mit der gemessenen Radongaskonzentration im radioaktiven Gleichgewicht stehender Folgeproduktkonzentration darstellt (exakte Definition siehe Anhang A). Weil sich stets ein Teil der Folgeprodukte an Oberflä-

³¹ **S. Darby et al.:** *Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies.* BMJ Online First bmj.com: BMJ, doi:10.1136/bmj.38308.477650.63 (published 21 December 2004)

³² **W. F. Bale:** *Hazards associated with Radon and Thoron.* Unpublished memorandum to the U.S. Atomic Energy Commission. Reprint: Health Phys. **38**, p.1061, 1981

³³ **D. A. Holaday, D. E. Rushing, R. D. Coleman, P. F. Woolrich, H. L. Kusnetz, W. F. Bale:** *Control of radon and daughters in uranium mines and calculations on biological effects.* U.S. Public Health Service Report **494**, Washington D.C., 1957.

chen anlagert und daher aus der Luft entfernt wird, ist F stets kleiner als 1 und variiert zu- meist zwischen 0,2 und 0,8.

Da es nicht möglich ist, alle hier angeführten Variationsmöglichkeiten als zeitab- hängige Größen zu berücksichtigen, ist man gezwungen, stets von mittleren Werten aus- zugehen. Die Bestimmung eines „mittleren“ Dosiskonversionsfaktors kann nun auf prinzi- piell unterschiedliche Arten erfolgen:

Eine Methode beruht auf einer Dosisberechnung aufgrund von Lungenmodellen^{10, 34-42} Dabei wird versucht, aus der spezifischen Empfindlichkeit von betroffenen Zellen (Biodo- simetrie) und einem entsprechenden Modell der Verteilung der Folgeprodukte in den At- mungsorganen eine Organdosis zu berechnen. Die Vorgangsweise ist ähnlich wie bei der Bestimmung der Äquivalentdosis für inkorporierte Radionuklide in anderen Teilen des Körpers. Natürlich haben solche Modelle viele freie Parameter, die teilweise die Dosisbe- rechnung sehr wesentlich beeinflussen. So nimmt etwa das ICRP-Modell eine mittlere A- temrate von 0,78 m³/h in Wohnungen an, die sich aus 55% Schlafenszeit (0,45 m³/h), 15% Sitzen (0,54 m³/h) und 30% leichter Tätigkeit (1,5 m³/h) zusammensetzt. Auch muss der natürliche Clearing-Effekt, d.h. die natürliche Ausscheidung von Schleim und damit auch von Radonfolgeprodukten, berücksichtigt werden. Das Geschlecht und das Alter haben keinen Einfluss auf die der Strahlung ausgesetzten Zellen, so dass diese Unterschiede in den Modellrechnungen in erster Näherung nicht berücksichtigt werden müssen (Kinder zeigen einen leicht höheren DCF). Nimmt man für alle diese Parameter die besten bekann- ten Werte, so liefern die Lungenmodellrechnungen Dosisabschätzungen und damit auch Risikofaktoren, welche die beobachteten Werte (Bergarbeiter-Studien) zumeist deutlich übertreffen.

Die andere Methode zur Bestimmung des Dosiskonversionskoeffizienten beruht auf dem Vergleich von Bergarbeiterstudien mit den Opfern der Atombombenabwürfe auf Hi- roshima und Nagasaki. Man normiert auf gleiche Lungenkrebshäufigkeit und vergleicht die Radonexposition mit der erhaltenen Lungendosis bei den Atombombenexplosionen. Einen Überblick bietet Tabelle 1. Es wird auch in diesem Fall von der ICRP⁴³ mit mittleren Radonkonzentrationen, einer mittleren Aufenthaltszeit von 7000 Stunden pro Jahr in Ge-

³⁴ **W. Jakobi, K. Eisfeld:** *Dose to tissue and effective dose equivalent by inhalation of Radon-222, Radon-220 and their short-lived daughters.* GSF Report S-626. Gesellschaft für Strahlungs- und Umweltforschung, München-Neuherberg, 1980.

³⁵ **N. H. Harley, B. S. Pasternack:** *Environmental radon daughter alpha dose factors in a five-lobed human lung.* Health Phys. **42**, pp. 789-799, 1982

³⁶ **W. Hoffmann:** *Dose calculations for the respiratory tract from inhaled natural radionuclides as a function of age. Basal cell dose distribution and associated lung cancer risk.* Health Phys. **43**, pp. 31-44, 1982
NEA 1983

³⁷ **A. C. James:** *Lung dosimetry in Radon and its decay products in indoor air* (Ed. W. W. Nazaroff, A. V. Nero) Wiley Interscience, New York, 1988.

³⁸ **National Research Council:** *Panel on dosimetric assumptions affecting the application of radon risk estimates. Comparated dosimetry of radon in mines and homes.* Nat. Academic press; Washington D. C., 1991

³⁹ **A. C. James, D. R. Fisher, T. E. Hui, F. T. Cross, J. S. Durham, P. Gehr, M. J. Egan, W. Nixon, D. L. Swift, P. K. Hopke:** *Dosimetry of Radon progeny* in Pacific Northwest Laboratory Annual Report for 1990 to the DOE Office of Energy Research. PNL-7600, pt.1, pp. 55-63, Richland, Washington, 1991

⁴⁰ **A. C. James:** *Dosimetry of radon and thoron exposures: Implications for risks from indoor exposure in Indoor radon and lung cancer: Reality of myth* (Ed. F. T. Cross) Batelle Press, Columbus, 1992.

⁴¹ **A. Birchall, A. C. James:** *Uncertainty analysis of the effective dose per unit exposure from radon progeny and implications for ICRP risk-weighting factors.* Radiat. Prot. Dosimetry **53**, pp. 133-140, 1994.

⁴² **N. H. Harley, B. S. Cohen, E. S. Robbins:** *The variability in radon decay product bronchial dose.* Environment International **22**, pp. S959-S964, 1996

⁴³ **International Commission on Radiological Protection (ICRP):** *Protection against Radon-222 at home and at work.* ICRP Publication **65**, Ann. ICRP 23 (2). Oxford, UK, Pergamon, 1994.

bäuden, einer mittleren Arbeitszeit von 2000 Stunden pro Jahr, einem Gleichgewichtsfaktor von 0,4 und einer Standard-Atemrate von 1,2 m³/h gerechnet. Das Problem bei dieser Art der Bestimmung des DCF liegt einerseits darin, dass bei den Atombombenopfern die Lunge primär durch γ -Strahlung geschädigt wurde, die nur einen geringen LET-Wert (Linear Energy Transfer) aufweist, ganz im Gegensatz zu der α -Strahlung der Radonfolgeprodukte (hoher LET-Wert), andererseits die Radonexposition chronisch vorliegt, während die Bestrahlung der Lunge durch die Atombombenexplosion ein einmaliges Ereignis war.

Diese Ableitungen eines DCF beruhen auf der Annahme eines linearen Zusammenhanges ohne untere Schwelle zwischen Lungenkrebserkrankungshäufigkeit und Radonexposition (LNT – linear, no threshold model). Nur dann ist die Angabe eines Lungenkrebsrisikos bezogen auf die Einheit der Effektivdosis sinnvoll. Wieweit diese Annahme im niedrigen Dosisbereich gerechtfertigt ist, ist derzeit nicht geklärt und Ursache heftiger Diskussion.

Lungenkrebsrisiko		
ICRP 26 (1977) ⁴⁴ Lungenkrebsrisiko aus Hiroshima und Nagasaki	ICRP 60 (1991) ⁴⁵ Neubewertung der n- und γ -Dosis	ICRP 65 (1994) Lungenkrebs für Uran- bergarbeiter
$r(e)=1.65 \cdot 10^{-5}/\text{mSv}$	$r(e)=(5.6 \text{ bis } 7.3) \cdot 10^{-5}/\text{mSv}$	$r(\text{Rn})=2.8 \cdot 10^{-4}/\text{WLM}$
\swarrow DCF = 18.2 mSv/WLM \nwarrow DCF = 5.1 – 3.9 mSv/WLM (Arbeitsplatz, Bevölkerung)		
ICRP 65: $r(\text{Rn})=2.8 \cdot 10^{-4}/\text{WLM}$ <ul style="list-style-type: none"> • Unter Annahme von 7000 h Aufenthalt pro Jahr innerhalb von Gebäuden • Gleichgewichtsfaktor 0.4 $\Rightarrow 250 \text{ Bq/m}^3$ im Jahresmittel $\sim 4 \text{ mSv/Jahr} \sim 3 \cdot 10^{-4}$ Mortalität ca. 60 Bq/m³ im Jahresmittel $\sim 1 \text{ mSv/Jahr} \sim 7 \cdot 10^{-5}$ Mortalität 		
vgl. Lungenmodelle: DCF = 10 – 15 mSv/WLM (2 bis 4-fache der Epidemiologie)		

Tabelle 1: Ableitung der Dosiskonversionsfaktoren (DCF) aus dem Vergleich Atombombenopfer und Bergarbeiterstudien (rlifetime fatality coefficient).

Die Annahme einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung ohne unterem Grenzwert ist jedenfalls mit den Ergebnissen der Bergarbeiterstudien kompatibel und wird im Strahlenschutz allgemein als Grundlage akzeptiert (z.B. ALARA-Prinzip: as low as reasonable achievable). Möglicherweise wird dabei das Risiko im niedrigen Dosisbereich überschätzt, jedoch rechtfertigen die dahingehenden Hinweise derzeit nicht, das ALARA-Prinzip aufzugeben.

Aber auch im Wohnbereich können extrem hohe Radonkonzentrationen auftreten, wie das Beispiel Umhausen im Ötztal gezeigt hat⁴⁶⁻⁴⁹. Aus der österreichischen Krebsstatistik

⁴⁴ **International Commission on Radiological Protection (ICRP):** *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 26, Ann. ICRP 1/3. Oxford, UK, Pergamon, 1977.

⁴⁵ **International Commission on Radiological Protection (ICRP):** *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21/1-3. Oxford, UK, Pergamon, 1991.

⁴⁶ **O. Ennemoser, W. Ambach, P. Brunner, P. Schneider, W. Oberaigner:** *Exposure to unusually high indoor radon levels*. (Letter) *The Lancet* 341, 828-829, 1993.

konnte eine signifikant erhöhte Lungenkrebssterblichkeit im Bezirk Imst (Tirol) festgestellt werden (standardisierte Sterbeziffer auf 100000 Einwohner pro Jahr: 68.6). Sie war die bei weitem höchste in ganz Österreich (Österreich insgesamt: 50), und es war ursprünglich nicht klar, was die Ursache dieser Anomalie war. Es wurden die verschiedensten Ursachen diskutiert und wieder verworfen, bis eine Messstelle in Innsbruck (unabhängig vom österreichischen Radonprojekt) Radonmessungen durchführte. Bei diesen Messungen zeigte sich, dass im Ort Umhausen extrem hohe Radonkonzentrationen in Wohnungen nachgewiesen werden konnten. Die Radonkonzentrationen überschritten teilweise bei weitem die höchstzulässigen Radonkonzentrationen wie sie für den Uranerzbergbau gelten. So konnte in einigen Zimmern Konzentrationen von über 100000 Bq/m³ gemessen werden. Die Ursache ist neben einem erhöhten Urangehalt des Gesteins eine extreme Gasdurchlässigkeit des Bodens, d. h. ein großes Gesteinsvolumen kann Radon abgeben und Radon kann durch den Boden in die Häuser gelangen. Die hohe Permeabilität des Untergrundes beruht darauf, dass Umhausen zu einem großen Teil auf einem Schwemmkegel liegt, dessen Material aus dem gewaltigen Schuttkegel eines vor 8710±150 Jahren abgegangenen Bergsturzes⁵⁰ (Köfeler Bergsturz) ausgewaschen wurde. Subtrahiert man die Lungenkrebstodesfälle von Umhausen von denen des Bezirks Imst, ergibt sich für den Bezirk Imst wieder etwa eine Lungenkrebssterblichkeit wie sie im Mittel für ganz Österreich gültig ist. Als bekannt wurde, dass in Umhausen aufgrund der geologischen Verhältnisse ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko besteht, hatte ein Großteil der Bewohner keine Bedenken hinsichtlich ihrer Gesundheit, da ihnen keine besorgniserregende Lungenkrebssterblichkeit aufgefallen war. Dies ist leicht verständlich, da bei einer Einwohnerzahl von etwa 2600 Personen bei einem normalen Lungenkrebsrisiko (ca. 50 pro Jahr und 100000 Einwohnern) im Mittel etwa jedes Jahr eine Person an Lungenkrebs stirbt. Auch bei einer Verdopplung des Lungenkrebsrisikos würde dies wahrscheinlich niemanden, der nicht eine exakte Statistik führt, auffallen. Zusätzlich treten die Lungenkrebstodesfälle natürlich nicht regelmäßig auf und können daher von der normalen Bevölkerung auch nicht leicht als erhöht festgestellt werden.

Im Bereich solcher extrem erhöhter Radonkonzentrationen ist natürlich eine Risikoabschätzung wie sie sich aus den Bergarbeiterdaten ergibt gerechtfertigt.

Neben der Erhöhung des Lungenkrebsrisikos wird vielfach auch von Radon als Heilfaktor gesprochen. Die Meinungen sind dazu teilweise sehr kontrovers. So wird einerseits behauptet, dass die heilende Wirkung primär psychosomatischer Natur ist, also als Placeboeffekt zu interpretieren ist oder aber auf anderen Faktoren wie z. B. Wärme etc. beruht. Andererseits weisen die Vertreter der Kuranstalten und Kurärzte darauf hin, dass Doppelblindversuche eine eindeutige Heilwirkung nachgewiesen haben^{51,52}. Insbesondere wird der Radioaktivität eine positive Wirkung bei der Behandlung von Erkrankungen des rheu-

⁴⁷ **O. Ennemoser, W. Ambach, P. Brunner, P. Schneider:** *Unusual high radon exposure in homes and lung cancer.* (Letter) *The Lancet* **344**, 127-128, 1994.

⁴⁸ **O. Ennemoser, W. Ambach, P. Brunner, P. Schneider, W. Oberaigner, F. Purtscheller, V. Stingl, G. Keller:** *Unusual high indoor radon concentration from a giant rock slide.* *Sci. Total Environment* **151** (3), 235-240, 1994.

⁴⁹ **O. Ennemoser, W. Ambach, T. Auer, P. Brunner, P. Schneider, W. Oberaigner, F. Purtscheller, V. Stingl:** *High indoor radon concentrations in an Alpine region of western Tyrol.* *Health Phys.* **67** (2), 151-154, 1994.

⁵⁰ **H. Heuberger:** *Gletschergeschichtliche Untersuchungen in den Zentralalpen zwischen Sellrain- und Ötztal.* *Wiss. AV-Hefte*, **20**, 126 S, Innsbruck 1966.

⁵¹ **P. Deetjen, A. Falkenbach (Hrsg.):** *Radon und Gesundheit.* Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main 1999 (ISBN 3-631-35532-7).

⁵² **A. Graf, B. Minnich:** *Nachweis der Schmerzinderung durch die Gasteiner Heilstollenkur.* *Berichte des Forschungsinstituts Gastein* **Bd. 2**, Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main 1999 (ISBN 3-631-34363-9).

matischen Formenkreises zugeschrieben, die früher auch durch direkte Bestrahlung mit Röntgen oder γ -Strahlung oder auch durch Injektion radioaktiver Lösungen erzielt wurde⁵³. Obwohl von Stimulation der innersekretorischen Drüsen, von einer Verbesserung des DNA-Repairmechanismus u. s. w. gesprochen wird, ist es jedenfalls derzeit nicht möglich, die Wirkung einem physikalisch-medizinischen Prinzip eindeutig zuzuschreiben.

Es ergibt sich daher natürlicherweise die Frage nach einer Nutzen-Risiko-Bilanz einer Radon-Therapie. Es muss dabei vorausgeschickt werden, dass wohl jedes medizinisches Heilmittel eine Kontraindikation aufweist, also mit einem gewissen, kleinen Risiko behaftet ist. Betrachtet man eine Radonheilkur wie sie etwa im Gasteiner Heilstollen angewendet wird, so bedeutet dies etwa 10 bis 15 Einfahrten in den Stollen mit einer Dauer von 1 bis 1,5 Stunden. Die Radonkonzentration kann mit etwa 150 kBq/m^3 angesetzt werden. Diese Zusatzbelastung von etwa $2000 \text{ kBq}\cdot\text{h/m}^3$ würde über ein Jahr verteilt eine Erhöhung der Innenraumradonkonzentration (die Aufenthaltszeit in Räumen beträgt etwa 80%) um ca. 300 Bq/m^3 entsprechen, was zu einer zusätzlichen Dosisbelastung von etwa 5 mSv führen würde. Das entspräche in Österreich etwa einer Verdopplung bis Verdreifachung der mittleren natürlichen Strahlenbelastung. Diese Rechnung soll nur eine Größenordnung der Belastung liefern, da verschiedene Voraussetzungen, etwa Gleichgewichtsfaktor, keine Dosisratenabhängigkeit u. s. w. einer genaueren Prüfung unterzogen werden müssten. Wie hoch der Nutzen gegenüber diesem Risiko einzuschätzen ist, muss wohl der Arzt bzw. der Patient im Hinblick auf seine Erkrankung selbst entscheiden.⁵⁴

⁵³ **R. R. Wick, W. Gössner:** *History and current uses of ^{224}Ra in ankylosing spondilitis and other diseases.* Environment Internat. **19**, pp.467-473, 1993

⁵⁴ **H. Friedmann:** *Radon und Gesundheit.* Mitteilungen der Sanitätsverwaltung. **107.** Jahrgang, Heft 10, p.25-29, BM f. Gesundheit und Frauen, Wien, Oktober 2006.

3 Strategie für die Durchführung von ÖNRAP

3.1 Grundsätzliche Überlegungen

Das österreichische Radonprojekt hatte zur Aufgabe eine Erkundung der Radonkonzentrationen in österreichischen Wohnungen vorzunehmen, um später Maßnahmen zur vorbeugenden Gesundheitssicherung der Bevölkerung setzen zu können. Geht man von einer linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne untere Schwelle aus, so wäre eine Reduktion der Radonkonzentration in allen Gebäuden sinnvoll, da damit die Gesamtbelastung der Bevölkerung reduziert würde. Diese Vorgangsweise wurde nicht gewählt, da einerseits Hinweise existieren, dass diese lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne untere Schwelle möglicherweise im Bereich der üblicherweise in Wohnungen auftretenden Konzentrationen eine Überschätzung des Risikos darstellt, andererseits vom ethischen Standpunkt die Reduktion eines hohen Risikos einer kleineren Gruppe gegenüber der Reduktion eines kleineren Risikos einer großen Gruppe der Vorzug gegeben wurde. Um also gezielt eine Risikoreduktion im Bereich hoher Radonbelastung zu erzielen, muss geklärt werden in welchen Gebieten Österreichs diese auftreten.

Auch international ist diese Vorgangsweise üblich. Man versucht in erster Linie nicht eine allgemeine Reduktion der Innenraumradonkonzentration vorzunehmen, sondern gezielt Sanierungen in hochbelasteten Gebieten („Radongebieten“) durchzuführen.

Die Zielsetzung von ÖNRAP war eine zweifache: Erstens sollten Gebiete erhöhter Radonkonzentrationen aufgefunden werden, um in diesen Gebieten Sanierungsmaßnahmen einzuleiten, zweitens sollten jene Gebiete, in denen aufgrund der Eigenschaften des Untergrundes eine erhöhte Radongefährdung zu erwarten ist, abgegrenzt werden, um bei Neubauten eine Bauweise zu wählen, welche die Wahrscheinlichkeit für ein späteres Radonproblem schon von vornherein minimiert. Die Ergebnisse dieser beiden Fragestellungen müssen nicht unbedingt deckungsgleich sein. So ist vorstellbar, dass durch eine lokale, charakteristische Bauweise entweder das Eindringen von Radon aus dem Boden begünstigt oder vermindert wird. Im ersten Fall wären auch bei geringerer Radonverfügbarkeit im Boden mit hohen Innenraumkonzentrationen zu rechnen, während im letzteren Fall auch bei hoher Radonverfügbarkeit im Boden, die Innenraumkonzentration nicht zu stark ansteigen sollte.

Um Gebiete erhöhter Radongefährdung zu finden, sind zwei Vorgangsweisen möglich. Entweder man versucht aus der Kenntnis des Untergrundes (Geologie, Radiumkonzentration, Permeabilität) auf eine zu erwartende Radonkonzentration zu schließen, diese Vorgangsweise wird bevorzugt in Deutschland⁵⁵ und z. T. in Tschechien⁵⁶ eingesetzt, oder man misst die Radonkonzentration oder die Konzentration der Radonfolgeprodukte direkt in den Wohnungen. Letztere Methode wird in den meisten anderen Ländern bevorzugt.

Nach Abwägung der Vor- und Nachteile beider Methoden, sowie nach Kontaktaufnahme mit der Geologischen Bundesanstalt in Wien⁵⁷ wurde schließlich entschieden, dass der Methode der systematischen Innenraummessungen gegenüber der auf der Geolo-

⁵⁵ J. Kemski, R. Klingel, A. Siehl: *Classification and mapping of radon-affected areas in Germany*. Environment Internat. 22 Supp.1, pp. S789-S798, 1996

⁵⁶ I. Barnet et al.: *Radon Investigations in the Czech Republic*, in: Radon investigations in the Czech Republic X and in 7th International Workshop on the Geological Aspects of Radon Risk Mapping (eds.: Barnet, Neznal, Pecherova), 2004.

⁵⁷ O. Schermann (Geologische Bundesanstalt): pers. Mitteilung

gie beruhenden Methode der Vorzug gegeben wird. Wesentliche Entscheidungsgrundlagen waren vor allem das in Österreich vorhandene Wissen hinsichtlich der Durchführung von Radonmessungen und die nur wenig bekannten Zusammenhänge zwischen geologischen Strukturen und der damit zusammenhängenden Radonbelastungen. Zusätzlich hat sich gezeigt, dass die direkte Messung der Radonkonzentration in Innenräumen eine wesentlich sicherere Identifikation von radonbelasteten Gebieten erlaubt, als es aufgrund von geologischen Informationen möglich ist.

3.2 Auswahl, Messmethoden und Verteilung

Nachdem entschieden worden ist, dass Innenraummessungen vorgenommen werden sollen, ergab sich die Frage, wo diese Messungen durchzuführen sind. Dies betrifft einerseits die Frage nach dem Raum in welchem gemessen werden soll, andererseits nach der Auswahl der Wohnungen. Schließlich musste noch beschlossen werden, ob man die Radonkonzentration oder die Konzentration der Radonfolgeprodukte misst. Nach eingehender Diskussion wurde folgendermaßen entschieden:

- Die Messungen werden in jenen Räumen durchgeführt, in denen sich die Menschen bevorzugt aufhalten. Das sind zumeist Wohn- und Schlafräume. In jeder Wohnung sind daher (mindestens) diese beiden Räume zu vermessen. Es wurde somit bewusst auf die Messung der Radonkonzentration im Keller verzichtet, welche wahrscheinlich ein besseres Bild des geogenen Risikos liefern würden, jedoch die tatsächlichen Belastungen der Bewohner nicht erfasst.
- Die Auswahl der zu untersuchenden Wohnungen soll rein statistisch erfolgen, um die Untersuchungen in einer repräsentativen Stichprobe durchzuführen. Es musste dabei angenommen werden, dass die Rücklaufquoten der Radonmessdosen deutlich unter den Rücklaufquoten bei Verteilung an bestimmte Bevölkerungsgruppen (z. B. Mitglieder des Gemeinderates, der Freiwilligen Feuerwehr etc.) zu liegen kommen.
- Die Messdichte wurde der Bevölkerungsdichte entsprechen gewählt. Das bedeutet, dass in dichter bewohnten Gebieten (Ausnahme: große Städte) die Untersuchungs-dichte höher ist, damit aber auch die Ergebnisse genauer sind als in weniger dicht bewohnten Gebieten. Für den Extremfall unbewohntes Gebiet ist schließlich eine mögliche Innenraumradonbelastung auch irrelevant. Somit sind die Ergebnisse der Untersuchung repräsentativ für bewohnte Gebiete und können keinesfalls als Maß einer möglichen Radonbelastung in derzeit nicht bewohnten Gebieten angesehen werden.
- Da in größeren Städten eine hohe Messdichte keine wesentliche Verbesserung des Wissensstandes bringt, wurde die Messdichte gegenüber jener in ländlichen Gebieten deutlich (in Großstädten bis zu einem Faktor 10) herabgesetzt. In ländlichen Gebieten wurde etwa pro 700 Personen eine Wohnung oder etwa jeder zweihundertste Haushalt untersucht, in Städten entsprechend weniger. Das bedeutet, dass in etwa 10 000 Haushalten in ganz Österreich Messungen durchzuführen waren.
- Obwohl für die Dosisbelastung die Radonfolgeprodukte verantwortlich sind, wurde entschieden die Radongaskonzentration zu messen. Zwei Gründe sind für diese Entscheidung zu nennen: Zum ersten waren und sind keine kostengünstige, integrierende Messverfahren für Radonfolgeprodukte erhältlich, zum zweiten müssten sowohl angelagerte als auch nicht-angelagerte Anteile getrennt gemessen werden, um eine dosisrelevante Aussage treffen zu können. Es hat sich gezeigt, dass i. a. bei sehr reiner Luft die nicht an Aerosole angelagerte Komponente überwiegt, bei hoher Aerosolkonzentration dagegen die angelagerte Komponente. Daher würde die Messung nur einer Komponente (üblicherweise wird mittels Filtermethoden nur die angelagerte Komponente

gemessen) ein für die Dosis nicht repräsentatives Ergebnis liefern. Es erschien daher sinnvoller, gleich die Konzentration der Muttersubstanz, also Radon, zu messen.

Um diese große Anzahl von Messungen durchzuführen, bedarf es einer genauen Planung der verwendeten Messmethoden und der Organisation der Messungen. Als Messmethoden boten sich integrierende Messsysteme, insbesondere „Solid State Nuclear Track Detectors“ (Track-Etch Detektoren), Elektret-Detektoren und Aktivkohle-Detektoren, an.

Die Messung der Radonkonzentration mittels Track-Etch Detektoren beruht darauf, dass in verschiedenen Materialien (z. B. Nitrozellulose) durch α -Teilchen Spuren erzeugt werden, die durch Ätzung (zumeist mittels KOH) sichtbar gemacht werden können. Durch die Ätzung wird nämlich bevorzugt entlang der durch α -Teilchen gestörte Materialstruktur Detektormaterial entfernt und das dabei entstehende Loch kann gut sichtbar gemacht werden (Mikroskop, Mikrofilmlesegeräte etc.). Dieses Messsystem zählt somit die Anzahl der α -Teilchen, die den Detektor getroffen haben. Die Spurendichte im Detektormaterial ist daher ein Maß für das Integral der Radonkonzentration über die Expositionszeit des Detektors. Elektret-Detektoren beruhen auf einem anderen Prinzip. Hier wird ein hochisolierendes Material (zumeist PTF) elektrisch aufgeladen und die Entladung erfolgt primär über die Ionisation der umgebenden Luft. Bringt man ein geladenes Elektret in einen wohldefinierten Hohlraum mit Eintrittsöffnungen für die Umgebungsluft ein, so hat man damit eine Art von Ionisationskammer hergestellt, die einerseits die Aktivität in der Luft misst, andererseits natürlich auch auf die äußere γ -Strahlung empfindlich ist. Da aber die Ionisationsdichte der α -Teilchen wesentlich höher ist als die der durch γ -Strahlung erzeugten Elektronen, kann (im Prinzip) durch Messung des Spannungsabfalls am Elektret (Differenz der elektrostatischen Spannungsmessungen vor und nach der Exposition) die über die Expositionszeit integrierte Anzahl der im Kammervolumen aufgetretenen α -Teilchen bestimmt werden. Bei der tatsächlichen Messung wird eine Kalibrierung vorgenommen und einerseits für den γ -Hintergrund, andererseits für die Entladung aufgrund anderer Faktoren (eine hohe und reproduzierbare „Stabilität“ der Elektrete ist wesentlich) korrigiert. Diese beiden Systeme können über längere Zeiträume exponiert werden (üblicherweise etwa 3 Monate), da die Radonkonzentration Änderungen im Detektormaterial verursacht (Spuren bzw. Entladungen).

Das System der Aktivkohle-Detektoren beruht darauf, dass das in der Luft vorhandene Radon in der Aktivkohle akkumuliert und dann durch ein entsprechendes Messsystem (in unserem Fall durch Flüssigszintillation) gemessen wird. Da jedoch die Halbwertszeit von Radon ungefähr 3.8 Tage beträgt, ist eine Exposition der Aktivkohle-Detektoren wesentlich länger als einige wenige Tage nicht sinnvoll, da das am Anfang der Exposition akkumulierte Radon bereits zu einem großen Teil zerfallen ist, wenn es erst nach vielen Tagen zur Messung kommt. Aktivkohle-Detektoren wurden daher im Rahmen dieses Projektes vorzugsweise 3 Tage exponiert.

	Mittelwert	Standardabw.	Minimum	Maximum
Track-Etch/Aktivkohle	0.86	0.41	0.30	2.32
Track-Etch/Elektret	1.14	0.31	0.63	2.15

Tabelle 2: Vergleich charakteristischer Größen der Verteilung der Quotienten der Messergebnisse verschiedener Messmethoden.

Es ist bekannt, dass die Innenraumradonkonzentration großen Schwankungen unterworfen ist (siehe Abbildung 4). Daher besteht die Gefahr, dass kurzzeit-integrierende Messsysteme wie etwa die Messung mittels Aktivkohle-Detektoren, keine repräsentativen Radonkonzentrationswerte für einen Wohnraum liefern. Im Zuge des Pilotprojektes in O-

berösterreich wurden daher diesbezüglich systematische Untersuchungen vorgenommen. Zu diesem Zweck sind in insgesamt 50 Wohnungen jeweils zwei verschiedene Detektortypen aufgestellt worden. Bildet man das Verhältnis der Messergebnisse in jeweils gleichen Zimmern, ergibt sich folgendes Bild (Tabelle 2):

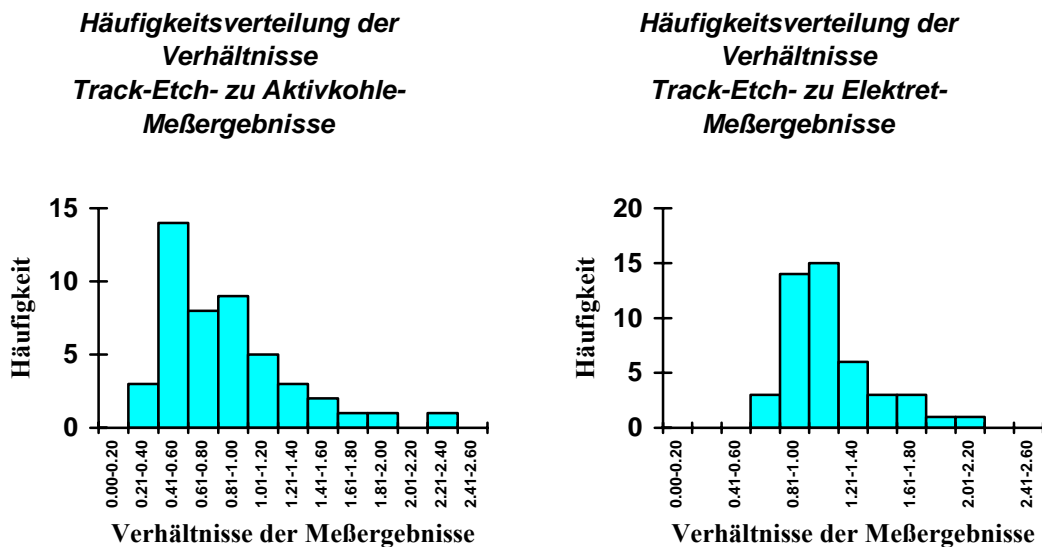


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilungen der Verhältnisse der Messergebnisse. Links: Track-Etch zu Aktivkohle/LSC, 47 Datenpaare; Rechts: Track-Etch zu Elektret, 46 Datenpaare.

Betrachtet man die Ergebnisse, so ist es nicht verwunderlich, dass die Abweichungen zwischen Track-Etch- und Aktivkohle-Messungen größer sind als beim Vergleich von Track-Etch- und Elektret-Messungen, da im ersten Fall Langzeitmessungen mit Kurzzeitmessungen verglichen werden. Die Übereinstimmung der Mittelwerte kann als befriedigend erachtet werden, jedoch findet man Abweichungen zwischen den Messungen in wenigen Fällen bis zu mehr als einem Faktor 2 (siehe Abbildung 5). Eine mögliche Erklärung wäre, dass während der Exposition die Detektoren verstellt oder auch teilweise abgedeckt wurden.

Man kann aus diesen Untersuchungen ableiten, dass bei einer flächenmäßigen Erfassung der Radonkonzentration mit einer hohen Anzahl von Messungen die mittlere Belastung recht gut wiedergegeben wird, auch wenn unterschiedliche Detektorsysteme verwendet werden. Aus den durchgeführten Messungen kann weiter abgeleitet werden, dass die Unterschiede in den Mittelwerten in der Größenordnung von 20% liegen dürften. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass bei Einzelmessungen wesentlich größere Unterschiede in den Messergebnissen auftreten können⁵. Man kann diese Ergebnisse dahingehend interpretieren, dass zwar einerseits die Radonschwankungen in den Räumen bei Kurzzeitmessungen einen beträchtlichen Beitrag zu den Unsicherheiten der Ergebnisse liefern, andererseits aber auch unterschiedliche Aufstellungsorte und unterschiedliche Behandlung der Detektoren (was ja i. a. nicht überprüft werden kann) zu erheblichen Änderungen der Messergebnisse führen. Diese Schwierigkeiten bei den Messungen werden jedoch durch das sehr erfreuliche Ergebnis, dass der Mittelwerte für die Verhältnisse der Messergebnisse für die unterschiedlichen Messmethoden in den untersuchten Häusern sehr nahe an eins liegt, aufgewogen. Dies trifft auch für die Kurzzeitmessungen zu. Das bedeutet, dass die im Zuge von ÖNRAP erhobenen Messergebnisse nicht unbedingt für einen Wohnraum repräsentativ sind, jedoch die Mittelung über mehrere Wohnungen in einem Gebiet, für dieses Gebiet einen sehr wohl repräsentativen Wert liefert.

Die Auswahl der zu untersuchenden Haushalte erfolgte über das Telefonbuch mit einer fixen Schrittweite. Damit sollte auch die gewünschte Messdichte proportional zur Bevölkerungsdichte erreicht werden, was nachträgliche statistische Tests auch belegt haben. Die so ausgewählten Bewohner wurden mittels eines Briefes, zumeist vom zuständigen Landesrat, über das Projekt informiert. Außerdem wurde den Haushalten Vertraulichkeit hinsichtlich der Messergebnisse zugesichert. Auch die Bürgermeister wurden über die Durchführung dieses Projektes in ihrer Gemeinde informiert, jedoch wurde ihnen nicht mitgeteilt, welche Bewohner ausgesucht worden sind.

Bei der gewählten Methode zur Auswahl der Probanden ist in manchen kleinen Gemeinden keine oder nur eine einzige Wohnung ausgewählt worden. Daher wurden in einem zweiten Schritt zusätzlich Adressen in solcherart übergangenen Gemeinden der Auswahl hinzugefügt. Damit sind in jeder Gemeinde Österreichs zumindest 2 Wohnungen ausgewählt worden sind.

Gemäß der Untersuchungsstrategie sollten in jedem der ausgewählten Haushalte die Messungen in den zwei meistbenutzten Räumen durchgeführt werden. Bei den Langzeitmessungen sind je Raum ein Detektor und für die Kurzzeitmessungen je Raum zwei Detektoren bereitgestellt worden. Außerdem ist für jeden Haushalt ein Informationsblatt (siehe Anhang B, 2 und 3) und ein Fragebogen (siehe Anhang B, 4) vorbereitet worden. Der Fragebogen umfasste Fragen nach der Bauweise des Gebäudes, Aufenthaltszeiten der Bewohner innerhalb von Gebäuden sowie einige Fragen, die in gleicher Art bei der letzten Haus- und Wohnungszählung gestellt wurden. Letztere dienten dazu, um zu prüfen, ob die ausgewählte Stichprobe repräsentativ für die Grundgesamtheit (alle Bewohner) ist. Die Prüfung erfolgte derart, dass die relative Häufigkeitsverteilung der möglichen Antworten auf bestimmte Fragen mit der relativen Häufigkeitsverteilung bei der Haus- und Wohnungszählung verglichen wurde. Schließlich wurde noch verlangt, dass der genaue Aufstellungsort (Raum, Stockwerk) und der Aufstellungszeitraum entweder am Fragebogen oder auf dem Detektor vermerkt wird.

Die Verteilung der Dosimeter erfolgte während des Pilotprojektes im Mühlviertel (Oberösterreich) sowohl über den Postweg als auch mittels Interviewer. Um den Rücklauf bei den per Post versendeten Detektoren zu erhöhen, wurde drei Tage nach der Versendung mit dem jeweiligen Haushalt telephonisch Kontakt aufgenommen und den Bewohnern zusätzliche Information und Hilfe geboten. Diese systematischen Telefonanrufe wurden zeitlich genau geplant, einerseits in Hinblick, dass die Detektoren bereits bei den Bewohnern angekommen sind, andererseits hinsichtlich der Erreichbarkeit der Bewohner, ohne dass sich diese gestört fühlen (z. B. Abendessen, Fernsehübertragung etc.). Zusätzlich wurde darauf geachtet, dass die Personen, welche die Anrufe durchführten, neben der fachlichen Kompetenz auch entsprechend sprachgewandt waren und den lokalen Sprachkolorit aufwiesen. Insgesamt war diese Methode der Verteilung sehr erfolgreich (Rücklaufquote über 95%), jedoch führte sie zu einer extremen Erschöpfung der Personen, welche die Telefonate zu führen hatten. Aus diesem Grund wurden später die Detektoren durchwegs von Interviewern verteilt, nur bei einzelnen Nachmessungen wurde wieder der Versand über die Post gewählt.

Den größten Teil, der zum Verteilen und Einsammeln der Messdosen benötigten Interviewer, konnte über Vermittlung der Ämter der Landesregierungen angeworben werden. Diese Interviewer rekrutierten sich zumeist aus Mitarbeitern der statistischen Dienste der Länder bzw. aus deren Interviewern, die über Werkverträge für ihre Tätigkeit als Privatpersonen entlohnt wurden. Zusätzliche Interviewer, z. B. Studenten, mussten durch direkte Kontaktaufnahme mit der Bevölkerung organisiert werden.

Die Interviewer wurden über ihre Aufgabe nur schriftlich informiert und zwar einerseits allgemein mittels einer Informationsschrift über Radon („Steckbrief“) und speziell

mittels eines Briefes, in dem die genaue Vorgangsweise bei der Verteilung der Detektoren beschrieben wurde. Die Informationsschrift über Radon beruht auf der Zusammenstellung der relevanten Informationen der oberösterreichischen Landesregierung, Abteilung Lärm- und Strahlenschutz (Erstherausgeber). Die Interviewer sollten beim Besuch der ausgewählten Haushalte einerseits auf die Freiwilligkeit dieser Untersuchung, andererseits auf die einmalige Möglichkeit einer kostenlosen Radonmessung in der Wohnung hinweisen. Sofern die Messungen abgelehnt werden, waren die Interviewer angewiesen, den Nachbarn als Ersatzperson aufzusuchen. Diese Vorgangsweise ist zwar im statistischen Sinne nicht völlig exakt (es hätten ebenso statistisch ausgewählte Ersatzadressen verwendet werden müssen), jedoch hat sich im Nachhinein gezeigt, dass die Stichprobe repräsentativ geblieben ist.

Die Interviewer hatten die Detektoren zu verteilen, den Bewohnern der ausgewählten Haushalte beim Ausfüllen der Fragebogen zu helfen und zusätzlich die Lage des Hauses in eine mitgelieferte Landkarte einzutragen. Im Falle der Kurzzeitmessungen sollten die Bewohner die Dosimeter nach drei Tagen wieder verschließen und inklusive des Fragebogens in ein mitgebrachtes Warenprobetäschchen (vorfrankiert und schon mit der Adresse der Auswertestelle versehen) packen und dieses in einen Briefkasten werfen. Die Interviewer sollten daher drei Tage nach der Ausfolgung der Dosimeter, die Bewohner mittels eines Anrufes daran erinnern, dies zu tun. Bei den Langzeitmessungen waren die Interviewer aufgefordert die ausgefüllten Fragebogen sofort wieder mitzunehmen. Nach etwa drei Monaten mussten sie sodann die ausgewählten Haushalte wieder besuchen und die Detektoren einsammeln und an die Auswertestellen senden.

Es hat sich gezeigt, dass der Erfolg (Rücklaufquote, Vollständigkeit der Antworten des Fragebogens, Repräsentanz der Grundgesamtheit, Plausibilitätsüberprüfung der Messergebnisse etc.) wesentlich von der Qualität der Interviewer abhängt. Zum allergrößten Teil haben sich die Interviewer als sehr erfolgreich erwiesen (Rücklaufquoten von 95-100%), es hat jedoch einzelne gegeben, die wenig effektiv gewirkt haben. So sind stets einige Gemeinden nicht untersucht worden, die dann in den darauf folgenden Jahren nochmals aufgesucht werden mussten.

4 Mittlere Radonkonzentration und Radonpotenzial

4.1 Jahresmittelwert

Da die Ergebnisse der Radonmessungen ganz wesentlich von den baulichen Eigenschaften der Gebäude, vom Aufstellungsort innerhalb des Gebäudes, vom Verhalten der Bewohner, von den Witterungsbedingungen und vielen anderen Parametern abhängen, liefern Innenraummessungen nicht unmittelbar ein Bild für das geologisch bedingte Radonrisiko. Berücksichtigt man nicht jahreszeitlich bedingte Schwankungen der Radonkonzentrationen in den Wohnungen, so sind solche Messergebnisse nicht einmal für die mittlere Radonbelastung der Bewohner repräsentativ. Um also die für die Dosis der Bewohner relevante Radonkonzentration zu erhalten, bedarf es einer Umrechnung der Messwerte auf eine über das Jahr gemittelte Radonkonzentration. Es hat sich gezeigt, dass i. a. in Räumen die Radonkonzentration in den Wintermonaten deutlich höher ist als in den Sommermonaten, was sich zwanglos durch vermehrtes Lüften während der wärmeren Jahreszeit erklären lässt. Da es nicht möglich ist, das Lüftungs- und Heizverhalten der gesamten Bevölkerung in Zusammenhang mit den Wetterbedingungen und dessen Einfluss auf die Radonkonzentration zu untersuchen, wurde der pragmatische Weg eines „mittleren“ Korrekturfaktors gewählt:

1. Das Jahr wurde in ein Sommer- (1.4. bis 30.9.) und ein Winterhalbjahr (1.10. bis 31.3.) geteilt.
2. Das Verhältnis der Radonkonzentration im Winter zu der im Sommer wurde durch einen (eventuell vom Haustyp abhängigen) Mittelwert festgelegt.
3. Alle Messungen wurden entsprechend dem Zeitraum der Durchführung (und der Art des Hauses) auf einen Jahresmittelwert umgerechnet. Diese Umrechnung berücksichtigt nicht die jahreszeitlich bedingte unterschiedliche Aufenthaltszeit der Bewohner in Gebäuden.

Eine wesentliche Schwierigkeit dieser Vorgangsweise beinhaltet die Bestimmung des Verhältnisses der Radonkonzentration im Winter zu der im Sommer. Es zeigt sich nämlich, dass dieses Verhältnis sehr großen Variationen ausgesetzt ist. Zumeist ist, wie zuvor erwähnt, die Radonkonzentration im Winter deutlich höher als im Sommer, jedoch existieren Häuser, bei denen zwischen Sommer und Winter kein wesentlicher Unterschied besteht und manchmal ist sogar die Radonkonzentration im Sommer höher als im Winter. Letzteres wurde zumeist in Häusern in Hanglagen mit hohen Diffusionskoeffizienten des Untergrundes beobachtet. Eine Erklärung dafür ist aus Abbildung 6 ersichtlich.

Die Methode der jahreszeitlichen Korrektur ist heute weit verbreitet. Zu Beginn der Untersuchungen wurden unter Berücksichtigung eigener Messungen sowie Messungen anderer Gruppen⁵⁸⁻⁶¹ folgende Verhältnisse von Winter- zu Sommer-Werten verwendet, die sich später auch in anderen Ländern generell bestätigten:

⁵⁸ **Bundesamt für Gesundheitswesen:** Radonprogramm Schweiz „RAPROS“, Bericht über die Ergebnisse der Jahre 1987-1991, Bern 1992.

⁵⁹ **H. Heller, K.F. Poulheim (Ed.):** Die Exposition durch Radon und seine Zerfallsprodukte in Wohnungen in der Bundesrepublik Deutschland und deren Bewertung. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 19. Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. G. Fischer, 1992.

⁶⁰ **F. Steger, E. Lovranich, A. Hefner:** Radon measurements in Austrian buildings, comparison of the measurements during summer and wintertime. 2nd Italien-Austrian Radiation Protection Symposium, Bologna 20-22 June 1991.

Gebäude mit weniger als 3 Obergeschoßen: 2.0

Gebäude mit mehr als 2 Obergeschoßen: 1.4

Im Wesentlichen wird durch diese Einteilung zwischen ländlichen und städtischen Gebäuden unterschieden. Man könnte obige Werte dahingehend interpretieren, dass sich in städtischen Gebieten das Lüftungsverhalten zwischen Sommer und Winter nicht so stark ändert wie in ländlichen Gebieten, was aufgrund von Lärm- und Staubbelastung auch nahe liegt.

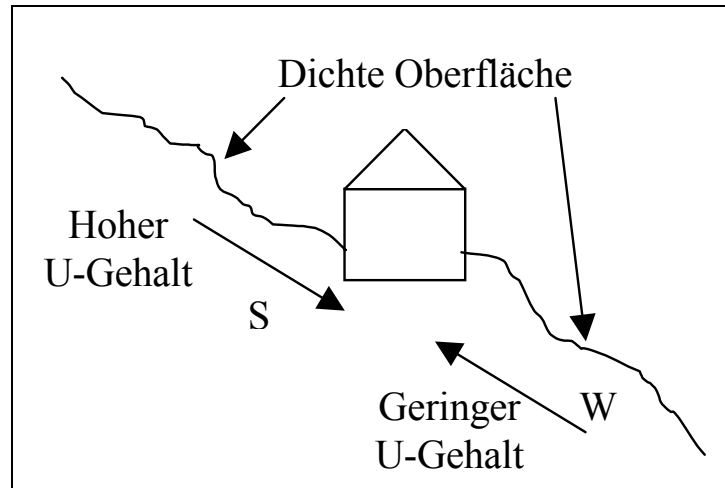


Abbildung 6: Im Winter ist die Lufttemperatur im Freien tiefer als im Erdreich, so dass die wärmere Luft im Boden nach oben steigt. Im Sommer ist es gerade umgekehrt und die kältere Bodenluft fließt nach unten. Ist aus geologischen Ursachen die Radonverfügbarkeit auf der Bergseite höher als auf der Talseite und bildet die oberste Bodenschicht eine relativ dichte Barriere, so kann man in solchen Gebieten im Sommerhalbjahr höhere Radonkonzentrationen in den Gebäuden erwarten.

Aufgrund der starken Streuung des Winter zu Sommer-Verhältnisses kann die Umrechnung auf eine über das Jahr gemittelte Belastung unter Verwendung eines gemittelten Umrechnungsfaktors auch nur für ein Gebiet (mehrere Wohnungen) sinnvoll verwendet werden. Für eine einzelne Wohnung liefert daher ein so berechneter Jahresmittelwert sicher nur eine sehr ungenaue Abschätzung für die Radonexposition, jedoch kann die mittlere Radonbelastung für die Bewohner eines Gebietes (z. B. einer Gemeinde) in dieser Weise doch sehr gut abgeschätzt werden. Die Unsicherheit dieser Abschätzung hängt dabei einerseits von der Anzahl der untersuchten Wohnungen eines Gebietes ab, andererseits sind wetterbedingte Variationen der Radonkonzentrationen möglich, die gleichartig auf alle untersuchten Wohnungen einwirken und somit zu einer systematischen Verschiebung des Mittelwertes führen. Um letzteren Einfluss zu reduzieren, sollte man, so weit möglich, die Messungen zeitlich gestreut durchführen. Dies ist jedoch vielfach nicht möglich, da die bei den Untersuchungen eingesetzten Interviewer die ausgewählten Bewohner einer Gemeinde meist an einem oder an unmittelbar aufeinander folgenden Tagen besucht haben. Es wurden jedoch in vielen Gemeinden zusätzliche Messungen während anderer Zeitintervalle durchgeführt, welche die ursprüngliche Einschätzung der Radonbelastung zumeist bestätigt haben.

⁶¹ O. Ennemoser, W. Ambach, P. Brunner, P. Schneider, F. Purtscheller: Radon Measurements in Umhausen/Ötztal. Proceedings of the Austrian-Italian-Hungarian Radiation Protection Symposium 28-30 April 1993, Vol. 3, Obergurgl/Tirol 1993.

Die so erhaltenen mittleren Radonexpositionswerte, angegeben als Jahresmittelwerte der Radonkonzentration, gemittelt über ein Gebiet, stellen somit die räumliche Verteilung der tatsächlichen Radonbelastung in Österreich dar und sind daher ein Hinweis, wo in Österreich mit Sanierungsmaßnahmen begonnen werden sollte.

Die räumliche Verteilung der tatsächlichen Belastung ist nicht identisch mit dem geologisch verursachten Radonrisiko, da die jeweilige Gebäudestruktur, die lokal sehr unterschiedlich sein kann, die geologisch bedingte Radonverfügbarkeit wesentlich modifiziert. Um daher aus den tatsächlichen Radonkonzentrationen auf die Eigenschaften des Untergrundes zu schließen, muss eine von der jeweiligen Gebäudestruktur, dem jeweiligen Messort und den jeweiligen Nutzereigenheiten unabhängige Größe eingeführt werden. Diese Größe sollte ein „radongefährdetes“ Gebiet als solches auch nach eventuellen Sanierungsmaßnahmen in besonders belasteten Gebäuden ausweisen, sosehr auch die tatsächliche (mittlere) Belastung des Gebietes gesunken ist.

Mit der Einführung einer solchen Größe und deren Verwendung zur Klassifizierung von „radongefährdeten“ Gebieten wird bewusst von der ICRP 65 abgewichen, in der folgende Definition vorgeschlagen wird: *„A radon-prone area might be defined as one in which about 1% of dwellings had a concentration of more than ten times the national average value“*. Der Grund ist, dass ein geologisch bedingtes Risikogebiet ein solches auch nach Sanierungsmaßnahmen bleiben sollte, damit etwa bei Neubauten auch weiterhin die Gefahr erhöhter Radonbelastungen berücksichtigt wird. Außerdem wird nach einer Sanierungsmaßnahme in einem Gebiet das nationale Mittel sinken und damit möglicherweise ein anderes Gebiet plötzlich zu einem „Radongebiet“ werden.

4.2 Das Radonpotenzial

Welche Möglichkeiten sind denkbar, um ein von der Bebauung unabhängiges Maß für die Radongefährdung eines Gebietes zu erhalten?

Zum ersten kann natürlich die Geologie herangezogen werden. Das Problem dabei ist, dass aus geologischen Karten zwar eine Gesteinsart ermittelt werden kann, jedoch der Uran Gehalt und die Permeabilität des Gesteins nur mittels Analogschlüsse aus ähnlichen, genauer untersuchten Gebieten ableitbar ist. Des Weiteren ist die Überdeckung des Gesteins durch den jeweiligen Boden aus speziellen Bodenkarten, die hinsichtlich anderer Parameter (Fruchtbarkeit etc.) erstellt wurden, nur bedingt ablesbar.

Als zweite Möglichkeit bieten sich Messungen der Radonkonzentration im Bodengas an. Dies ist zweifellos eine sehr Erfolg versprechende Methode, jedoch hat auch sie gewisse Probleme. So bedarf es etwa einer Normierung aus welcher Tiefe das Gas gezogen wird. Zumeist wählt man Werte zwischen 0.5 und 2 m. In vielen Fällen tritt aber bereits in geringerer Tiefe gewachsener Fels auf, so dass eine normierte Probenahme nicht möglich ist. Außerdem kann keine Probe gezogen werden, sobald der Boden gefroren ist. Schließlich bedarf es einer großen Anzahl von Probenahmen, um zu einem für ein Gebiet repräsentativen Wert zu gelangen, da auch die Bodengaskonzentration großen, lokalen Variationen unterworfen ist. Außerdem sollte man auch die Bodenpermeabilität messen, die jedoch durch Witterungseinflüsse (Bodenfeuchtigkeit) stark beeinflusst werden kann.

Eine weitere Methode wäre etwa die Bestimmung der Radonkonzentration in einem Normbauwerk. Man könnte z. B. einen unten offenen, hohlen Würfel von etwa 1 m³ Rauminhalt dicht auf den Boden aufsetzen und die sich im Inneren bildende Radonkonzentration als Maß für das geologisch bedingte Risiko heranziehen.

Im Zuge des ÖNRAP ist ein anderer Weg beschritten worden: Es wurde versucht, aus den vorhandenen Messwerten und der Kenntnis über die Messorte, den entsprechenden Haus- und Wohnparametern etc., eine Umrechnung auf eine Normsituation vorzunehmen.

Dazu ist es notwendig zu untersuchen, welchen Einfluss verschiedene Werte bestimmter Parameter (z. B. Aufstellungsort der Detektoren) auf die gemessene Radonkonzentration haben. Um dies festzustellen sind zwei Verfahren angewendet worden. Im ersten Fall wurden unterschiedlichen Werte eines Parameters in jeweils einem Haus untersucht (z. B. Aufstellungsort in unterschiedliche Stockwerke), wo dies nicht möglich war, d. h. in Fällen, wo der Wert des zu untersuchenden Parameters beide vermessenen Räume betraf (z. B. Unterkellerung des Gebäudes), wurden die Radonkonzentrationsverteilungen aller vermessenen Gebäude eines Gebietes bei Variation des jeweils interessierenden Parameters untersucht.

Es ist bekannt und hat sich auch bei den im Zuge von ÖNRAP durchgeführten Messungen gezeigt, dass die Häufigkeitsverteilung der Radonkonzentration zumeist sehr gut durch eine logarithmische Normalverteilung angepasst werden kann. Unter dieser Voraussetzung kann man nun versuchen den Einfluss verschiedener Faktoren zu erfassen.

Vorerst einige Bemerkungen zur logarithmischen Normalverteilung: Man spricht von einer logarithmischen Normalverteilung, wenn die Logarithmen der Variablen normalverteilt sind, wenn also gilt:

$$f(\log(x)) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log(x)-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

mit σ der Standardabweichung und μ dem Mittelwert der Verteilung. Für die Dichteverteilung F als Funktion der nicht transformierten Variablen x erhält man nun

$$F(x)dx = f(y)dy = f(y)\frac{\partial y}{\partial x} dx$$

also

$$F(x) = f(y)\frac{\partial y}{\partial x}.$$

Mit

$$y = \log(x)$$

ergibt sich die logarithmische Normalverteilung für $x > 0$ zu

$$F(x) = \frac{1}{\sigma x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log(x)-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Mit μ dem Mittelwert und σ der Standardabweichung der Normalverteilung, folgt für die logarithmische Normalverteilung, dass der Median (50% der Verteilung liegt unter dem Median und 50% darüber) $M = \exp(\mu)$ gleichzeitig geometrisches Mittel (n -te Wurzel aus n Faktoren) ist, der Streufaktor $S = \exp(\sigma)$ auch als geometrische Standardabweichung bezeichnet wird und $\exp(\mu - \sigma) = \exp(\mu) / \exp(\sigma)$ bzw. $\exp(\mu + \sigma) = \exp(\mu) \exp(\sigma)$ die untere und die obere Grenze der zentralen 68% Masse sind.

Diese Art der Verteilung ergibt sich, wenn einerseits das untersuchte Merkmal (z. B. Radonkonzentration) eine gewisse Schranke nicht unterschreiten (überschreiten) kann, andererseits die das Merkmal beeinflussenden zufälligen Größen voneinander unabhängig sind und multiplikativ zusammenwirken (Addition der Logarithmen), wenn also die modifizierende Wirkung durch eine Zufallsgröße der zuvor bestehenden Größe proportional ist. Überträgt man diese Überlegung auf die Verteilung der Radonkonzentration, so könnte man die gemessene Radonkonzentration $R(p)$ als Produkt von zufallsverteilten Parameterfunktionen $f_i(p_i)$ etwa in der Form

$$R(p) = k \prod_i f_i(p_i)$$

(k ist eine Konstante) darstellen. Will man den Einfluss einer bestimmten Parametergröße untersuchen, also

$$R(p) = k f_j(p_j) \prod_{i \neq j} f_i(p_i) = f_j(p_j) G(p_i, i \neq j),$$

so sollte auch die Funktion G der restlichen Parameter logarithmisch-normalverteilt sein. Kann p_j in bestimmte Klassen eingeteilt werden, oder kann p_j nur in diskreten Zuständen auftreten (z.B. Parterre, 1. Stock,...), kann man $f_j(p_j)$ durch $f_j(v)$ ersetzen, wobei v die Klassen bzw. Zustände von p_j charakterisieren. Betrachtet man nur Messungen, bei denen der untersuchte Parameter in einer bestimmten Klasse α liegt, erhält man

$$R_\alpha = f_j(\alpha) G.$$

Logarithmiert man diese Funktion und bildet die entsprechenden Mittelwerte, so ergibt sich

$$\langle \log(R_\alpha) \rangle = \langle \log(f_j(\alpha)) \rangle + \langle \log(G) \rangle.$$

Da R und G logarithmisch-normalverteilt sind und der Median M einer logarithmischen Normalverteilung mit dem Mittelwert μ der logarithmierten Zufallsvariablen in der Form

$$M = e^\mu \Leftrightarrow \mu = \log(M)$$

zusammenhängt, gilt

$$\log(M(R_\alpha)) = \log(C_\alpha) + \log(M(G)),$$

wobei für den Mittelwert von $\log(f_j(\alpha))$ die nur mehr die für die Klasse α charakteristische Konstante $\log(C_\alpha)$ eingeführt wurde. Durch Entlogarithmieren erhält man

$$M(R_\alpha) = C_\alpha M(G).$$

Es ist leicht einsichtig, dass sich bei Multiplikation einer logarithmisch-normalverteilten Zufallsvariablen mit einem konstanten Faktor C auch der Median um den Faktor C verändert wird. Will man wissen, wie sich die Radonkonzentration ändert, wenn man von der Klasse α zur Klasse β übergeht, kann man die Zufallsvariable mit dem Faktor

$$C_\beta / C_\alpha = M(R_\beta) / M(R_\alpha)$$

multiplizieren und erhält wieder eine logarithmische Normalverteilung, jedoch nun mit dem gewünschten Median $M(R_\beta)$. Findet man Streufaktoren von R_β und R_α , so dass

$$\frac{1}{2}(\sigma_\beta^2 - \sigma_\alpha^2) = h \ll 1$$

gilt, liefert allein die Multiplikation mit $M(R_\beta)/M(R_\alpha)$ bereits die gewünschte Verteilung. Ist man an Mittelwerten interessiert, und $h \ll 1$ ist nicht erfüllt, muss noch mit e^h korrigiert werden.

Um also aus einer bekannten Verteilung der Radonkonzentration in Häusern/Räumen mit einer bestimmten Eigenschaft α die Verteilung in Häusern/Räumen mit der Eigenschaft β zu berechnen, kann folgendermaßen vorgegangen werden:

1. Man prüfe, ob die globale Radonverteilung sowohl in Häusern/Räumen mit der Eigenschaft α als auch in Häusern/Räumen mit der Eigenschaft β logarithmisch-normalverteilt ist, und wie weit deren Streumaße voneinander abweichen.

2. Man bestimme den Median M_α der globalen Radonverteilung in Häusern/Räumen mit der Eigenschaft α und den globalen Median M_β in Häusern/Räumen mit der Eigenschaft β .
3. Existieren für ein Messgebiet Messungen in Häusern/Räumen mit der Eigenschaft α , so kann man durch Multiplikation dieser Werte mit M_β/M_α Abschätzungen für Häuser/Räume mit der Eigenschaft β erhalten.
4. Muss bei mehreren Parametern eine solche Normierung durchgeführt werden, ist zu prüfen, ob diese Einflussparameter unkorreliert sind. Ist eine Korrelation vorhanden, so muss gesondert korrigiert werden.

Mit diesem hier beschriebenen Verfahren kann nun ein Radonpotenzial aus den Radonkonzentrationsmessungen mit den unterschiedlichsten Parametern wie Aufstellungsort, Gebäudeeigenschaften usw. abgeleitet werden. Es bedarf nur mehr einer Definition der Standardsituation auf die normiert werden soll.

Definition des Radonpotenzials im Zuge von ÖNRAP

Das Radonpotenzial ist der Erwartungswert für die über das Jahr gemittelte Radonkonzentration in einem, in üblicher Weise genutzten Wohnraum im Erdgeschoß in einem nicht oder nur teilweise unterkellerten Haus, das nicht aus Stein erbaut ist, wobei die Wohnung von zwei Erwachsenen und weniger als zwei Kindern bewohnt ist und keine einfachen Fenster aufweist.

Die Normsituation bedeutet also:

- Jahresmittelwert
- Wohnraum im Erdgeschoß
- Übliche Nutzung (z. B. kein Wochenendhaus)
- Nicht oder nur teilweise unterkellert
- Kein Steinbau
- Keine einfachen Fenster
- Zwei Erwachsene
- Weniger als zwei Kinder

Alle Messungen, die nicht in dieser Standardsituation durchgeführt wurden, werden mit entsprechenden Korrekturfaktoren (Multiplikationsfaktoren) auf diese Standardsituation extrapoliert. Um das Radonpotenzial für ein Gebiet zu berechnen, wird für jede vermessene Wohnung das Radonpotenzial berechnet und der Mittelwert dieser Potenzialwerte dem Gebiet als Radonpotenzial zugeschrieben.

Es muss in diesem Zusammenhang ausdrücklich davor gewarnt werden, das Radonpotenzial als Prognose für die Radonkonzentration in einem einzelnen Haus heranzuziehen. Das Radonpotenzial gibt nur einen zu erwartenden mittleren Wert für ein Gebiet an, wobei einzelne Werte stark von diesem mittleren Wert abweichen können (Streufaktoren liegen in der Größenordnung von bis zu 2.8).

Um den Einfluss statistischer Ausreißer zu verringern, wurde noch ein **reduziertes Radonpotenzial** eingeführt, das in gleicher Weise wie das Radonpotenzial berechnet wurde, jedoch sind für ein Gebiet jeweils die Wohnungen mit dem höchsten und die mit dem geringsten Potenzialwert bei der Berechnung nicht berücksichtigt worden. Das reduzierte Radonpotenzial wurde jedoch nur dann berechnet, wenn in einem Gebiet mindestens 5 Wohnungen vermessen worden sind.

Folgende Parameter wurden auf ihren Einfluss auf die Radonkonzentration untersucht: Unterkellerung, Stockwerk der Messung, Heizung, Baujahr des Hauses, Teil eines land-

wirtschaftlichen Betriebes, Lage des Hauses, Baumaterial, Dichtigkeit der Fenster, Anzahl der Wohnungen im Gebäude, Nutzungszeit (Wochenendhaus), Anzahl der Stockwerke des Gebäudes, Baumaterial des Kellers, Art der Fenster, Anzahl der erwachsenen Bewohner, Anzahl der Kinder. Außerdem wurden noch verschiedene Kombinationen dieser Parameter untersucht. Die Korrelationen innerhalb dieser Parameter wurden durch Kontingenztafel-Test bestimmt.

Es hat sich gezeigt, dass nur für folgende Eigenschaften des Messortes, eine Umrechnung auf die Standardsituation notwendig ist:

- Vollständig unterkellert, Kellerbaumaterial Estrich oder Beton
- Vollständig unterkellert, sonstiges Kellerbaumaterial
- Steinbau
- Messung in Räumen höher als Parterre
- Wochenendhaus
- Fenster mit nur einfacher Verglasung
- Mehr als ein Kind
- Nur eine erwachsene Person als Bewohner
- Mehr als zwei erwachsene Personen als Bewohner

Die Umrechnungsfaktoren wurden jeweils für das Untersuchungsgebiet bestimmt und sind bei den Messergebnissen für die einzelnen Bundesländer angeführt. Es zeigt sich, dass diese Faktoren oft unterschiedlich sind, wobei diese Unterschiede sowohl auf die statistische Streuung als auch auf die unterschiedlichen Bauweisen und Lebensgewohnheiten in den verschiedenen Gebieten Österreichs zurückzuführen ist. Der Einfluss dieser Streuungen wird bei der Zusammenfassung der Messergebnisse für ganz Österreich (siehe Abschnitt 6) genauer diskutiert, insbesondere im Hinblick auf die sich ergebende Unsicherheiten bei der Bestimmung des Radonpotenzials eines Gebietes.

5 Messergebnisse

5.1 Burgenland

Vor Beginn der Untersuchungen wurden die Bürgermeister aller Gemeinden im Burgenland von Herrn Landesrat Ing. G. Wagner schriftlich über das Projekt informiert. Alle ausgewählten Haushalte wurden etwa eine Woche vor Beginn der Untersuchungen angeschrieben und um Mitarbeit gebeten.

Die Verteilung der Detektoren erfolgte im wesentlichen in 3 Abschnitten, nämlich ab Ende April 1999, dann erst wieder etwa ab Oktober 1999, um nicht im Sommer die Messungen durchzuführen, und schließlich ab Jänner 2000, um nicht über die Weihnachtsfeiertage zu messen, die nicht repräsentativ für die üblichen Lebensgewohnheiten der Bevölkerung sind.

Insgesamt wurden für etwa 220 Haushalte 440 Langzeitdosimeter (je Haushalt zwei Detektoren) sowie für etwa 250 Haushalte (inkl. Nachmessungen) 1000 Kurzzeitdosimeter (je Haushalt vier Detektoren) bereitgestellt. Insgesamt wurden somit etwa 470 Haushalte zur Untersuchung ausgewählt. Die Rücklaufquote betrug im Burgenland über 90%.

Aus den gemessenen Radonkonzentrationen wurden Jahresmittelwertkonzentrationen gemäß Abschnitt 4.1 berechnet. In den Abbildung 7 bis Abbildung 14 sind die Verteilungen der Radonkonzentrationen in den Bezirken des Burgenlands dargestellt, wobei die Bezirksstadt Rust aufgrund ihrer geringen Größe zu Eisenstadt-Umgebung hinzugefügt wurde. Fasst man die Daten vom ganzen Burgenland zusammen, ergibt sich die Verteilung gemäß Abbildung 15. In Abbildung 7 bis Abbildung 15 sind auch die entsprechenden Jahresmittelwertverteilungen eingezeichnet. Tabelle 4 fasst nochmals alle Ergebnisse aus diesen Umrechnungen auf Jahresmittel zusammen.

Die Häufigkeitsverteilungen der Radonkonzentrationen in den einzelnen Bezirken können gut durch logarithmische Normalverteilungen approximiert werden. Damit können aus den Jahresmittelwerten nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Methode Radonpotenzialwerte ermittelt werden. Zur Umrechnung in die Standardsituation haben sich die Werte der Tabelle 3 ergeben. Eine graphische Darstellung der Radonpotenziale der Gemeinden ist in der Zusammenfassung in Abschnitt 6, Abbildung 148 ersichtlich.

Umrechnungsfaktor für	Burgenland
vollständig unterkellert, Estrich oder Beton	1.72
vollständig unterkellert, sonstiges Material	1.74
Steinbau	0.90
Messung in Raum höher als Parterre	1.18
Wochenendhaus	0.61
einfache Verglasung	1.00 ¹⁾
mehr als ein Kind	1.35
Anzahl der Erwachsenen = 1	1.14
Anzahl der Erwachsenen = 2	1.00
Anzahl der Erwachsenen > 2	1.00 ¹⁾

¹⁾ keine signifikante Abweichung von Eins, daher Eins angenommen.

Tabelle 3: Faktoren zur Umrechnung in die Standardsituation für das Burgenland.

Radonkonzentrationsverteilung von 40 Räumen in Eisenstadt

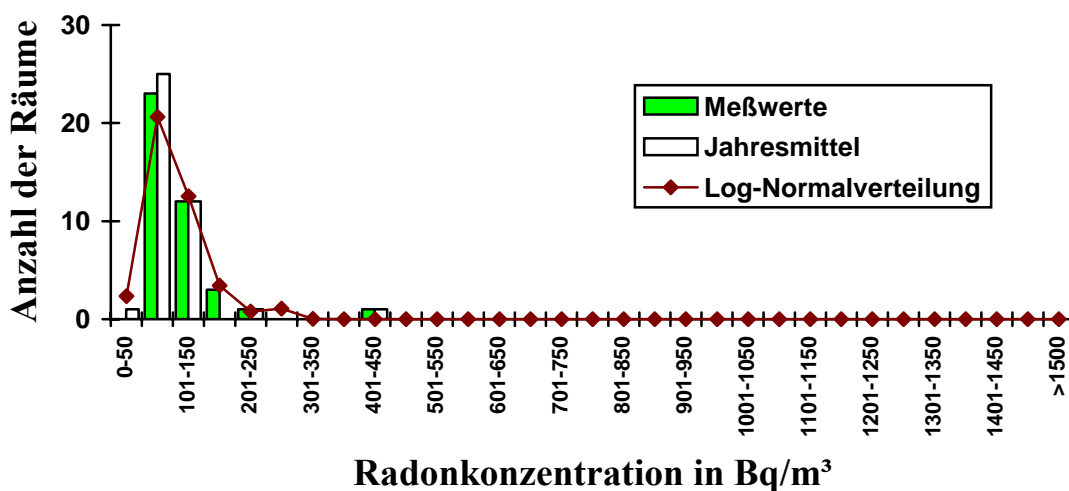


Abbildung 7: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 40 Räumen in Eisenstadt (Mittelwert: 109 Bq/m³, Median: 93 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 416 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 102 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 88 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 93 Bq/m³, Streufaktor: 1.48).

Radonkonzentrationsverteilung von 119 Räumen in den Bezirken Rust und Eisenstadt-Umgebung

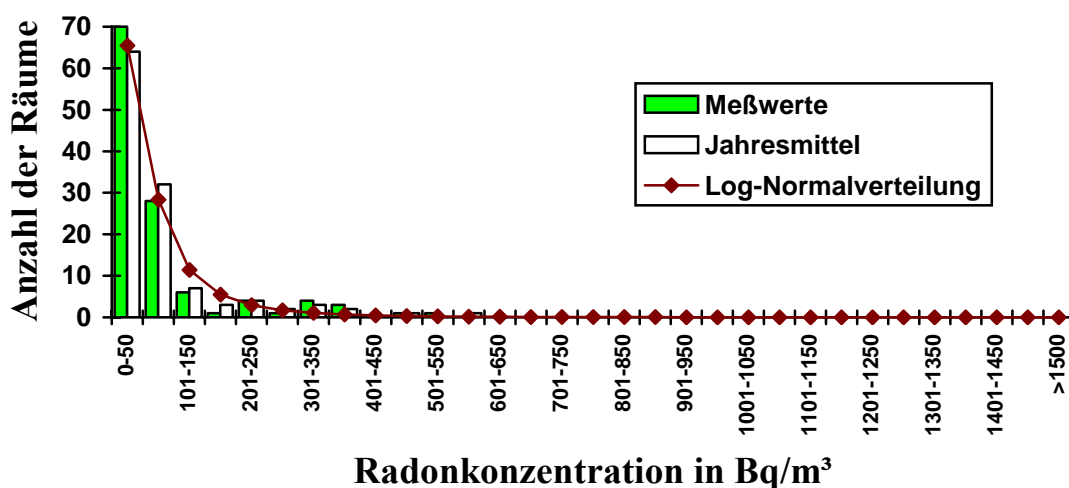


Abbildung 8: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 119 Räumen in Rust und Eisenstadt-Umgebung (Mittelwert: 75 Bq/m³, Median: 43 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 525 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 78 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 46 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 44 Bq/m³, Streufaktor: 2.77).

Radonkonzentrationsverteilung von 129 Räumen im Bezirk Güssing

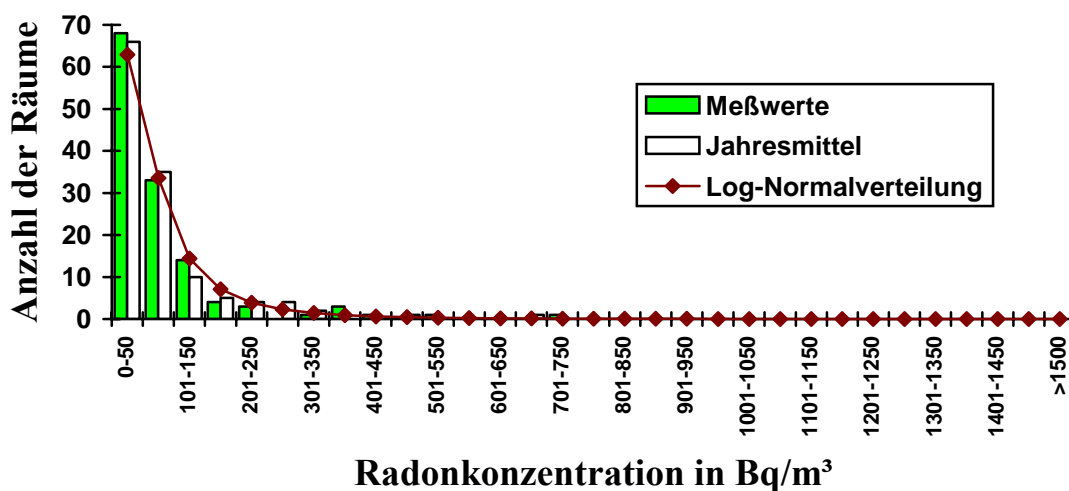


Abbildung 9: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 129 Räumen in Güssing (Mittelwert: 78 Bq/m³, Median: 47 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 748 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 89 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 49 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 52 Bq/m³, Streufaktor: 2.68).

Radonkonzentrationsverteilung von 57 Räumen im Bezirk Jennersdorf

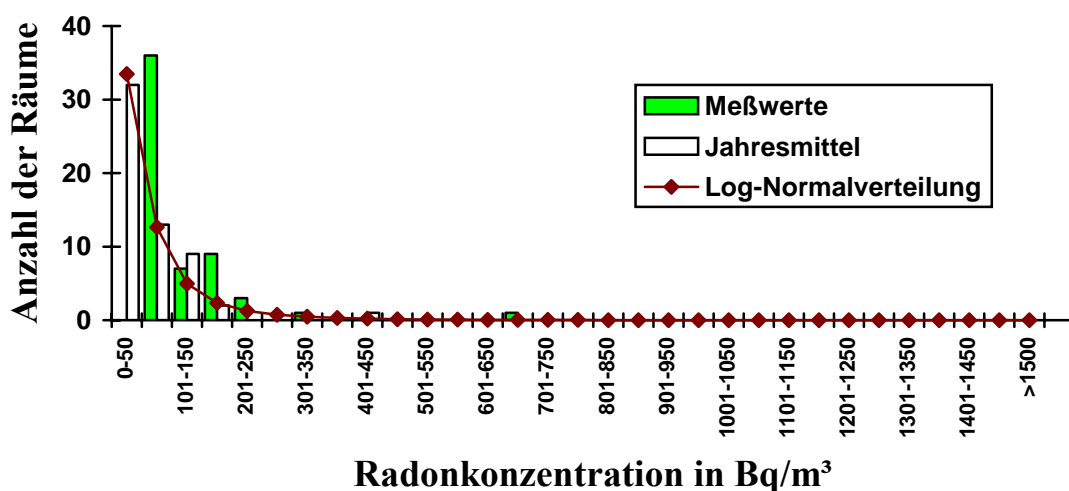


Abbildung 10: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 57 Räumen im Bezirk Jennersdorf (Mittelwert: 65 Bq/m³, Median: 40 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 610 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 64 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 45 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 40 Bq/m³, Streufaktor: 2.87).

Radonkonzentrationsverteilung von 94 Räumen im Bezirk Mattersburg

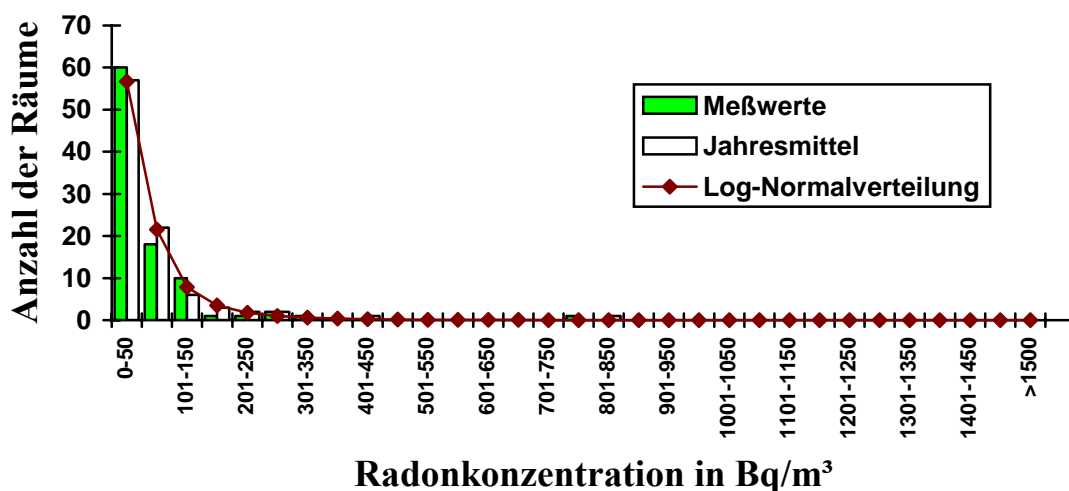


Abbildung 11: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 94 Räumen im Bezirk Mattersburg (Mittelwert: 58 Bq/m³, Median: 39 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 762 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 68 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 41 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 39 Bq/m³, Streufaktor: 2.67).

Radonkonzentrationsverteilung von 140 Räumen im Bezirk Neusiedl am See

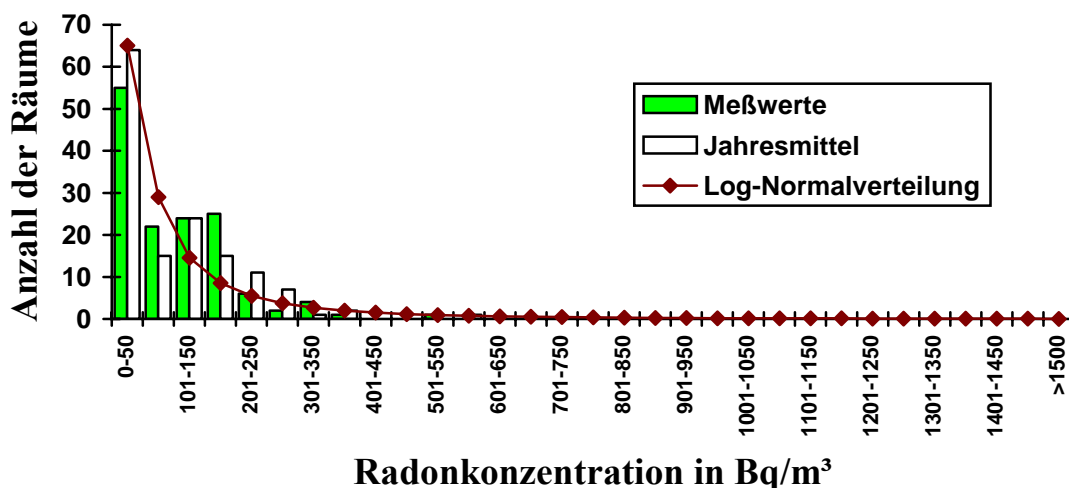


Abbildung 12: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 140 Räumen im Bezirk Neusiedl am See (Mittelwert: 103 Bq/m³, Median: 84 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 545 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 101 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 70 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 57 Bq/m³, Streufaktor: 3.63).

Radonkonzentrationsverteilung von 120 Räumen im Bezirk Oberpullendorf

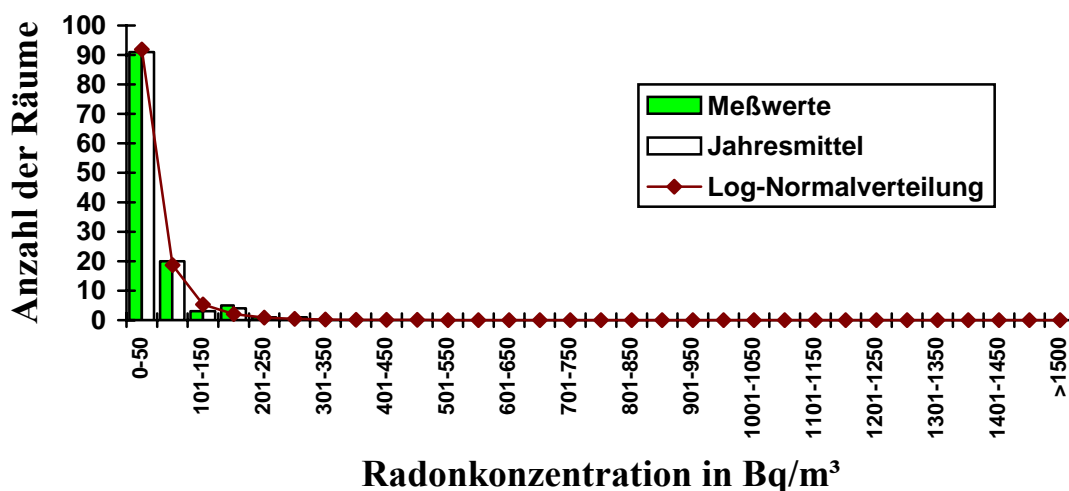


Abbildung 13: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 120 Räumen im Bezirk Oberpullendorf (Mittelwert: 34 Bq/m³, Median: 33 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 202 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 39 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 33 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 25 Bq/m³, Streufaktor: 2.71).

Radonkonzentrationsverteilung von 147 Räumen im Bezirk Oberwart

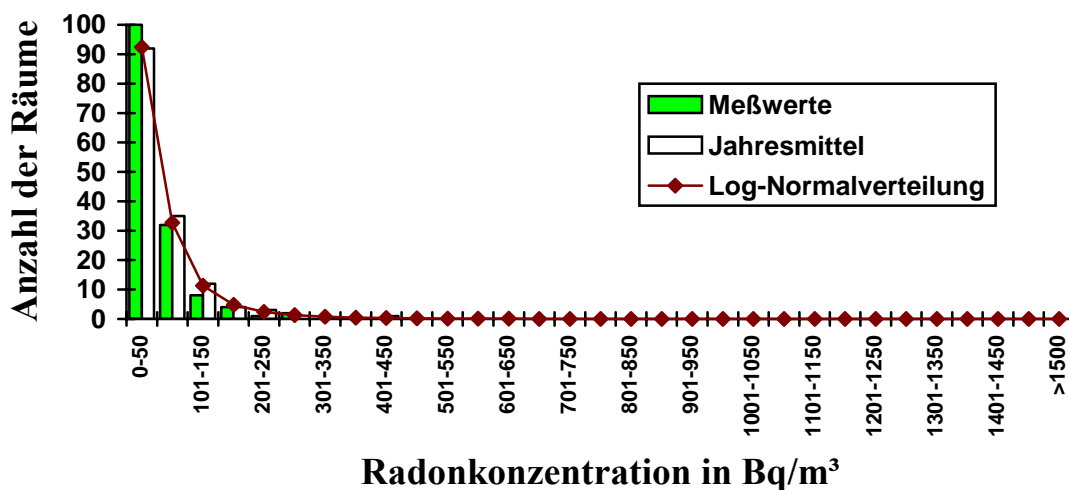


Abbildung 14: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 147 Räumen im Bezirk Oberwart (Mittelwert: 46 Bq/m³, Median: 38 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 276 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 55 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 40 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 37 Bq/m³, Streufaktor: 2.63).

Radonkonzentrationsverteilung von 846 Räumen im ganzen Burgenland

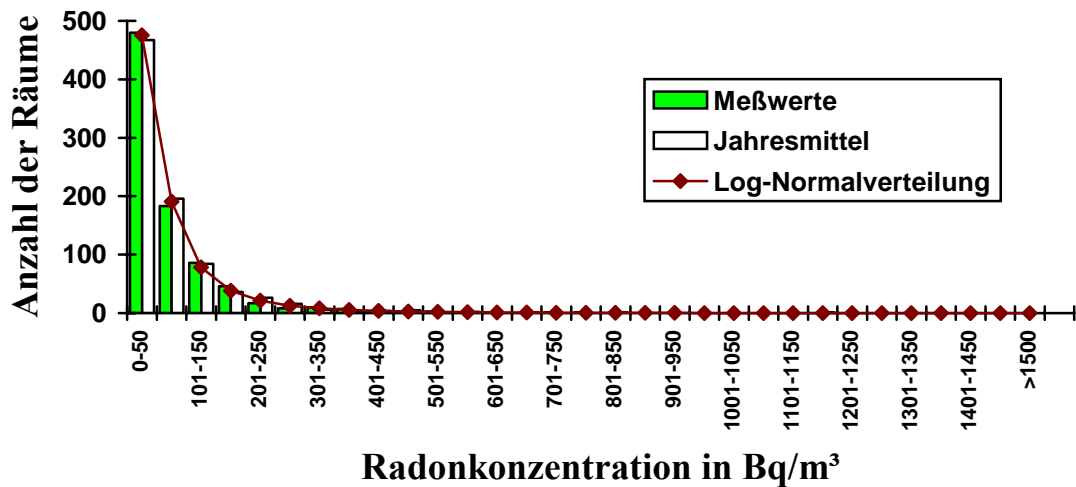


Abbildung 15: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 846 Räumen im ganzen Burgenland (Mittelwert: 68 Bq/m³, Median: 44 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 762 Bq/m³), Mittelwert der Jahresmittel: 73 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 45 Bq/m³) und an Jahresmittelwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 43 Bq/m³, Streufaktor: 2.92).

Politischer Bezirk	Anzahl der verm. Räume	Jahresmittel (Bq/m ³)	Median (Bq/m ³)	Maximalwert (Bq/m ³)
Eisenstadt	40	102	88	416
Rust	4	20	25	36
Eisenstadt-Umgeb.	115	80	48	525
Güssing	129	89	49	748
Jennersdorf	57	64	45	610
Mattersburg	94	68	41	762
Neusiedl am See	140	101	70	545
Oberpullendorf	120	39	33	202
Oberwart	147	55	40	276
Burgenland	846	73/72	45	762

Tabelle 4: Jahresmittelwerte, Medianwerte der Verteilung der Jahresmittelwerte und höchste gemessene Radonkonzentrationswerte in den Bezirken Burgenlands. Der Mittelwert für Burgenland vor dem Schrägstrich bezieht sich auf die Anzahl der durchgeführten Messungen, der Wert nach dem Schrägstrich ist der gemäß der Bevölkerungszahl gemittelte Wert.

Abbildung 16 zeigt den Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten (gemittelt jeweils über einen Bezirk) und den Medianen der Verteilungen in den einzelnen Bezir-

ken Burgenlands (Rust wurde wieder zu Eisenstadt-Umgebung hinzugefügt). Man erkennt daraus, dass der Medianwert bei etwa 70% des Mittelwertes liegt.

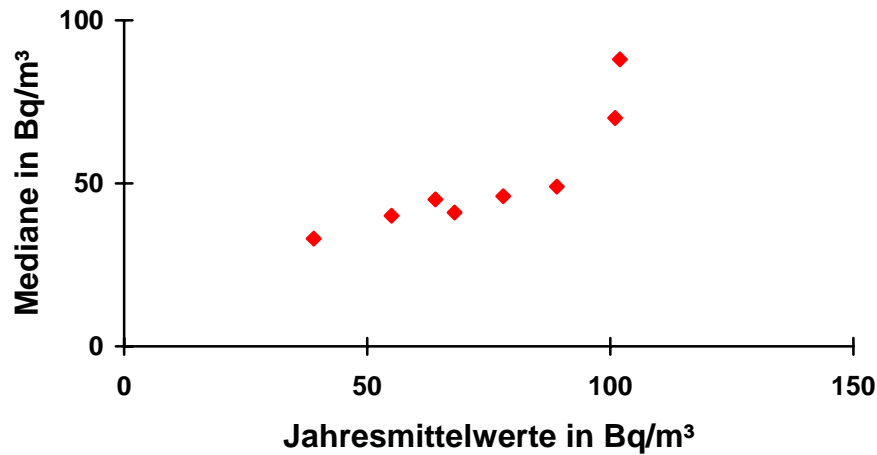


Abbildung 16: Jahresmittelwerte der Radonkonzentrationen gegen Mediane in den Bezirken Burgenlands.

Trägt man die beobachteten Maximalwerte gegen die Jahresmittelwerte auf, so kann man versuchen, durch eine einhüllende Kurve abzuschätzen, welche Maximalwerte der Radonkonzentrationen in den Bezirken tatsächlich zu erwarten sind. Natürlich können durch spezielle Verhältnisse lokal ganz extreme Werte auftreten. Aus Abbildung 17 ersieht man, dass in den untersuchten Gemeinden die Maximalwerte proportional mit den Mittelwerten zunehmen und etwa 10-mal höher als diese sind.

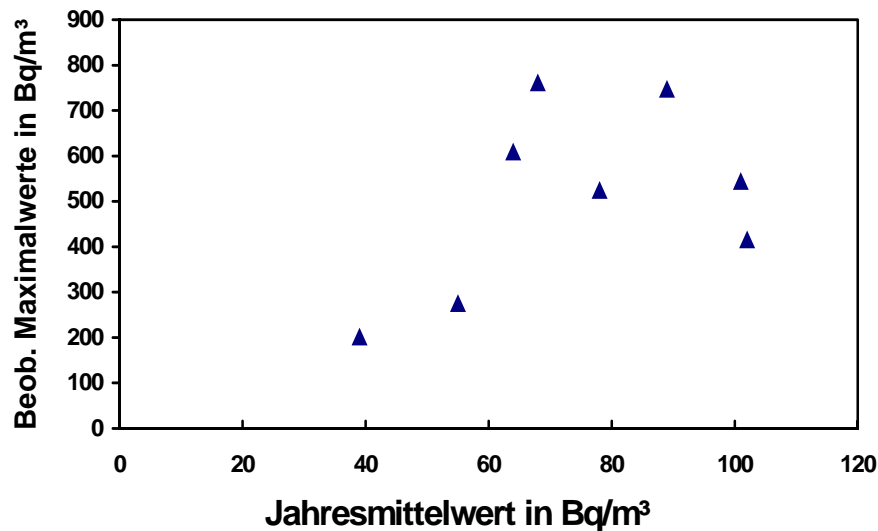


Abbildung 17: Jahresmittelwerte (Bezirksmittel) der Radonkonzentrationen gegen beobachtete Maximalwerte in den Bezirken Burgenlands.

In Abbildung 19 ist die Summenhäufigkeit der jahreszeitlich gemittelten Radonkonzentrationen aufgetragen. Daraus ist ersichtlich, dass nur etwa 1 % aller burgenländischen Wohnungen mittlere Radonkonzentrationen von mehr als 400 Bq/m³ aufweisen.

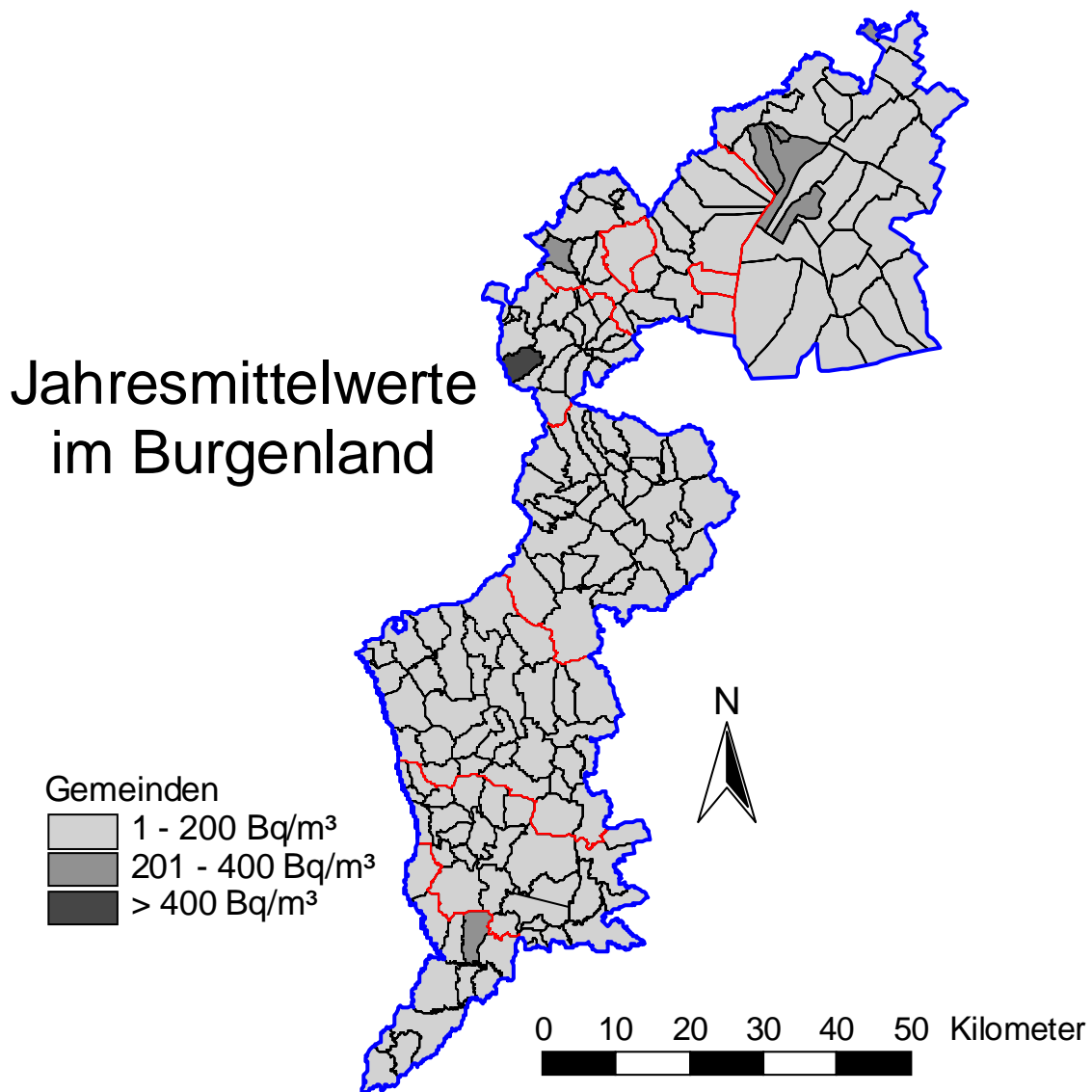


Abbildung 18: Jahreszeitlich gemittelte Radonkonzentration in burgenländischen Wohnungen: Gemeindemittelwerte.

Berechnet man die Mittelwerte von den auf Jahresmittel umgerechneten Einzelwerten für alle burgenländischen Gemeinden, so ergibt sich das Bild von Abbildung 18. Man sieht, dass die mittlere Radonkonzentration in nahezu allen Gemeinden unter 200 Bq/m³ liegt.

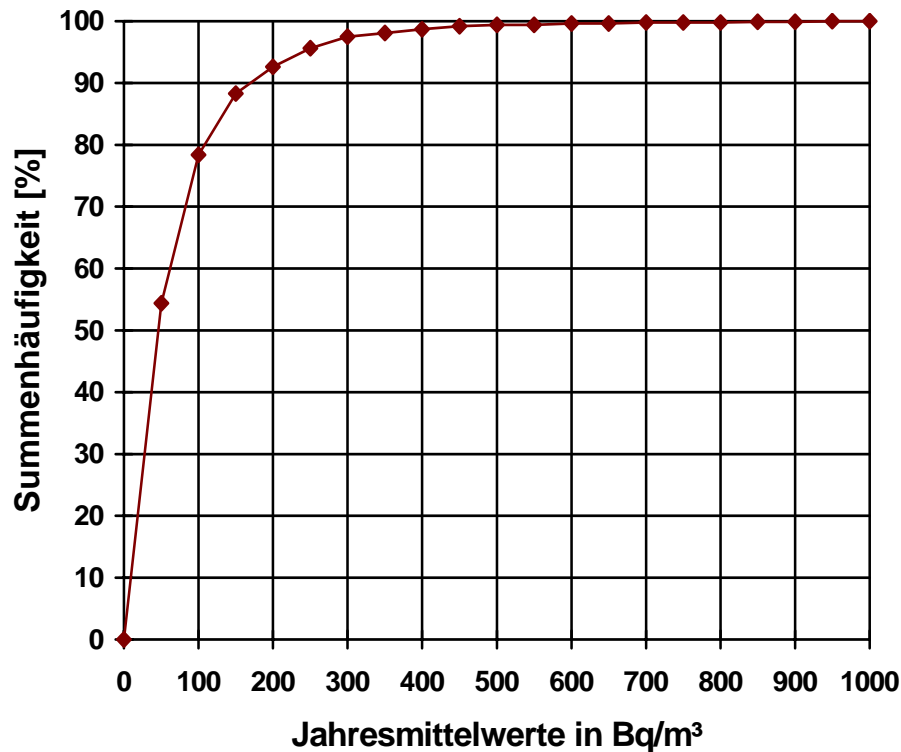


Abbildung 19: Summenhäufigkeit als Funktion der Jahresmittelwert-Radonkonzentration. Die Summenhäufigkeit bedeutet die prozentuelle Anzahl von Wohnungen, deren mittlere Radonkonzentration unter dem jeweils gewählten Wert liegt.

5.2 Kärnten

Vor Beginn der Untersuchungen wurden die Bürgermeister aller Gemeinden vom Ersten Landeshauptmannstellvertreter Herrn Dr. Ausserwinkler schriftlich über das Projekt informiert. Alle ausgewählten Haushalte wurden etwa eine Woche vor Beginn der Untersuchungen ebenfalls von Dr. Ausserwinkler angeschrieben und um Mitarbeit gebeten.

Die Verteilung der Elektret- und Track-Etch-Detektoren erfolgte ab März 1997, etwas später folgte die Verteilung der Aktivkohledetektoren. Die gestaffelte Verteilung der Dosimeter war vor allem aus administrativen Gründen notwendig.

Es wurden für etwa 310 Haushalte 620 Langzeitdosimeter (je Haushalt zwei Detektoren) sowie für etwa 420 Haushalte (inkl. Nachmessungen) 1680 Kurzzeitdosimeter (je Haushalt vier Detektoren) bereitgestellt. Insgesamt wurden somit etwa 730 Haushalte zur Untersuchung ausgewählt. Abbildung 20 bis Abbildung 29 zeigen die Verteilungen der Radonkonzentrationen in den 10 Bezirken Kärntens. Fasst man die Daten von ganz Kärnten zusammen, ergibt sich die Verteilung gemäß Abbildung 30.

Die Häufigkeitsverteilungen der gemessenen Radonkonzentrationsdaten folgt wieder einer logarithmischen Normalverteilung. Damit können aus den Jahresmittelwerten nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Methode Radonpotenzialwerte ermittelt werden. Zur Umrechnung in die Standardsituation haben sich die Werte der Tabelle 5 ergeben. Eine graphische Darstellung der Radonpotenziale der Gemeinden ist in der Zusammenfassung in Abschnitt 6, Abbildung 148 ersichtlich.

Umrechnungsfaktor für	Kärnten
vollständig unterkellert, Estrich oder Beton	1.55
vollständig unterkellert, sonstiges Material	1.25
Steinbau	0.56
Messung in Raum höher als Parterre	1.42
Wochenendhaus	0.93
einfache Verglasung	1.18
mehr als ein Kind	0.91
Anzahl der Erwachsenen = 1	1.22
Anzahl der Erwachsenen = 2	1.00
Anzahl der Erwachsenen > 2	0.89

Tabelle 5: Faktoren zur Umrechnung in die Standardsituation für Kärnten.

Alle Messergebnisse wurden in der in Abschnitt 4.1 beschriebener Weise auf Jahresmittelwerte umgerechnet. Diese sind in den Abbildung 20 bis Abbildung 30 entsprechend eingezeichnet. Tabelle 6 fasst nochmals alle Ergebnisse aus dieser Umrechnung auf Jahresmittel zusammen.

Radonkonzentrationsverteilung von 60 Räumen in Klagenfurt - Stadt

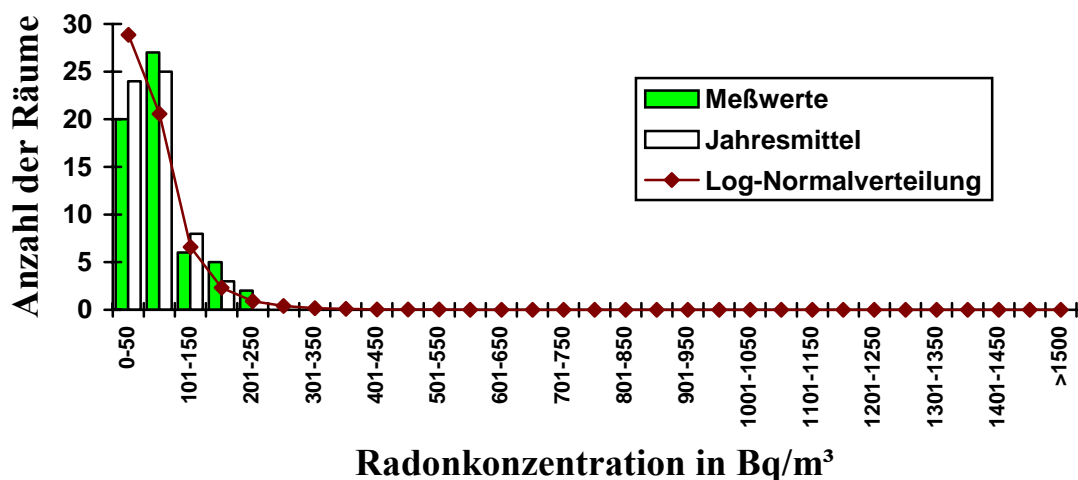


Abbildung 20: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 60 Räumen in Klagenfurt-Stadt (Mittelwert: 78 Bq/m³, Median: 69 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 245 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 65 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 62 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 52 Bq/m³, Streufaktor: 2.02).

Radonkonzentrationsverteilung von 58 Räumen im Bezirk Villach

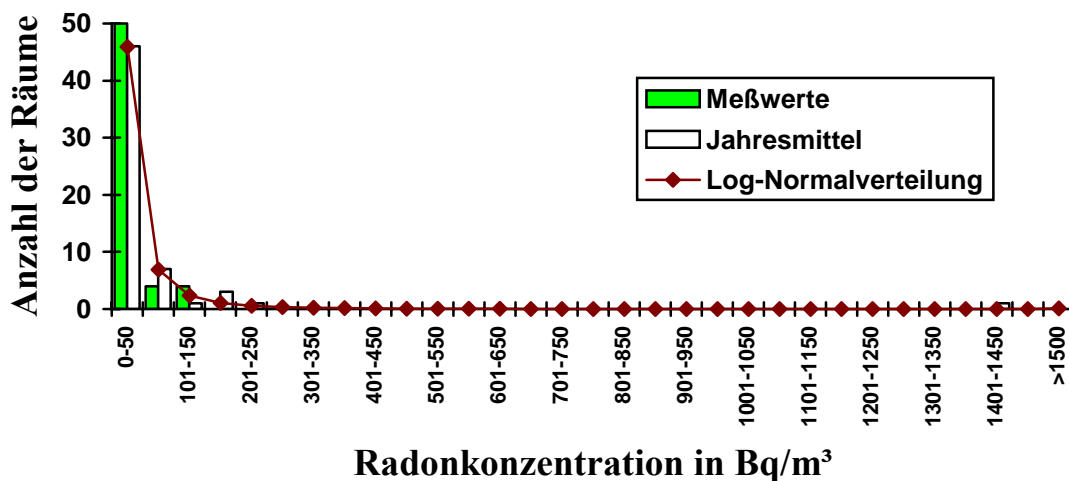


Abbildung 21: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 58 Räumen in Villach (Mittelwert: 26 Bq/m³, Median: 29 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 128 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 36 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 32 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 18 Bq/m³, Streufaktor: 3.61).

Radonkonzentrationsverteilung von 56 Räumen im Bezirk Hermagor

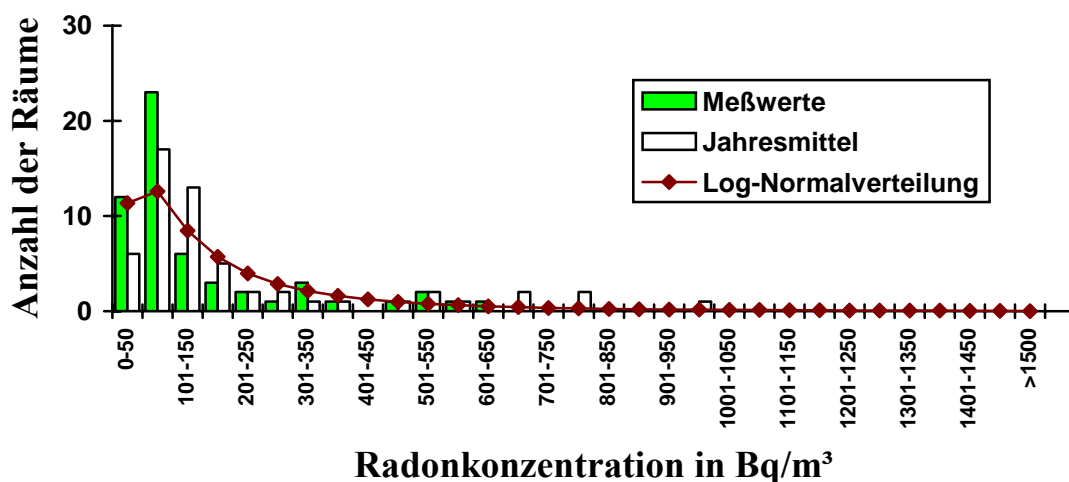


Abbildung 22: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 56 Räumen in Hermagor (Mittelwert: 144 Bq/m³, Median: 85 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 622 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 203 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 119 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 122 Bq/m³, Streufaktor: 2.88).

Radonkonzentrationsverteilung von 148 Räumen im Bezirk Klagenfurt-Land

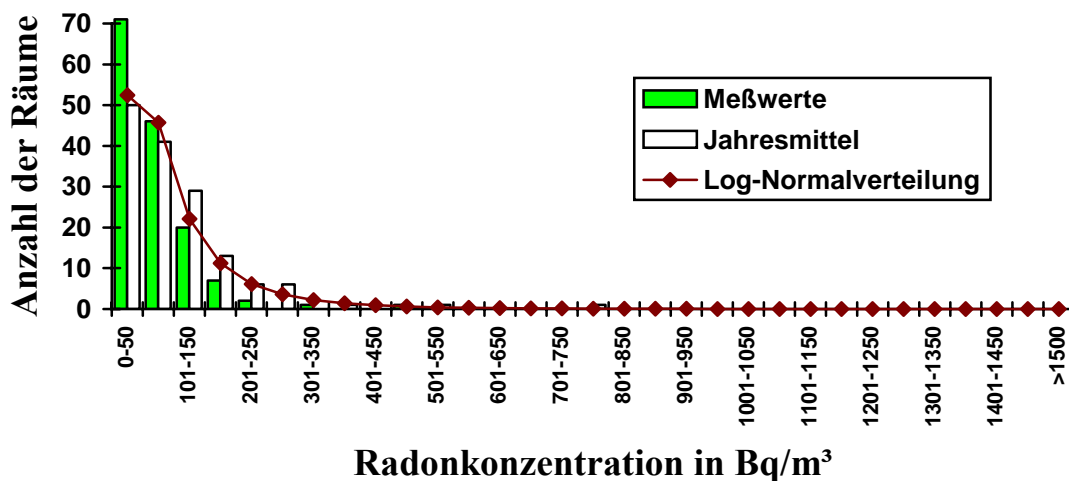


Abbildung 23: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 148 Räumen in Klagenfurt-Land (Mittelwert: 69 Bq/m³, Median: 53 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 473 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 99 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 79 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 70 Bq/m³, Streufaktor: 2.38).

Radonkonzentrationsverteilung von 156 Räumen im Bezirk St. Veit an der Glan

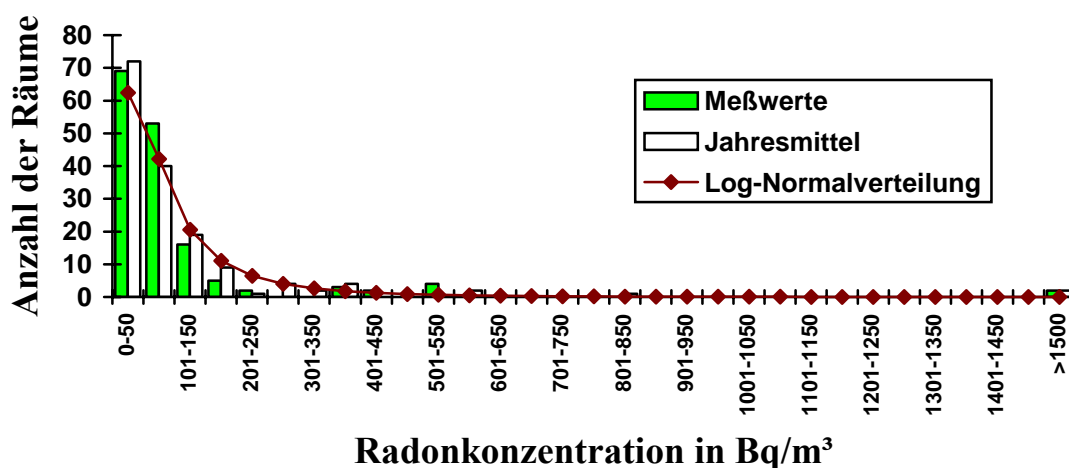


Abbildung 24: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 156 Räumen im Bezirk St. Veit an der Glan (Mittelwert: 123 Bq/m³, Median: 58 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 3900 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 158 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 58 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 65 Bq/m³, Streufaktor: 2.70).

Radonkonzentrationsverteilung von 269 Räumen im Bezirk Spittal an der Drau

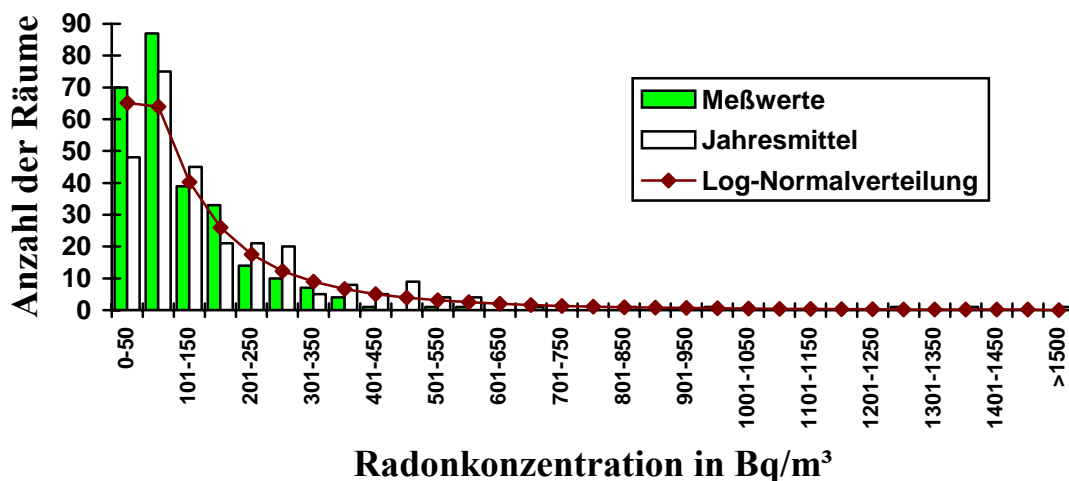


Abbildung 25: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 269 Räumen im Bezirk Spittal an der Drau (Mittelwert: 118 Bq/m³, Median: 87 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1281 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 170 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 113 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 106 Bq/m³, Streufaktor: 2.89).

Radonkonzentrationsverteilung von 180 Räumen im Bezirk Villach-Land

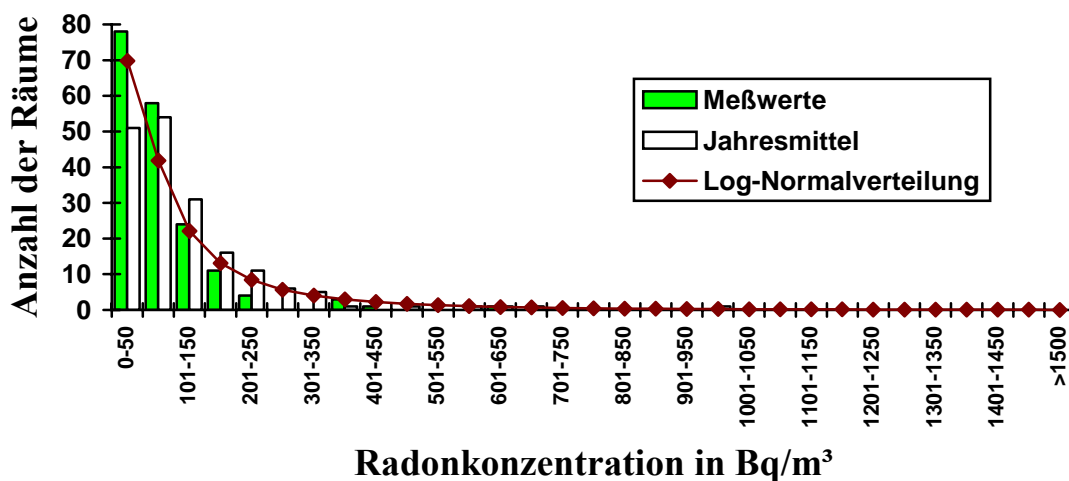


Abbildung 26: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 180 Räumen im Bezirk Villach-Land (Mittelwert: 78 Bq/m³, Median: 60 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 620 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 118 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 86 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 70 Bq/m³, Streufaktor: 3.20).

Radonkonzentrationsverteilung von 82 Räumen im Bezirk Völkermarkt

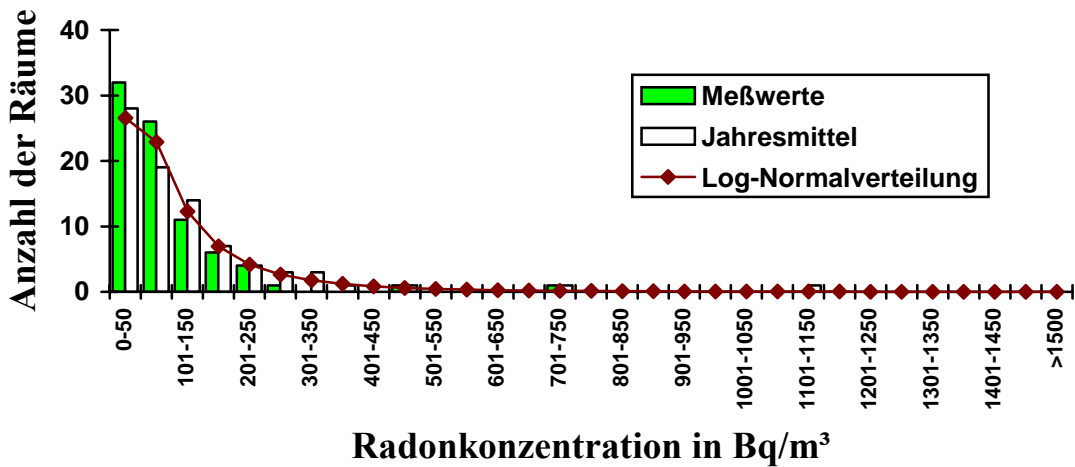


Abbildung 27: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 82 Räumen im Bezirk Völkermarkt (Mittelwert: 93 Bq/m³, Median: 67 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 707 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 127 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 84 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 78 Bq/m³, Streufaktor: 2.61).

Radonkonzentrationsverteilung von 123 Räumen im Bezirk Wolfsberg

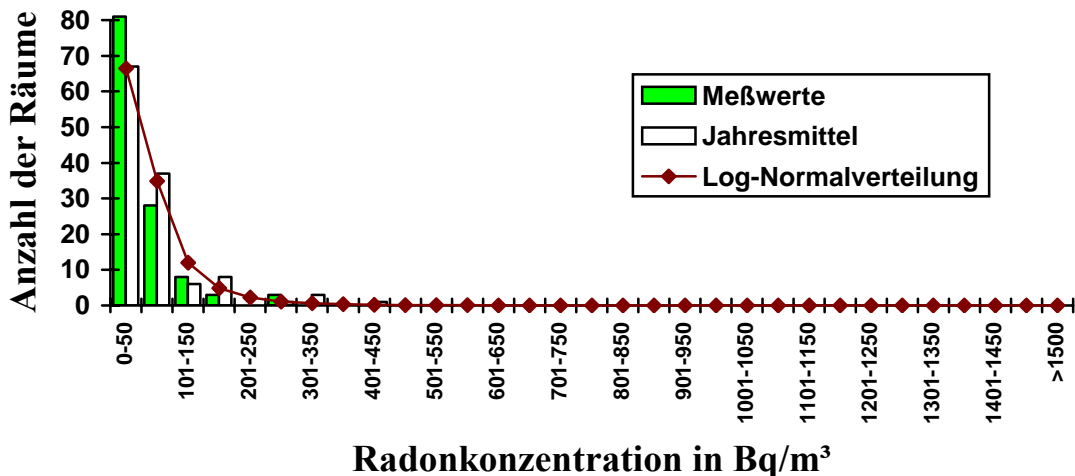


Abbildung 28: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 123 Räumen im Bezirk Wolfsberg (Mittelwert: 54 Bq/m³, Median: 38 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 297 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 69 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 46 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 46 Bq/m³, Streufaktor: 2.30).

Radonkonzentrationsverteilung von 80 Räumen im Bezirk Feldkirchen

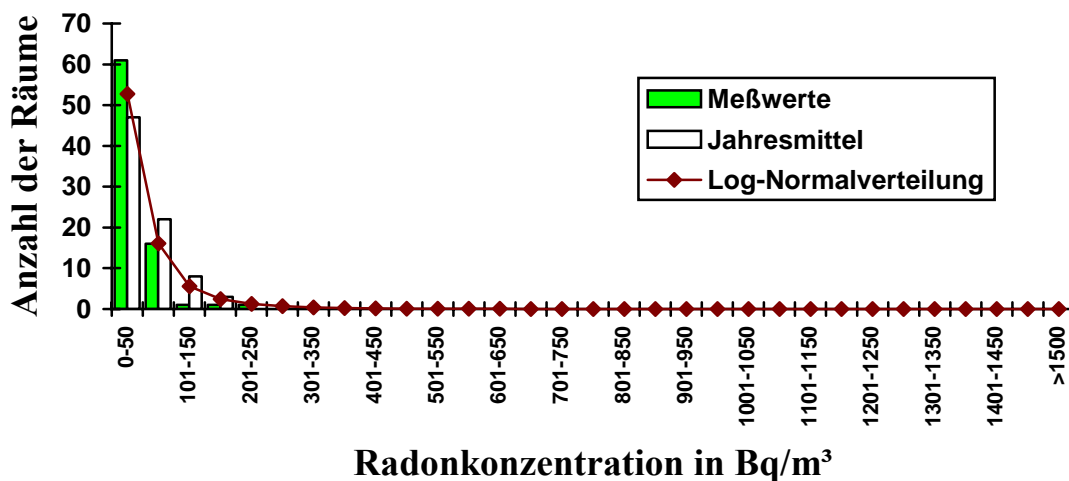


Abbildung 29: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 80 Räumen im Bezirk Feldkirchen (Mittelwert: 36 Bq/m³, Median: 33 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 230 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 51 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 43 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 33 Bq/m³, Streufaktor: 2.80).

Radonkonzentrationsverteilung von 1212 Räumen in ganz Kärnten

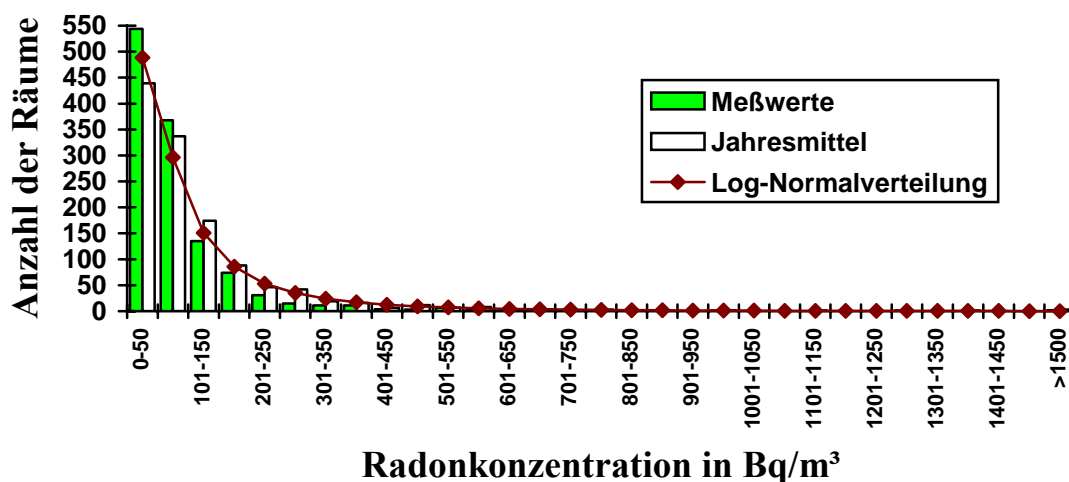


Abbildung 30: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 1212 Räumen in ganz Kärnten (Mittelwert: 88 Bq/m³, Median: 58 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 3900 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 121 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 75 Bq/m³) und an Jahresmittelwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 66 Bq/m³, Streufaktor: 3.02).

Politischer Bezirk	Anzahl der verm. Räume	Jahresmittel (Bq/m ³)	Median (Bq/m ³)	Maximalwert (Bq/m ³)
Klagenfurt	60	65	62	245
Villach	58	36	32	128
Hermagor	56	203	119	622
Klagenfurt Land	148	99	79	473
St. Veit a. d. Glan	156	158	58	3900
Spittal a. d. Drau	269	170	113	1281
Villach Land	180	118	86	620
Völkermarkt	82	127	84	707
Wolfsberg	123	69	46	297
Feldkirchen	80	51	43	230
Kärnten	1212	121/107	75	3900

Tabelle 6: Jahresmittelwerte, Medianwerte der Verteilung der Jahresmittelwerte und höchste gemessene Radonkonzentrationswerte in den Bezirken Kärntens. Der Mittelwert für Kärnten vor dem Schrägstrich bezieht sich auf die Anzahl der durchgeführten Messungen, der Wert nach dem Schrägstrich ist der gemäß der Bevölkerungszahl gemittelte Wert.

Abbildung 31 zeigt den Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten (gemittelt jeweils über einen Bezirk) und den Medianen der Verteilungen in den einzelnen Bezirken. Es zeigt sich, dass der Medianwert bei etwa 60 bis 70% des Mittelwertes liegt (Ausnahme: St. Veit a. d. Glan, wobei aufgrund der extremen Werte in einem einzigen Haus der Mittelwert stark verschoben wurde).

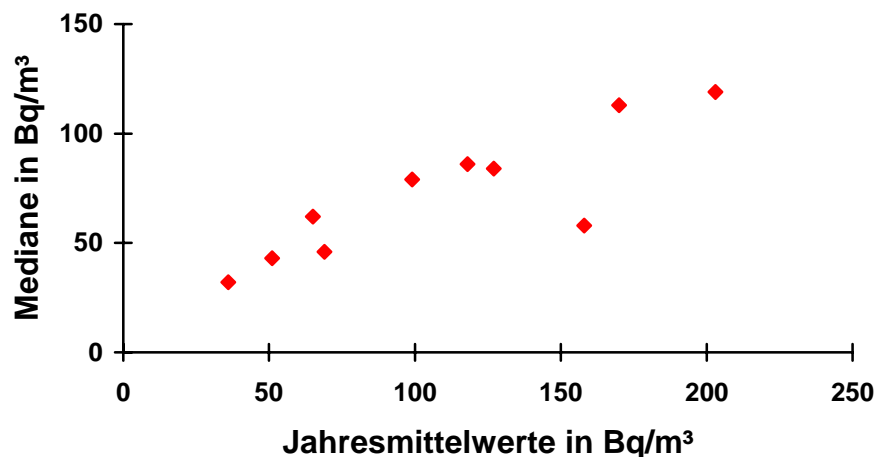


Abbildung 31: Jahresmittelwerte der Radonkonzentrationen gegen Mediane in den Bezirken Kärntens. Der Bezirk St. Veit a. d. Glan fällt aus der guten Korrelation zwischen Jahresmittelwert und Median heraus, was darauf schließen lässt, dass der hohe Jahresmittelwert im Wesentlichen aus einem untypisch hohen Radonwert in einem Gebäude stammt.

Trägt man die beobachteten Maximalwerte gegen die Jahresmittelwerte auf, so kann man versuchen, durch eine einhüllende Kurve abzuschätzen, welche Maximalwerte der Radonkonzentrationen in den Bezirken tatsächlich zu erwarten sind. Natürlich können

durch spezielle Verhältnisse lokal ganz extreme Werte auftreten. Aus Abbildung 32 ersieht man, dass, ausgenommen wieder der Bezirk St. Veit a. d. Glan und auch Hermagor, die Maximalwerte in den untersuchten Gemeinden mit zunehmenden Mittelwerten etwa proportional zunehmen und ungefähr 6 mal höher als die Mittelwerte sind.

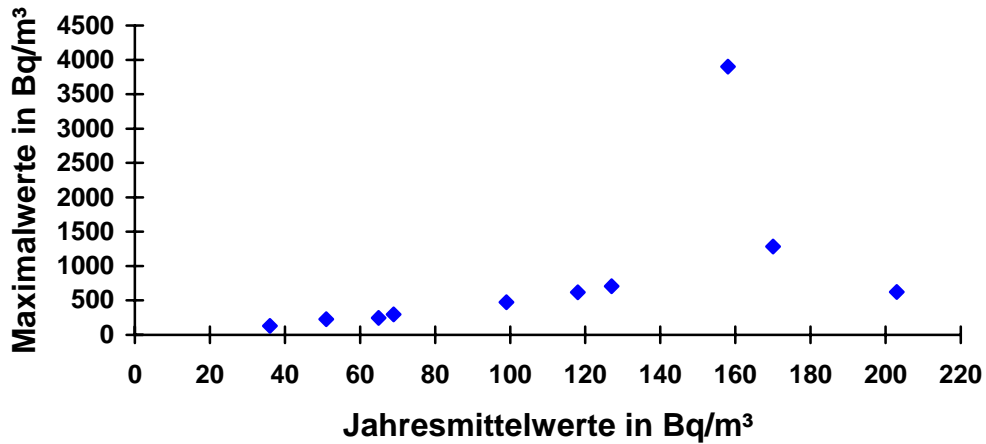


Abbildung 32: Jahresmittelwerte (Bezirksmittel) der Radonkonzentrationen gegen beobachtete Maximalwerte in den Bezirken Kärntens. Wieder fällt der Bezirk St. Veit/Glan aus der guten Korrelation zwischen Mittelwert und Maximalwert deutlich heraus.

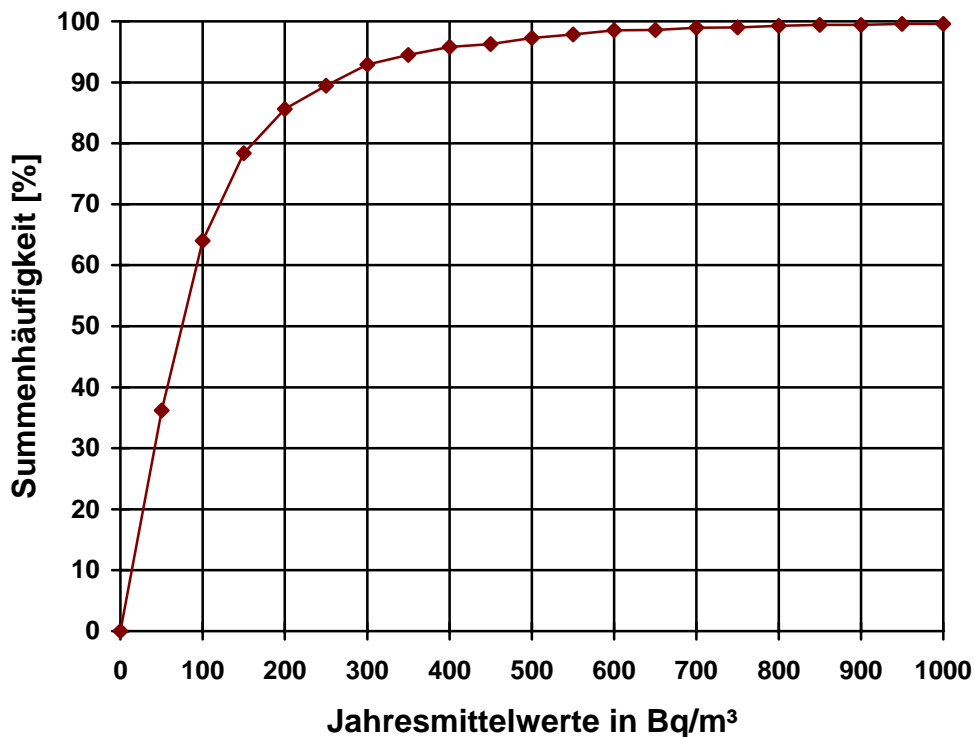


Abbildung 33: Summenhäufigkeit als Funktion der Jahresmittelwert-Radonkonzentration. Die Summenhäufigkeit bedeutet die prozentuelle Anzahl von Wohnungen in Kärnten, deren mittlere Radonkonzentration unter dem jeweils gewählten Wert liegt.

Jahresmittelwerte in Kärnten

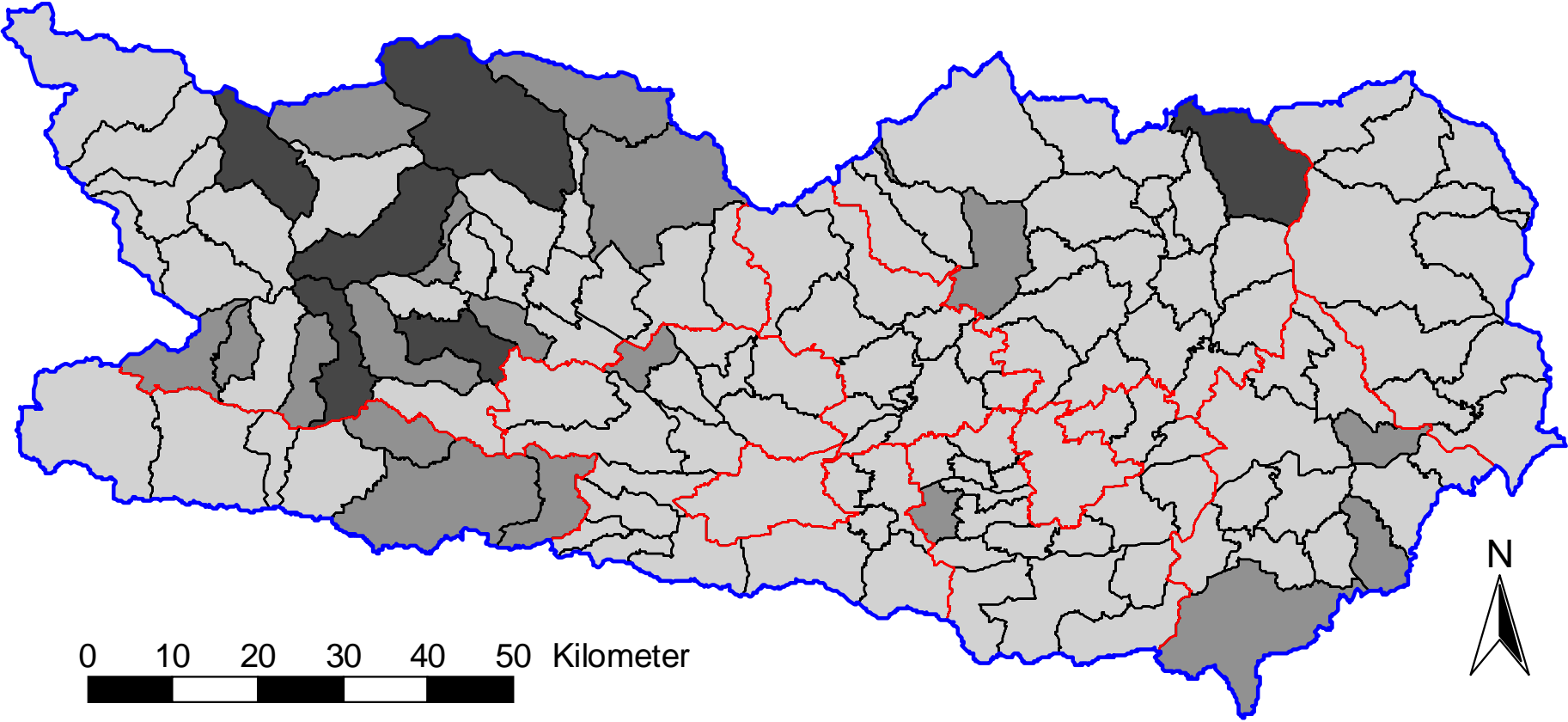
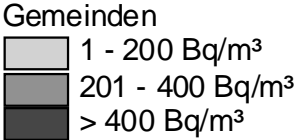


Abbildung 34: Jahreszeitlich gemittelte Radonkonzentration in Kärntner Wohnungen: Gemeindemittelwerte.

Berechnet man die Mittelwerte für einzelne Gemeinden und berücksichtigt die jahreszeitlich bedingten Schwankungen in der in Abschnitt 4.1 beschriebener Weise, so ergibt sich das Bild von Abbildung 34. Man sieht, dass im größten Teil Kärntens die mittlere Radonkonzentration unter 200 Bq/m^3 liegt.

In Abbildung 33 ist die Summenhäufigkeit der beobachteten Radonkonzentrationen aufgetragen. Damit kann man für Kärnten die Anzahl der Haushalte mit mehr als 400 Bq/m^3 in einem bevorzugten Wohnraum mit etwa 4 % abschätzen.

5.3 Niederösterreich

Vor dem Beginn der Untersuchungen wurden die Bürgermeister aller niederösterreichischen Gemeinden von Herrn Landesrat Franz Blochberger schriftlich über das Projekt informiert. Alle ausgewählten Haushalte sind etwa eine Woche vor Beginn der Untersuchungen ebenfalls von Herrn Landesrat Blochberger angeschrieben und um Mitarbeit gebeten worden.

Die Verteilung der Elektret- und Track-Etch-Detektoren erfolgte ab Jänner 1995, etwas später folgte die Verteilung der Aktivkohledetektoren in mehreren Tranchen, jeweils in Wochenabständen. Die gestaffelte Verteilung der Aktivkohledosimeter war notwendig, da bei dieser Art der Messungen eine längere Lagerung der Messdosen nicht möglich ist, und die Messkapazität nicht ausreichen würde, alle exponierten Dosimeter innerhalb kurzer Zeit (d. h. etwa innerhalb einer Woche) auszuwerten.

Es sind für etwa 940 Haushalte 1880 Langzeitdosimeter (je Haushalt zwei Detektoren) sowie für etwa 850 Haushalte (inkl. Nachmessungen) 3400 Kurzzeitdosimeter (je Haushalt vier Detektoren) bereitgestellt worden. Damit wurden insgesamt etwa 1790 Haushalte zur Untersuchung ausgewählt.

Die Rücklaufquote lag bei etwa 80%. Die Schwierigkeiten ergaben sich vor allem aus einer Anzahl von unzuverlässigen Interviewern, die trotz wiederholter Anrufe die Detektoren entweder nicht ausgetragen oder nicht eingesammelt haben. In vielen Fällen wurden wir immer wieder vertröstet, dass die Verteilung bzw. Einsammlung gerade vorgenommen würde, jedoch ist es uns nicht gelungen, von allen Interviewern die Detektoren zurückzuerhalten. Daher wurden in den darauf folgenden Jahren verschiedene Nachmessungen vorgenommen.

Die Messungen wurden im überwiegenden Teil in der Heizperiode durchgeführt. Damit liegen die gemäß Abschnitt 4.1 berechneten Jahresdurchschnittswerte im Mittel etwas tiefer als die Messwerte. In Abbildung 35 bis Abbildung 59 sind die Verteilungen der Radonkonzentrationen in den 25 Bezirken Niederösterreichs ersichtlich. Fasst man die Daten von ganz Niederösterreich zusammen, ergibt sich die Verteilung in Abbildung 60. Tabelle 8 stellt für alle Bezirke die wesentlichen Daten (Mittelwerte, Mediane und Maximalwerte) nochmals zusammen, außerdem sind die entsprechenden Daten für ganz Niederösterreich angeführt.

Betrachtet man die Radonverteilung in den einzelnen Bezirken, so kann man feststellen, dass die Bezirke eine homogene Radonverteilung aufweisen, die recht gut mit jeweils einer logarithmischen Normalverteilung approximiert werden können. Bei den Bezirken Scheibbs und Melk ist ursprünglich eine Radonverteilung aufgetreten, die den Schluss auf eine eher heterogene Radonexposition zugelassen haben. Außerdem musste festgestellt werden, dass die Gemeindemittelwerte an der Grenze zu Oberösterreich keinen stetigen Übergang zu den angrenzenden oberösterreichischen Gemeinden zeigten. Eine nochmalige Überprüfung der Messwerte mit einer anderen Messmethode ergab schließlich signifikant geringere Werte. Es musste daraus geschlossen werden, dass eine Charge, der

zum Einsatz gekommen Elektret-Dosimeter, fehlerhafte Resultate geliefert hat. Daher wurde eine größere Anzahl von Messungen mit einem anderen System wiederholt. Erst danach sind aus den Jahresmittelwerten, nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Methode, wieder Radonpotenzialwerte ermittelt worden. Zur Umrechnung in die Standardsituation haben sich die Werte der Tabelle 7 ergeben. Eine graphische Darstellung der Radonpotenziale der Gemeinden ist in der Zusammenfassung in Abschnitt 6, Abbildung 148 ersichtlich.

Umrechnungsfaktor für	Niederösterreich
vollständig unterkellert, Estrich oder Beton	1.83
vollständig unterkellert, sonstiges Material	1.64
Steinbau	0.72
Messung in Raum höher als Parterre	1.61
Wochenendhaus	0.94
einfache Verglasung	1.00 ¹⁾
mehr als ein Kind	1.00 ¹⁾
Anzahl der Erwachsenen = 1	0.81
Anzahl der Erwachsenen = 2	1.00
Anzahl der Erwachsenen > 2	1.10

¹⁾ keine signifikante Abweichung von Eins, daher Eins angenommen.

Tabelle 7: Faktoren zur Umrechnung in die Standardsituation für Niederösterreich.

Radonkonzentrationsverteilung von 9 Räumen in Krems/Donau

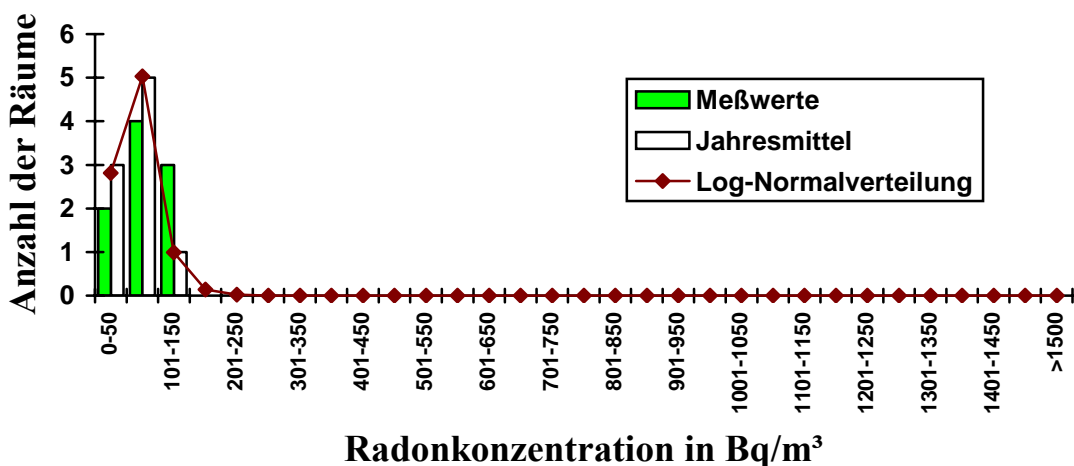


Abbildung 35: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 9 Räumen in Krems/Donau (Mittelwert: 90 Bq/m³, Median: 81 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 140 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 67 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 65 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 62 Bq/m³, Streufaktor: 1.53).

Radonkonzentrationsverteilung von 41 Räumen in St. Pölten

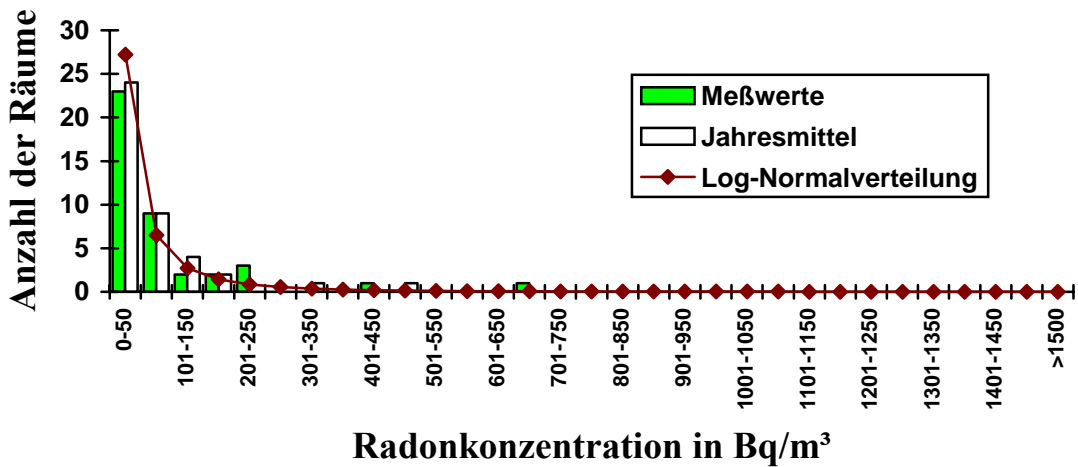


Abbildung 36: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 41 Räumen in St. Pölten (Mittelwert: 83 Bq/m³, Median: 45 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 656 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 64 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 43 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 28 Bq/m³, Streufaktor: 3.95).

Radonkonzentrationsverteilung von 19 Räumen in Waidhofen/Ybbs

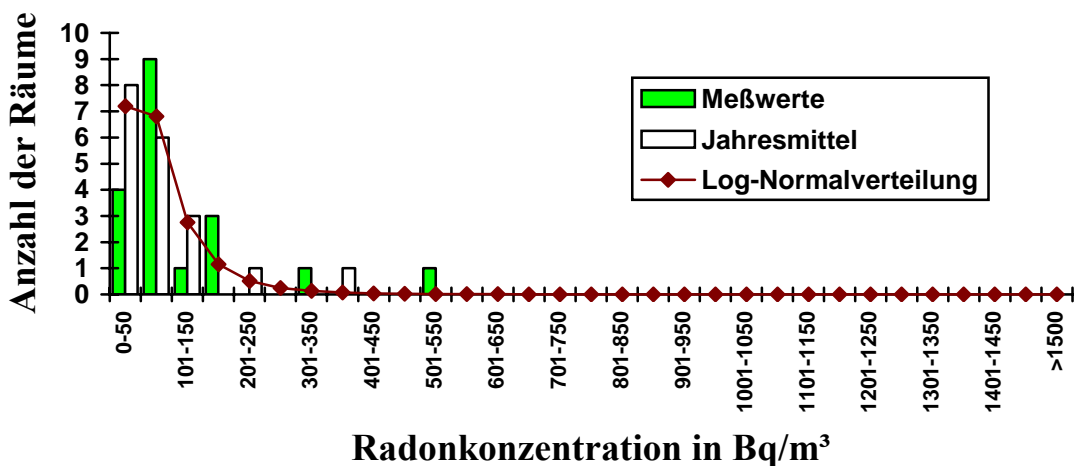


Abbildung 37: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 19 Räumen in Waidhofen/Ybbs (Mittelwert: 114 Bq/m³, Median: 81 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 513 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 85 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 63 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 63 Bq/m³, Streufaktor: 2.08).

Radonkonzentrationsverteilung von 34 Räumen in Wiener Neustadt

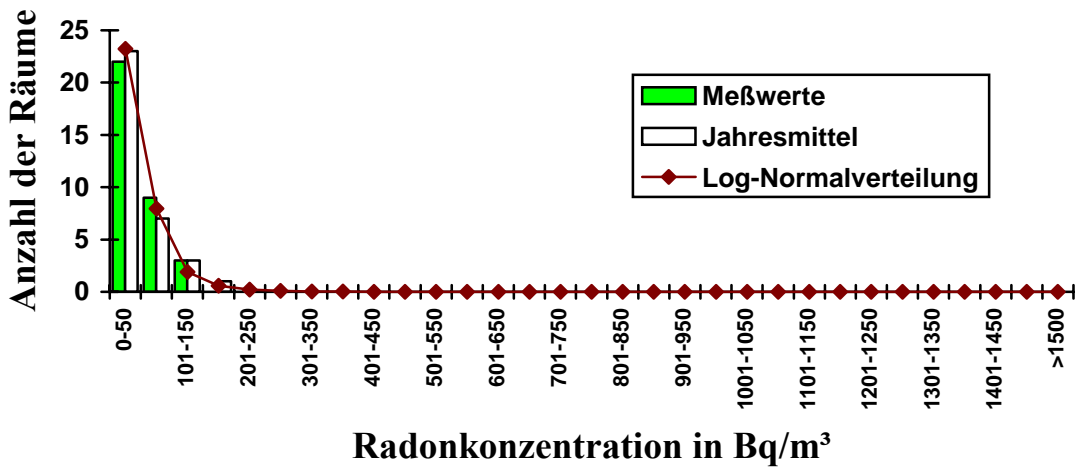


Abbildung 38: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 34 Räumen in Wiener Neustadt (Mittelwert: 47 Bq/m³, Median: 39 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 122 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 47 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 37 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 35 Bq/m³, Streufaktor: 2.13).

Radonkonzentrationsverteilung von 203 Räumen im Bezirk Amstetten

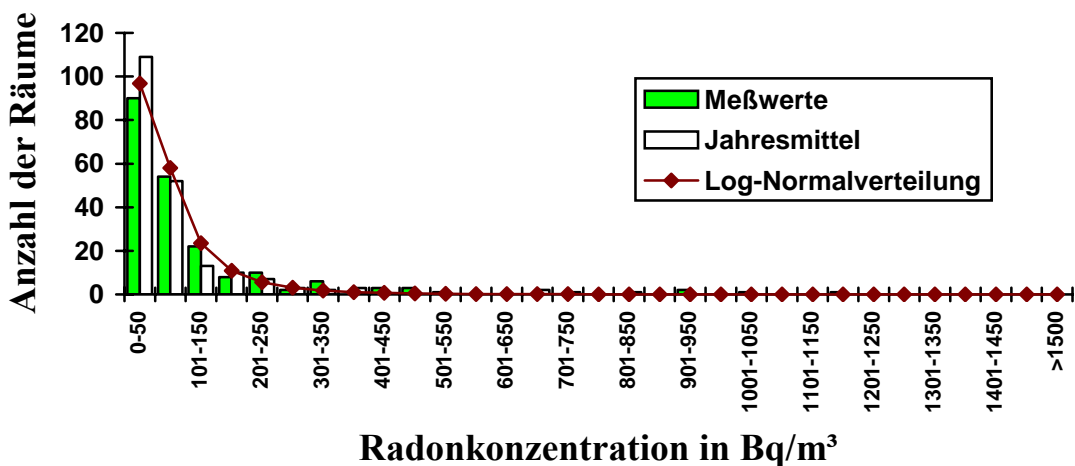


Abbildung 39: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 203 Räumen im Bezirk Amstetten (Mittelwert: 113 Bq/m³, Median: 61 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1155 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 86 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 47 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 53 Bq/m³, Streufaktor: 2.44).

Radonkonzentrationsverteilung von 236 Räumen im Bezirk Baden

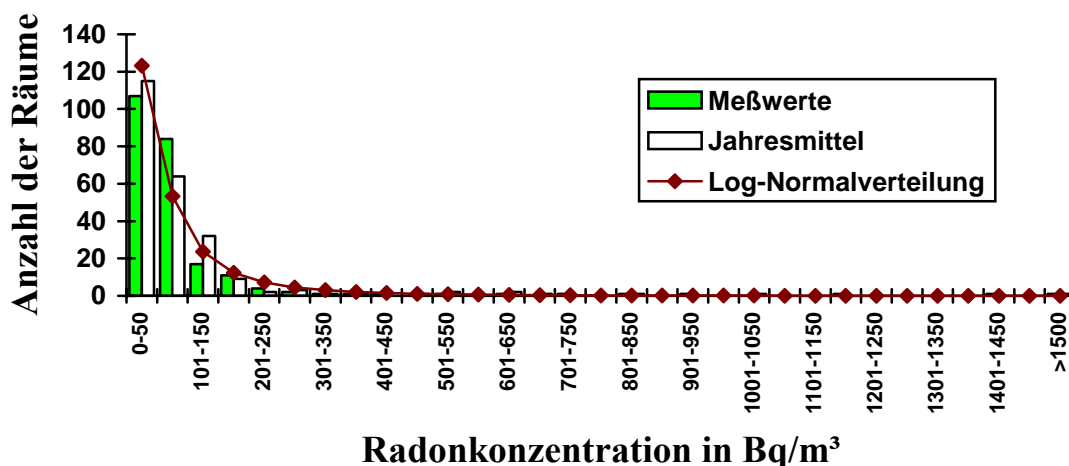


Abbildung 40: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 236 Räumen im Bezirk Baden (Mittelwert: 97 Bq/m³, Median: 57 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1657 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 96 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 52 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 47 Bq/m³, Streufaktor: 3.08).

Radonkonzentrationsverteilung von 107 Räumen im Bezirk Bruck/Leitha

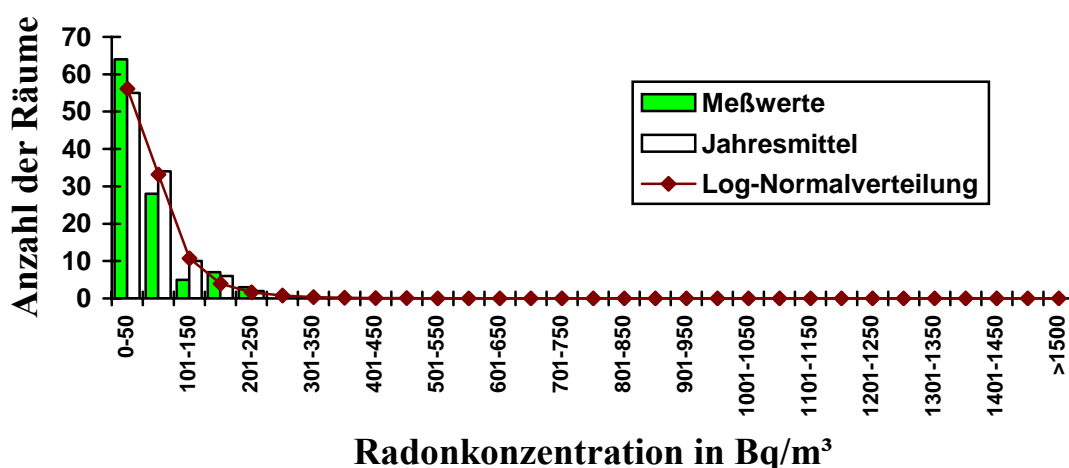


Abbildung 41: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 107 Räumen im Bezirk Bruck/Leitha (Mittelwert: 62 Bq/m³, Median: 42 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 241 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 63 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 49 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 48 Bq/m³, Streufaktor: 2.13).

Radonkonzentrationsverteilung von 232 Räumen im Bezirk Gänserndorf

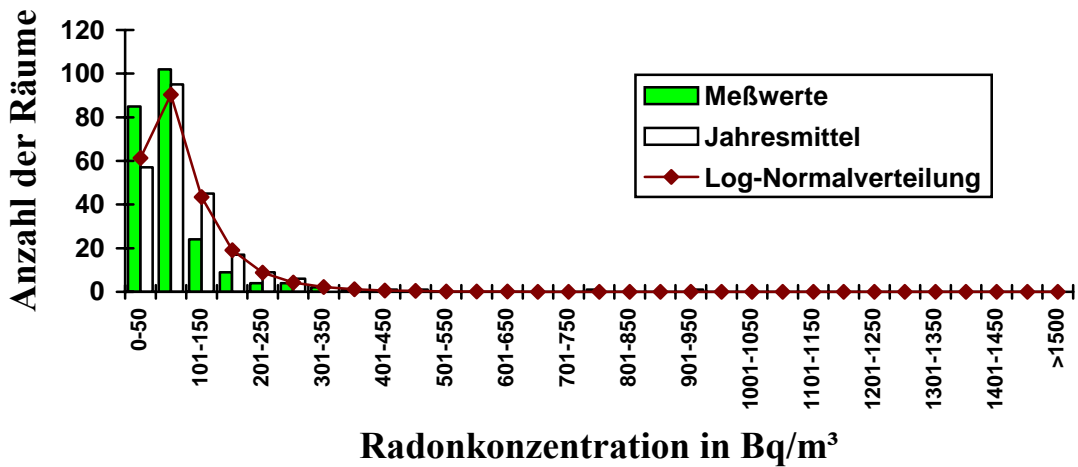


Abbildung 42: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 232 Räumen im Bezirk Gänserndorf (Mittelwert: 81 Bq/m³, Median: 65 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 785 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 97 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 81 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 77 Bq/m³, Streufaktor: 1.96).

Radonkonzentrationsverteilung von 164 Räumen im Bezirk Gmünd

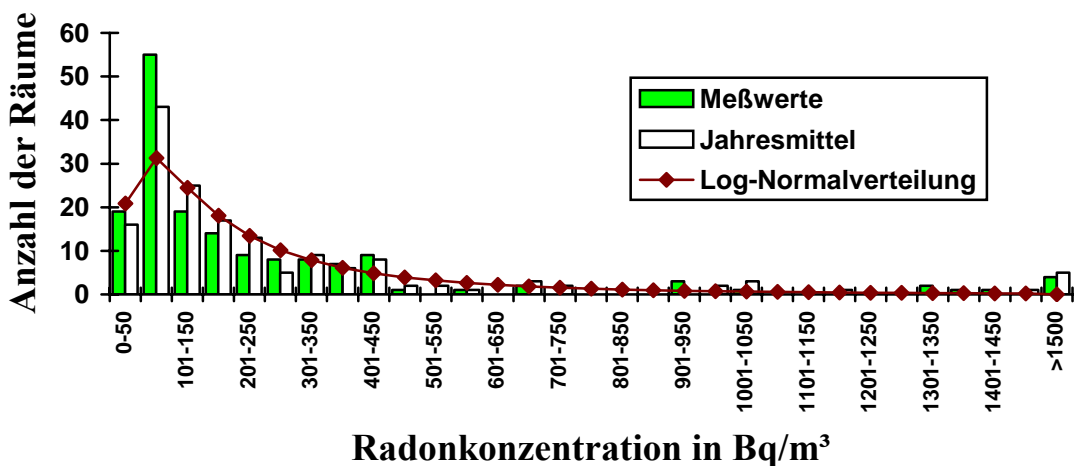


Abbildung 43: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 164 Räumen im Bezirk Gmünd (Mittelwert: 330 Bq/m³, Median: 146 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 7745 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 330 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 146 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 164 Bq/m³, Streufaktor: 2.81).

Radonkonzentrationsverteilung von 123 Räumen im Bezirk Hollabrunn

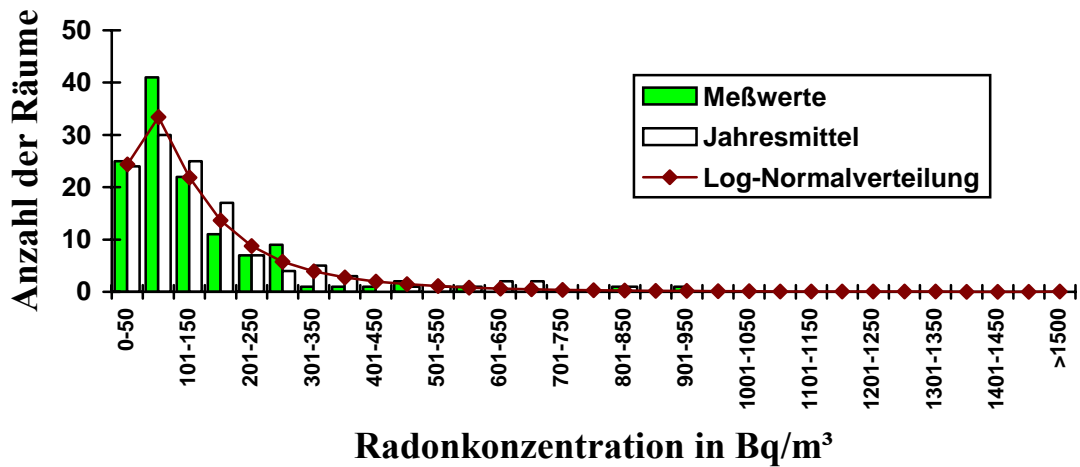


Abbildung 44: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 123 Räumen im Bezirk Hollabrunn (Mittelwert: 137 Bq/m³, Median: 95 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 946 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 156 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 115 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 108 Bq/m³, Streufaktor: 2.44).

Radonkonzentrationsverteilung von 110 Räumen im Bezirk Horn

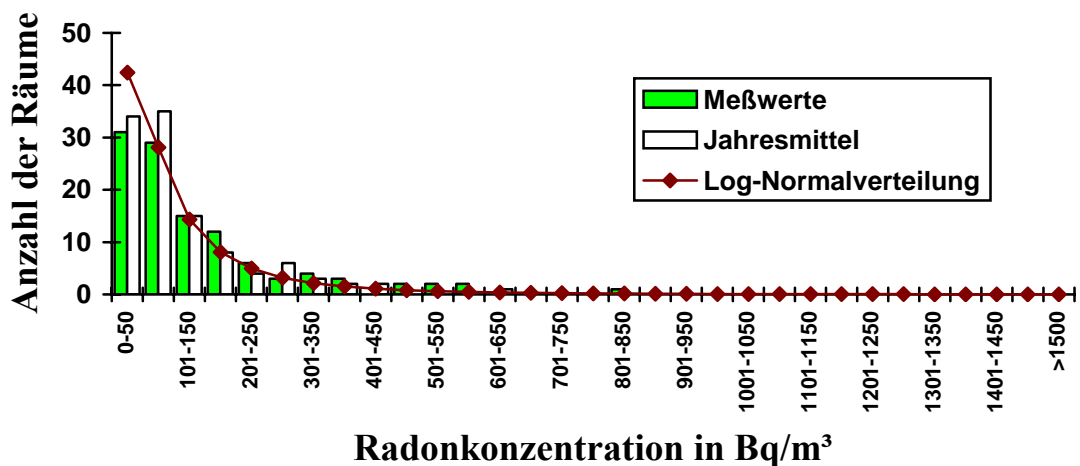


Abbildung 45: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 110 Räumen im Bezirk Horn (Mittelwert: 140 Bq/m³, Median: 91 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 835 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 111 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 80 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 69 Bq/m³, Streufaktor: 2.88).

Radonkonzentrationsverteilung von 136 Räumen im Bezirk Korneuburg

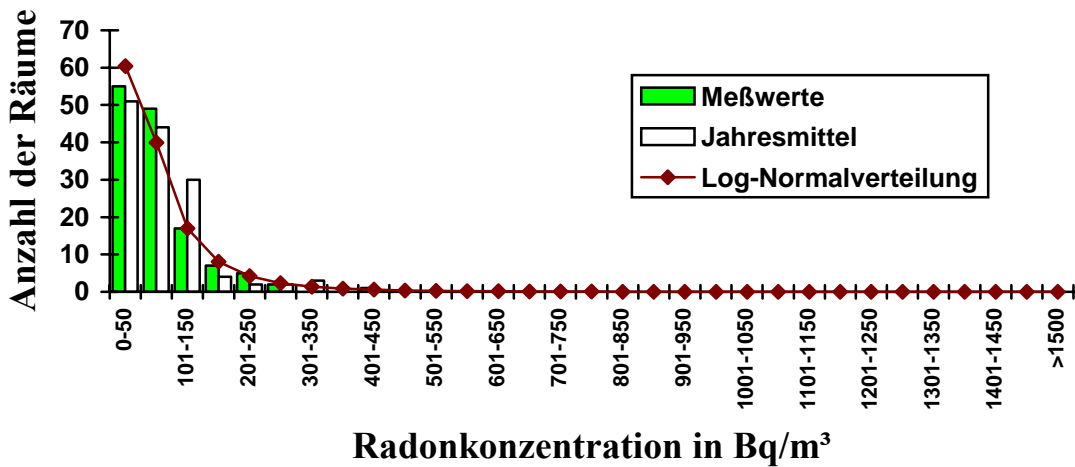


Abbildung 46: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 136 Räumen im Bezirk Korneuburg (Mittelwert: 77 Bq/m³, Median: 63 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 424 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 80 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 69 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 57 Bq/m³, Streufaktor: 2.43).

Radonkonzentrationsverteilung von 159 Räumen im Bezirk Krems Land

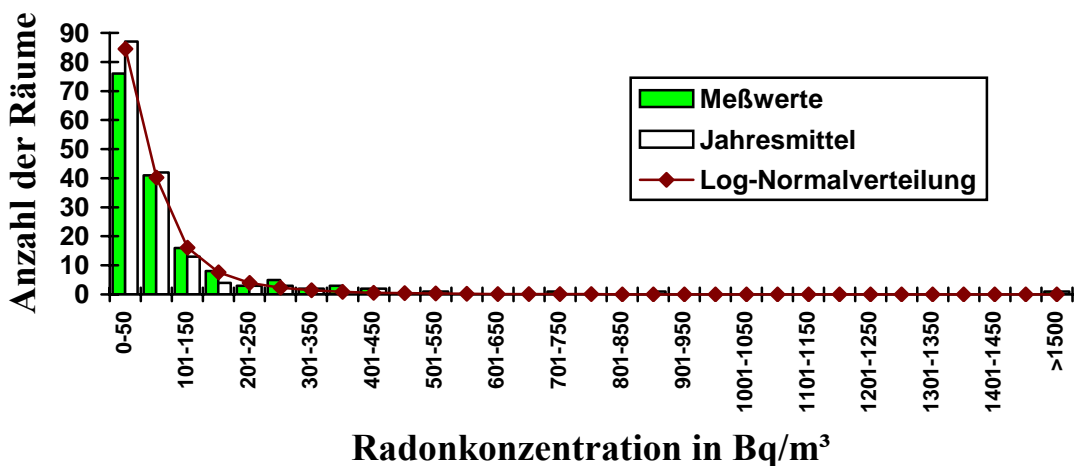


Abbildung 47: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 159 Räumen im Bezirk Krems Land (Mittelwert: 108 Bq/m³, Median: 54 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 2770 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 86 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 46 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 47 Bq/m³, Streufaktor: 2.65).

Radonkonzentrationsverteilung von 78 Räumen im Bezirk Lilienfeld

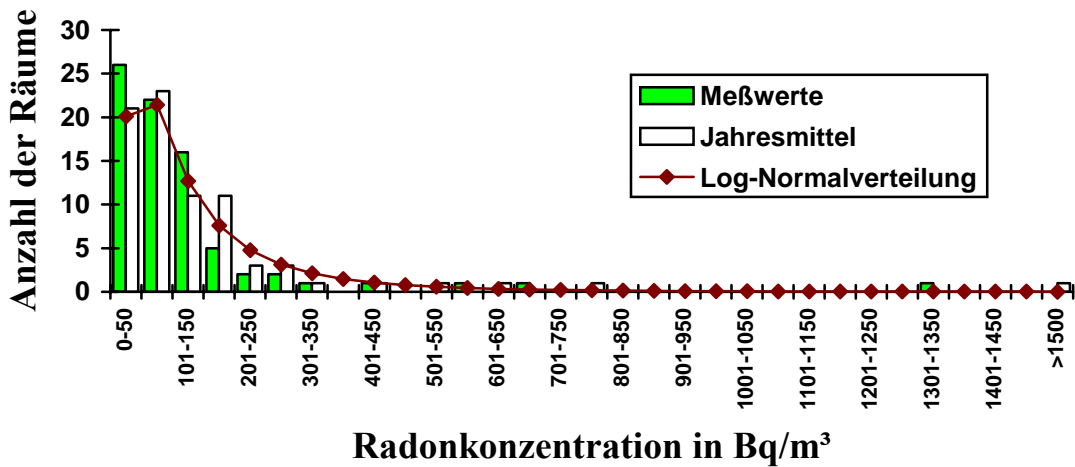


Abbildung 48: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 78 Räumen im Bezirk Lilienfeld (Mittelwert: 124 Bq/m³, Median: 80 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1319 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 155 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 89 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 93 Bq/m³, Streufaktor: 2.56).

Radonkonzentrationsverteilung von 169 Räumen im Bezirk Melk

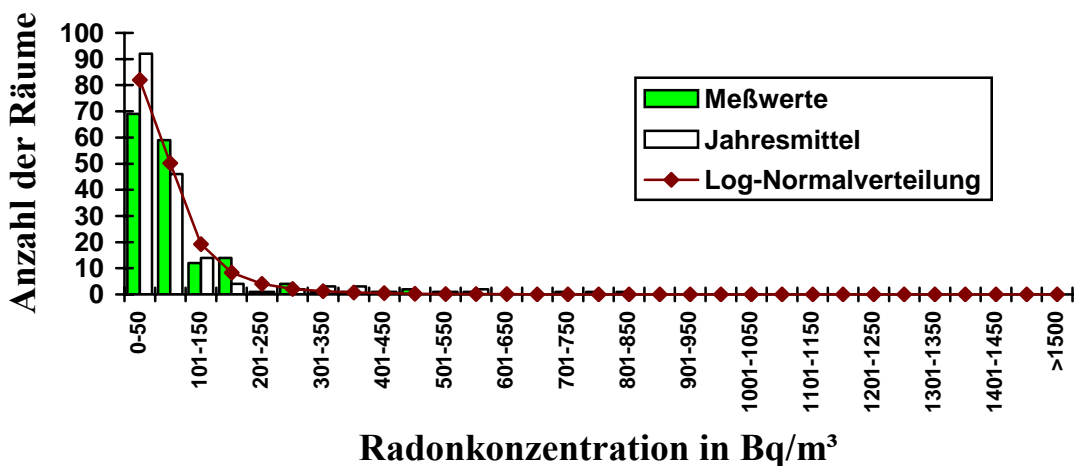


Abbildung 49: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 169 Räumen im Bezirk Melk (Mittelwert: 101 Bq/m³, Median: 63 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 810 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 80 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 46 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 52 Bq/m³, Streufaktor: 2.33).

Radonkonzentrationsverteilung von 177 Räumen im Bezirk Mistelbach

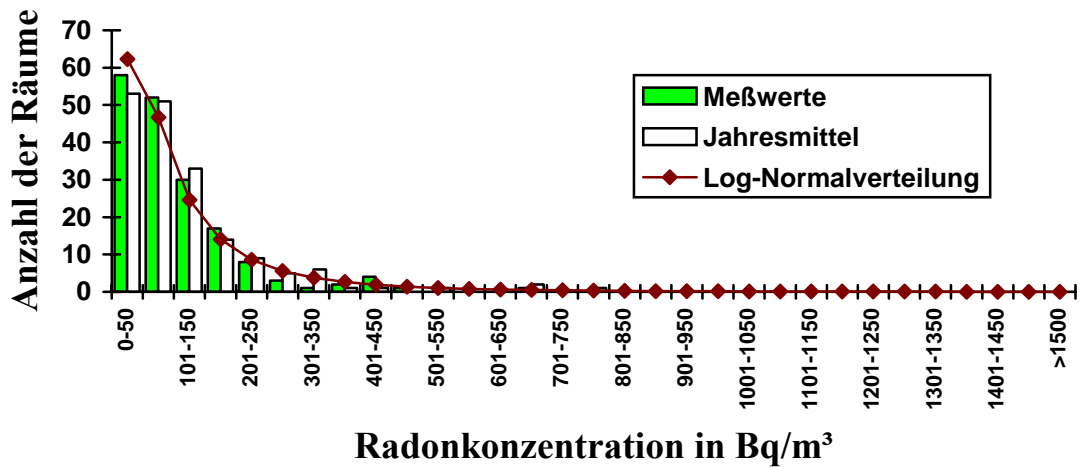


Abbildung 50: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 177 Räumen im Bezirk Mistelbach (Mittelwert: 105 Bq/m³, Median: 79 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 663 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 115 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 85 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 74 Bq/m³, Streufaktor: 2.77).

Radonkonzentrationsverteilung von 178 Räumen im Bezirk Mödling

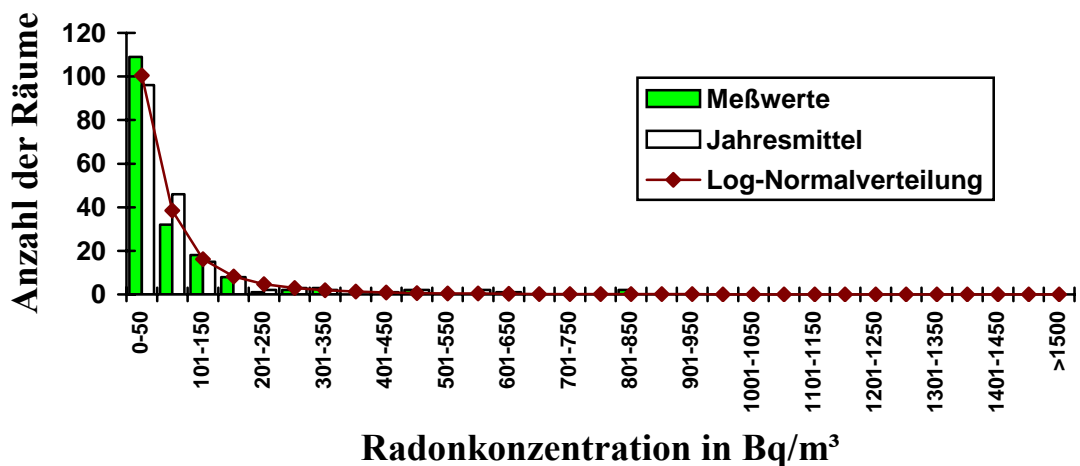


Abbildung 51: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 178 Räumen im Bezirk Mödling (Mittelwert: 75 Bq/m³, Median: 41 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 841 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 78 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 46 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 42 Bq/m³, Streufaktor: 3.08).

Radonkonzentrationsverteilung von 252 Räumen im Bezirk Neunkirchen

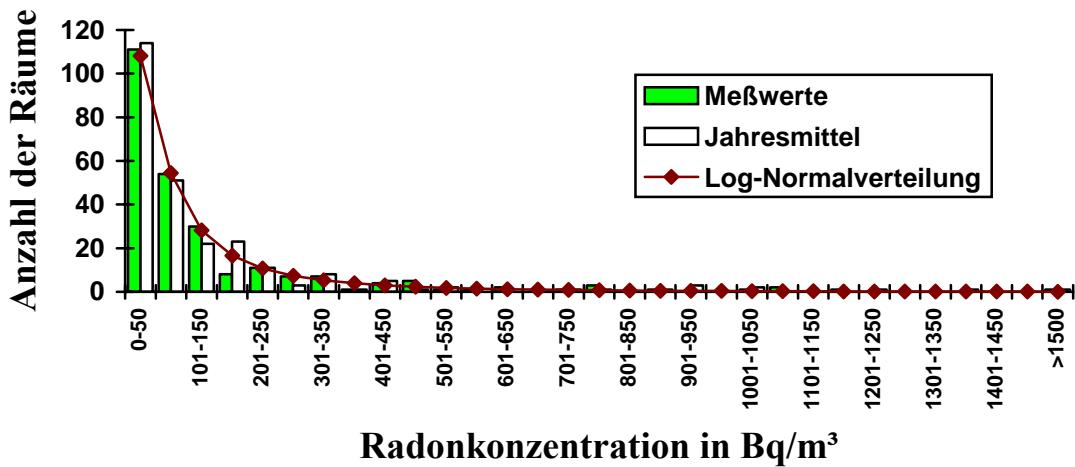


Abbildung 52: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 252 Räumen im Bezirk Neunkirchen (Mittelwert: 153 Bq/m³, Median: 64 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 4815 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 145 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 62 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 63 Bq/m³, Streufaktor: 3.49).

Radonkonzentrationsverteilung von 198 Räumen im Bezirk St. Pölten Land

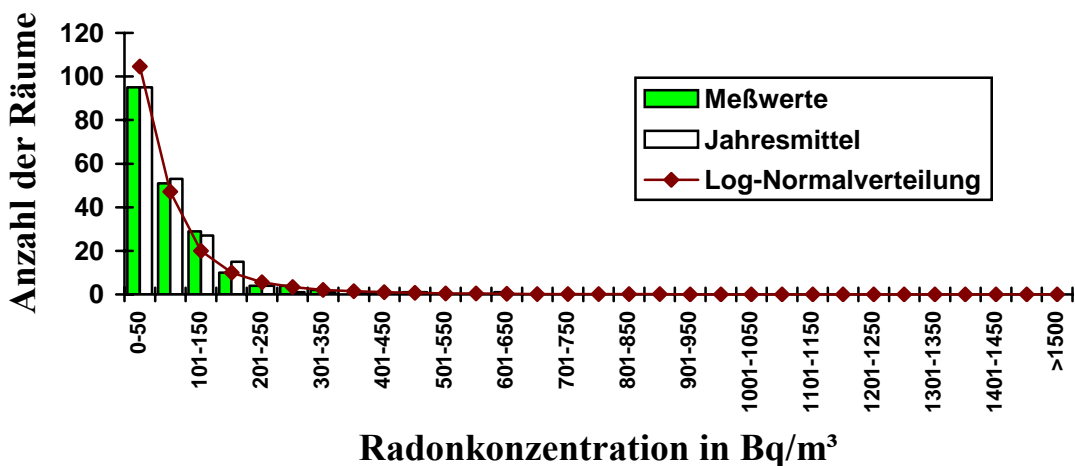


Abbildung 53: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 198 Räumen im Bezirk St. Pölten Land (Mittelwert: 79 Bq/m³, Median: 54 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 621 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 73 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 54 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 47 Bq/m³, Streufaktor: 2.86).

Radonkonzentrationsverteilung von 75 Räumen im Bezirk Scheibbs

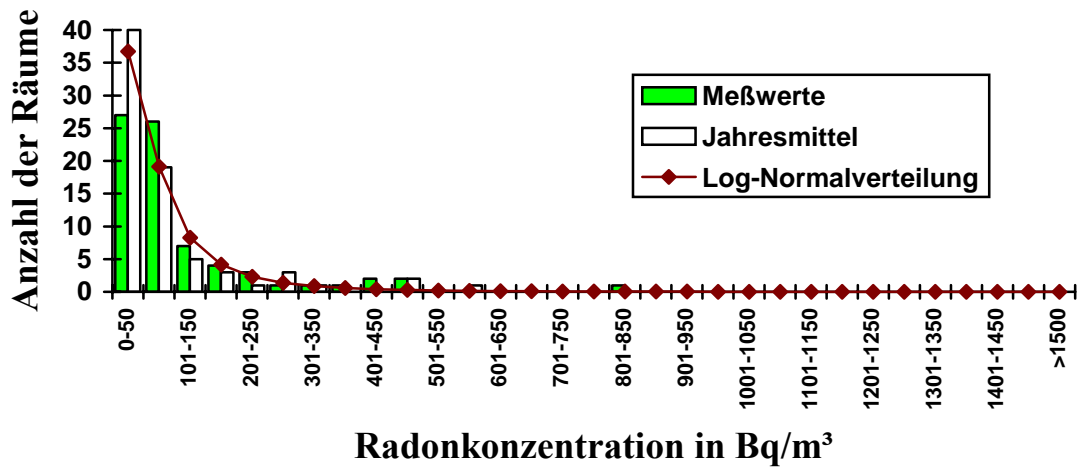


Abbildung 54: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 75 Räumen im Bezirk Scheibbs (Mittelwert: 112 Bq/m³, Median: 70 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 804 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 88 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 47 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 52 Bq/m³, Streufaktor: 2.74).

Radonkonzentrationsverteilung von 144 Räumen im Bezirk Tulln

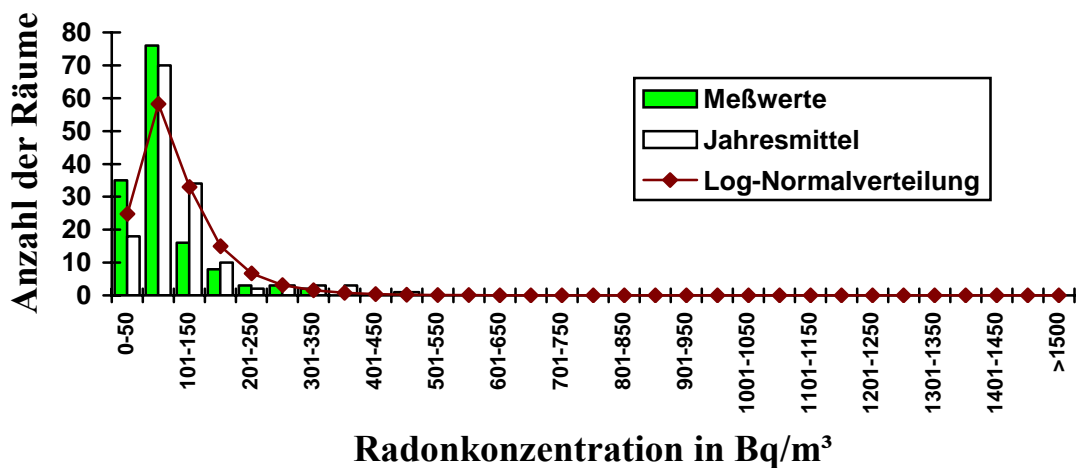


Abbildung 55: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 144 Räumen im Bezirk Tulln (Mittelwert: 88 Bq/m³, Median: 74 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 498 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 108 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 89 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 89 Bq/m³, Streufaktor: 1.83).

Radonkonzentrationsverteilung von 102 Räumen im Bezirk Waidhofen/Thaya

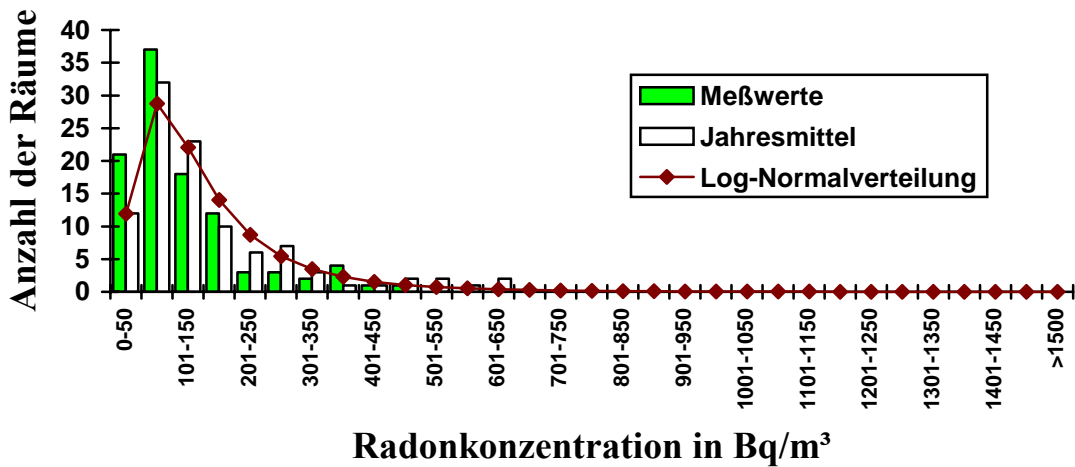


Abbildung 56: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 102 Räumen im Bezirk Waidhofen/Thaya (Mittelwert: 120 Bq/m³, Median: 91 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 462 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 161 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 115 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 121 Bq/m³, Streufaktor: 2.09).

Radonkonzentrationsverteilung von 200 Räumen im Bezirk Wiener Neustadt Land

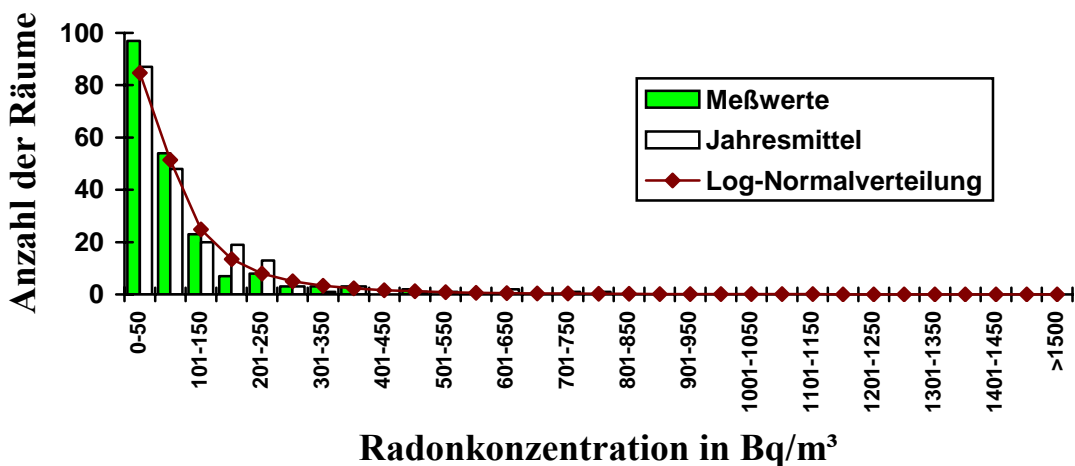


Abbildung 57: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 200 Räumen im Bezirk Wiener Neustadt Land (Mittelwert: 81 Bq/m³, Median: 53 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 483 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 103 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 64 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 62 Bq/m³, Streufaktor: 2.83).

Radonkonzentrationsverteilung von 174 Räumen im Bezirk Wien-Umgebung

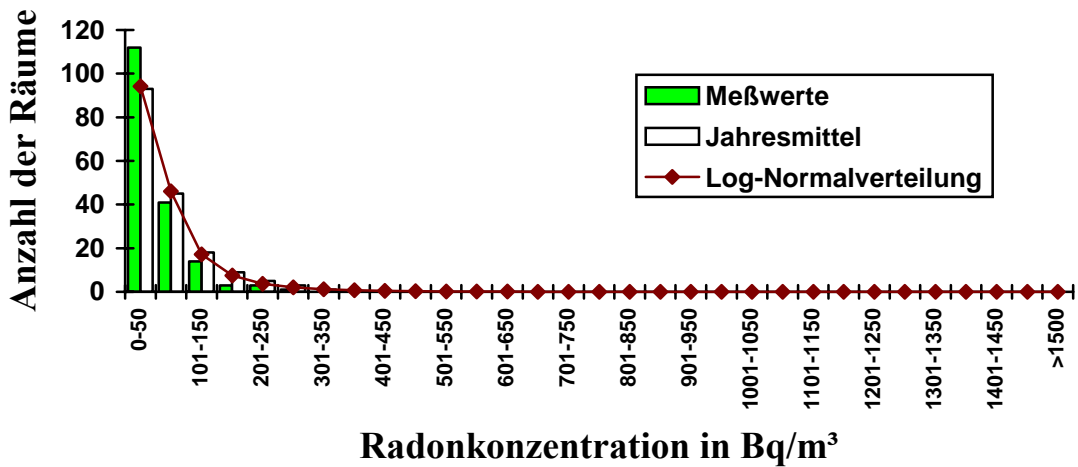


Abbildung 58: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 174 Räumen im Bezirk Wien-Umgebung (Mittelwert: 52 Bq/m³, Median: 39 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 289 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 67 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 47 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 46 Bq/m³, Streufaktor: 2.48).

Radonkonzentrationsverteilung von 123 Räumen im Bezirk Zwettl

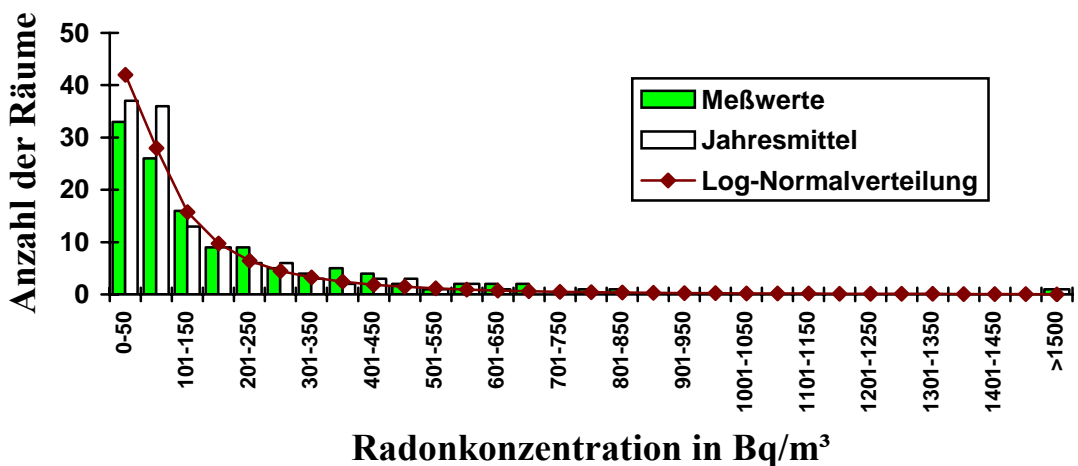


Abbildung 59: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 123 Räumen im Bezirk Zwettl (Mittelwert: 243 Bq/m³, Median: 108 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 8325 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 183 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 84 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 83 Bq/m³, Streufaktor: 3.26).

Radonkonzentrationsverteilung von 3443 Räumen in Niederösterreich

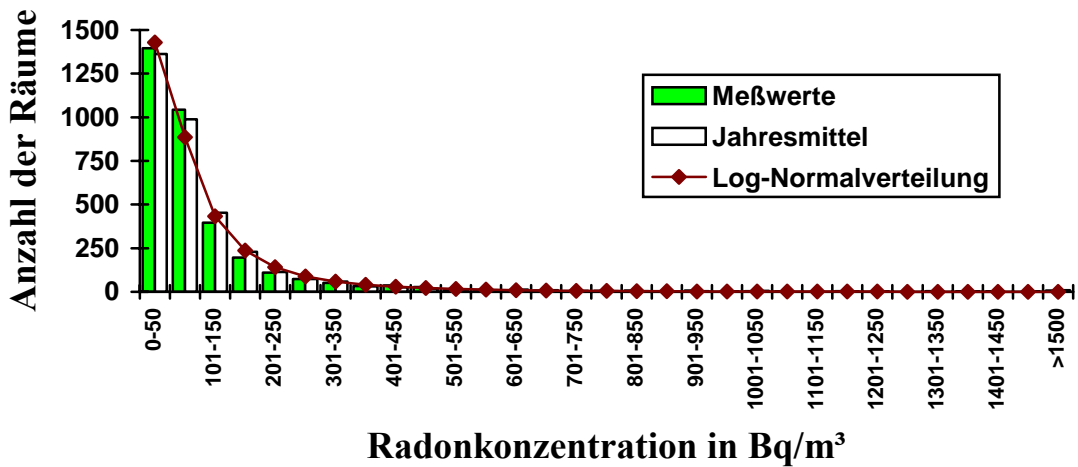


Abbildung 60: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 3443 Räumen in ganz Niederösterreich (Mittelwert: 115 Bq/m³, Median: 66 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 8325 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 113 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 68 Bq/m³) und an Jahresmittelwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 63 Bq/m³, Streufaktor: 2.83).

Abbildung 61 zeigt den Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten (gemittelt jeweils über einen Bezirk) und den Medianen der Verteilungen in den einzelnen Bezirken. Es zeigt sich, dass der Medianwert bei etwa 50% des Mittelwertes liegt.

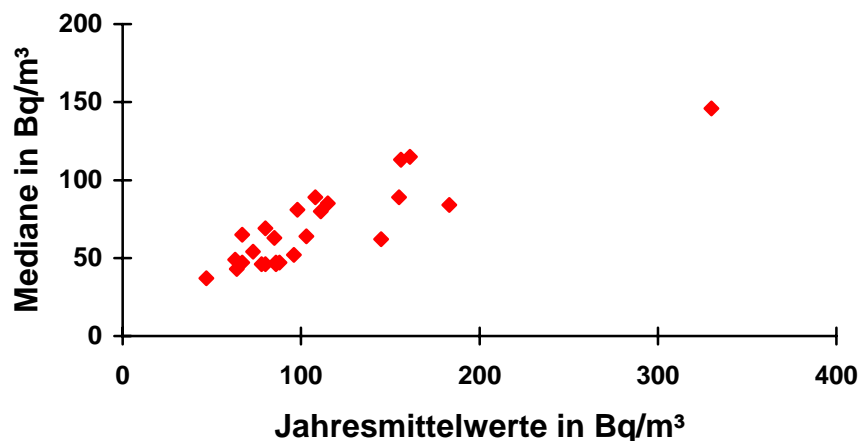


Abbildung 61: Jahresmittelwerte der Radonkonzentrationen gegen Mediane in den Bezirken Niederösterreichs.

Trägt man die beobachteten Maximalwerte gegen die Jahresmittelwerte auf, so kann man versuchen, durch eine einhüllende Kurve abzuschätzen, welche Maximalwerte der Radonkonzentrationen in den Bezirken tatsächlich zu erwarten sind. Natürlich können durch spezielle Verhältnisse lokal ganz extreme Werte auftreten, jedoch zeigt Abbildung

63, dass zwischen Jahresmittelwerten und Maximalwerten eine recht gute Korrelation besteht und daher zumindest eine grobe Abschätzungen der Maximalwerte aus den Mittelwerten möglich ist. Man kann annehmen, dass die Maximalwerte in den untersuchten Gemeinden etwa 30 bis 50 Mal so hoch liegen wie die Mittelwerte.

Politischer Bezirk	Anzahl der verm. Räume	Jahresmittel (Bq/m ³)	Median (Bq/m ³)	Maximalwert (Bq/m ³)
Krems/Donau	9	67	65	140
St. Pölten	41	64	43	656
Waidhofen/Ybbs	19	85	63	513
Wr. Neustadt	34	47	37	122
Amstetten	203	86	47	1155
Baden	236	96	52	1657
Bruck/Leitha	107	63	49	241
Gänserndorf	232	98	81	785
Gmünd	164	330	146	7745
Hollabrunn	123	156	113	946
Horn	110	111	80	835
Korneuburg	136	80	69	424
Krems Land	159	86	46	2770
Lilienfeld	78	155	89	1319
Melk	169	80	46	810
Mistelbach	177	115	85	663
Mödling	178	78	46	841
Neunkirchen	252	145	62	4815
St. Pölten Land	198	73	54	620
Scheibbs	75	88	47	804
Tulln	144	108	89	498
Waidhofen/Thaya	102	161	115	462
Wr. Neustadt Ld.	200	103	64	483
Wien-Umgebung	174	67	47	289
Zwettl	123	183	84	8325
Niederösterreich	3443	113/104	68	8325

Tabelle 8: Jahresmittelwerte, Medianwerte der Verteilung der Jahresmittelwerte und höchste gemessene Radonkonzentrationswerte in den Bezirken Niederösterreichs. Der Mittelwert für Niederösterreich vor dem Querstrich bezieht sich auf die Anzahl der durchgeführten Messungen, der Wert nach dem Querstrich ist der gemäß der Bevölkerungszahl gemittelte Wert.

Berechnet man die Mittelwerte für einzelne Gemeinden und berücksichtigt die jahreszeitlich bedingten Schwankungen in oben beschriebener Weise, so ergibt sich das Bild von Abbildung 62. Man sieht, dass im größten Teil Niederösterreichs die mittlere Radonkonzentration unter 200 Bq/m³ liegt, jedoch in einigen Gemeinden der alpinen Regionen hohe Radonkonzentrationen gefunden werden konnten.

Jahresmittelwerte in Niederösterreich

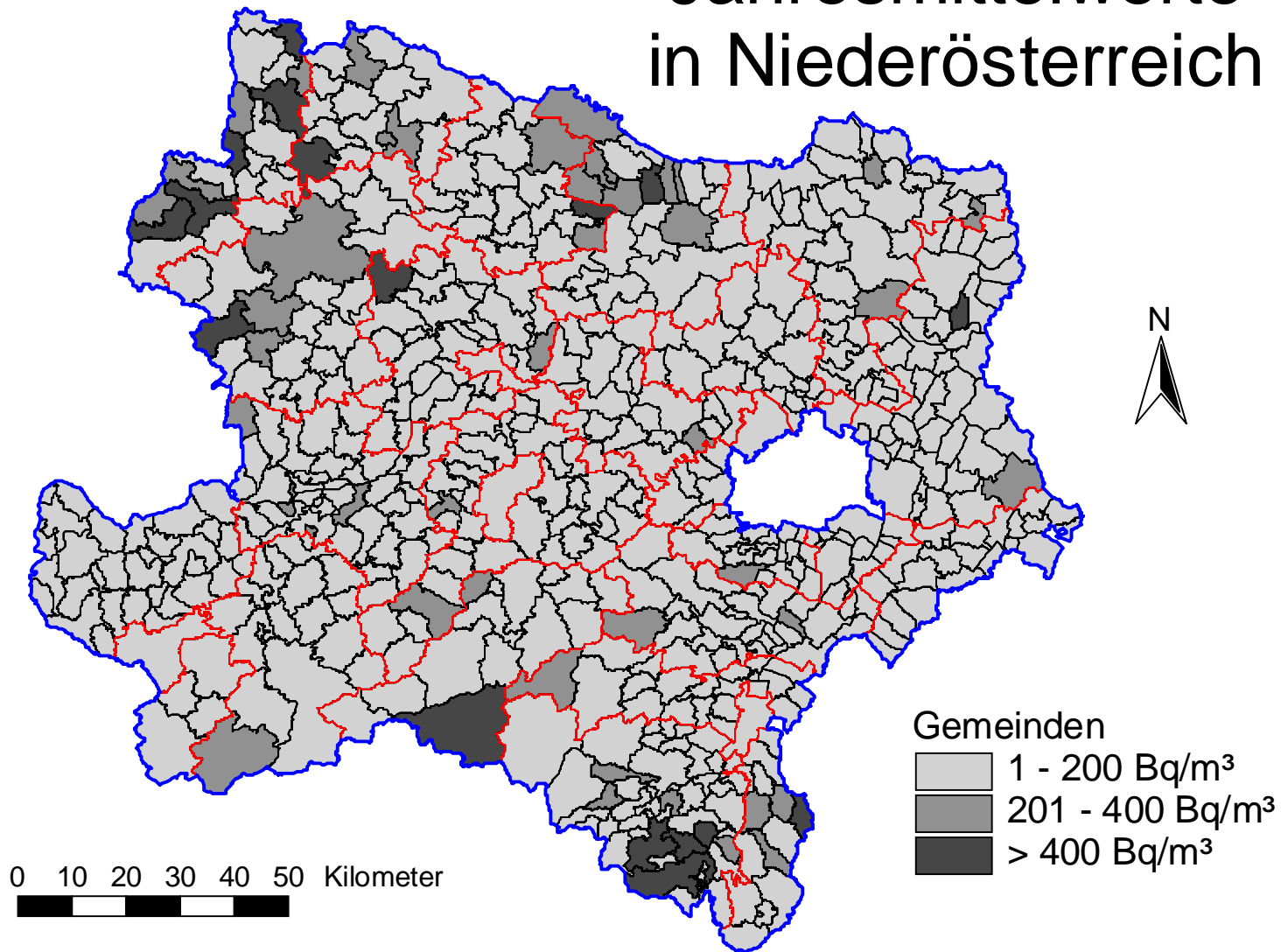


Abbildung 62: Jahreszeitlich gemittelte Radonkonzentration in niederösterreichischen Wohnungen: Gemeindemittelwerte.

In Abbildung 64 ist die Summenhäufigkeit der beobachteten Radonkonzentrationen aufgetragen. Es ist daraus ersichtlich, dass man die Anzahl der Wohnungen in Niederösterreich mit mehr als 400 Bq/m³ in einem bevorzugten Wohnraum mit weniger als 4 % abschätzen kann.

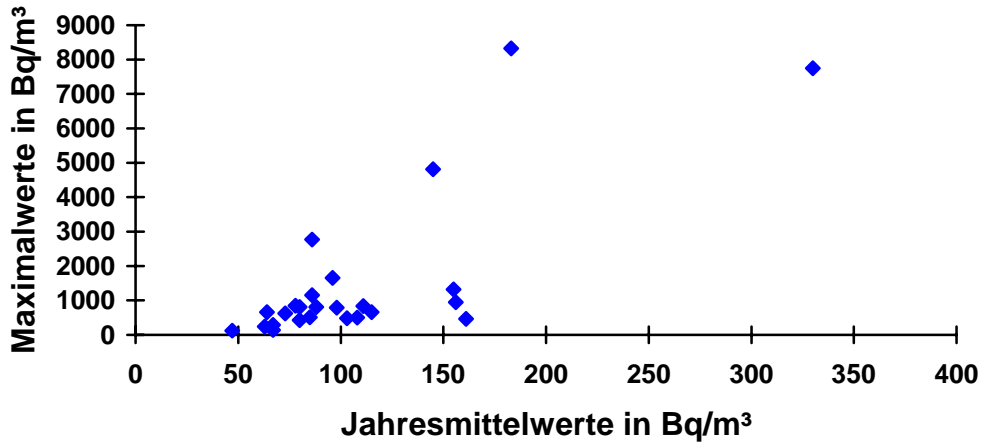


Abbildung 63: Jahresmittelwerte (Bezirksmittel) der Radonkonzentrationen gegen beobachtete Maximalwerte in den Bezirken Niederösterreichs.

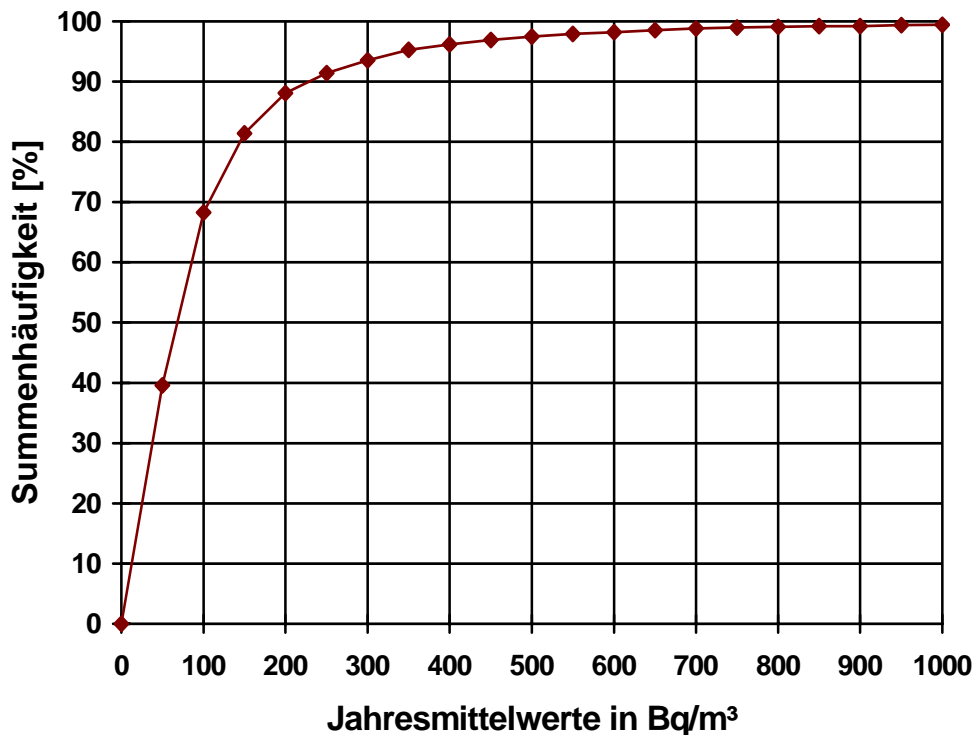


Abbildung 64: Summenhäufigkeit als Funktion der Jahresmittelwert-Radonkonzentration. Die Summenhäufigkeit bedeutet die prozentuelle Anzahl von Wohnungen in Niederösterreich, deren mittlere Radonkonzentration unter dem jeweils gewählten Wert liegt.

5.4 Oberösterreich

Die Untersuchungen in Oberösterreich erfolgten in 2 Etappen, da Oberösterreich das erste Bundesland war, in welchem die Radonkonzentrationen in Wohnungen systematisch erfasst wurden. Im ersten Teil wurde das Mühlviertel und Linz, im zweiten Teil der Rest von Oberösterreich untersucht. Im Zuge dieses als Pilotprojekt bezeichneten Teils des Österreichischen nationalen Radonprojekts sind eine Reihe weiterer Untersuchungen vorgenommen worden (Zeitreihenuntersuchungen, Gleichgewichtsfaktorbestimmungen, Haushaltuntersuchungen, Bodengasmessungen, Grundwassermessungen etc.), deren Ergebnisse dem veröffentlichten Endbericht zu entnehmen sind.

Die Aufgabenstellung dieses Pilotprojektes lag vor allem in der Entwicklung von Methoden und Vorgangsweisen zur Ermittlung der Strahlenbelastung der österreichischen Bevölkerung durch Radonexposition sowie deren Überprüfung anhand einer Teilstudie in Linz und im Mühlviertel bzw. danach im restlichen Teil von Oberösterreich. Außerdem sollte untersucht werden, wie gut nicht nur die Haushalte sondern auch die Messergebnisse repräsentativ für den jeweiligen Messort (Wohnung) bzw. für das Gebiet (Gemeinde) sind. In Verbindung mit letzterer Fragestellung wurden an einzelnen Messstellen genauere Untersuchungen betreffend zeitlicher Variationen der Radonkonzentration, Folgeproduktkonzentrationen, Thoronkonzentrationen sowie Radonkonzentrationen im Bodengas vorgenommen.

Die Untersuchungen im Mühlviertel begannen im Herbst 1992 mit einer ersten Untersuchungsgruppe von 300 Wohnungen, wobei 150 Wohnungen auf dem Postweg angeschrieben und mit Dosimetern versorgt wurden, die restlichen 150 Wohnungen wurden von Interviewern besucht, welche die Detektoren samt dem notwendigen Informationsmaterial verteilten. Außerdem sollten die Interviewer nach etwa drei Tagen die ausgewählten Adressen nochmals anrufen und die Bewohner bitten, die Detektoren zurückzusenden. Um die Rücklaufquote zu erhöhen, wurden jene Personen, die über die Post die Detektoren zugesendet bekamen, zusätzlich telephonisch zur Teilnahme an diesem Radonprojekt eingeladen. Dabei musste berücksichtigt werden, zu welchen Zeiten die Bewohner normalerweise zu Hause erreichbar sind und ein Anruf nicht zu sehr störend wirkt (Fernsehgewohnheiten etc.). Der Versand der Detektoren erfolgte an einem Freitag vom Hauptpostamt in Linz. Damit wurde erreicht, dass am darauf folgenden Montag, spätestens jedoch am Dienstag, alle Detektoren ihr Ziel erreicht haben sollten. Das bedeutet, dass die Detektoren etwa von Mittwoch bis Freitag und nicht etwa über das Wochenende exponiert wurden, wenn eventuell ein Teil der Familie außer Haus ist. Um 150 Personen anzurufen und Informationen zu geben, blieb daher maximal ein Zeitraum von 2 Tagen, wobei die günstigste Zeit für Telefonate etwa zwischen 17 und 19 Uhr angesetzt wurde. Rechnet man mit etwa 8 Minuten Telefonierzeit, so muss innerhalb von zwei Mal zwei Stunden (240 Minuten) insgesamt 1200 Minuten telefoniert werden. Das bedeutet, dass mehrere Personen gleichzeitig mit dieser Aufgabe betraut werden mussten, wobei an deren Fachwissen und Redegewandtheit höchste Anforderungen zu stellen waren. Diese schwierige Aufgabe übernahm die Unterabteilung Lärm- und Strahlenschutz des Landes Oberösterreich. Zusätzlich wurden vor Versand der Detektoren die Bürgermeister der Mühlviertler Gemeinden vom Land Oberösterreich (Landesrat für Gesundheit, Hr. Dr. Josef Pühringer) angeschrieben, und um deren Einverständnis und Unterstützung für das Projekt gebeten. Auch sind den Adressaten der Detektoren Schreiben des Landesrates beigelegt worden, in welchen auch auf die Unterstützung von Seiten der Bürgermeister hingewiesen worden ist.

Die zweite Untersuchungsgruppe umfasste vor allem Track-Etch-, Elektret-Detektoren und eine kleinere Anzahl von Aktivkohledetektoren. Als Untersuchungsgebiet wurden einige weitere Gemeinden im Mühlviertel sowie Linz ausgesucht. Diese Detektoren sind alle von Interviewern an die ausgesuchten Haushalte verteilt worden, da bei ei-

nem Postversand bzw. einer Postrücksendung aufgrund der Größe der Detektoren mit Problemen zu rechnen war (passt in keinen Briefkasten). Diese Gruppe umfasste etwa 200 Haushalte, wobei in mehreren Haushalten verschiedene Arten von Detektoren parallel aufgestellt wurden, um deren Übereinstimmung zu überprüfen.

In Linz wurden etwa 150 Haushalte untersucht, wobei jedoch keine Parallelmessungen vorgenommen wurden. Die Verteilung der Detektoren erfolgte Ende Jänner und Anfang Februar 1993

Die allerersten Untersuchungen, die im Winter 1992/93 durchgeführt wurden, haben bereits ergeben, dass die Radonkonzentrationen logarithmisch normalverteilt sind. Abbildung 65 zeigt die Verteilung der Aktivkohle-LSC-Messungen (Histogramm) sowie die entsprechende berechnete logarithmische Normalverteilung.

Die Messungen mittels Track-Etch- und Elektret-Dosimeter im Mühlviertel haben nahezu dasselbe Bild geliefert, obwohl bei den Messungen über 3 Monate integriert wurde (Langzeitmessungen) und deutlich weniger Messungen durchgeführt wurden. Man erkennt, dass beide Verfahren, obwohl zum größten Teil in verschiedenen Gemeinden durchgeführt (nur in 25 Wohnungen wurden Aktivkohle-Detektoren und Track-Etch-Dosimeter parallel aufgestellt), nahezu gleiche Mittelwerte ergeben haben. Abbildung 66 zeigt die entsprechende Verteilung.

Radonkonzentrationsverteilung von 626 Räumen im Mühlviertel (Aktivkohle-LSC)

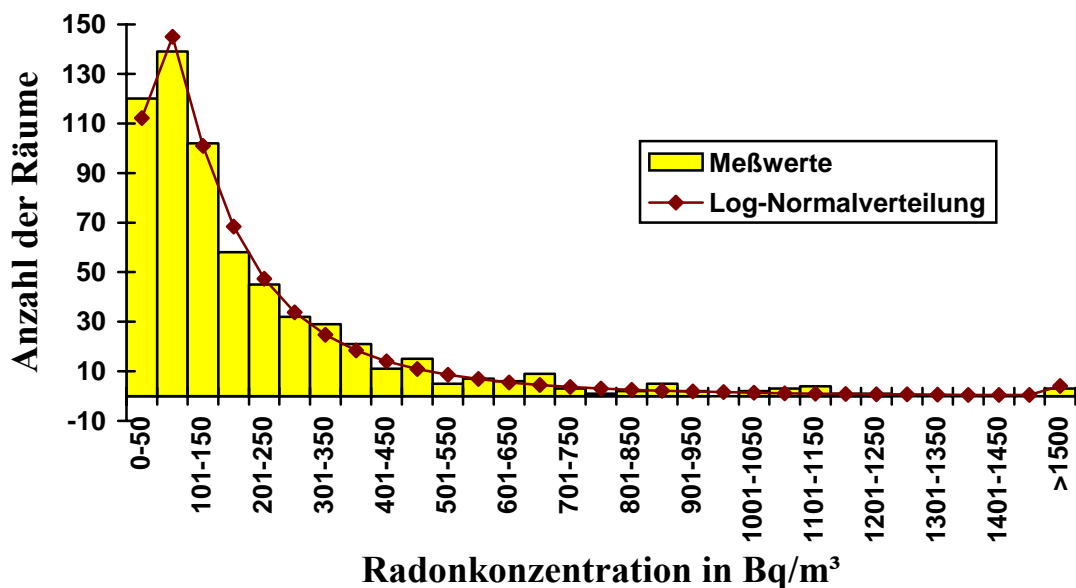


Abbildung 65: Messung durch Aktivkohledosimeter mit LSC-Auswertung: Verteilung der Radonkonzentration von 626 Zimmern im Mühlviertel (Mittelwert: 209 Bq/m³, Standardabweichung: 261 Bq/m³, Median: 126 Bq/m³) sowie berechnete Log-Normalverteilung (Median: 126 Bq/m³, Streufaktor: 2.7). Messzeitraum: Dezember 1992, jeweils etwa 3 Tage.

Radonkonzentrationsverteilung von 106 Räumen im Mühlviertel (Track-Etch und Elektret)

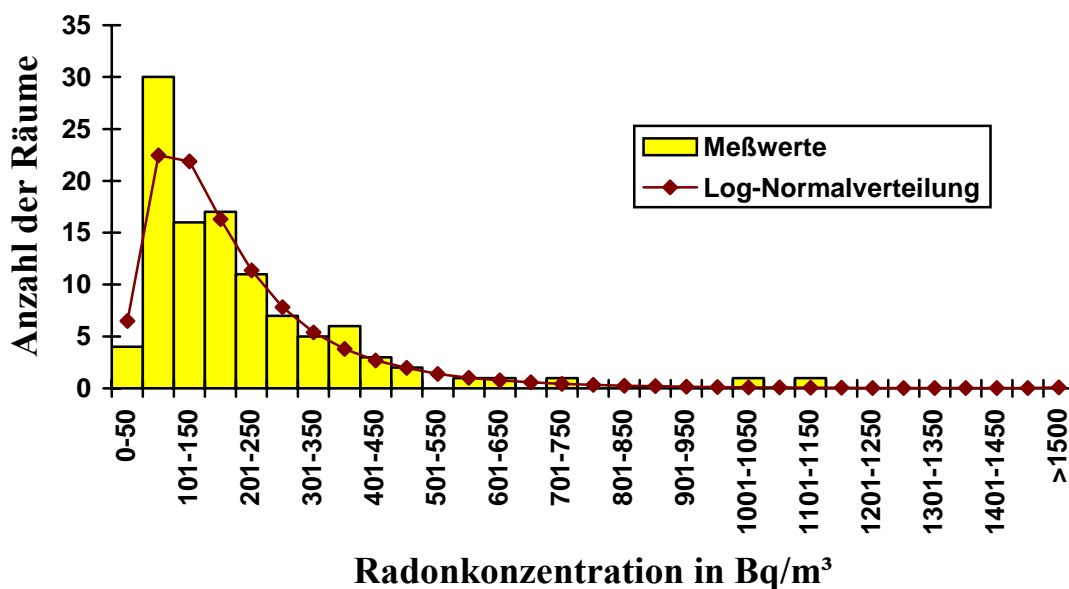


Abbildung 66: Messung durch Track-Etch- und Elektret-Dosimeter: Verteilung der Radonkonzentration von 106 Zimmern im Mühlviertel (Mittelwert: 206 Bq/m³, Standardabweichung: 179 Bq/m³, Median: 159 Bq/m³) sowie berechnete Log-Normalverteilung (Median: 156 Bq/m³, Streufaktor: 2.1). Messzeitraum: Jänner bis März 1993.

Für Linz ergaben sich wesentlich geringere Werte als im Mühlviertel, was auch zu erwarten war, allein weil der Anteil der im Erdgeschoß lebenden Personen in ländlichen Gebieten wesentlich höher ist als in dicht besiedelten Stadtgebieten.

In Fortsetzung dieses ersten Teils der Untersuchungen wurden im zweiten Teil im Dezember 1993 an etwa 660 Haushalte 2640 Aktivkohle-Detektoren (je Haushalt vier Detektoren, wobei jeweils zwei in einem Raum exponiert werden sollten) in den Bezirken Steyr, Wels, Braunau, Eferding, Gmunden, Grieskirchen und Kirchdorf und Ende Jänner und Anfang Februar 1994 an ebenfalls etwa 660 Haushalte 1320 langzeitintegrierende Detektoren (je Haushalt 2 Stück) in den restlichen Bezirken südlich der Donau verteilt. Zusätzlich 59 Adressen wurden ausgewählt und mit Track-Etch-Detektoren versorgt, um spezielle Fragestellungen zu klären. Insgesamt sind daher bis Anfang September 1994 in Oberösterreich etwa 2050 Haushalte mit Detektoren beliefert worden.

Es zeigt sich, dass in den meisten Bezirken die gemessene Verteilung der Radonkonzentration gut durch eine logarithmische Normalverteilung angepasst werden kann. Damit können aus den Jahresmittelwerten nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Methode Radonpotenzialwerte ermittelt werden. Zur Umrechnung in die Standardsituation haben sich die Werte der Tabelle 9 ergeben. Eine graphische Darstellung der Radonpotenziale der Gemeinden ist in der Zusammenfassung in Abschnitt 6, Abbildung 148 ersichtlich.

Umrechnungsfaktor für	Mühlviertel	Südl. d. Donau
vollständig unterkellert, Estrich oder Beton	1.66	1.89
vollständig unterkellert, sonstiges Material	1.67	1.29
Steinbau	0.58	0.87
Messung in Raum höher als Parterre	1.31	1.56
Wochenendhaus	0.95	0.89
einfache Verglasung	1.00 ¹⁾	1.00 ¹⁾
mehr als ein Kind	0.79	1.14
Anzahl der Erwachsenen = 1	0.75	0.93
Anzahl der Erwachsenen = 2	1.00	1.00
Anzahl der Erwachsenen > 2	1.00 ¹⁾	1.00 ¹⁾

¹⁾ keine signifikante Abweichung von Eins, daher Eins angenommen.

Tabelle 9: Faktoren zur Umrechnung in die Standardsituation für Oberösterreich.

In Abbildung 67 bis Abbildung 84 sind die Verteilungen der Radonkonzentrationen in den 18 Bezirken Oberösterreichs ersichtlich. Alle hier angeführte Messwerte beziehen sich im überwiegenden Teil auf Messungen in der Heizperiode. Die Jahresdurchschnittswerte liegen daher im Mittel etwas tiefer. Fasst man die Daten von ganz Oberösterreich zusammen, ergibt sich die Verteilung in Abbildung 85. Tabelle 10 stellt für alle Bezirke die wesentlichen Daten (Mittelwerte, Mediane und Maximalwerte) nochmals zusammen, außerdem sind die entsprechenden Daten für ganz Oberösterreich angeführt.

Radonkonzentrationsverteilung von 321 Räumen in Linz

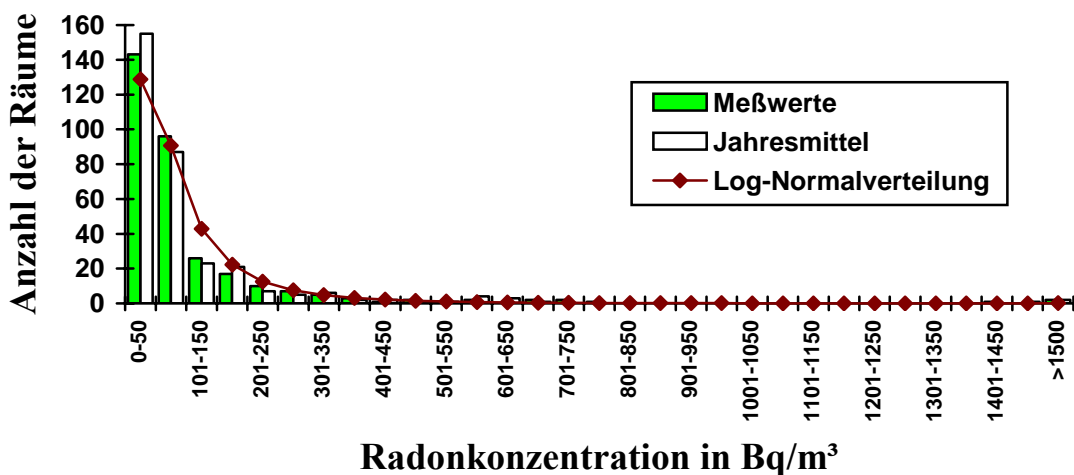


Abbildung 67: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 321 Räumen in Linz (Mittelwert: 117 Bq/m³, Median: 59 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 3071 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 117 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 53 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 64 Bq/m³, Streufaktor: 2.57).

Radonkonzentrationsverteilung von 94 Räumen in Steyr

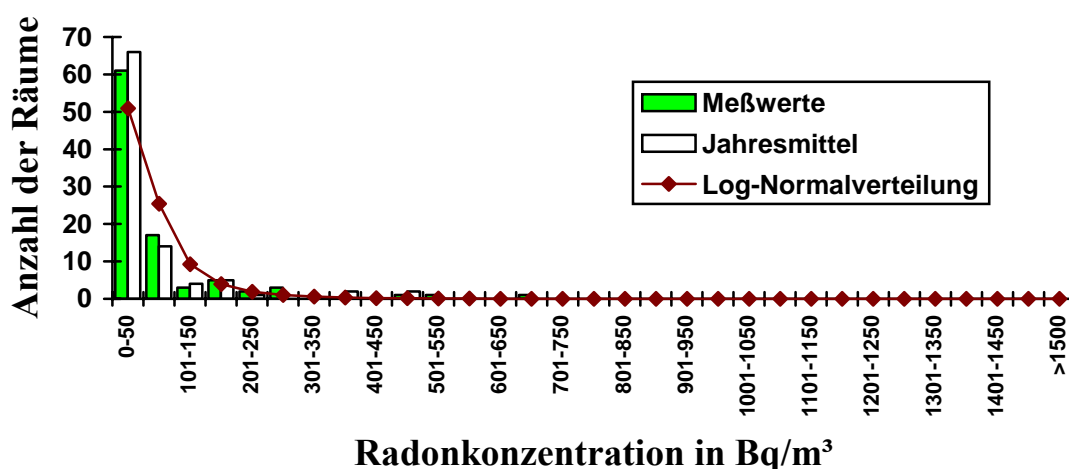


Abbildung 68: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 94 Räumen in Steyr (Mittelwert: 76 Bq/m³, Median: 39 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 653 Bq/m³), Mittelwert der Jahresmittel: 61 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 36 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 46 Bq/m³, Streufaktor: 2.42).

Radonkonzentrationsverteilung von 222 Räumen in Wels

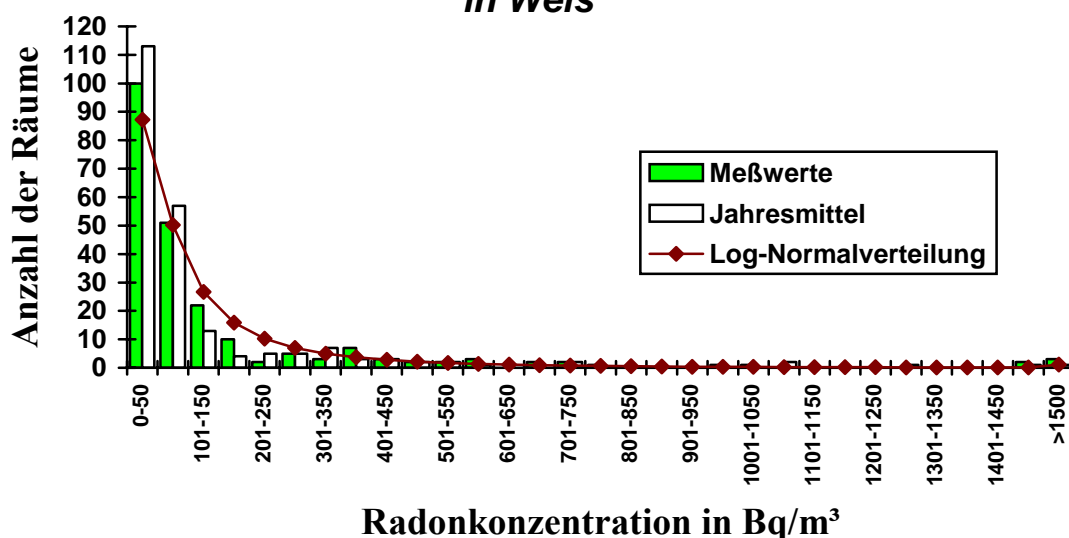


Abbildung 69: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 222 Räumen in Wels (Mittelwert: 165 Bq/m³, Median: 61 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 2970 Bq/m³), Mittelwert der Jahresmittel: 125 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 49 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 70 Bq/m³, Streufaktor: 3.31).

Radonkonzentrationsverteilung von 322 Räumen im Bezirk Braunau

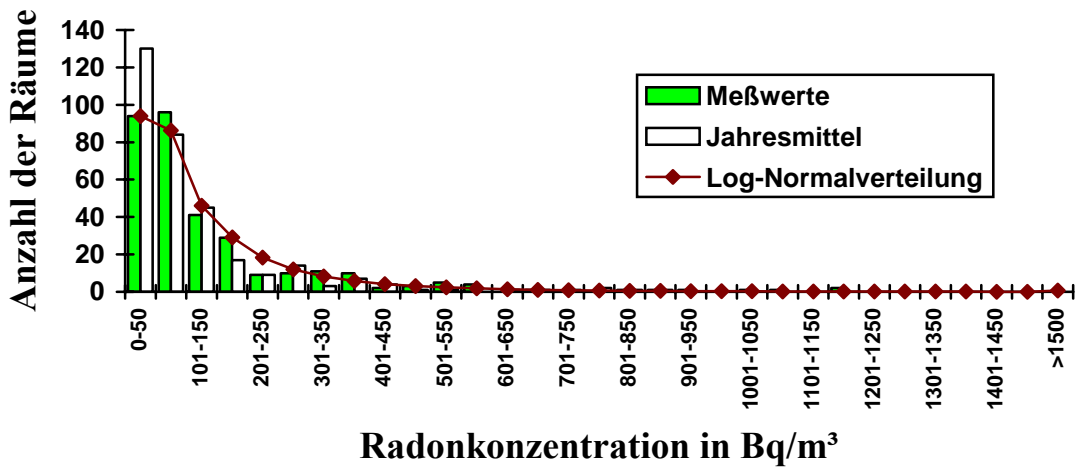


Abbildung 70: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 322 Räumen im Bezirk Braunau (Mittelwert: 145 Bq/m³, Median: 85 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1198 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 109 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 68 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 87 Bq/m³, Streufaktor: 2.68).

Radonkonzentrationsverteilung von 104 Räumen im Bezirk Eferding

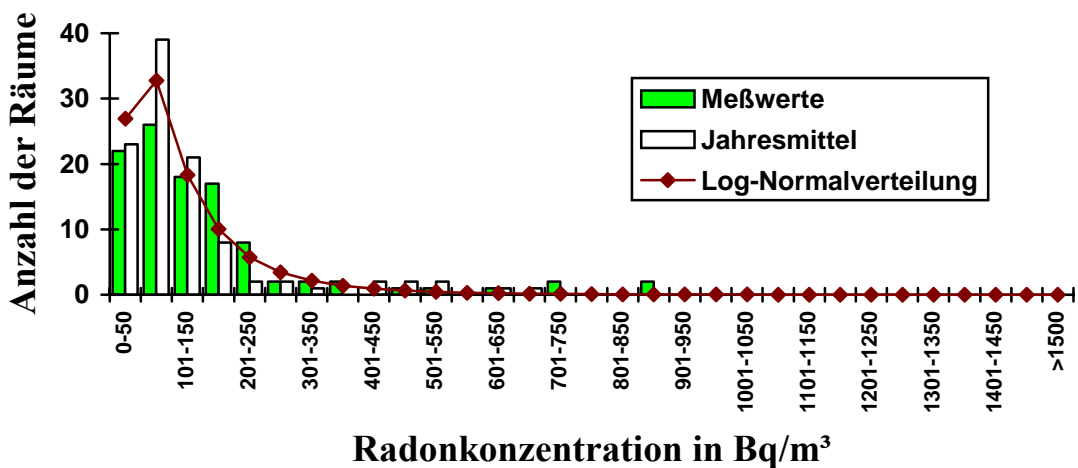


Abbildung 71: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 104 Räumen im Bezirk Eferding (Mittelwert: 160 Bq/m³, Median: 111 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 893 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 124 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 87 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 108 Bq/m³, Streufaktor: 2.44).

Radonkonzentrationsverteilung von 331 Räumen im Bezirk Freistadt

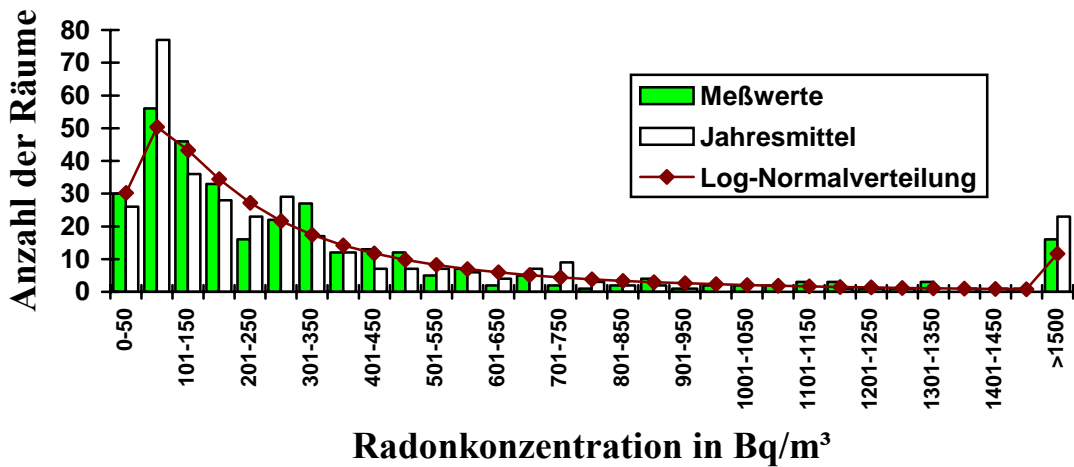


Abbildung 72: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 331 Räumen im Bezirk Freistadt (Mittelwert: 399 Bq/m³, Median: 202 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 6784 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 433 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 197 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 213 Bq/m³, Streufaktor: 2.94).

Radonkonzentrationsverteilung von 317 Räumen im Bezirk Gmunden

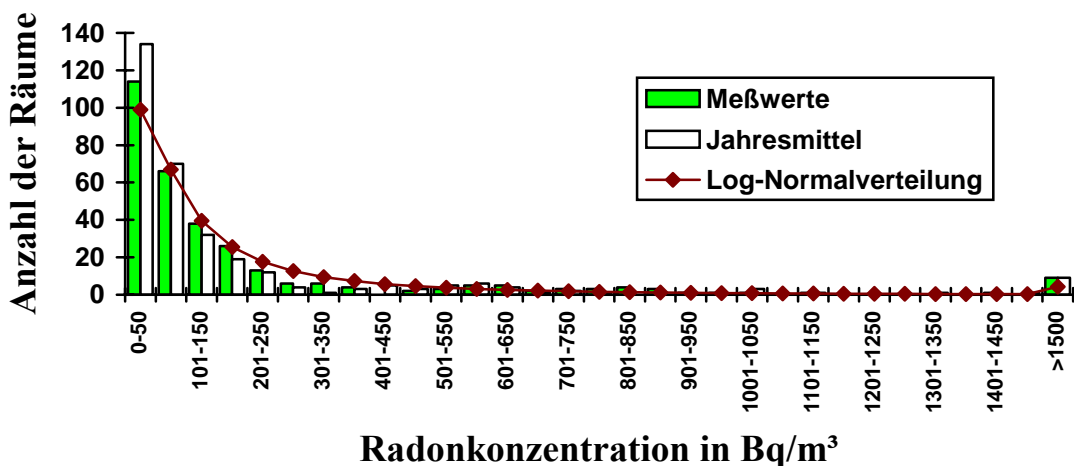


Abbildung 73: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 317 Räumen im Bezirk Gmunden (Mittelwert: 245 Bq/m³, Median: 84 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 5666 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 215 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 68 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 93 Bq/m³, Streufaktor: 3.51).

Radonkonzentrationsverteilung von 222 Räumen im Bezirk Grieskirchen

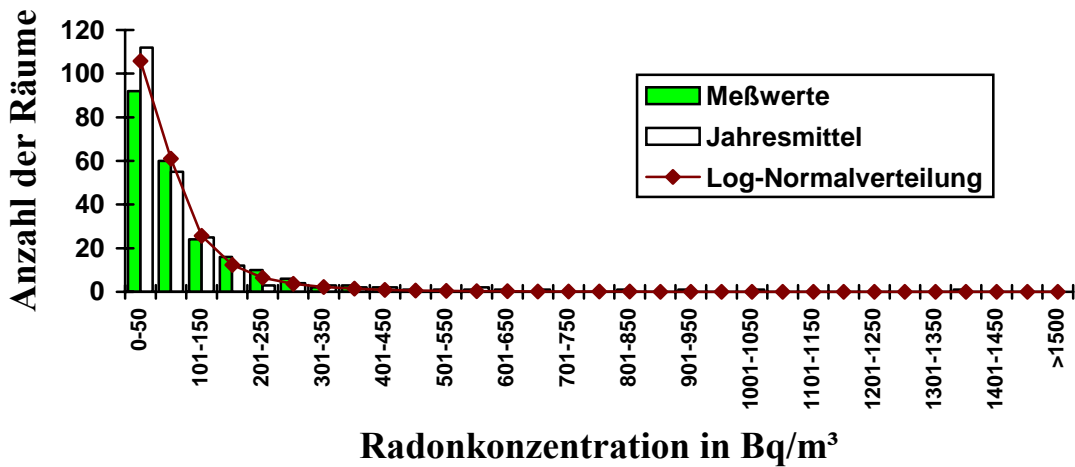


Abbildung 74: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 222 Räumen im Bezirk Grieskirchen (Mittelwert: 112 Bq/m³, Median: 66 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1396 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 87 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 50 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 68 Bq/m³, Streufaktor: 2.62).

Radonkonzentrationsverteilung von 182 Räumen im Bezirk Kirchdorf

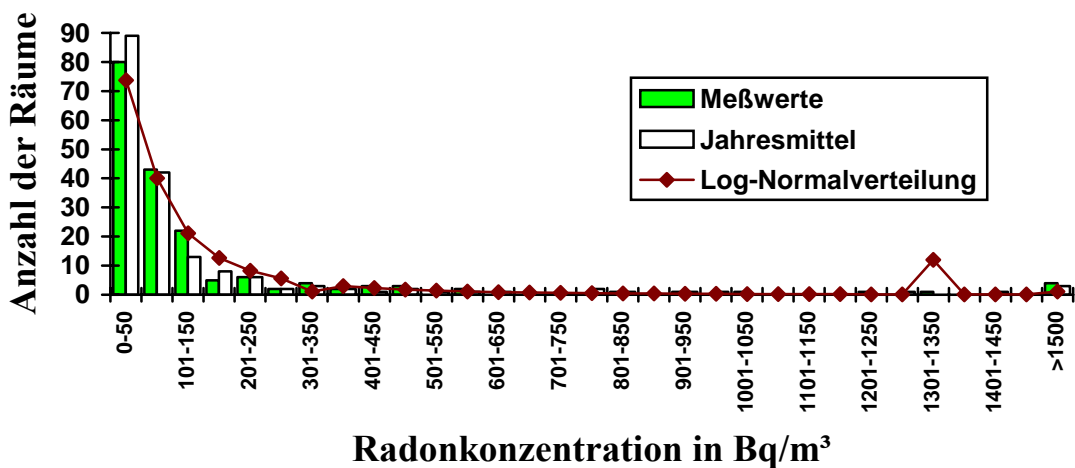


Abbildung 75: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 182 Räumen im Bezirk Kirchdorf (Mittelwert: 168 Bq/m³, Median: 63 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 2102 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 161 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 52 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 68 Bq/m³, Streufaktor: 3.42).

Radonkonzentrationsverteilung von 376 Räumen im Bezirk Linz-Land

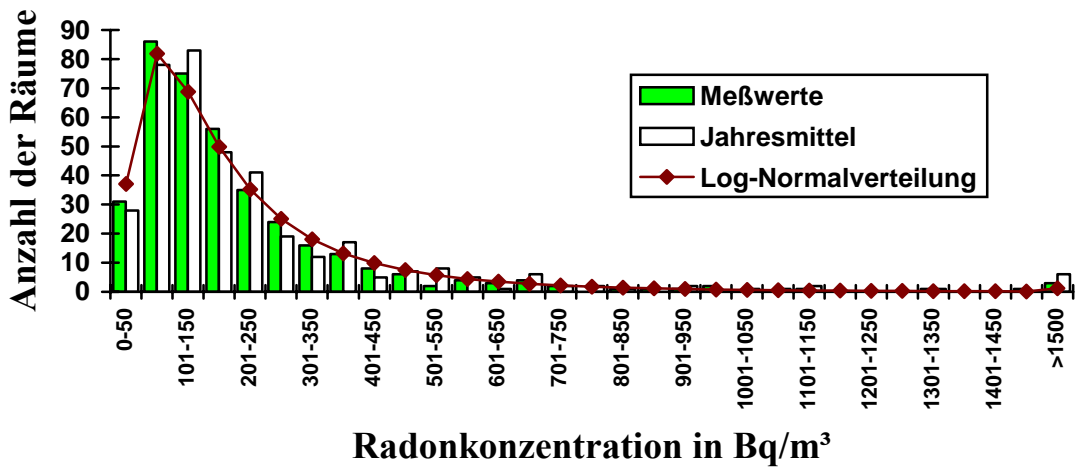


Abbildung 76: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 376 Räumen im Bezirk Linz-Land (Mittelwert: 225 Bq/m³, Median: 147 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 3893 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 248 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 149 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 151 Bq/m³, Streufaktor: 2.34).

Radonkonzentrationsverteilung von 247 Räumen im Bezirk Perg

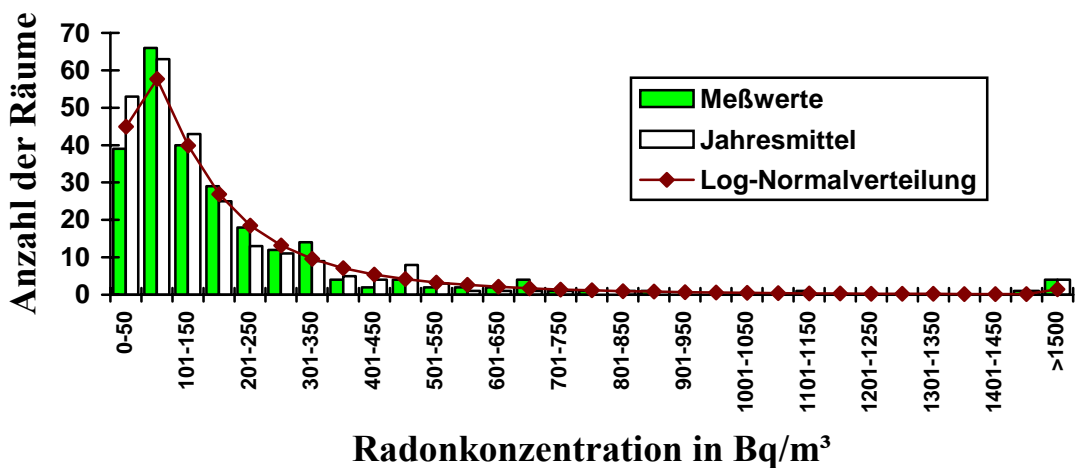


Abbildung 77: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 247 Räumen im Bezirk Perg (Mittelwert: 221 Bq/m³, Median: 123 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 4875 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 216 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 109 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 124 Bq/m³, Streufaktor: 2.69).

Radonkonzentrationsverteilung von 222 Räumen im Bezirk Ried im Innkreis

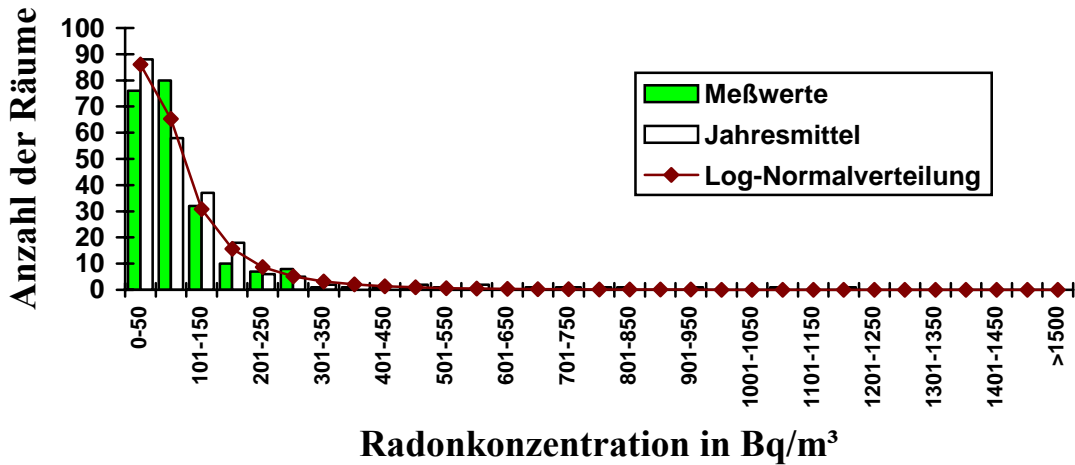


Abbildung 78: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 222 Räumen im Bezirk Ried im Innkreis (Mittelwert: 101 Bq/m³, Median: 72 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1063 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 105 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 70 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 65 Bq/m³, Streufaktor: 2.48).

Radonkonzentrationsverteilung von 381 Räumen im Bezirk Rohrbach

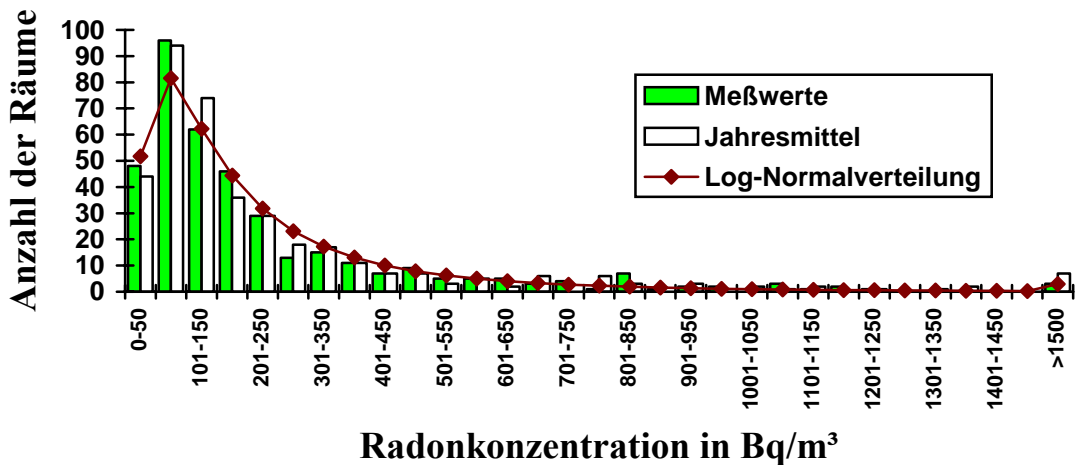


Abbildung 79: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 381 Räumen im Bezirk Rohrbach (Mittelwert: 245 Bq/m³, Median: 138 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 4705 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 256 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 135 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 131 Bq/m³, Streufaktor: 2.51).

Radonkonzentrationsverteilung von 203 Räumen im Bezirk Schärding

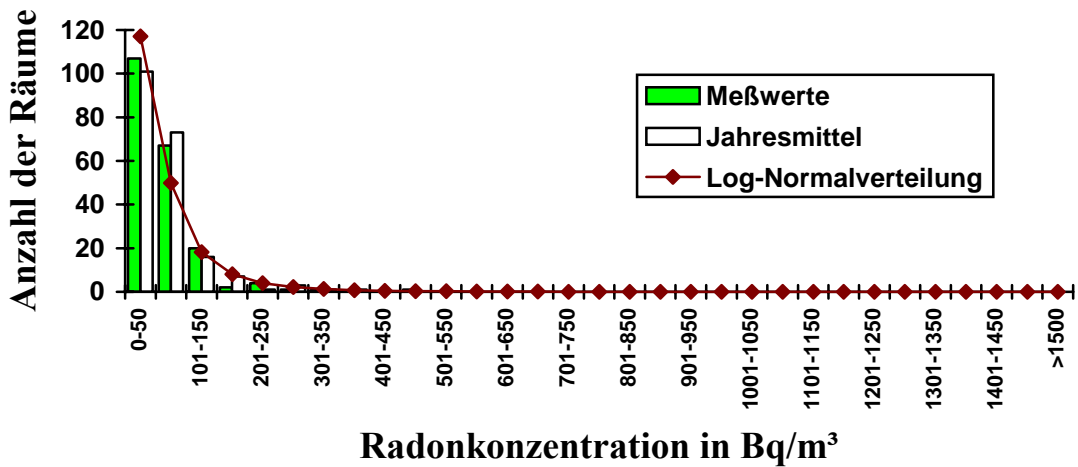


Abbildung 80: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 203 Räumen im Bezirk Schärding (Mittelwert: 61 Bq/m³, Median: 47 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 471 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 61 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 50 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 42 Bq/m³, Streufaktor: 2.57).

Radonkonzentrationsverteilung von 148 Räumen im Bezirk Steyr-Land

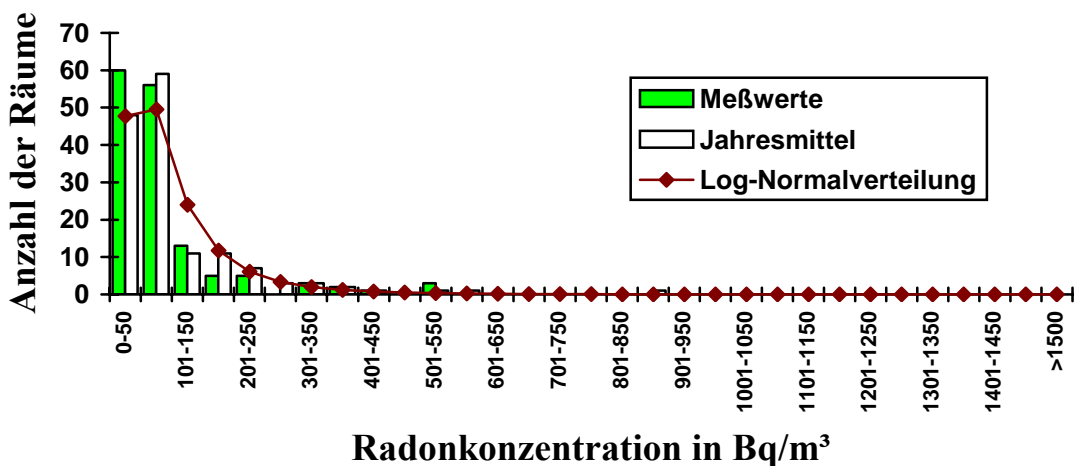


Abbildung 81: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 148 Räumen im Bezirk Steyr-Land (Mittelwert: 89 Bq/m³, Median: 63 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 539 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 105 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 72 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 63 Bq/m³, Streufaktor: 2.18).

Radonkonzentrationsverteilung von 434 Räumen im Bezirk Urfahr-Umgebung

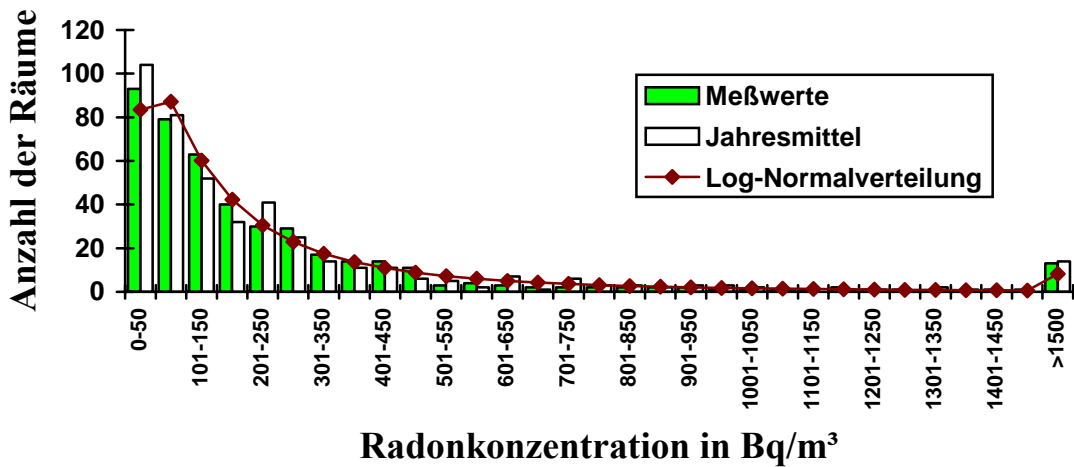


Abbildung 82: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 434 Räumen im Bezirk Urfahr-Umgebung (Mittelwert: 305 Bq/m³, Median: 136 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 8204 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 305 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 131 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 137 Bq/m³, Streufaktor: 3.16).

Radonkonzentrationsverteilung von 392 Räumen im Bezirk Vöcklabruck

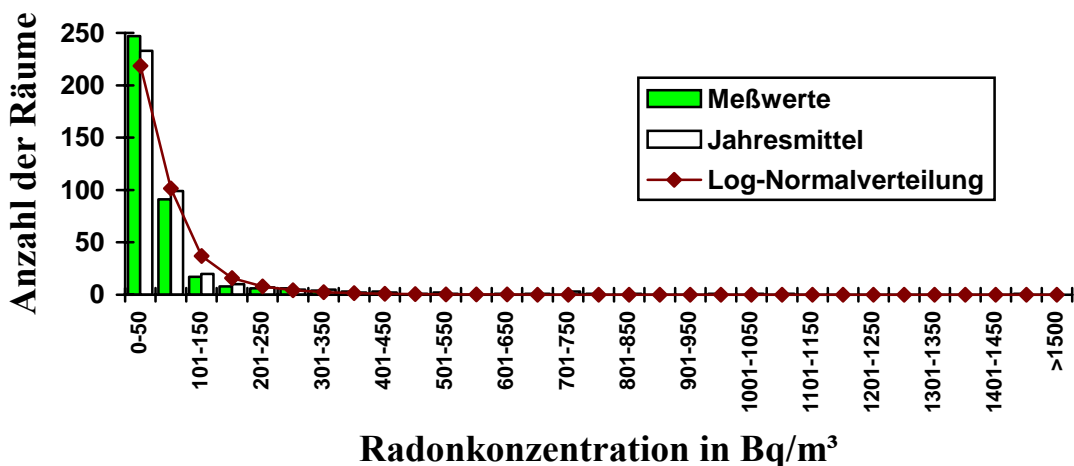


Abbildung 83: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 392 Räumen im Bezirk Vöcklabruck (Mittelwert: 75 Bq/m³, Median: 40 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1496 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 75 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 42 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 44 Bq/m³, Streufaktor: 2.48).

Radonkonzentrationsverteilung von 250 Räumen im Bezirk Wels-Land

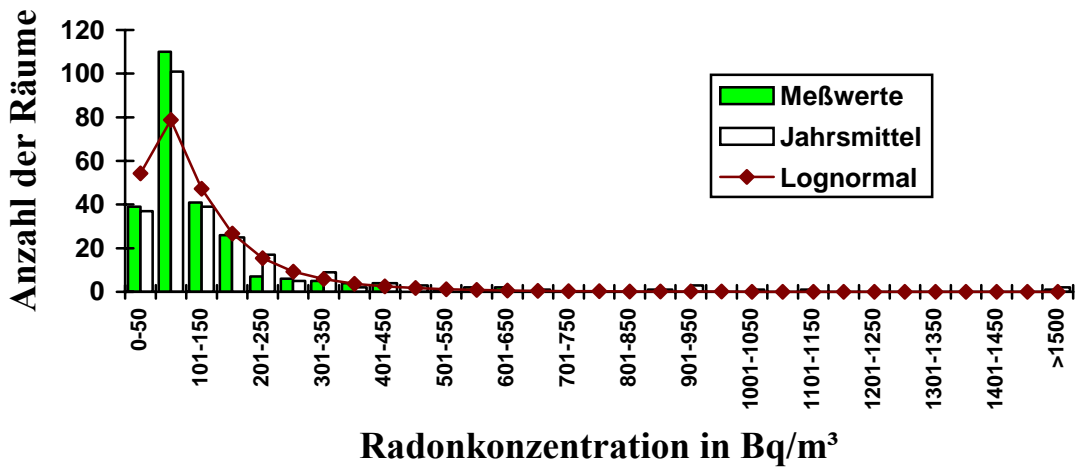


Abbildung 84: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 250 Räumen im Bezirk Wels-Land (Mittelwert: 141 Bq/m³, Median: 89 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 3623 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 162 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 94 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 94 Bq/m³, Streufaktor: 2.22).

Radonkonzentrationsverteilung von 4768 Räumen in Oberösterreich

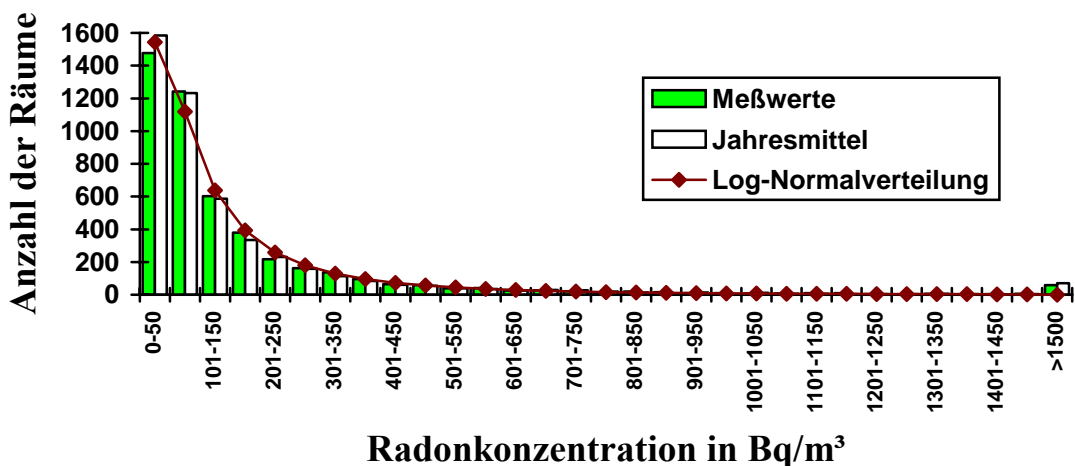


Abbildung 85: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 4768 Räumen in ganz Oberösterreich (Mittelwert: 186 Bq/m³, Median: 87 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 8204 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 184 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 82 Bq/m³) und an Messwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 85 Bq/m³, Streufaktor: 3.12).

Abbildung 86 zeigt den Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten (gemittelt jeweils über einen Bezirk) und den Medianen der Verteilungen in den einzelnen Bezirken. Es zeigt sich, dass der Medianwert etwa bei etwa 50% des Mittelwertes liegt.

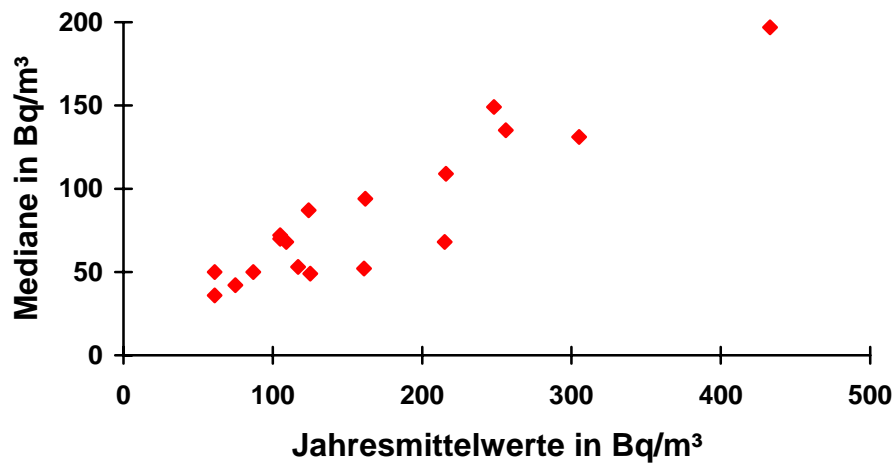


Abbildung 86: Jahresmittelwerte der Radonkonzentrationen gegen Mediane in den Bezirken Oberösterreichs.

Trägt man die beobachteten Maximalwerte gegen die Jahresmittelwerte auf, so kann man versuchen durch eine einhüllende Kurve abzuschätzen, welche Maximalwerte der Radonkonzentrationen in den Bezirken tatsächlich zu erwarten sind. Natürlich können durch spezielle Verhältnisse lokal ganz extreme Werte auftreten, jedoch zeigt Abbildung 87, dass zwischen Jahresmittelwerten und Maximalwerten eine recht gute Korrelation besteht und daher zumindest eine grobe Abschätzung der Maximalwerte aus den Mittelwerten möglich ist. Man kann annehmen, dass die Maximalwerte in den untersuchten Gemeinden etwa 20 bis 30 Mal höher sind als die Mittelwerte.

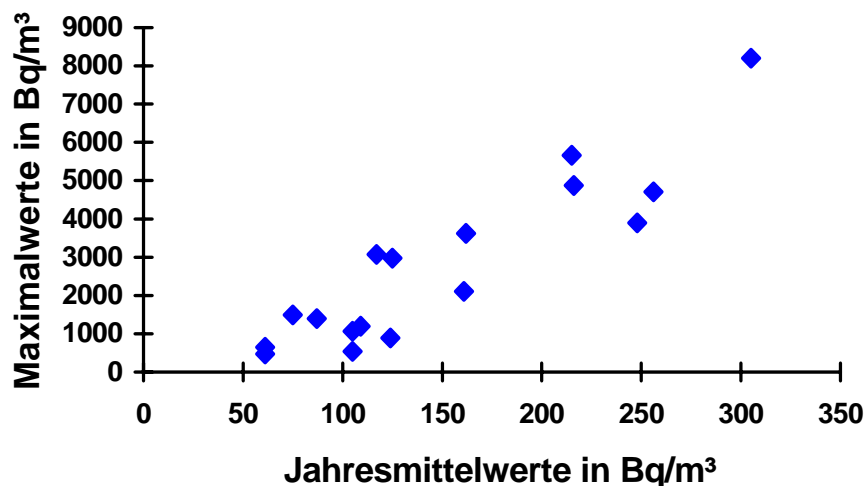


Abbildung 87: Jahresmittelwerte (Bezirksmittel) der Radonkonzentrationen gegen beobachtete Maximalwerte in den Bezirken Oberösterreichs.

Politischer Bezirk	Anzahl der verm. Räume	Jahresmittel (Bq/m ³)	Median (Bq/m ³)	Maximalwert (Bq/m ³)
Linz	321	117	53	3071
Steyr	94	61	36	653
Wels	222	125	49	2970
Braunau am Inn	322	109	68	1198
Eferding	104	124	87	893
Freistadt	331	433	197	6784
Gmunden	317	215	68	5665
Grieskirchen	222	87	50	1395
Kirchdorf	182	161	52	2102
Linz-Land	376	248	149	3893
Perg	247	216	109	4875
Ried im Innkreis	222	105	70	1063
Rohrbach	381	256	135	4705
Schärding	203	61	50	471
Steyr-Land	148	105	72	539
Urfahr-Umgeb.	434	305	131	8204
Vöcklabruck	392	75	42	1496
Wels-Land	250	162	94	3623
Oberösterreich	4768	184/164	82	8204

Tabelle 10: Jahresmittelwerte, Medianwerte der Verteilung der Jahresmittelwerte und höchste gemessene Radonkonzentrationswerte in den Bezirken Oberösterreichs. Der Mittelwert für Oberösterreich vor dem Querstrich bezieht sich auf die Anzahl der durchgeführten Messungen, der Wert nach dem Querstrich ist der gemäß der Bevölkerungszahl gemittelte Wert.

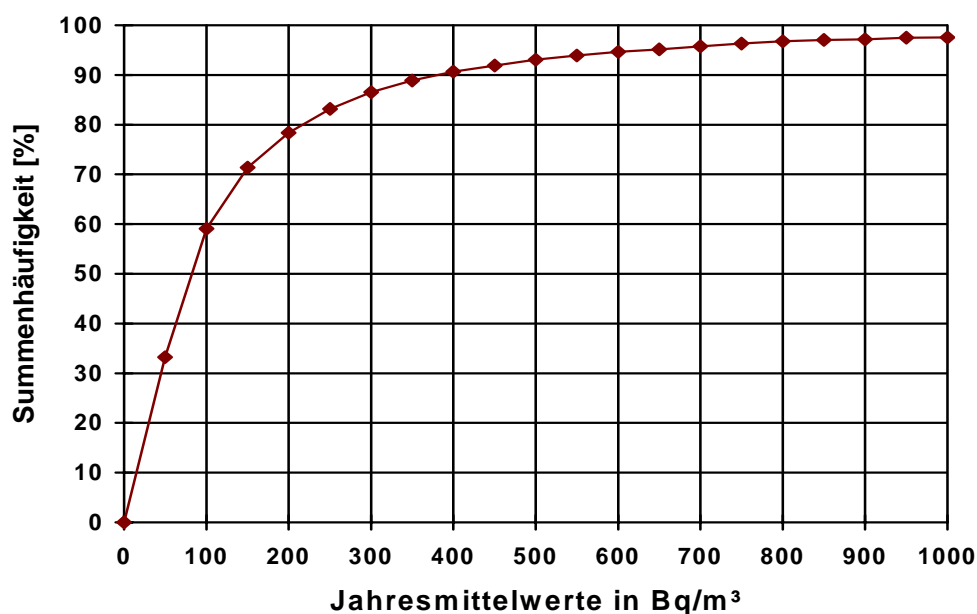


Abbildung 88: Summenhäufigkeit als Funktion der Jahresmittelwert-Radonkonzentration. Die Summenhäufigkeit bedeutet die prozentuelle Anzahl von Wohnungen, deren mittlere Radonkonzentration unter dem jeweils gewählten Wert liegt.

Jahresmittelwerte in Oberösterreich

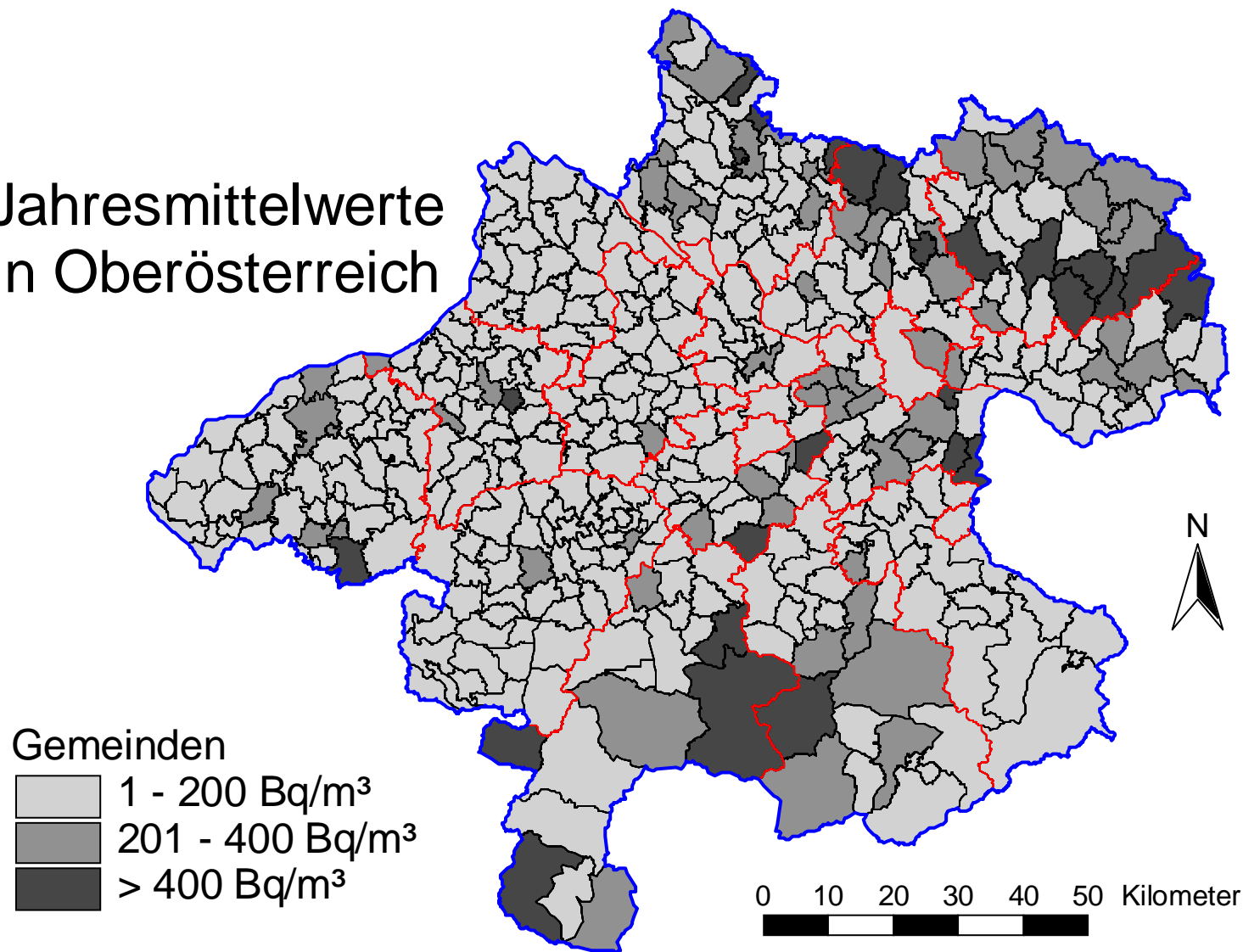


Abbildung 89: Jahreszeitlich gemittelte Radonkonzentration in oberösterreichischen Wohnungen: Gemeindemittelwerte.

Berechnet man die Mittelwerte für einzelne Gemeinden und berücksichtigt die jahreszeitlich bedingten Schwankungen in oben beschriebener Weise, so ergibt sich das Bild von Abbildung 89. Man sieht, dass im größten Teil Oberösterreichs die mittlere Radonkonzentration unter 200 Bq/m^3 liegt, dass jedoch in einigen Gemeinden im Mühlviertel und überraschenderweise auch in einigen alpinen Regionen Oberösterreichs hohe Radonkonzentrationen gefunden werden konnten. Außerdem sind in einigen Gemeinden des Alpenvorlandes höhere Radonkonzentrationen beobachtet worden. Diese vorerst nicht erklärlichen Messergebnisse haben sich jedoch durch spätere Nachmessungen bestätigt. Vermutlich sind es Gesteinsschotter, die aus Gebieten mit höherem Urangehalt antransportiert wurden und eine Schicht hoher Gasdurchlässigkeit unter der Oberfläche bilden.

In Abbildung 88 ist die Summenhäufigkeit der beobachteten Radonkonzentrationen aufgetragen. Etwa 8% der untersuchten Wohnungen weisen in einem bevorzugten Wohnraum eine Radonkonzentration von mehr als 400 Bq/m^3 auf. Berücksichtigt man, dass in Linz nur wenige Wohnungen Konzentrationen von mehr als 400 Bq/m^3 zeigen, bedeutet dies, dass der Bevölkerungsanteil außerhalb von Linz mit mehr als 400 Bq/m^3 in ihren Wohnungen, zu etwa 10% abgeschätzt werden kann.

5.5 Salzburg

Vor Beginn der Untersuchungen wurden die Bürgermeister aller Gemeinden von Herrn Landesrat Dr. Raus schriftlich über das Projekt informiert. Alle ausgewählten Haushalte wurden etwa eine Woche vor Beginn der Untersuchungen ebenfalls vom Herrn Landesrat angeschrieben und um Mitarbeit gebeten.

Die Verteilung der Elektret- und Track-Etch Detektoren erfolgte ab März 1997, die Verteilung der Aktivkohledetektoren erfolgte etwa ein Monat später. Die gestaffelte Verteilung der Dosimeter war aus administrativen Gründen notwendig.

Es wurden für etwa 320 Haushalte 640 Langzeitdosimeter sowie für etwa 220 Haushalte 880 Kurzzeitdosimeter bereitgestellt. Insgesamt wurden somit etwa 560 Haushalte zur Untersuchung ausgewählt. Die Rücklaufquote betrug etwa 85%. Spätere Nachmessungen haben dann eine flächendeckende Information über Salzburg geliefert.

Es zeigt sich, dass in den meisten Bezirken Salzburgs die gemessene Verteilung der Radonkonzentration wieder gut durch jeweils eine logarithmische Normalverteilung angepasst werden kann. Es wurden aus den gemessenen Radonkonzentrationen Jahresmittelwertkonzentrationen gemäß Abschnitt 4.1 berechnet. Damit können nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Methode Radonpotenzialwerte ermittelt werden. Zur Umrechnung in die Standardsituation haben sich die Werte der Tabelle 11 ergeben. Eine graphische Darstellung der Radonpotenziale der Gemeinden ist in der Zusammenfassung in Abschnitt 6, Abbildung 148 ersichtlich.

In den Abbildung 90 bis Abbildung 96 sind die Verteilungen der Radonkonzentrationen in den 6 Bezirken Salzburgs ersichtlich. Fasst man die Daten von ganz Salzburg zusammen, ergibt sich die Verteilung in Abbildung 97. Tabelle 12 stellt für alle Bezirke die wesentlichen Daten (Mittelwerte, Mediane und Maximalwerte) nochmals zusammen, außerdem sind die entsprechenden Daten für ganz Salzburg angeführt.

Umrechnungsfaktor für	Salzburg
vollständig unterkellert, Estrich oder Beton	1.31
vollständig unterkellert, sonstiges Material	1.16
Steinbau	1.00 ¹⁾
Messung in Raum höher als Parterre	2.03
Wochenendhaus	1.00 ¹⁾
einfache Verglasung	1.00 ¹⁾
mehr als ein Kind	0.87
Anzahl der Erwachsenen = 1	1.27
Anzahl der Erwachsenen = 2	1.00
Anzahl der Erwachsenen > 2	1.00 ¹⁾

¹⁾ keine signifikante Abweichung von Eins, daher Eins angenommen.

Tabelle 11: Faktoren zur Umrechnung in die Standardsituation für Salzburg.

Radonkonzentrationsverteilung von 54 Räumen in Salzburg - Stadt

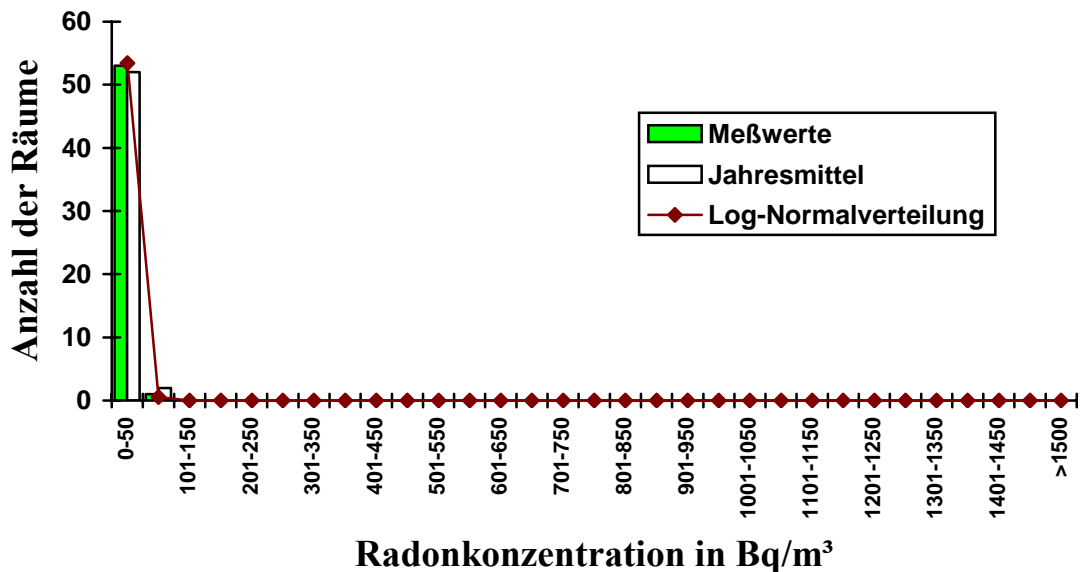


Abbildung 90: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 54 Räumen in Salzburg-Stadt (Mittelwert: 11 Bq/m³, Median: 25 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 60 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 15 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 26 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 12 Bq/m³, Streufaktor: 1.90).

Radonkonzentrationsverteilung von 120 Räumen im Bezirk Hallein

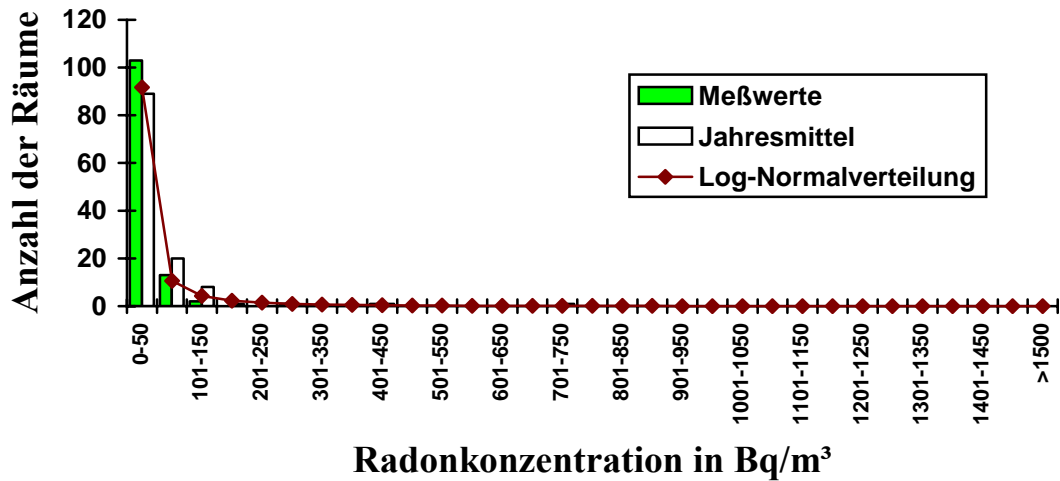


Abbildung 91: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 120 Räumen im Bezirk Hallein (Mittelwert: 26 Bq/m³, Median: 29 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 445 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 40 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 34 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 11 Bq/m³, Streufaktor: 5.88).

Radonkonzentrationsverteilung von 324 Räumen im Bezirk Salzburg-Umgebung

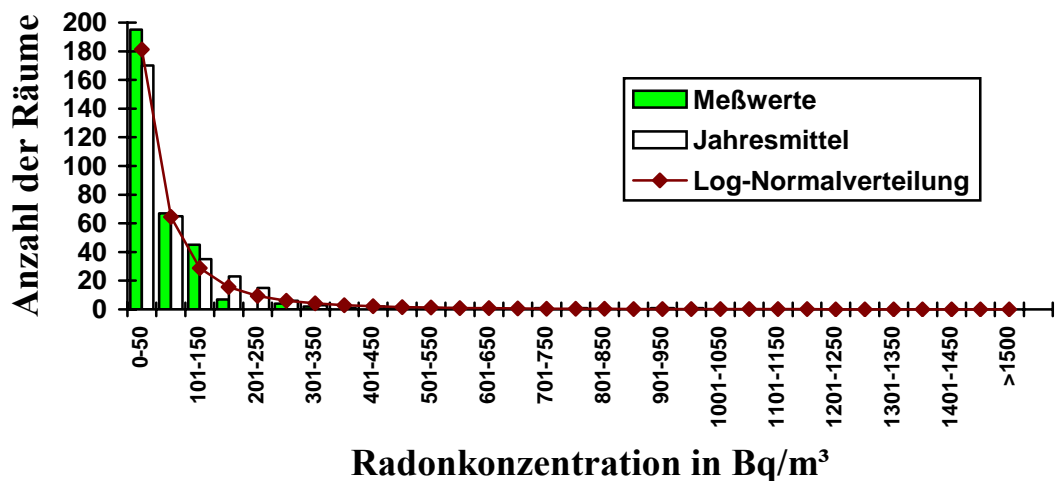


Abbildung 92: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 324 Räumen im Bezirk Salzburg-Umgebung (Mittelwert: 60 Bq/m³, Median: 42 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 905 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 82 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 48 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 42 Bq/m³, Streufaktor: 3.48).

Radonkonzentrationsverteilung von 198 Räumen im Bezirk St. Johann im Pongau

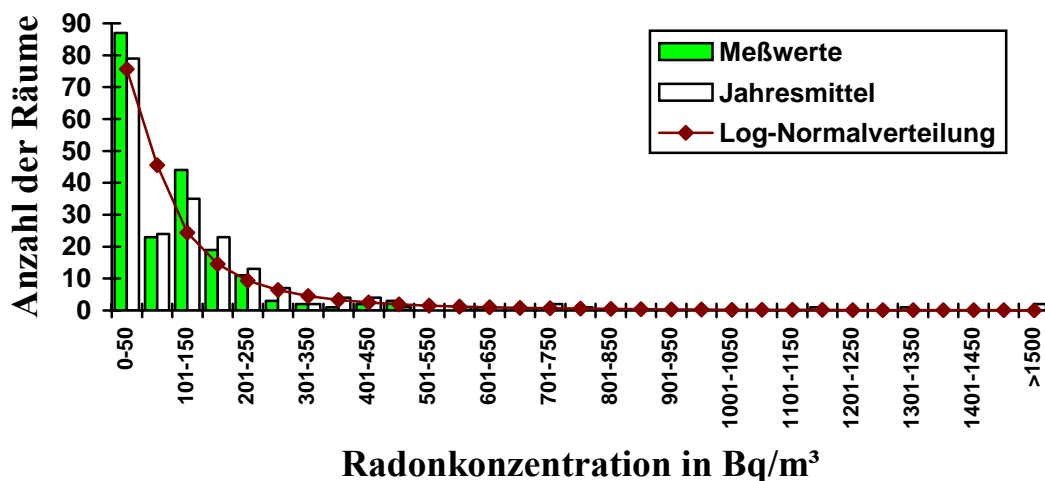


Abbildung 93: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 198 Räumen in St. Johann im Pongau (Mittelwert: 113 Bq/m³, Median: 76 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1342 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 140 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 92 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 72 Bq/m³, Streufaktor: 3.24).

Radonkonzentrationsverteilung von 78 Räumen im Bezirk Tamsweg

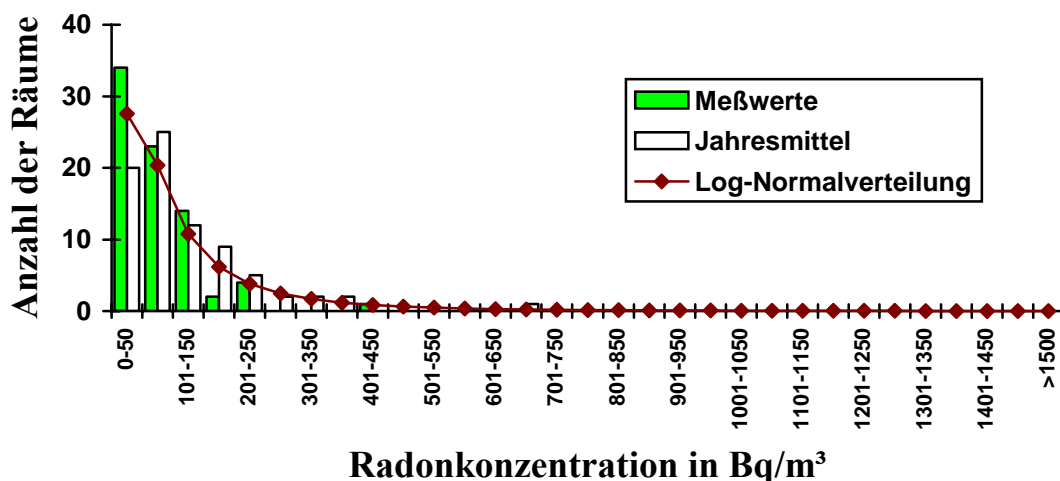


Abbildung 94: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 78 Räumen im Bezirk Tamsweg (Mittelwert: 75 Bq/m³, Median: 61 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 418 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 115 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 88 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 74 Bq/m³, Streufaktor: 2.80).

Radonkonzentrationsverteilung von 220 Räumen im Bezirk Zell am See

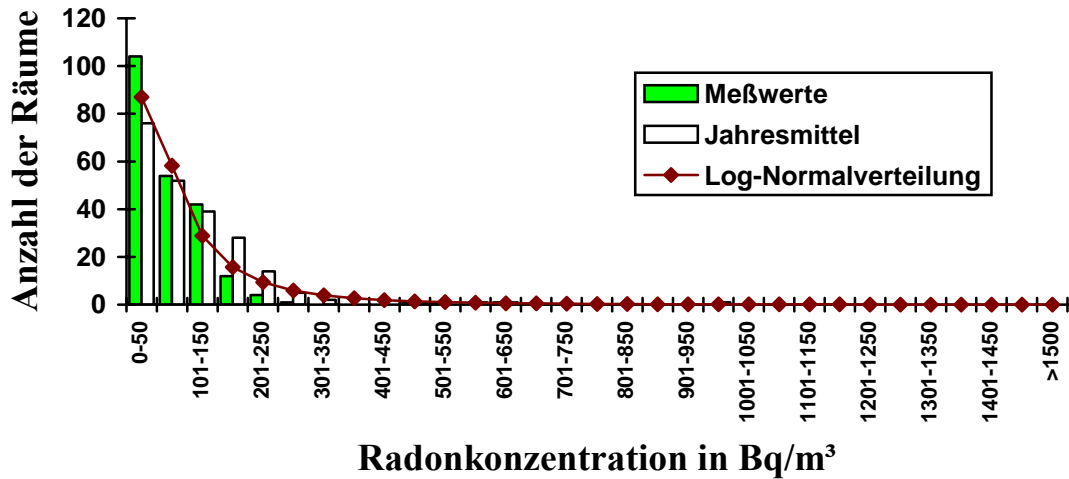


Abbildung 95: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 220 Räumen im Bezirk Zell am See (Mittelwert: 75 Bq/m³, Median: 56 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 615 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 103 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 83 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 66 Bq/m³, Streufaktor: 2.76).

Radonkonzentrationsverteilung von 994 Räumen in ganz Salzburg

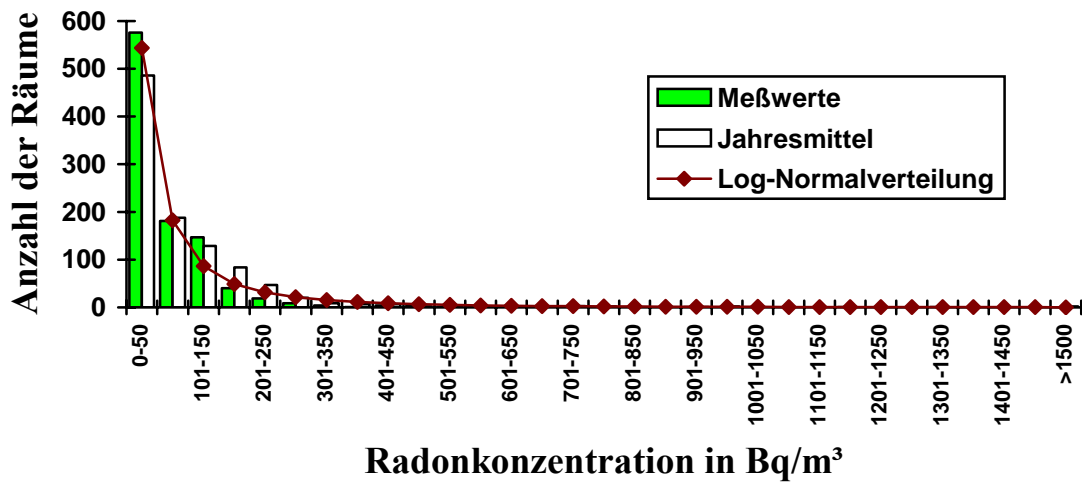


Abbildung 96: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 994 Räumen in ganz Salzburg (Mittelwert: 68 Bq/m³, Median: 43 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1342 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 92 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 53 Bq/m³) und an Jahresmittelwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 43 Bq/m³, Streufaktor: 4.00).

Abbildung 97 zeigt den Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten (gemittelt jeweils über einen Bezirk) und den Medianen der Verteilungen in den einzelnen Bezirken. Es zeigt sich, dass der Medianwert bei etwa 70% des Mittelwertes liegt.

Politischer Bezirk	Anzahl der verm. Räume	Jahresmittel (Bq/m ³)	Median (Bq/m ³)	Maximalwert (Bq/m ³)
Salzburg Stadt	54	15	26	60
Hallein	120	40	34	445
Salzburg Umgeb.	324	82	48	905
St. Johann i. P.	198	140	92	1342
Tamsweg	78	115	88	418
Zell am See	220	103	83	615
Salzburg	994	92/71	53	1342

Tabelle 12: Jahresmittelwerte, Medianwerte der Verteilung der Jahresmittelwerte und höchste gemessene Radonkonzentrationswerte in den Bezirken Salzburgs. Der Mittelwert für Salzburg vor dem Querstrich bezieht sich auf die Anzahl der durchgeführten Messungen, der Wert nach dem Querstrich ist der gemäß der Bevölkerungszahl gemittelte Wert.

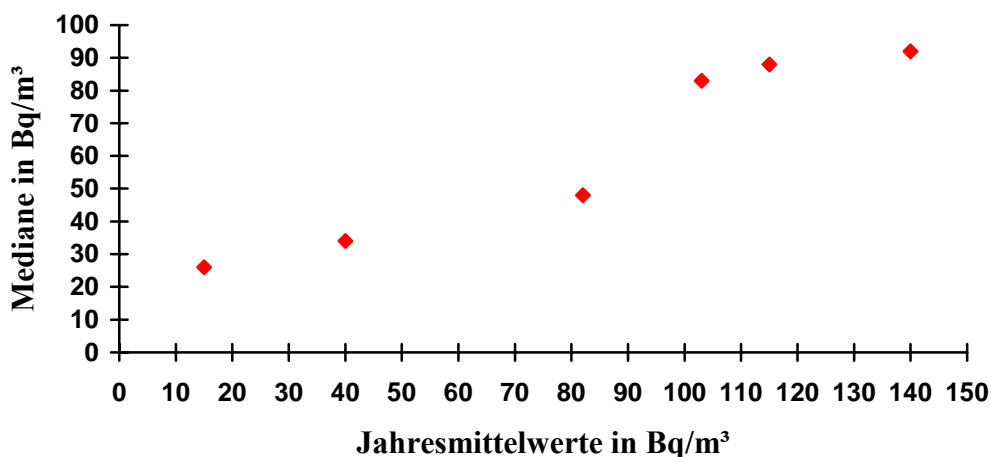


Abbildung 97: Jahresmittelwerte der Radonkonzentrationen gegen Mediane in den Bezirken Salzburgs.

Trägt man die beobachteten Maximalwerte gegen die Jahresmittelwerte auf, so kann man versuchen, durch eine einhüllende Kurve abzuschätzen, welche Maximalwerte der Radonkonzentrationen in den Bezirken tatsächlich zu erwarten sind. Natürlich können durch spezielle Verhältnisse lokal ganz extreme Werte auftreten (Abbildung 98).

Berechnet man die Mittelwerte für einzelne Gemeinden und berücksichtigt die jahreszeitlich bedingten Schwankungen in oben beschriebener Weise, so ergibt sich das Bild von Abbildung 100. Man sieht, dass im größten Teil Salzburgs die mittlere Radonkonzentration unter 200 Bq/m³ liegt.

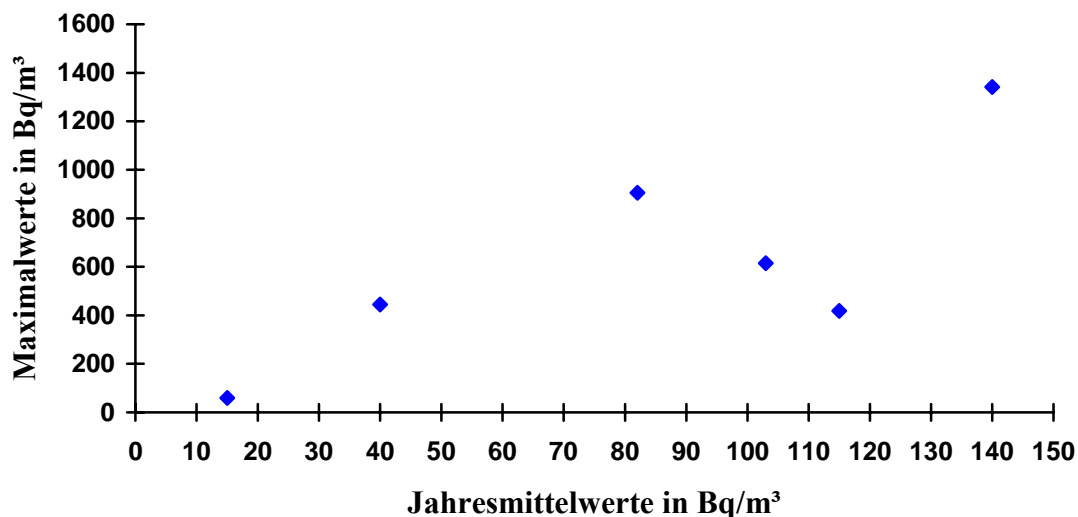


Abbildung 98: Jahresmittelwerte (Bezirksmittel) der Radonkonzentrationen gegen beobachtete Maximalwerte in den Bezirken Salzburgs.

In Abbildung 99 ist die Summenhäufigkeit der beobachteten Radonkonzentrationen aufgetragen. Es ergibt sich, dass man die Anzahl der Wohnungen mit mehr als 400 Bq/m³ in einem bevorzugten Wohnraum mit weniger als 3 % für Salzburg abschätzen kann.

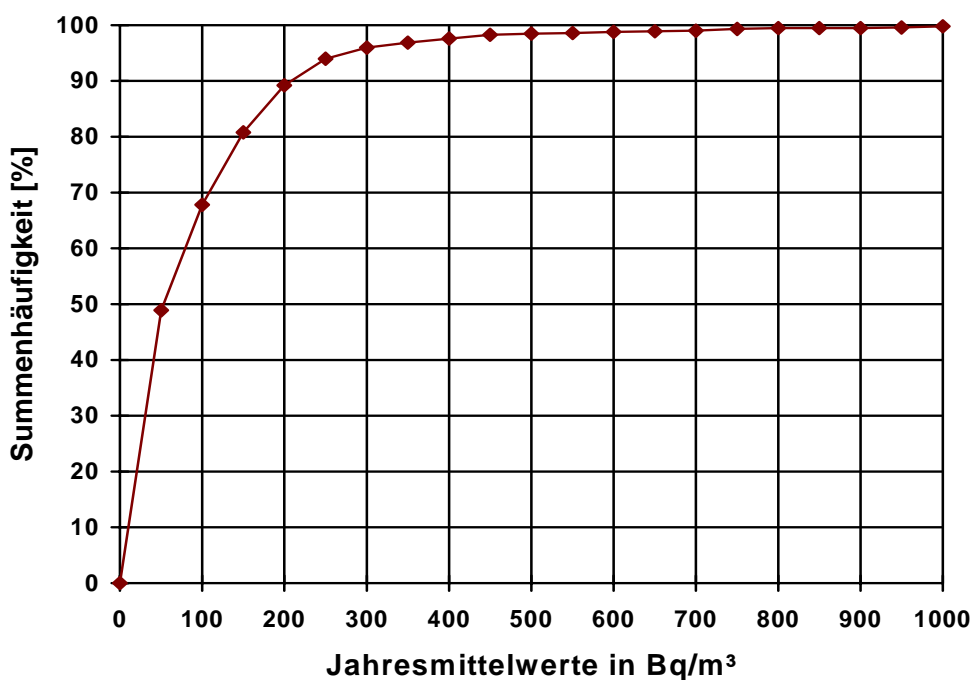


Abbildung 99: Summenhäufigkeit als Funktion der Jahresmittelwert-Radonkonzentration. Die Summenhäufigkeit bedeutet die prozentuelle Anzahl von Wohnungen in Salzburg, deren mittlere Radonkonzentration unter dem jeweils gewählten Wert liegt.

Jahresmittelwerte in Salzburg

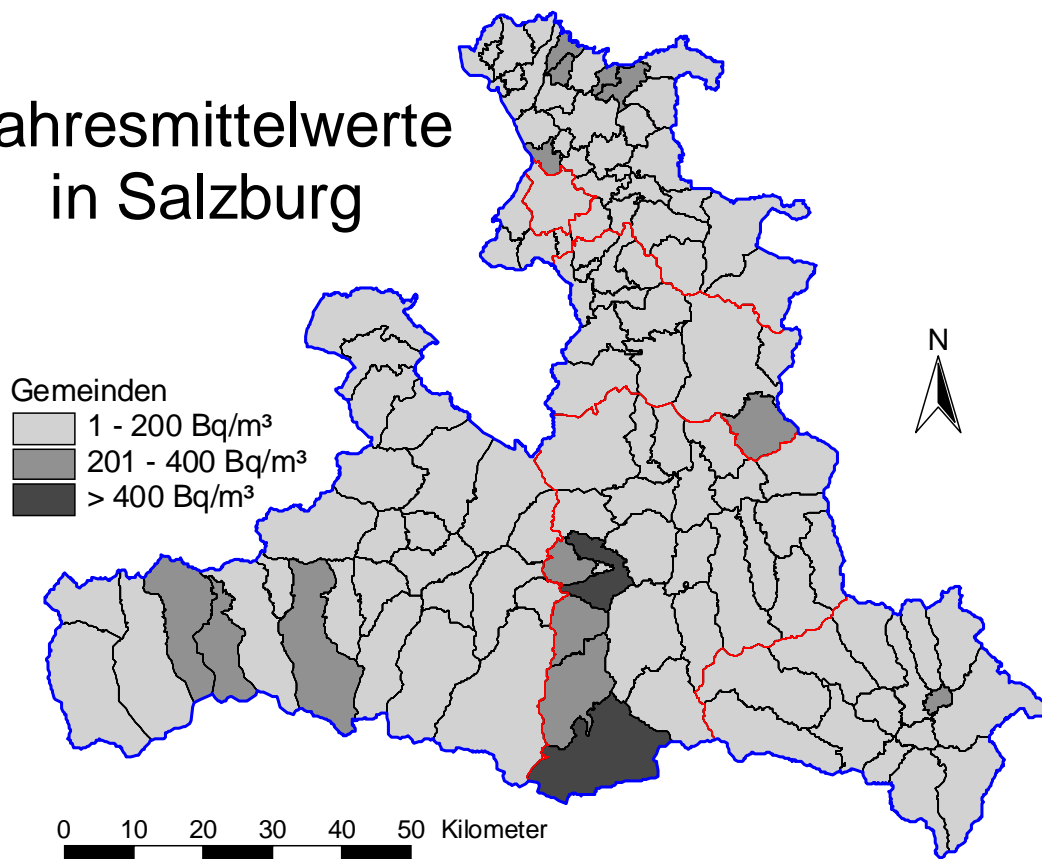


Abbildung 100: Jahreszeitlich gemittelte Radonkonzentration in salzburger Wohnungen: Gemeindemittelwerte.

5.6 Steiermark

Vor Beginn der Untersuchungen wurden die Bürgermeister aller Gemeinden der Steiermark von Herrn HR DI K. Fink schriftlich über das Projekt informiert. Alle ausgewählten Haushalte wurden etwa eine Woche vor Beginn der Untersuchungen ebenfalls von Herrn HR DI K. Fink angeschrieben und um Mitarbeit gebeten.

Die Verteilung der Elektret- und Track-Etch Detektoren erfolgte ab April 1996, etwas später folgte die Verteilung der Aktivkohledetektoren in mehreren Tranchen jeweils in Wochenabständen. Die gestaffelte Verteilung der Aktivkohledosimeter war notwendig, da bei dieser Art der Messungen eine längere Lagerung der Messdosen nicht möglich ist, und die Messkapazität nicht ausreichen würde, alle exponierten Dosimeter innerhalb kurzer Zeit (d. h. etwa innerhalb einer Woche) auszuwerten.

Insgesamt wurden für etwa 650 Haushalte 1300 Langzeitdosimeter (je Haushalt zwei Detektoren) sowie für etwa 850 Haushalte (inkl. Nachmessungen) 3400 Kurzzzeitdosimeter (je Haushalt vier Detektoren, wobei jeweils zwei in einem Raum exponiert werden sollten) bereitgestellt. Insgesamt wurden somit etwa 1500 Haushalte zur Untersuchung ausgewählt. Die Rücklaufquote lag bei etwa 90%.

Es zeigt sich, dass in den meisten Bezirken die gemessene Verteilung der Radonkonzentration gut durch eine logarithmische Normalverteilung angepasst werden kann. Damit können aus den gemäß Abschnitt 4.1 berechneten Jahresmittelwerten, nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Methode, Radonpotenzialwerte ermittelt werden. Zur Umrechnung in die Standardsituation haben sich die Werte der Tabelle 11 ergeben. Eine graphische Darstellung der Radonpotenziale der Gemeinden ist in der Zusammenfassung in Abschnitt 6, Abbildung 148 ersichtlich.

Umrechnungsfaktor für	Steiermark
vollständig unterkellert, Estrich oder Beton	1.27
vollständig unterkellert, sonstiges Material	1.44
Steinbau	0.58
Messung in Raum höher als Parterre	1.47
Wochenendhaus	0.86
einfache Verglasung	1.45
mehr als ein Kind	1.28
Anzahl der Erwachsenen = 1	0.83
Anzahl der Erwachsenen = 2	1.00
Anzahl der Erwachsenen > 2	1.12

1) keine signifikante Abweichung von Eins, daher Eins angenommen.

Tabelle 13: Faktoren zur Umrechnung in die Standardsituation für Steiermark.

In Abbildung 101 bis Abbildung 117 sind die Verteilungen der Radonkonzentrationen in den 17 Bezirken der Steiermark ersichtlich. Fasst man die Daten der ganzen Steiermark zusammen, ergibt sich die Verteilung in Abbildung 118. Tabelle 14 stellt für alle Bezirke die wesentlichen Daten (Mittelwerte, Mediane und Maximalwerte) nochmals zusammen, außerdem sind die entsprechenden Daten für die ganze Steiermark angeführt.

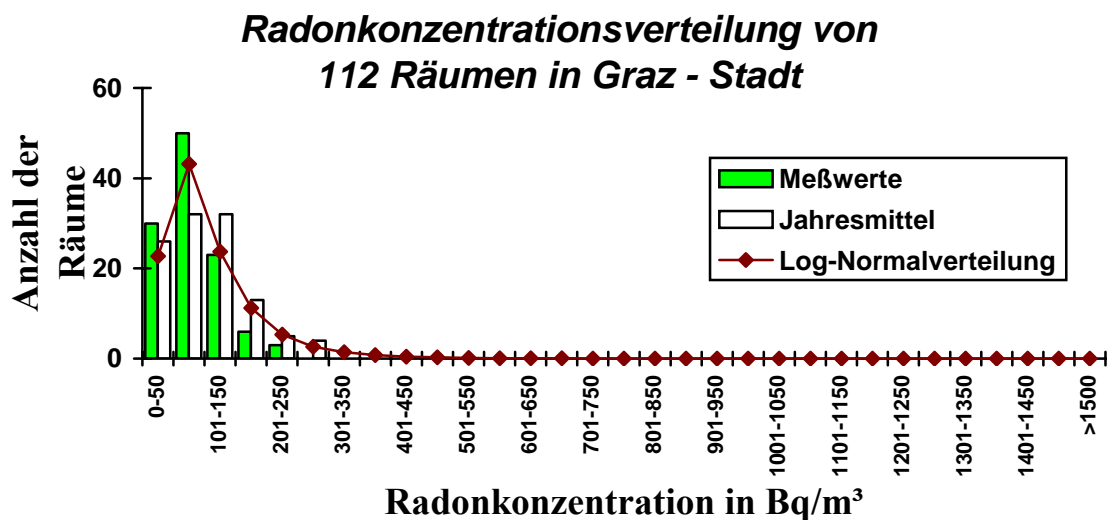


Abbildung 101: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 112 Räumen in Graz-Stadt (Mittelwert: 84 Bq/m³, Median: 76 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 216 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 105 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 97 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 87 Bq/m³, Streufaktor: 1.92).

Radonkonzentrationsverteilung von 124 Räumen im Bezirk Bruck an der Mur

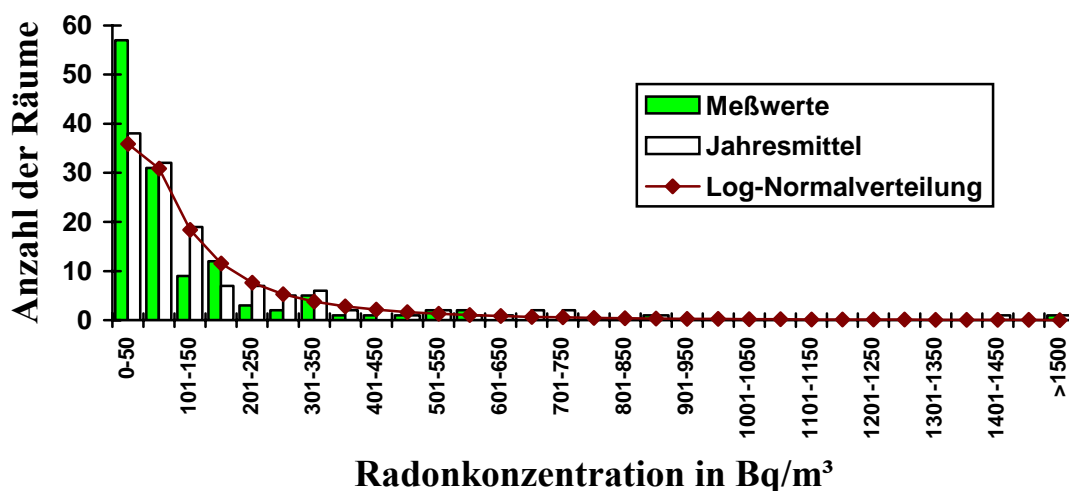


Abbildung 102: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 128 Räumen in Bruck an der Mur (Mittelwert: 127 Bq/m³, Median: 61 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1970 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 184 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 90 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 95 Bq/m³, Streufaktor: 2.95).

Radonkonzentrationsverteilung von 168 Räumen im Bezirk Deutschlandsberg

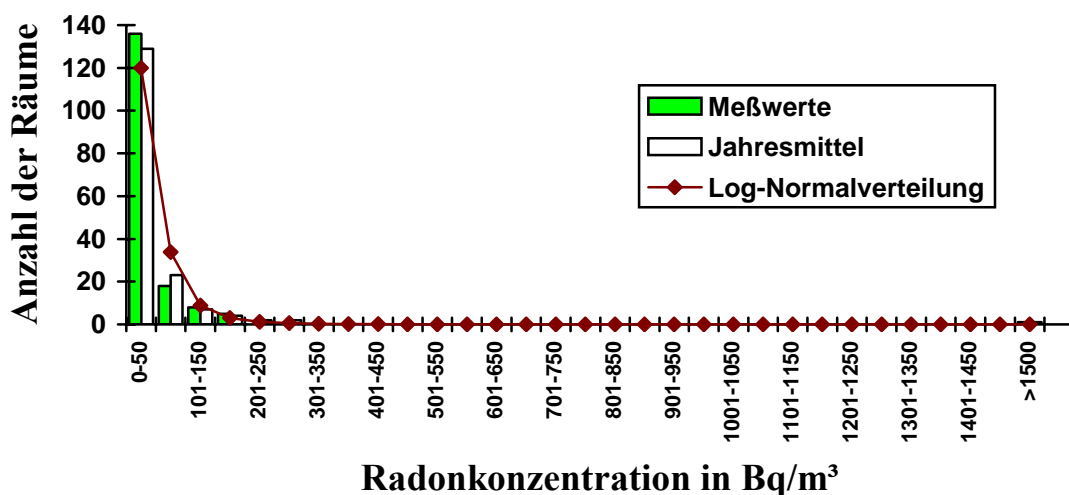


Abbildung 103: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 168 Räumen in Deutschlandsberg (Mittelwert: 44 Bq/m³, Median: 31 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1545 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 58 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 33 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 31 Bq/m³, Streufaktor: 2.35).

Radonkonzentrationsverteilung von 218 Räumen im Bezirk Feldbach

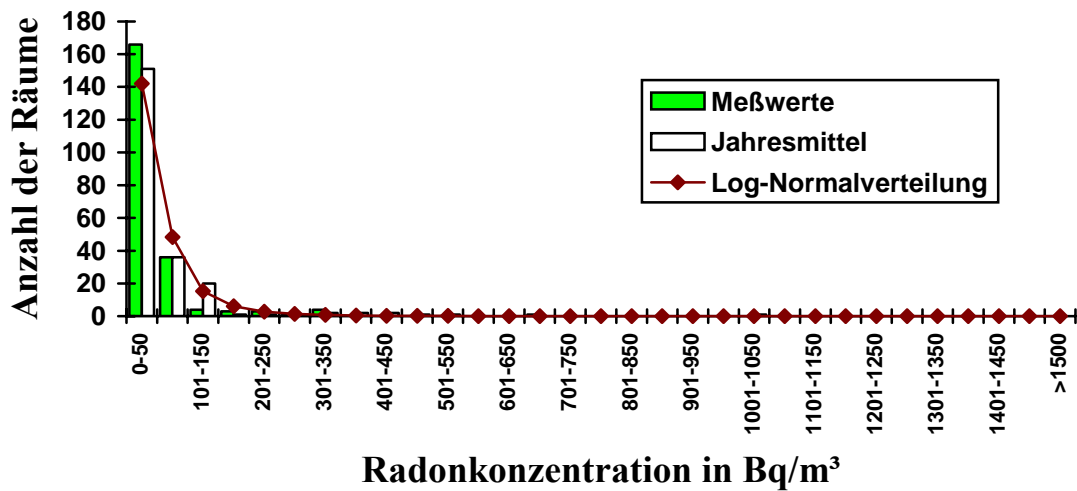


Abbildung 104: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 218 Räumen in Feldbach (Mittelwert: 45 Bq/m³, Median: 33 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 699 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 60 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 36 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 35 Bq/m³, Streufaktor: 2.50).

Radonkonzentrationsverteilung von 66 Räumen im Bezirk Fürstenfeld

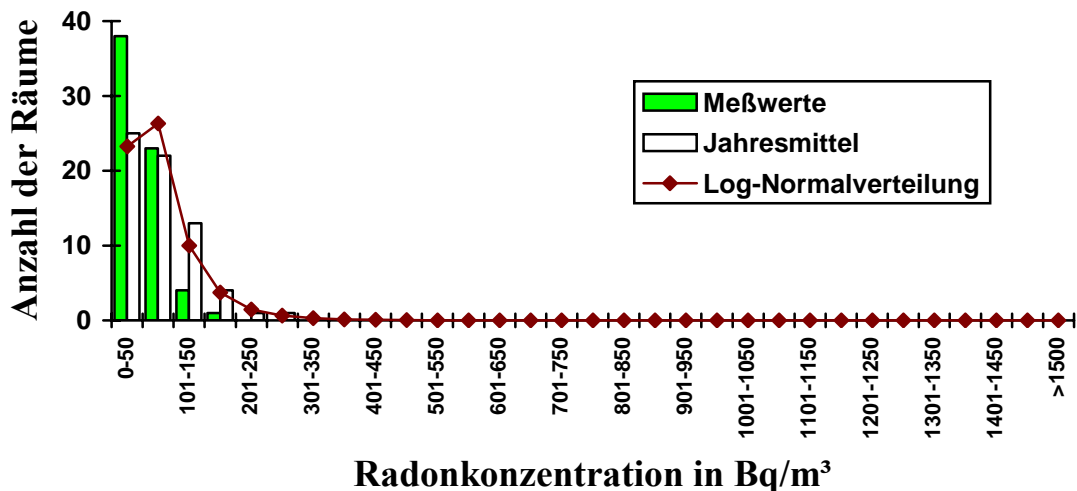


Abbildung 105: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 66 Räumen im Bezirk Fürstenfeld (Mittelwert: 51 Bq/m³, Median: 43 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 159 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 79 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 68 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 65 Bq/m³, Streufaktor: 1.92).

Radonkonzentrationsverteilung von 304 Räumen im Bezirk Graz-Umgebung

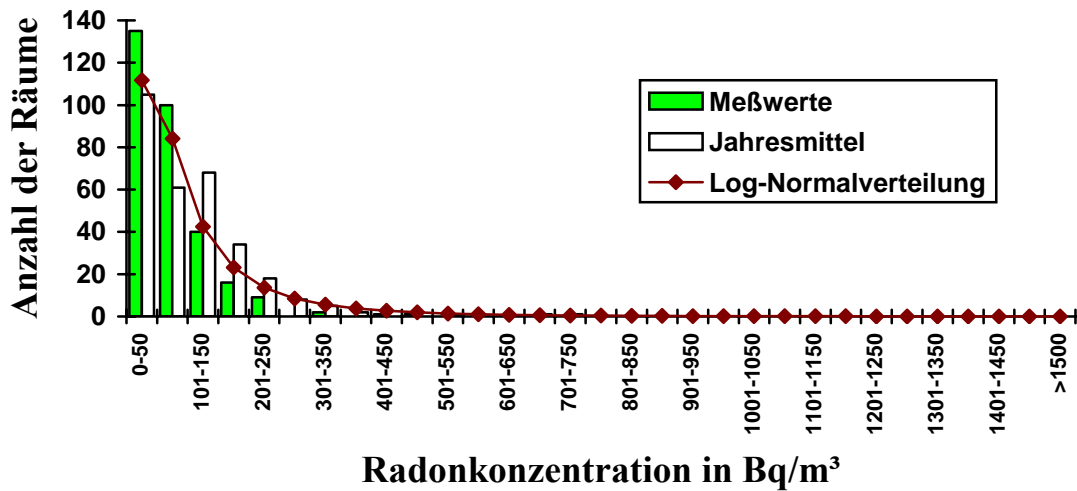


Abbildung 106: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 304 Räumen im Bezirk Graz-Umgebung (Mittelwert: 71 Bq/m³, Median: 59 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 455 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 105 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 89 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 70 Bq/m³, Streufaktor: 2.65).

Radonkonzentrationsverteilung von 213 Räumen im Bezirk Hartberg

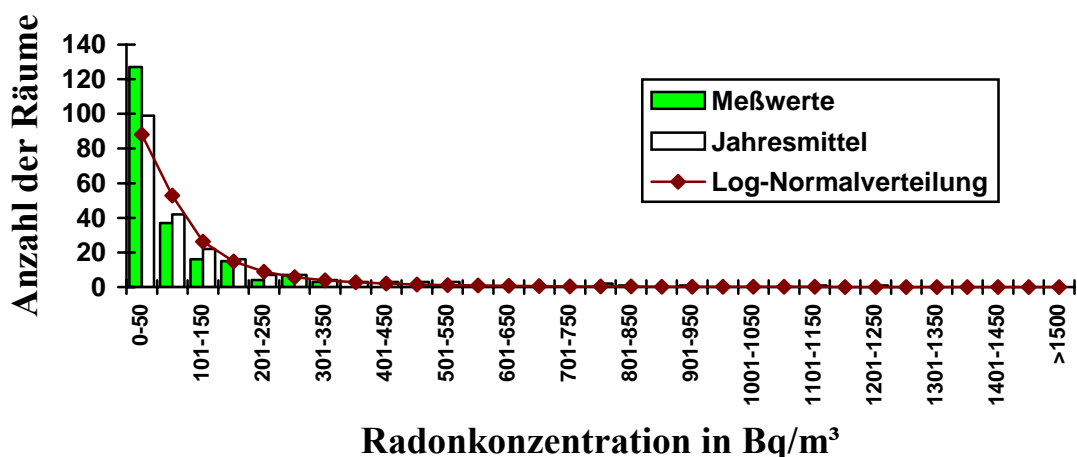


Abbildung 107: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 213 Räumen im Bezirk Hartberg (Mittelwert: 78 Bq/m³, Median: 42 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 922 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 119 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 59 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 64 Bq/m³, Streufaktor: 2.95).

Radonkonzentrationsverteilung von 133 Räumen im Bezirk Judenburg

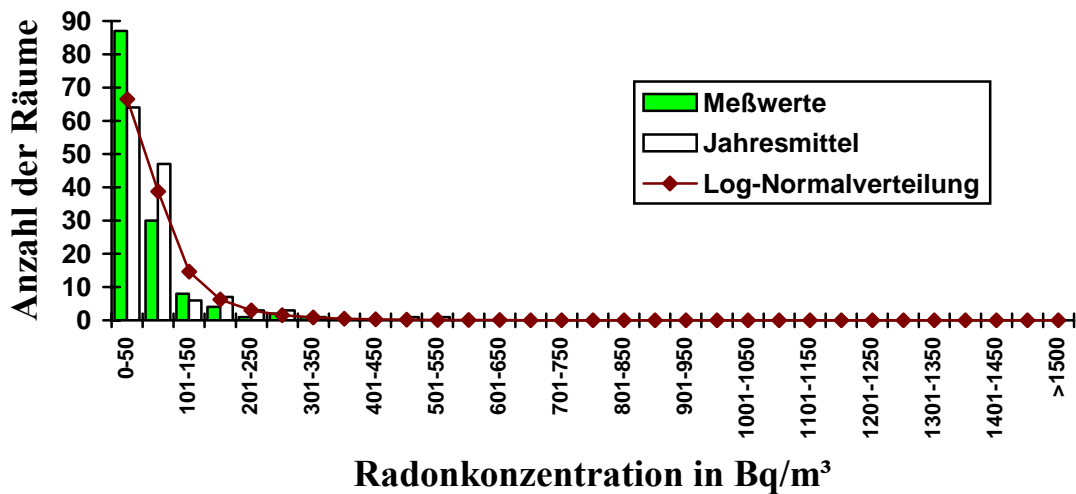


Abbildung 108: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 133 Räumen im Bezirk Judenburg (Mittelwert: 53 Bq/m³, Median: 38 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 334 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 74 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 53 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 50 Bq/m³, Streufaktor: 2.33).

Radonkonzentrationsverteilung von 75 Räumen im Bezirk Knittelfeld

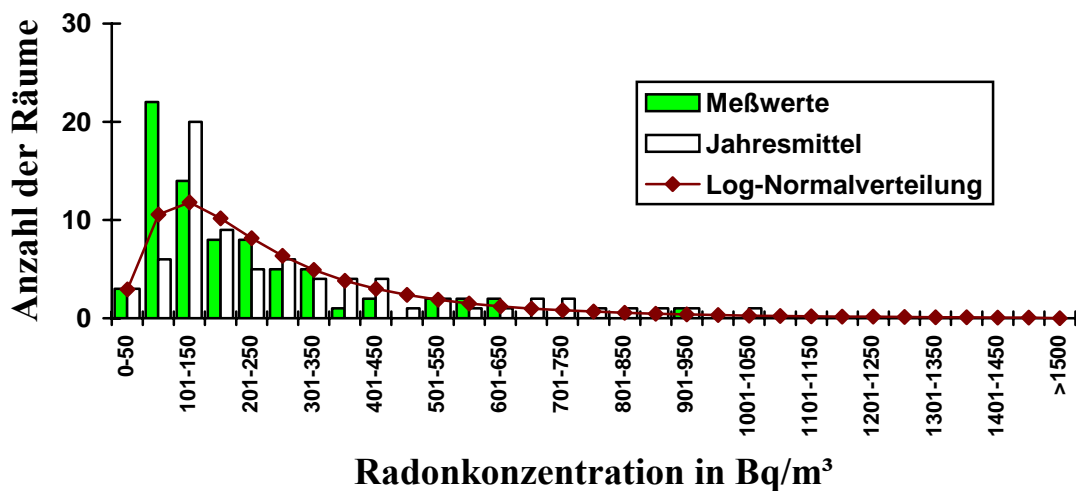


Abbildung 109: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 75 Räumen im Bezirk Knittelfeld (Mittelwert: 204 Bq/m³, Median: 145 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 914 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 288 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 197 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 212 Bq/m³, Streufaktor: 2.26).

Radonkonzentrationsverteilung von 209 Räumen im Bezirk Leibnitz

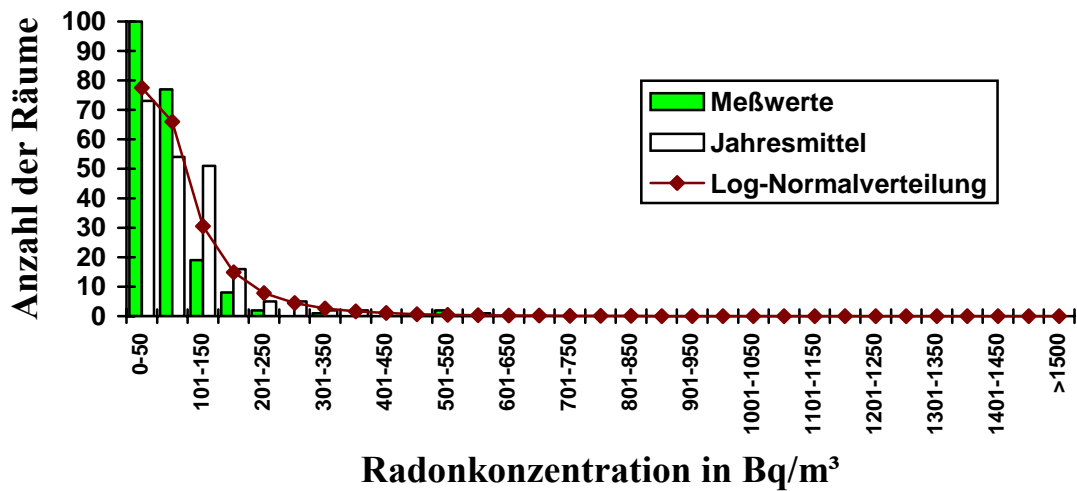


Abbildung 110: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 209 Räumen im Bezirk Leibnitz (Mittelwert: 65 Bq/m³, Median: 53 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 529 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 92 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 79 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 66 Bq/m³, Streufaktor: 2.33).

Radonkonzentrationsverteilung von 120 Räumen im Bezirk Leoben

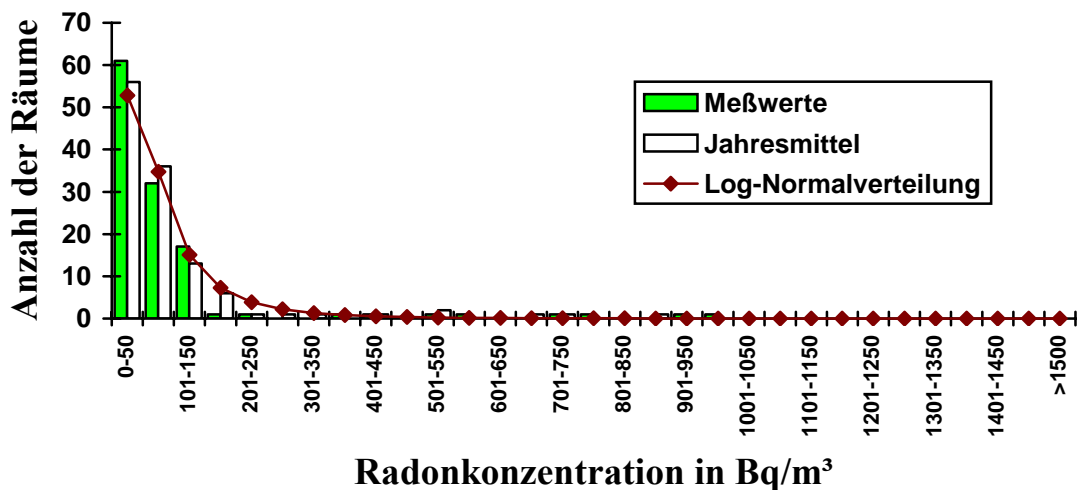


Abbildung 111: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 120 Räumen im Bezirk Leoben (Mittelwert: 99 Bq/m³, Median: 49 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 970 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 95 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 56 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 58 Bq/m³, Streufaktor: 2.47).

Radonkonzentrationsverteilung von 274 Räumen im Bezirk Liezen

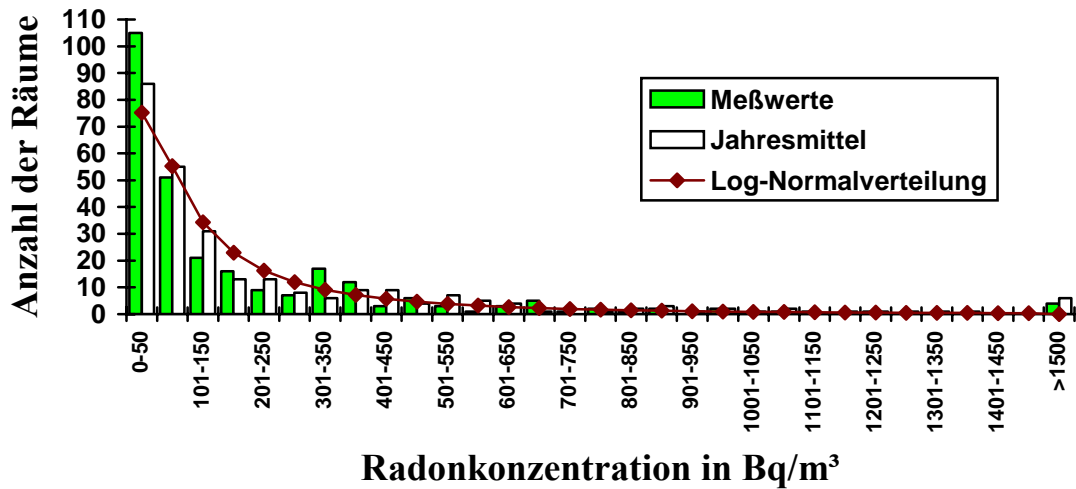


Abbildung 112: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 274 Räumen im Bezirk Liezen (Mittelwert: 204 Bq/m³, Median: 81 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 2842 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 245 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 96 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 109 Bq/m³, Streufaktor: 3.58).

Radonkonzentrationsverteilung von 99 Räumen im Bezirk Mürzzuschlag

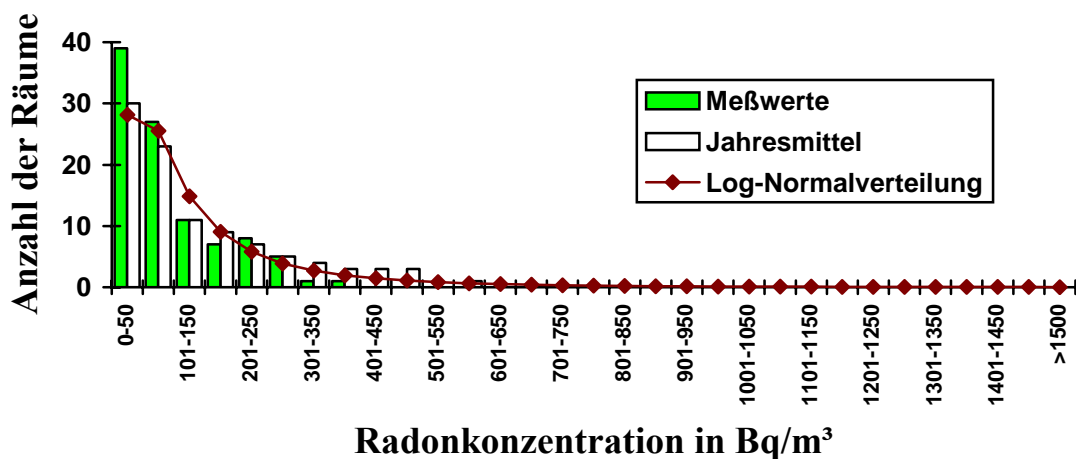


Abbildung 113: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 99 Räumen im Bezirk Mürzzuschlag Land (Mittelwert: 93 Bq/m³, Median: 69 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 355 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 142 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 92 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 90 Bq/m³, Streufaktor: 2.77).

Radonkonzentrationsverteilung von 146 Räumen im Bezirk Murau

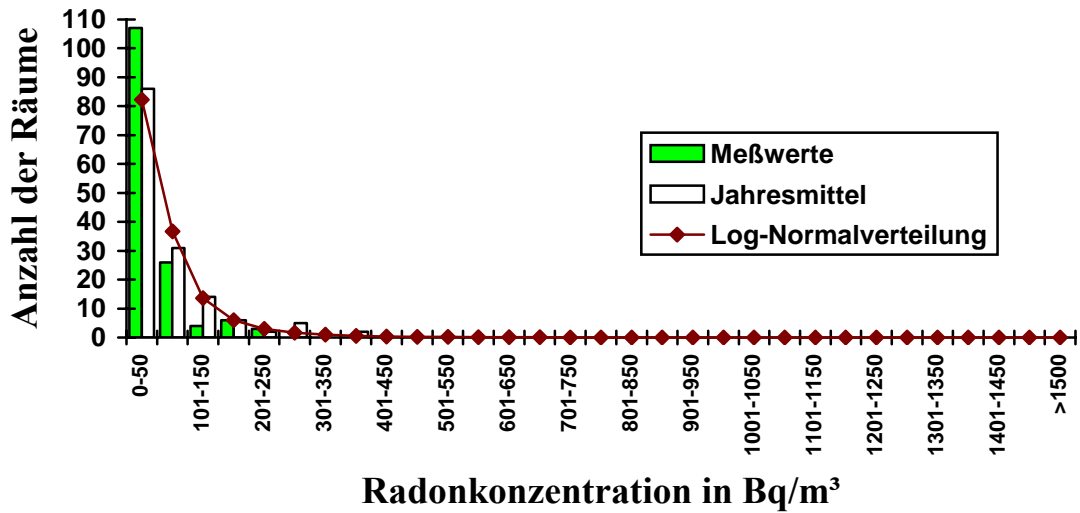


Abbildung 114: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 146 Räumen im Bezirk Murau (Mittelwert: 45 Bq/m³, Median: 34 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 239 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 67 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 42 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 44 Bq/m³, Streufaktor: 2.54).

Radonkonzentrationsverteilung von 74 Räumen im Bezirk Radkersburg

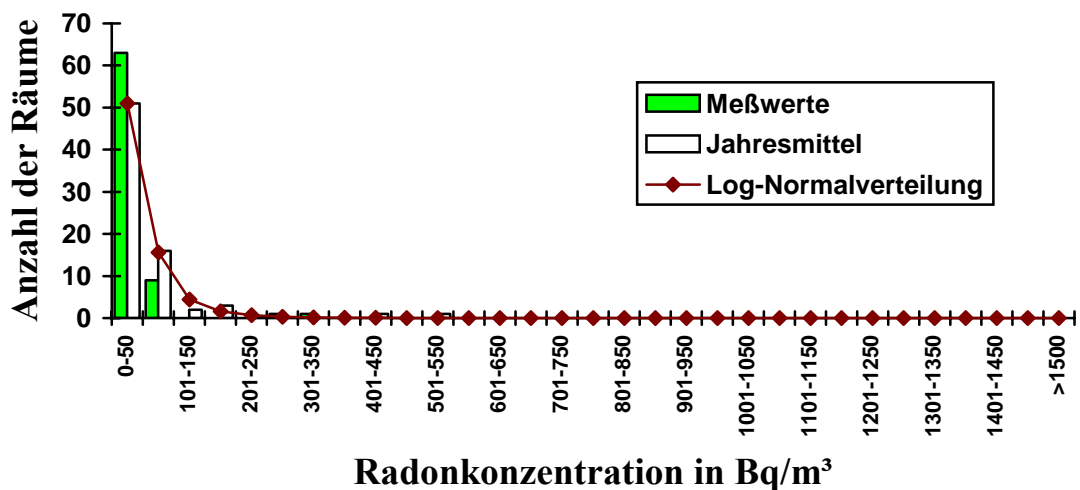


Abbildung 115: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 74 Räumen im Bezirk Radkersburg (Mittelwert: 33 Bq/m³, Median: 29 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 340 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 53 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 36 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 33 Bq/m³, Streufaktor: 2.40).

Radonkonzentrationsverteilung von 129 Räumen im Bezirk Voitsberg

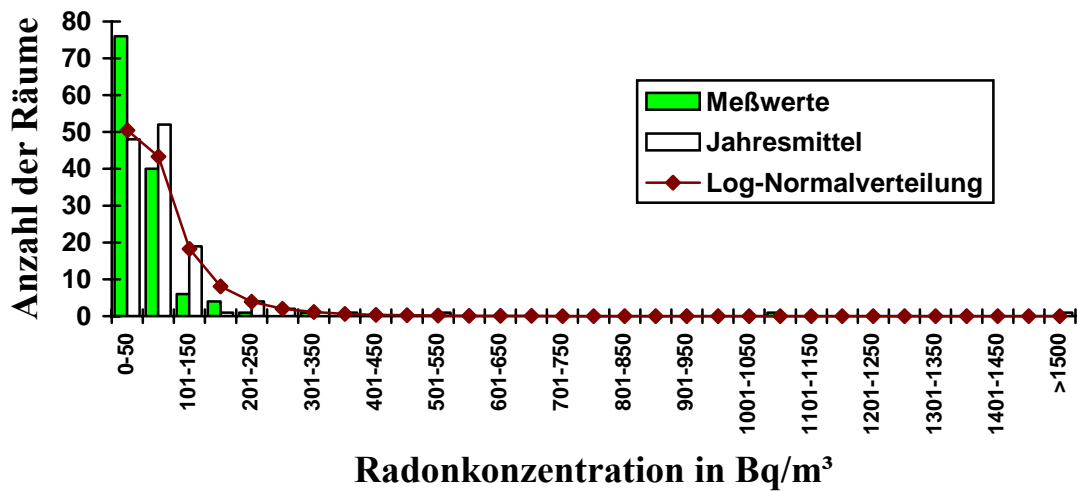


Abbildung 116: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 129 Räumen im Bezirk Voitsberg (Mittelwert: 63 Bq/m³, Median: 42 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1095 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 93 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 66 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 63 Bq/m³, Streufaktor: 2.19).

Radonkonzentrationsverteilung von 228 Räumen im Bezirk Weiz

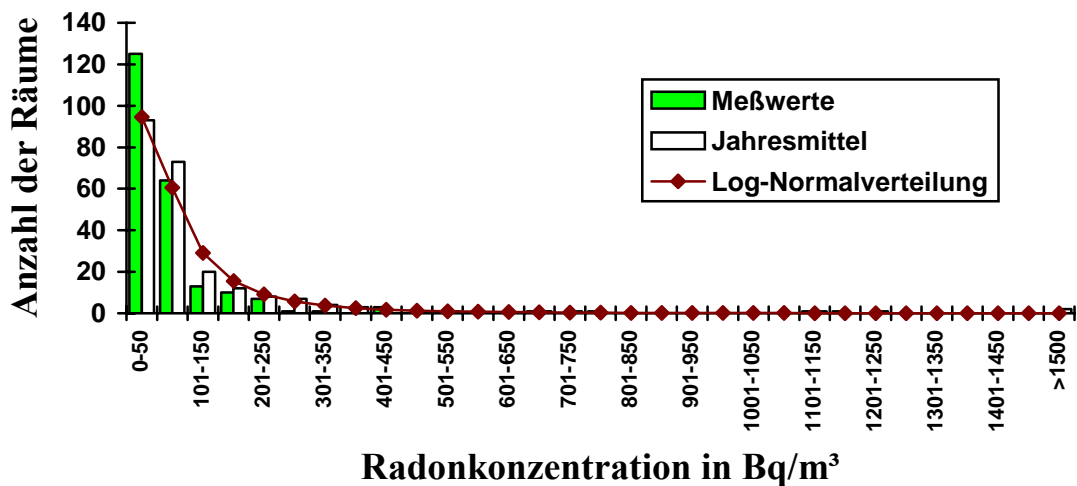


Abbildung 117: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 228 Räumen im Bezirk Weiz (Mittelwert: 81 Bq/m³, Median: 46 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1154 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 116 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 64 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 63 Bq/m³, Streufaktor: 2.74).

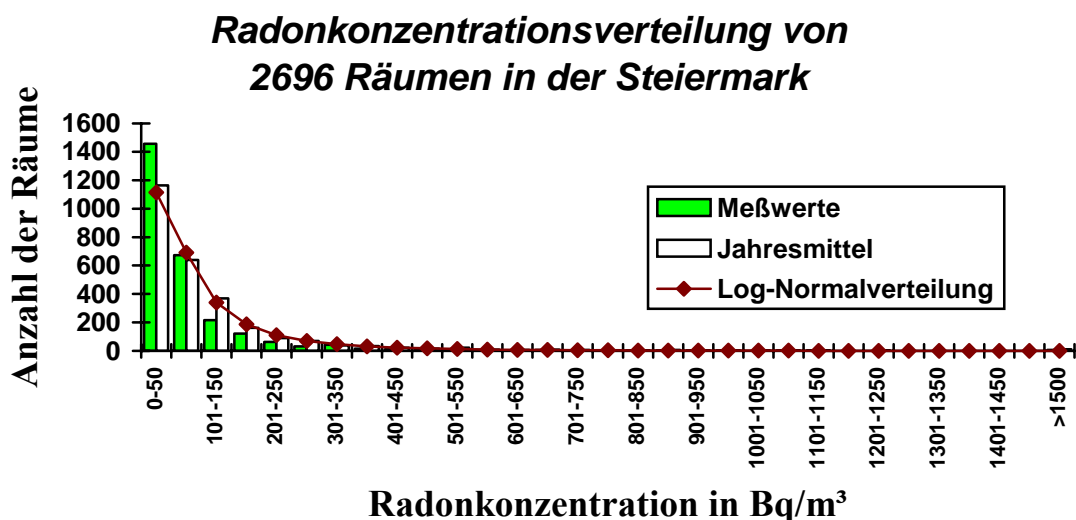


Abbildung 118: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 2696 Räumen in der ganzen Steiermark (Mittelwert: 86 Bq/m³, Median: 46 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 2842 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 117 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 64 Bq/m³) und an Jahresmittelwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 64 Bq/m³, Streufaktor: 2.84).

Politischer Bezirk	Anzahl der verm. Räume	Jahresmittel (Bq/m ³)	Median (Bq/m ³)	Maximalwert (Bq/m ³)
Graz-Stadt	112	105	61	214
Bruck an der Mur	128	184	91	1970
Deutschlandsberg	168	58	33	1545
Feldbach	218	60	36	699
Fürstenfeld	66	79	68	159
Graz-Umgebung	304	105	89	455
Hartberg	213	119	59	922
Judenburg	133	74	53	334
Knittelfeld	75	288	197	914
Leibnitz	209	92	79	529
Leoben	120	95	56	970
Liezen	274	245	96	2842
Mürzzuschlag	99	142	92	355
Murau	146	67	42	239
Radkersburg	74	53	36	340
Voitsberg	129	93	66	1095
Weiz	228	116	64	1154
Steiermark	2696	117/116	64	2842

Tabelle 14: Jahresmittelwerte, Medianwerte der Verteilung der Jahresmittelwerte und höchste gemessene Radonkonzentrationswerte in den Bezirken der Steiermark. Der Mittelwert für die Steiermark vor dem Querstrich bezieht sich auf die Anzahl der durchgeführten Messungen, der Wert nach dem Querstrich ist der gemäß der Bevölkerungszahl gemittelte Wert.

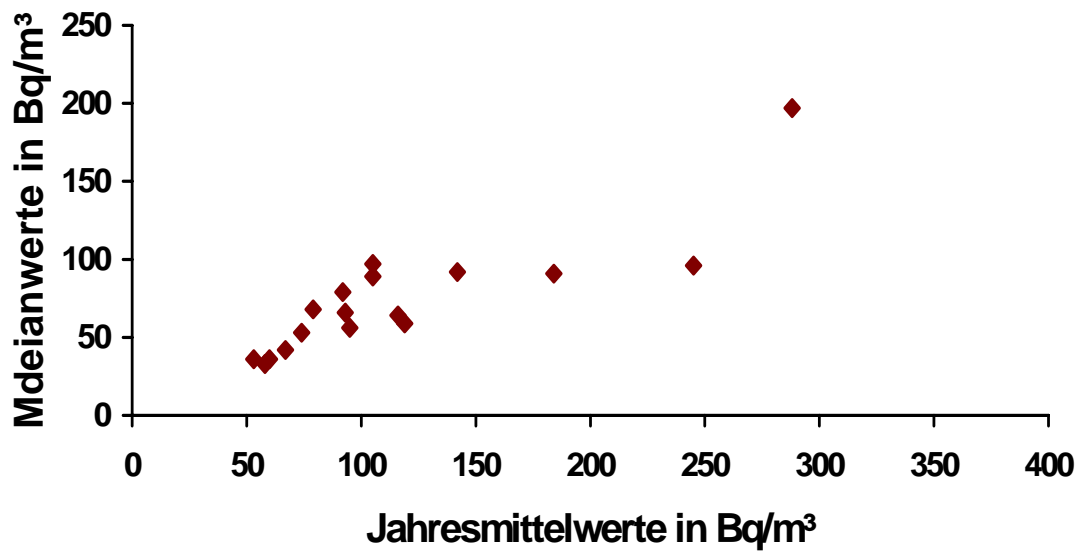


Abbildung 119: Jahresmittelwerte der Radonkonzentrationen gegen Mediane in den Bezirken der Steiermark.

Abbildung 119 zeigt den Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten (gemittelt jeweils über einen Bezirk) und den Medianen der Verteilungen in den einzelnen Bezirken. Es zeigt sich, dass der Medianwert bei etwa 70% des Mittelwertes liegt.

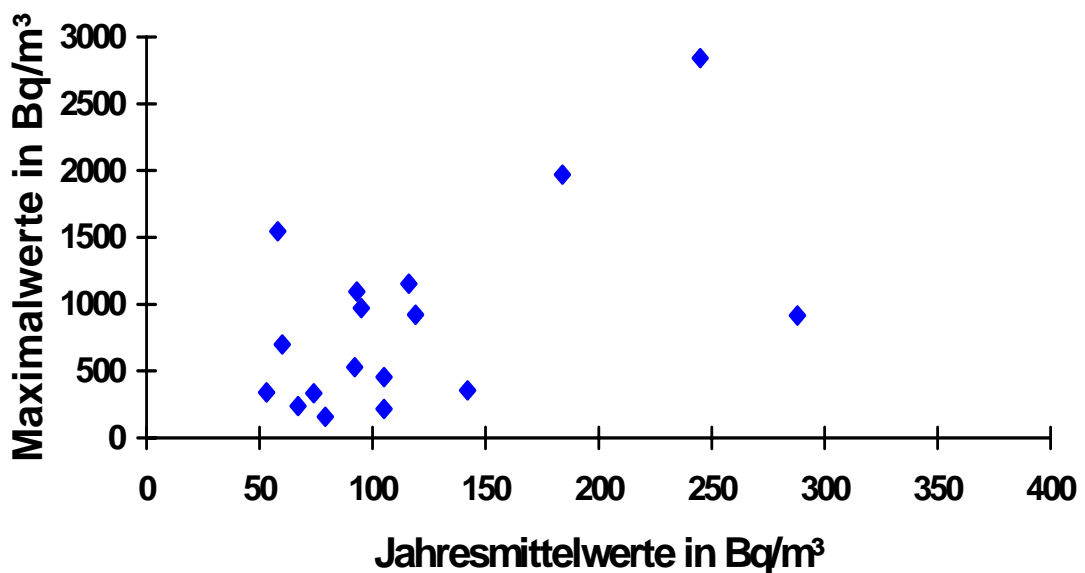


Abbildung 120: Jahresmittelwerte (Bezirksmittel) der Radonkonzentrationen gegen beobachtete Maximalwerte in den Bezirken der Steiermark.

Trägt man die beobachteten Maximalwerte gegen die Jahresmittelwerte auf, so kann man versuchen, durch eine einhüllende Kurve abzuschätzen, welche Maximalwerte der Radonkonzentrationen in den Bezirken tatsächlich zu erwarten sind. Natürlich können durch spezielle Verhältnisse lokal ganz extreme Werte auftreten. Aus Abbildung 120 ersieht man, dass, ausgenommen der Bezirk Deutschlandsberg, der einen sehr hohen Maximalwert aufweist und Knittelfeld, in dem im Verhältnis zu seiner mittleren Radonkonzentrationen nur ein sehr geringen Maximalwert gefunden wurde, die Maximalwerte in den untersuchten Gemeinden etwa 10 mal so hoch liegen wie die Mittelwerte.

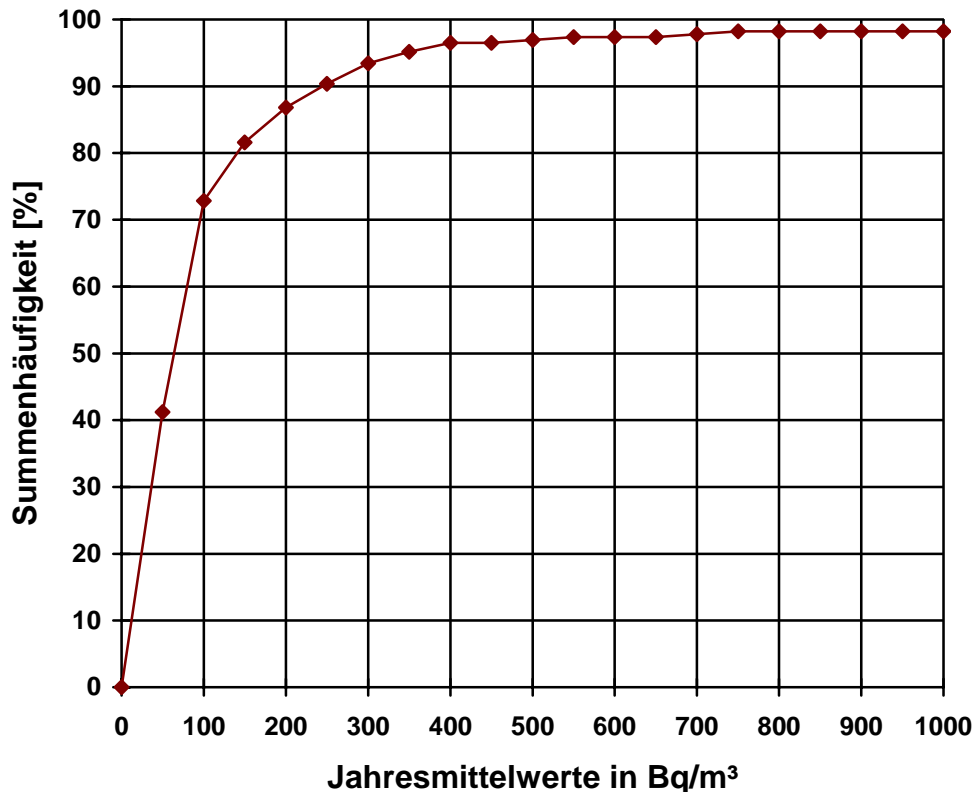


Abbildung 121: Summenhäufigkeit als Funktion der Jahresmittelwert-Radonkonzentration. Die Summenhäufigkeit bedeutet die prozentuelle Anzahl von Wohnungen in der Steiermark, deren mittlere Radonkonzentration unter dem jeweils gewählten Wert liegt.

Berechnet man die Mittelwerte für einzelne Gemeinden und berücksichtigt die jahreszeitlich bedingten Schwankungen in oben beschriebener Weise, so ergibt sich das Bild von Abbildung 122. Man sieht, dass im größten Teil der Steiermark die mittlere Radonkonzentration unter 200 Bq/m³ liegt.

In Abbildung 121 ist die Summenhäufigkeit der beobachteten Radonkonzentrationen aufgetragen. Man kann abschätzen, dass in der Steiermark etwa 5 % aller Haushalte (ausgenommen Graz) bevorzugt genutzte Wohnräume mit einer Radonkonzentration von mehr als 400 Bq/m³ aufweisen.

Jahresmittelwerte in der Steiermark

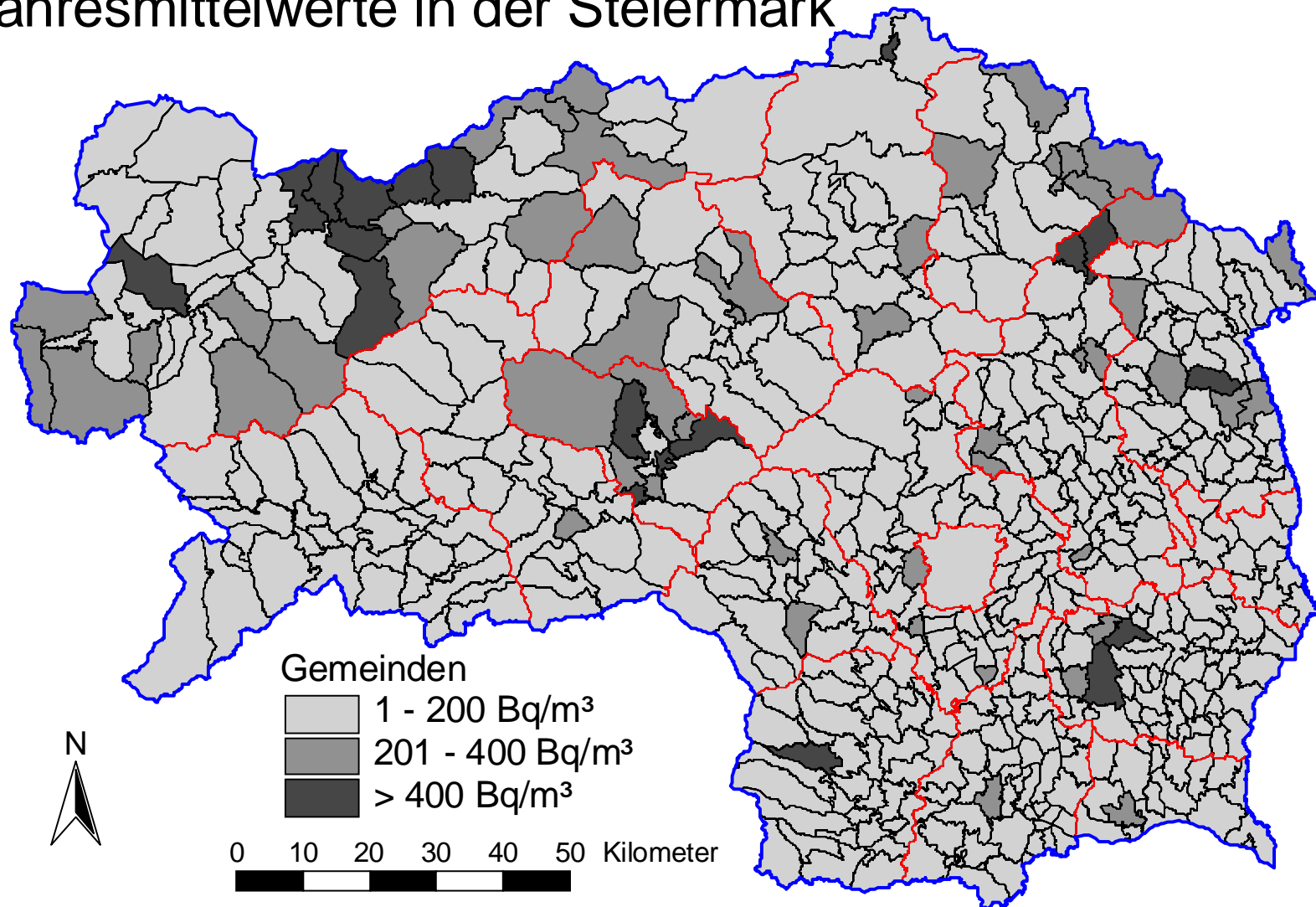


Abbildung 122: Jahreszeitlich gemittelte Radonkonzentration in steirischen Wohnungen: Gemeindemittelwerte.

5.7 Tirol

Vor Beginn der Untersuchungen wurden die Bürgermeister aller Gemeinden von Frau Landesrat Dr. Zanon schriftlich über das Projekt informiert. Alle ausgewählten Haushalte wurden etwa eine Woche vor Beginn der Untersuchungen angeschrieben und um Mitarbeit gebeten.

Die Verteilung der Elektret- und Track-Etch Detektoren erfolgte ab März 1998, etwas später folgte die Verteilung der Aktivkohledetektoren. Die gestaffelte Verteilung der Dosimeter war vor allem aus administrativen Gründen notwendig.

Insgesamt wurden für etwa 360 Haushalte 720 Langzeitdosimeter (je Haushalt zwei Detektoren) sowie für etwa 440 Haushalte 1760 Kurzzeitdosimeter (je Haushalt vier Detektoren, wobei jeweils zwei in einem Raum exponiert werden sollten) bereitgestellt. Insgesamt sind somit etwa 800 Haushalte zur Untersuchung ausgewählt worden. Von besonderem Interesse war in diesem Zusammenhang, ob die bekannt hohen Radonkonzentrationen in einem Bereich der Gemeinde Umhausen durch die gewählte statistische Auswahl der Wohnungen aufgefunden werden.

In Abbildung 123 bis Abbildung 131 sind die Verteilungen der Radonkonzentrationen in den 9 Bezirken Tirol ersichtlich. Es zeigt sich, dass in den meisten Bezirken die gemessene Verteilung der Radonkonzentration gut durch jeweils eine logarithmische Normalverteilung angepasst werden kann. Eine Ausnahme bildet nur der Bezirk Schwaz, wo eine signifikante Abweichung festzustellen ist. Man kann dies so interpretieren, dass in diesem Bezirk zumindest zwei Gebiete existieren, die sich in der Radonverfügbarkeit im Boden deutlich unterscheiden. In allen anderen Bezirken können aus den gemäß Abschnitt 4.1 berechneten Jahresmittelwerten, nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Methode, Radonpotenzialwerte ermittelt werden. Aus Gründen der gleichartigen Behandlung wurde dies auch für den Bezirk Schwaz gemacht, wobei jedoch die Voraussetzungen eigentlich nicht erfüllt sind. Zur Umrechnung in die Standardsituation haben sich schließlich die Werte der Tabelle 15 ergeben. Eine graphische Darstellung der Radonpotenziale der Gemeinden ist in der Zusammenfassung in Abschnitt 6, Abbildung 148 ersichtlich.

Umrechnungsfaktor für	Tirol
vollständig unterkellert, Estrich oder Beton	1.35
vollständig unterkellert, sonstiges Material	1.50
Steinbau	0.66
Messung in Raum höher als Parterre	1.39
Wochenendhaus	1.00 ¹⁾
einfache Verglasung	1.00 ¹⁾
mehr als ein Kind	0.89
Anzahl der Erwachsenen = 1	1.00 ¹⁾
Anzahl der Erwachsenen = 2	1.00
Anzahl der Erwachsenen > 2	1.00 ¹⁾

¹⁾ keine signifikante Abweichung von Eins, daher Eins angenommen.

Tabelle 15: Faktoren zur Umrechnung in die Standardsituation für Tirol.

Radonkonzentrationsverteilung von 80 Räumen in Innsbruck - Stadt

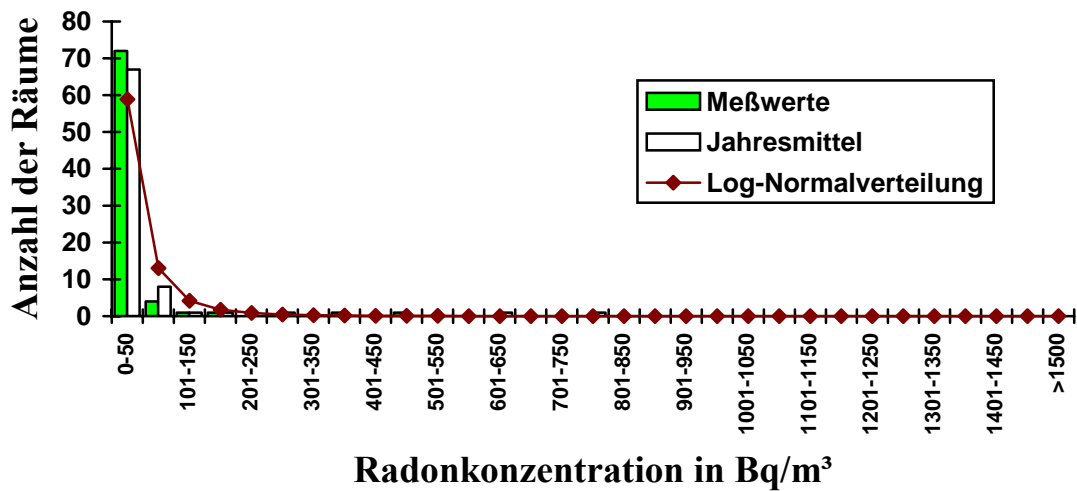


Abbildung 123: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 80 Räumen in Innsbruck-Stadt (Mittelwert: 37 Bq/m³, Median: 28 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 481 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 52 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 30 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 26 Bq/m³, Streufaktor: 2.90).

Radonkonzentrationsverteilung von 136 Räumen im Bezirk Imst

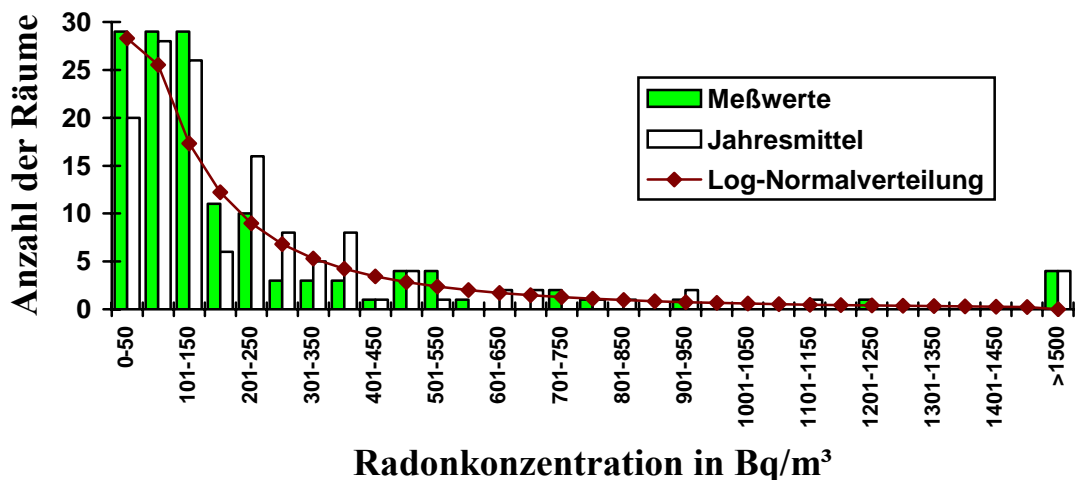


Abbildung 124: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 136 Räumen in Imst (Mittelwert: 302 Bq/m³, Median: 117 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 11000 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 303 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 138 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 140 Bq/m³, Streufaktor: 3.50).

Radonkonzentrationsverteilung von 320 Räumen im Bezirk Innsbruck - Land

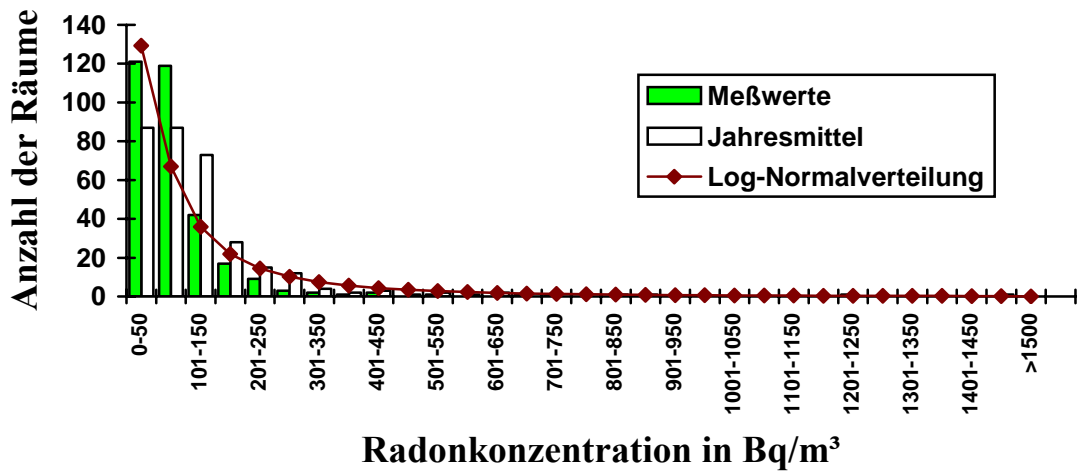


Abbildung 125: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 320 Räumen in Innsbruck-Land (Mittelwert: 86 Bq/m³, Median: 66 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1250 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 121 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 92 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 69 Bq/m³, Streufaktor: 3.65).

Radonkonzentrationsverteilung von 117 Räumen im Bezirk Kitzbühel

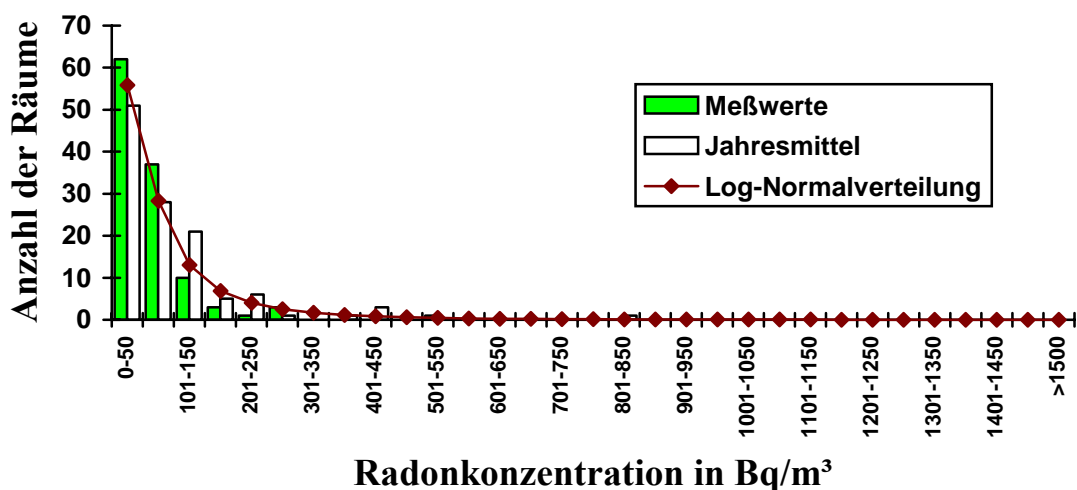


Abbildung 126: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 117 Räumen in Kitzbühel (Mittelwert: 61 Bq/m³, Median: 47 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 512 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 91 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 63 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 54 Bq/m³, Streufaktor: 2.94).

Radonkonzentrationsverteilung von 165 Räumen im Bezirk Kufstein

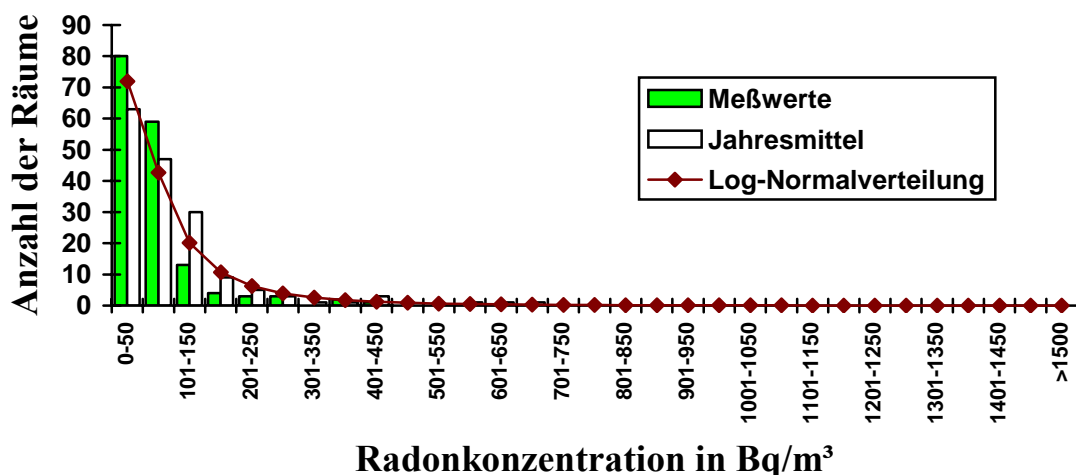


Abbildung 127: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 165 Räumen im Bezirk Kufstein (Mittelwert: 67 Bq/m³, Median: 52 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 418 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 97 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 70 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 59 Bq/m³, Streufaktor: 2.79).

Radonkonzentrationsverteilung von 106 Räumen im Bezirk Landeck

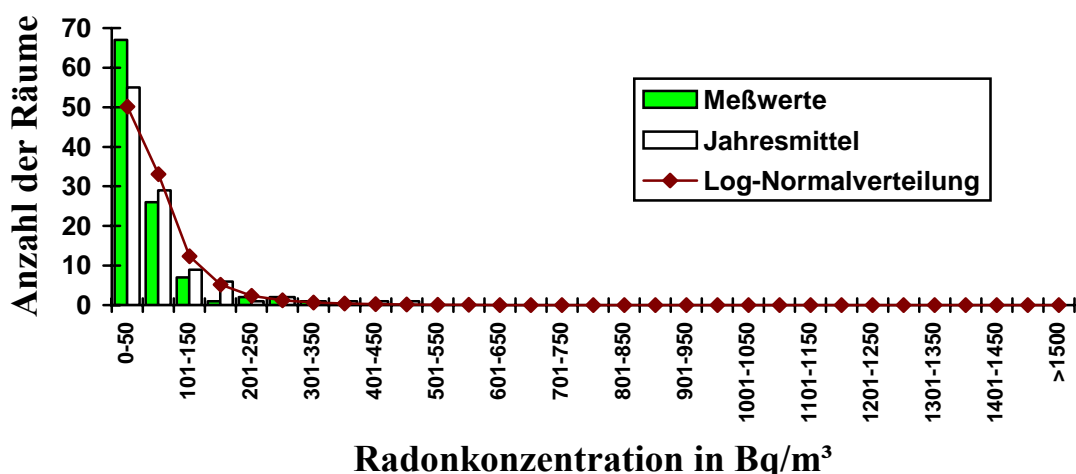


Abbildung 128: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 106 Räumen im Bezirk Landeck (Mittelwert: 55 Bq/m³, Median: 40 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 304 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 77 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 48 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 53 Bq/m³, Streufaktor: 2.23).

Radonkonzentrationsverteilung von 148 Räumen im Bezirk Lienz

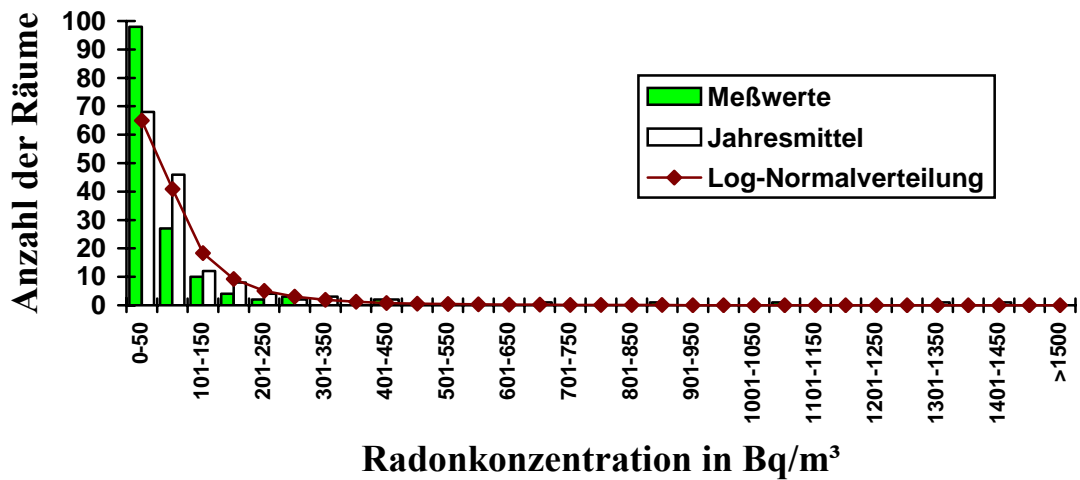


Abbildung 129: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 148 Räumen im Bezirk Lienz (Mittelwert: 72 Bq/m³, Median: 38 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1098 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 101 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 57 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 58 Bq/m³, Streufaktor: 2.59).

Radonkonzentrationsverteilung von 150 Räumen im Bezirk Reutte

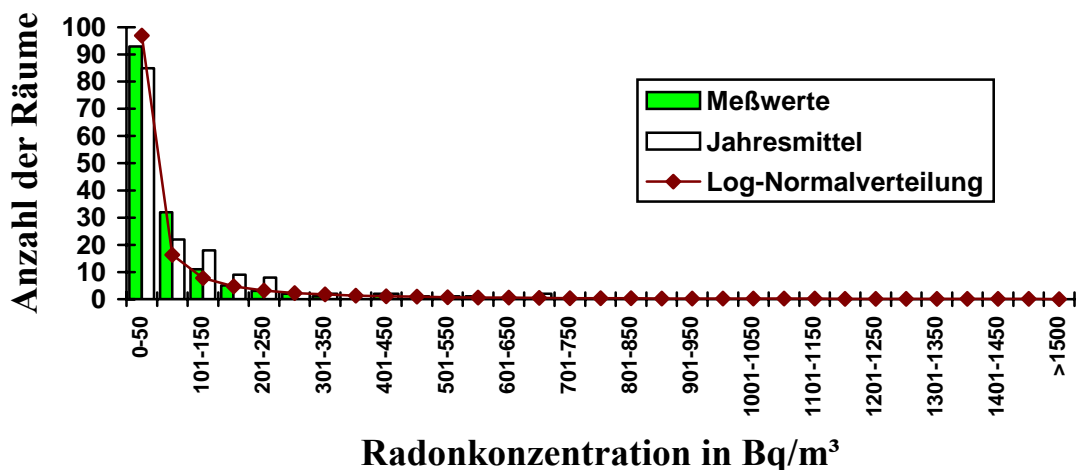


Abbildung 130: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 150 Räumen im Bezirk Reutte (Mittelwert: 57 Bq/m³, Median: 40 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 552 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 79 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 44 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 19 Bq/m³, Streufaktor: 7.71).

Radonkonzentrationsverteilung von 161 Räumen im Bezirk Schwaz

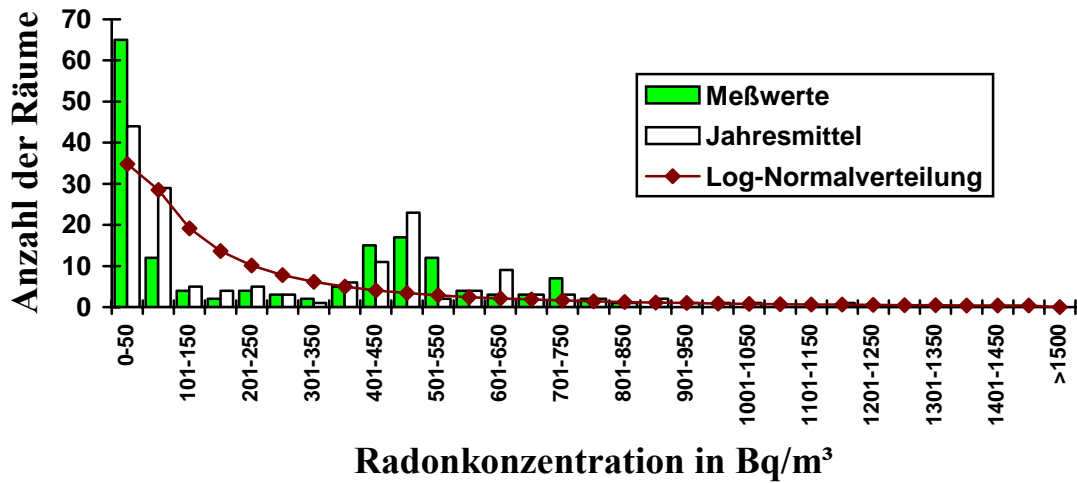


Abbildung 131: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 161 Räumen im Bezirk Schwaz (Mittelwert: 263 Bq/m³, Median: 144 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 806 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 287 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 181 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 144 Bq/m³, Streufaktor: 3.81).

Radonkonzentrationsverteilung von 1383 Räumen in ganz Tirol

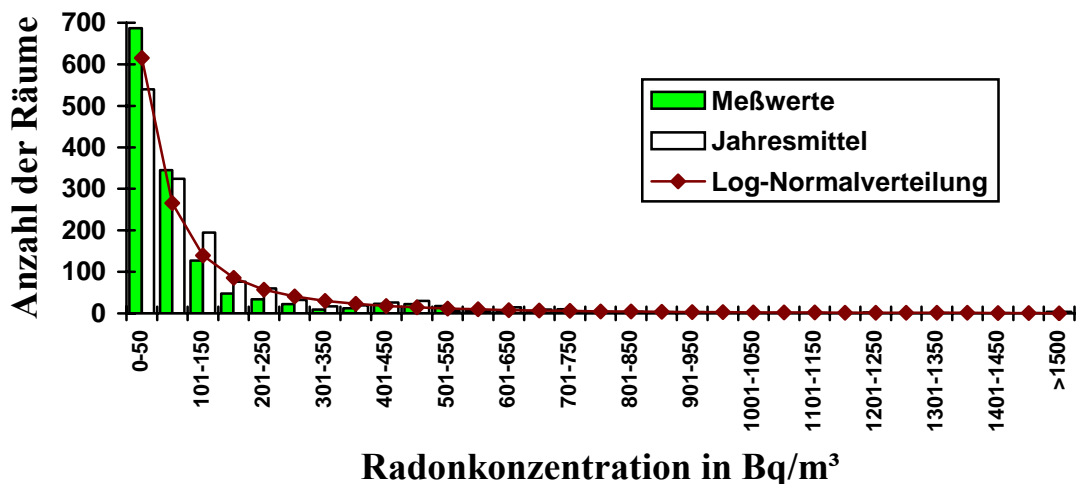


Abbildung 132: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 1383 Räumen in ganz Tirol (Mittelwert: 113 Bq/m³, Median: 51 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 11000 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 139 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 73 Bq/m³) und an Jahresmittelwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 61 Bq/m³, Streufaktor: 4.09).

Politischer Bezirk	Anzahl der verm. Räume	Jahresmittel (Bq/m ³)	Median (Bq/m ³)	Maximalwert (Bq/m ³)
Innsbruck-Stadt	80	52	30	481
Imst	136	303	138	11000
Innsbruck-Land	320	121	92	1250
Kitzbühel	117	91	63	512
Kufstein	165	97	71	418
Landeck	106	77	48	304
Lienz	148	101	57	1098
Reutte	150	79	44	552
Schwaz	161	287	181	806
Tirol	1383	139/128	73	11000

Tabelle 16: Jahresmittelwerte, Medianwerte der Verteilung der Jahresmittelwerte und höchste gemessene Radonkonzentrationswerte in den Bezirken Tirols. Der Mittelwert für Tirol vor dem Querstrich bezieht sich auf die Anzahl der durchgeführten Messungen, der Wert nach dem Querstrich ist der gemäß der Bevölkerungszahl gemittelte Wert.

Abbildung 133 zeigt den Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten (gemittelt jeweils über einen Bezirk) und den Medianen der Verteilungen in den einzelnen Bezirken Tirols. Man erkennt daraus, dass der Medianwert bei etwa 60% des Mittelwertes liegt.

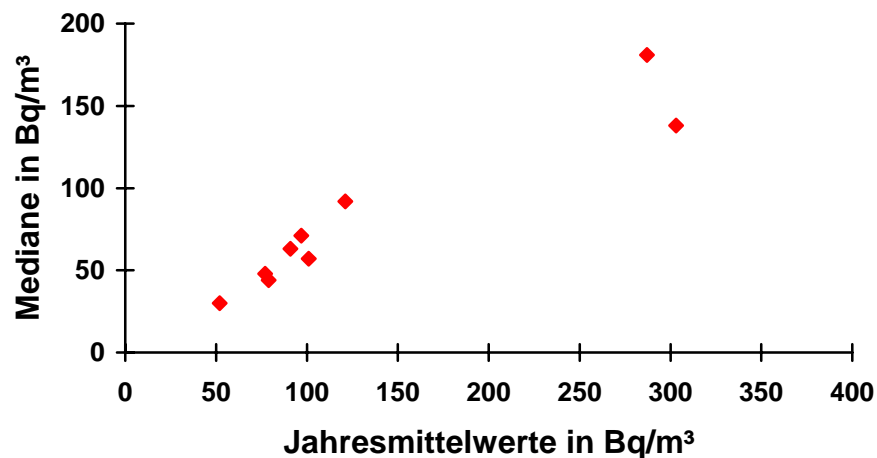


Abbildung 133: Jahresmittelwerte der Radonkonzentrationen gegen Mediane in den Bezirken Tirols.

Trägt man die beobachteten Maximalwerte gegen die Jahresmittelwerte auf, so kann man versuchen, durch eine einhüllende Kurve abzuschätzen, welche Maximalwerte der Radonkonzentrationen in den Bezirken tatsächlich zu erwarten sind. Natürlich können durch spezielle Verhältnisse lokal ganz extreme Werte auftreten (z. B. Gemeinde Umhausen). Aus Abbildung 134 ersieht man, dass die Maximalwerte in den untersuchten Gemeinden mit zunehmenden Mittelwerten proportional zunehmen und etwa 10-mal höher als die Mittelwerte sind. Ausnahmen bilden nur die Bezirke Imst und Schwaz.

Berechnet man die Mittelwerte für einzelne Gemeinden und berücksichtigt die jahreszeitlich bedingten Schwankungen in oben beschriebener Weise, so ergibt sich das Bild

von Abbildung 136. Man sieht, dass außer im Bezirk Imst die mittlere Radonkonzentration unter 200 Bq/m^3 liegt.

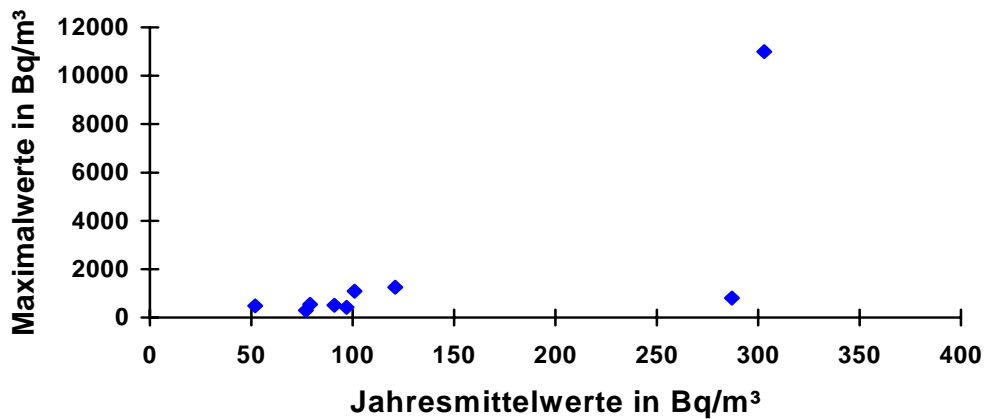


Abbildung 134: Jahresmittelwerte (Bezirksmittel) der Radonkonzentrationen gegen beobachtete Maximalwerte in den Bezirken Tirols.

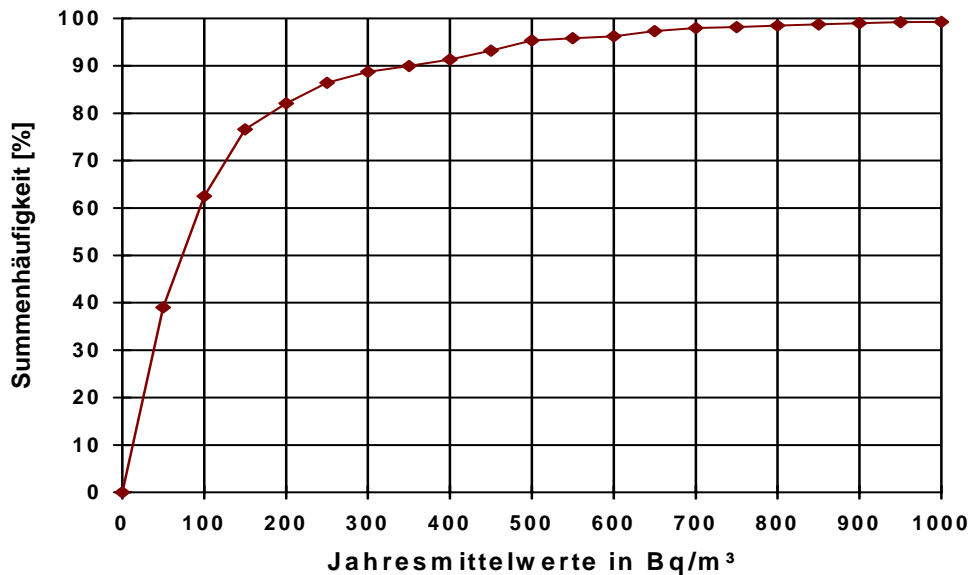


Abbildung 135: Summenhäufigkeit als Funktion der Jahresmittelwert-Radonkonzentration. Die Summenhäufigkeit bedeutet die prozentuelle Anzahl von Wohnungen in Tirol, deren mittlere Radonkonzentration unter dem jeweils gewählten Wert liegt.

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass die Gemeinde Umhausen, von der bekannt ist, dass eine Radonanomalie existiert, durch die rein statistische Auswahl der Haushalte, als radongefährdetes Gebiet erkannt wurde. Es wurden jedoch keine so extremen Radonkonzentrationen, wie sie bei genaueren Untersuchungen erkannt wurden, festgestellt.

In Abbildung 135 ist die Summenhäufigkeit der beobachteten Radonkonzentrationen aufgetragen. Es ergibt sich, dass man die Anzahl der Haushalte mit mehr als 400 Bq/m^3 in einem bevorzugten Wohnraum mit etwa 7 % für Tirol (ohne Innsbruck) abschätzen muss.

Jahresmittelwerte in Tirol

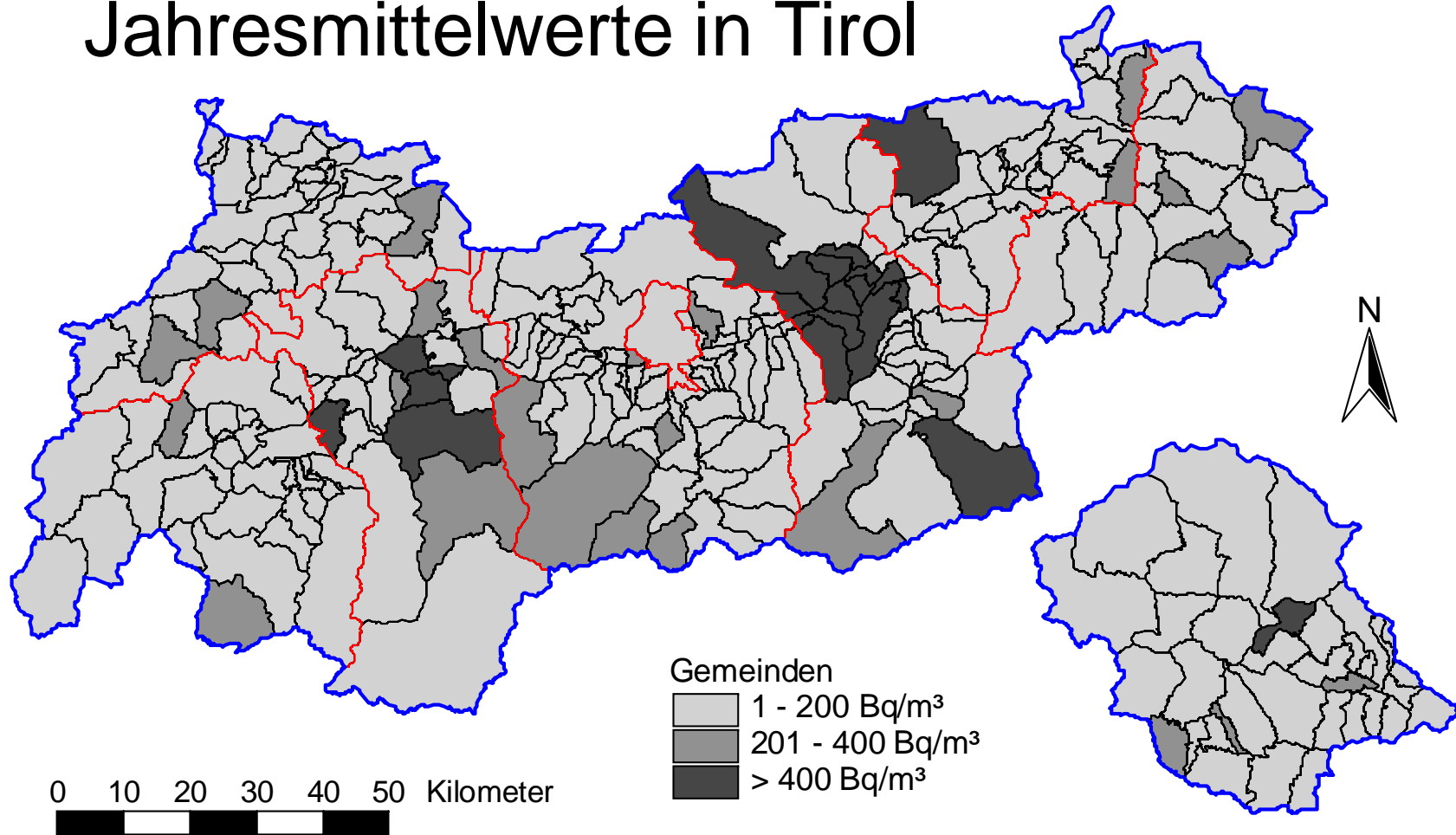


Abbildung 136: Jahreszeitlich gemittelte Radonkonzentration in tiroler Wohnungen: Gemeindemittelwerte.

5.8 Vorarlberg

Vor Beginn der Untersuchungen wurden die Bürgermeister aller Gemeinden von Herrn Landesrat Dr. Bischof schriftlich über das Projekt informiert. Alle ausgewählten Haushalte wurden etwa eine Woche vor Beginn der Untersuchungen angeschrieben und um Mitarbeit gebeten.

Die Verteilung der Elektret- und Track-Etch Detektoren erfolgte ab März 1998, etwas später folgte die Verteilung der Aktivkohledetektoren. Die gestaffelte Verteilung der Dosimeter war aus administrativen Gründen notwendig.

Insgesamt wurden für etwa 170 Haushalte 340 Langzeitdosimeter (je Haushalt zwei Detektoren) sowie für etwa 180 Haushalte 720 Kurzzeitdosimeter (je Haushalt vier Detektoren, wobei jeweils zwei in einem Raum exponiert werden sollten) bereitgestellt. Insgesamt wurden somit etwa 350 Haushalte zur Untersuchung ausgewählt. Die Rücklaufquote lag bei etwa 90%.

In Abbildung 137 bis Abbildung 140 sind die Verteilungen der Radonkonzentrationen in den 4 Bezirken Vorarlbergs ersichtlich. Fasst man die Daten von ganz Vorarlberg zusammen, ergibt sich die Verteilung in Abbildung 141. Tabelle 18 stellt für alle Bezirke die wesentlichen Daten (Mittelwerte, Mediane und Maximalwerte) nochmals zusammen, außerdem sind die entsprechenden Daten für ganz Vorarlberg angeführt.

Es zeigt sich, dass in den meisten Bezirken Vorarlbergs die gemessene Verteilung der Radonkonzentration ebenfalls gut durch jeweils eine logarithmische Normalverteilung angepasst werden kann. Damit können aus den Jahresmittelwerten nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Methode Radonpotenzialwerte ermittelt werden. Zur Umrechnung in die Standardsituation haben sich die Werte der Tabelle 17 ergeben. Eine graphische Darstellung der Radonpotenziale der Gemeinden ist in der Zusammenfassung in Abschnitt 6, Abbildung 146 ersichtlich.

Umrechnungsfaktor für	Vorarlberg
vollständig unterkellert, Estrich oder Beton	1.03
vollständig unterkellert, sonstiges Material	1.08
Steinbau	1.00 ¹⁾
Messung in Raum höher als Parterre	1.17
Wochenendhaus	1.00 ¹⁾
einfache Verglasung	1.00 ¹⁾
mehr als ein Kind	1.13
Anzahl der Erwachsenen = 1	1.19
Anzahl der Erwachsenen = 2	1.00
Anzahl der Erwachsenen > 2	1.00 ¹⁾

¹⁾ keine signifikante Abweichung von Eins, daher Eins angenommen.

Tabelle 17: Faktoren zur Umrechnung in die Standardsituation für Vorarlberg.

Radonkonzentrationsverteilung von 154 Räumen im Bezirk Bludenz

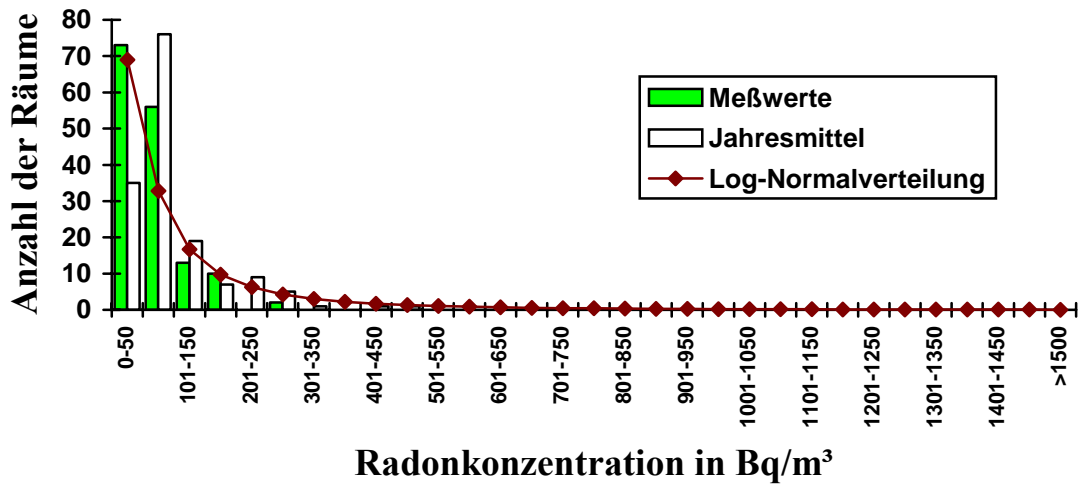


Abbildung 137: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 154 Räumen im Bezirk Bludenz (Mittelwert: 64 Bq/m³, Median: 54 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 294 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 94 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 78 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 60 Bq/m³, Streufaktor: 3.53).

Radonkonzentrationsverteilung von 244 Räumen im Bezirk Bregenz

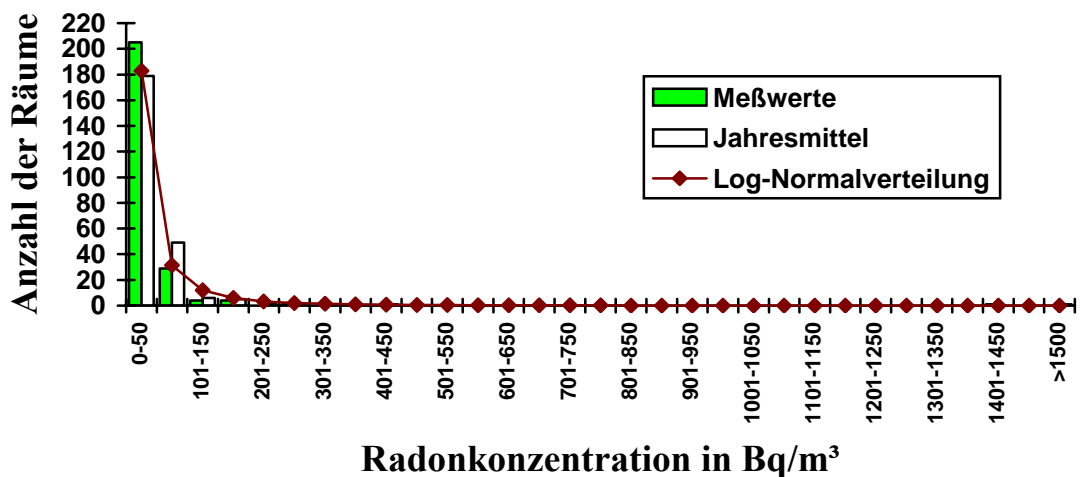


Abbildung 138: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 244 Räumen im Bezirk Bregenz (Mittelwert: 33 Bq/m³, Median: 30 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1449 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 45 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 34 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 20 Bq/m³, Streufaktor: 4.00).

Radonkonzentrationsverteilung von 74 Räumen im Bezirk Dornbirn

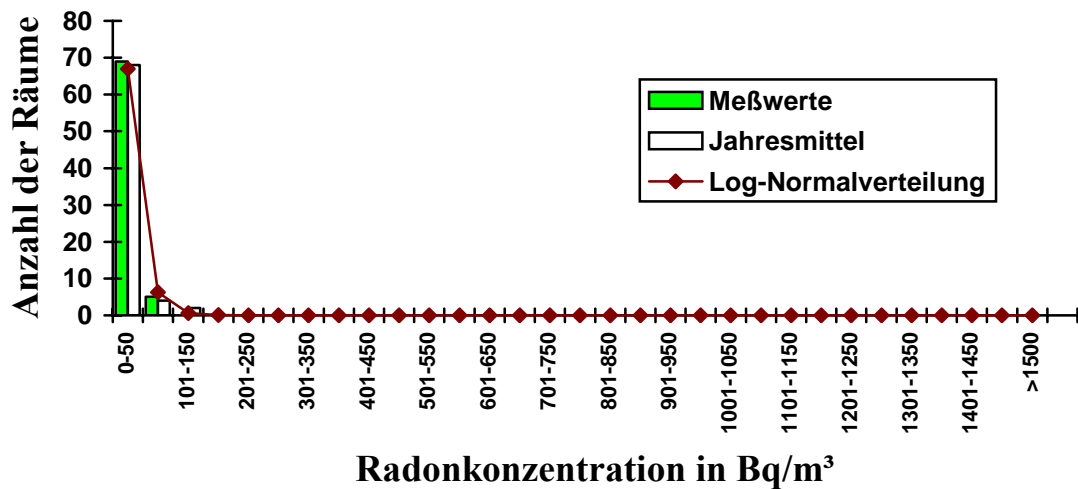


Abbildung 139: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 74 Räumen im Bezirk Dornbirn (Mittelwert: 19 Bq/m³, Median: 27 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 98 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 26 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 27 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 20 Bq/m³, Streufaktor: 1.99).

Radonkonzentrationsverteilung von 155 Räumen im Bezirk Feldkirch

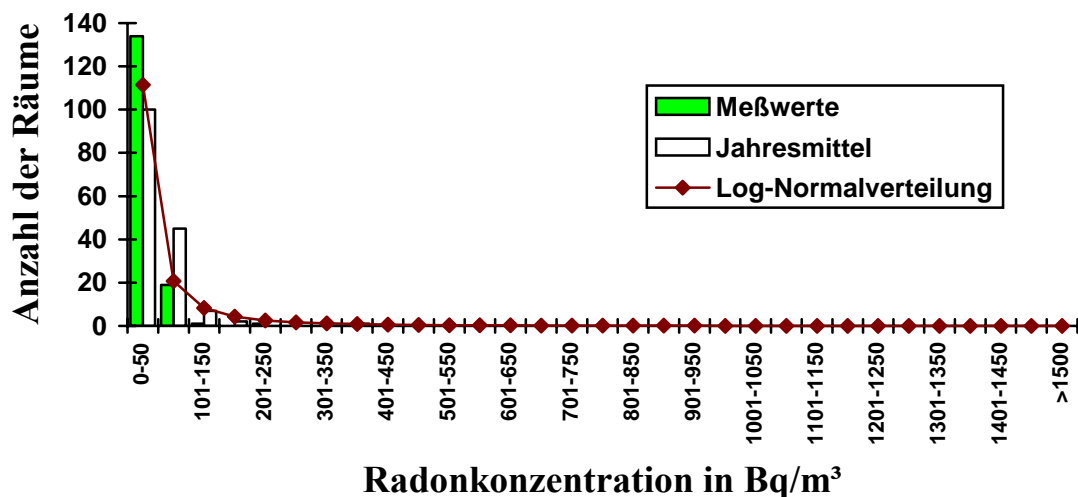


Abbildung 140: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 155 Räumen im Bezirk Feldkirch (Mittelwert: 29 Bq/m³, Median: 29 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 250 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 42 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 39 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 21 Bq/m³, Streufaktor: 4.29).

Radonkonzentrationsverteilung von 627 Räumen in ganz Vorarlberg

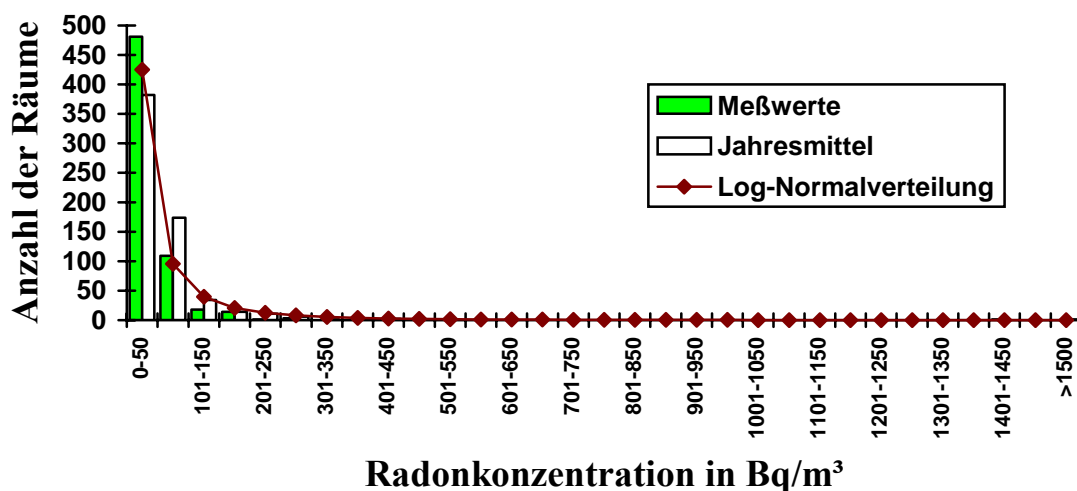


Abbildung 141: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 627 Räumen in ganz Vorarlberg (Mittelwert: 38 Bq/m³, Median: 33 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 1449 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 54 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 41 Bq/m³) und an Jahresmittelwerte angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 26 Bq/m³, Streufaktor: 4.01).

Politischer Bezirk	Anzahl der verm. Räume	Jahresmittel (Bq/m ³)	Median (Bq/m ³)	Maximalwert (Bq/m ³)
Bludenz	154	94	78	294
Bregenz	244	45	34	1449
Dornbirn	74	26	27	98
Feldkirch	155	42	39	250
Vorarlberg	627	54/48	41	1449

Tabelle 18: Jahresmittelwerte, Medianwerte der Verteilung der Jahresmittelwerte und höchste gemessene Radonkonzentrationswerte in den Bezirken Vorarlbergs. Der Mittelwert für Vorarlberg vor dem Querstrich bezieht sich auf die Anzahl der durchgeführten Messungen, der Wert nach dem Querstrich ist der gemäß der Bevölkerungszahl gemittelte Wert.

Abbildung 142 zeigt den Zusammenhang zwischen den Jahresmittelwerten (gemittelt jeweils über einen Bezirk) und den Medianen der Verteilungen in den einzelnen Bezirken. Es zeigt sich, dass der Medianwert bei etwa 70% des Mittelwertes liegt.

Trägt man die beobachteten Maximalwerte gegen die Jahresmittelwerte auf, so hat sich in den anderen Bundesländern gezeigt, dass man versuchen kann, durch eine einhüllende Kurve abzuschätzen, welche Maximalwerte der Radonkonzentrationen in den Bezirken tatsächlich zu erwarten sind. Dies ist leider für Vorarlberg nicht der Fall (Abbildung 143), da aus den vier Bezirken Vorarlbergs nur bedingt Korrelationen ersichtlich sind. Ins-

besondere treten bei den Maximalwerten extreme Einzelfälle auf, die natürlich nur durch spezielle Verhältnisse interpretiert werden können.

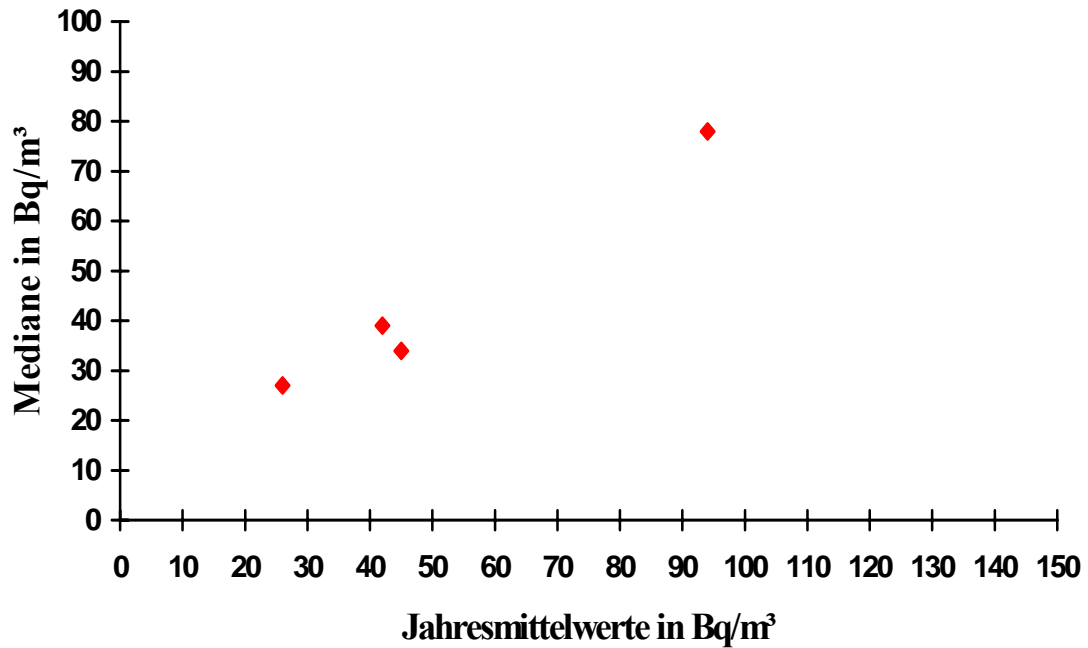


Abbildung 142: Jahresmittelwerte der Radonkonzentrationen gegen Mediane in den Bezirken Vorarlbergs.

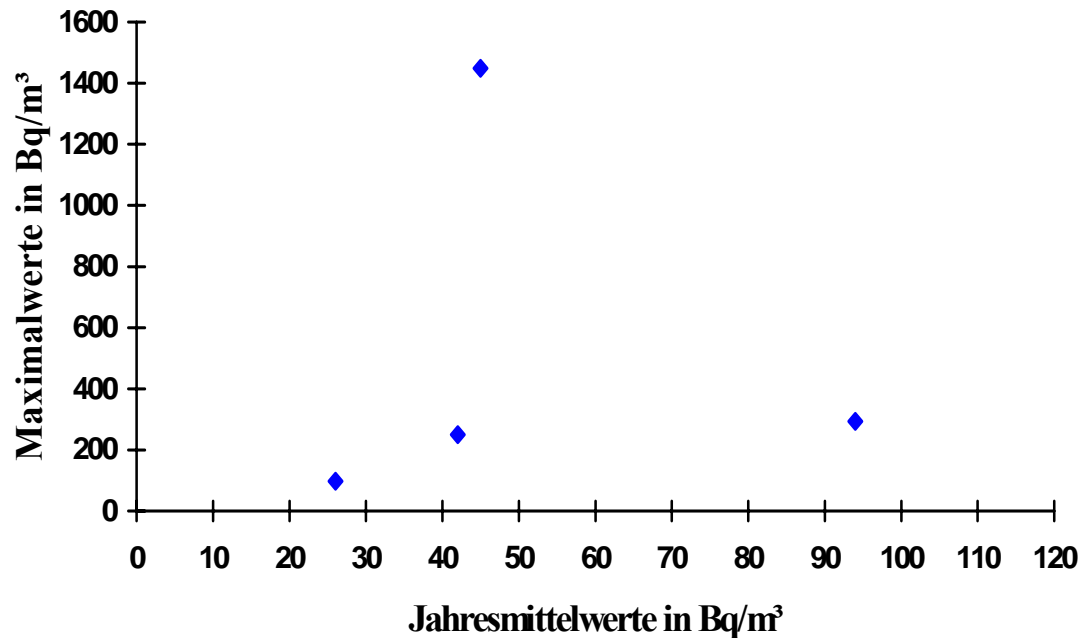


Abbildung 143: Jahresmittelwerte (Bezirksmittel) der Radonkonzentrationen gegen beobachtete Maximalwerte in den Bezirken Vorarlbergs.

Jahresmittelwerte in Vorarlberg

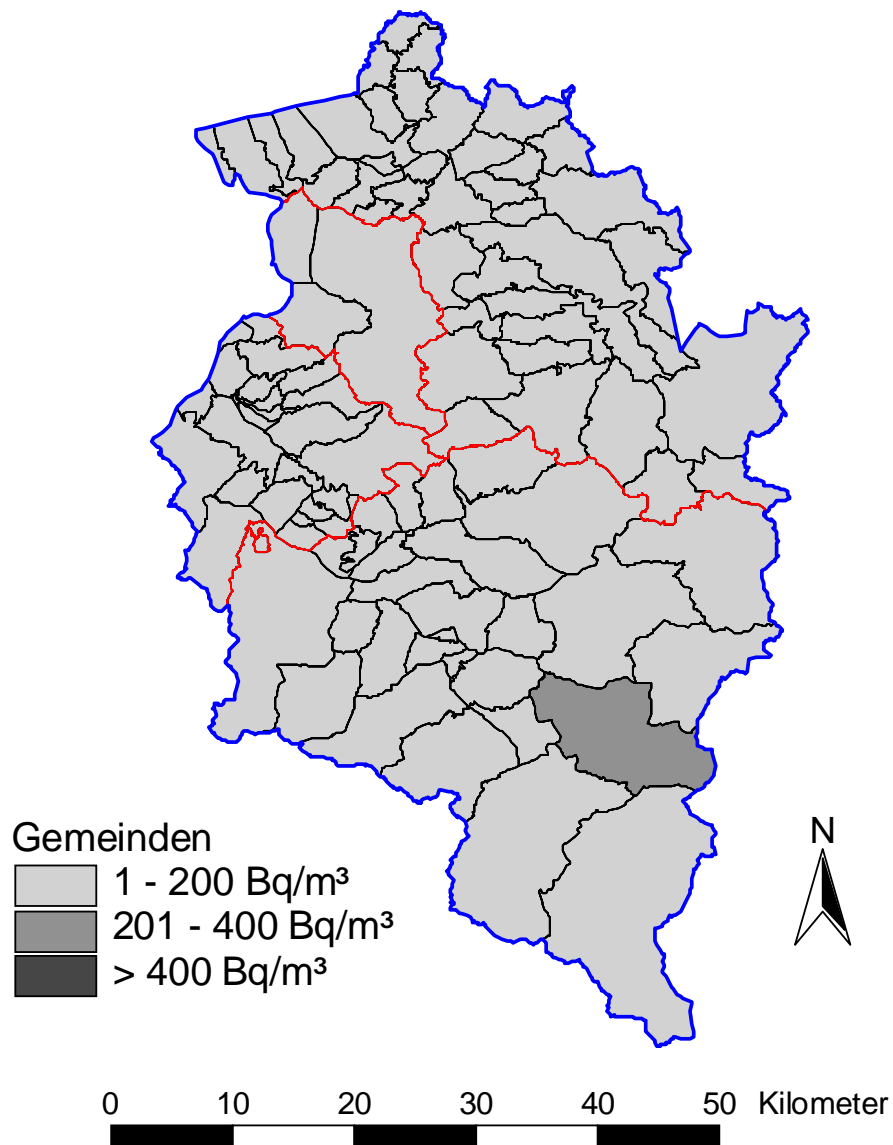


Abbildung 144: Jahreszeitlich gemittelte Radonkonzentration in vorarlberger Wohnungen: Gemeindemittelwerte.

Berechnet man die Mittelwerte für einzelne Gemeinden und berücksichtigt die jahreszeitlich bedingten Schwankungen in oben beschriebener Weise, so ergibt sich das Bild von Abbildung 144. Man sieht, dass die mittlere Radonkonzentration in Vorarlberg als sehr gering anzusehen ist.

In Abbildung 145 ist die Summenhäufigkeit der beobachteten Radonkonzentrationen aufgetragen. Man kann daraus ableiten, dass weniger als 1 % aller Wohnungen in Vorarlberg, mehr als 400 Bq/m³ in einem bevorzugten Wohnraum aufweisen.

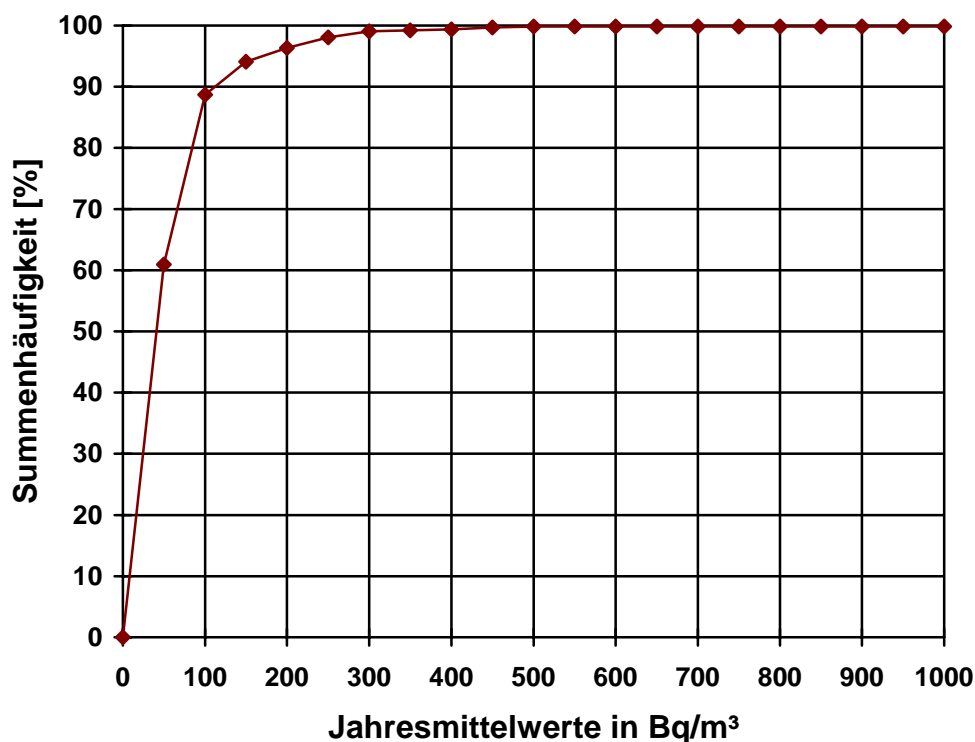


Abbildung 145: Summenhäufigkeit als Funktion der Jahresmittelwert-Radonkonzentration. Die Summenhäufigkeit bedeutet die prozentuelle Anzahl von Wohnungen in Vorarlberg, deren mittlere Radonkonzentration unter dem jeweils gewählten Wert liegt.

5.9 Wien

In Wien sind in etwa 130 Wohnungen langzeitintegrierende und in etwa 80 Wohnungen kurzzeitintegrierende Messungen vorgenommen worden. In allen Bezirken Wiens sind die gemessenen Radonkonzentrationen als eher gering anzusehen. Dies ist in den inneren Bezirken jedenfalls zu erwarten gewesen, da dort der überwiegende Anteil der Bevölkerung in mehrstöckigen Häusern lebt und in höheren Stockwerken die Radonkonzentration i. a. signifikant geringer ist als in Erdgeschoßwohnungen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass auch in den Außenbezirken mit einem doch hohem Anteil an ebenerdigen und einstöckigen Häusern, die Radonkonzentration ebenfalls gering ist. Ursprünglich wurde neben der zufallsverteilten Stichprobe auch eine zweite Gruppe von Wohnungen in Gebieten bevorzugt ebenerdiger Bauten ausgewählt, um gegebenenfalls erhöhte Radonexhalationen nicht durch die Mittelung über viele Wohnungen in höheren Stockwerken zu übersehen. Die Radonkonzentrationsverteilung in beiden Gruppen von Wohnungen zeigt wieder die erwartete logarithmische Normalverteilung, wobei die Mittelwerte bzw. Medianwerte in beiden Fällen weit unter 200 Bq/m³ liegen. In der Abbildung 146 ist die Verteilungen der Radonkonzentrationen sowie die der jahreszeitlich gemittelten Werte in Wien ersichtlich. Tabelle 19 stellt die wesentlichen Daten (Mittelwerte, Mediane und Maximalwerte) nochmals zusammen.

Politischer Bezirk	Anzahl der verm. Räume	Jahresmittel (Bq/m ³)	Median (Bq/m ³)	Maximalwert (Bq/m ³)
Wien	369	49	41	311

Tabelle 19: Jahresmittelwerte, Medianwerte der Verteilung der Jahresmittelwerte und höchste gemessene Radonkonzentrationswerte in Wien.

Da die Radonverteilungen in Wien wieder gut mit einer logarithmischen Normalverteilung approximiert werden kann, können aus den Jahresmittelwerten nach der in Abschnitt 4.2 beschriebenen Methode Radonpotenzialwerte ermittelt werden. Zur Umrechnung in die Standardsituation haben sich die Werte der Tabelle 20 ergeben. Eine graphische Darstellung der Radonpotenziale der Gemeinden ist in der Zusammenfassung in Abschnitt 6, Abbildung 148 ersichtlich.

In Abbildung 147 ist die Summenhäufigkeit der jahreszeitlich gemittelten Radonkonzentrationen aufgetragen. In Wien sind in deutlich weniger als 1% aller Wohnungen jahreszeitlich gemittelte Radonkonzentrationen von mehr als 400 Bq/m³ zu erwarten.

Radonkonzentrationsverteilung von 369 Räumen in Wien

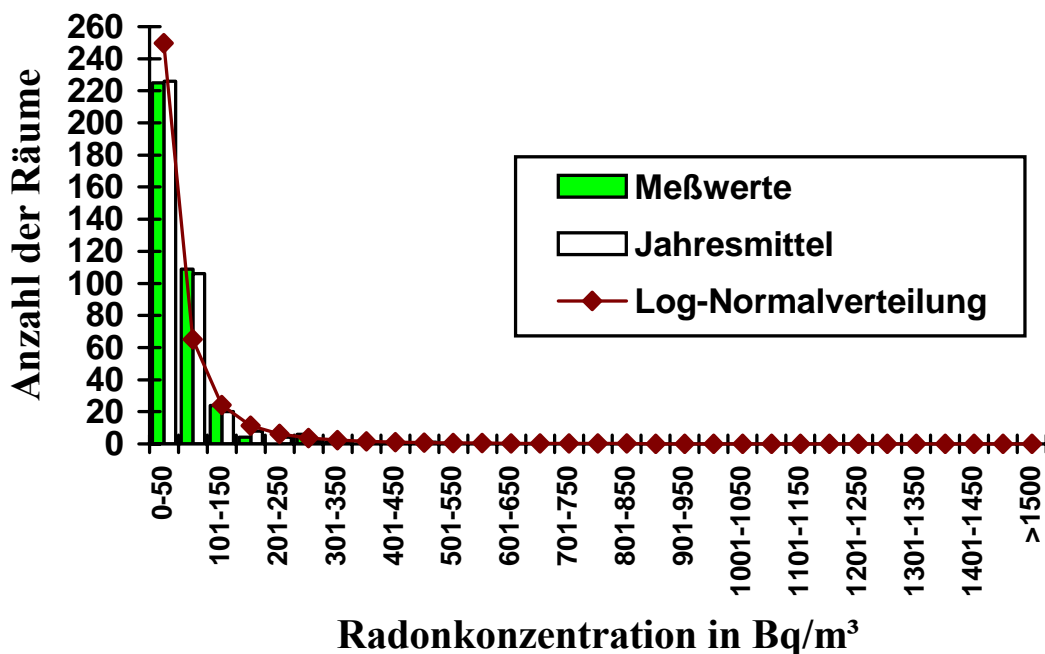


Abbildung 146: Verteilung der Radonkonzentration (Mittelwerte) von 369 Räumen in Wien (Mittelwert: 50 Bq/m³, Median: 41 Bq/m³, maximale gemessene Radonkonzentration (Raummittel): 311 Bq/m³, Mittelwert der Jahresmittel: 49 Bq/m³, Median der Jahresmittel: 41 Bq/m³) und an Jahresmittelwert angepasste logarithmische Normalverteilung (Median: 30 Bq/m³, Streufaktor: 3.20).

Umrechnungsfaktor für	Wien
vollständig unterkellert, Estrich oder Beton	1.10
vollständig unterkellert, sonstiges Material	1.10
Steinbau	1.00 ¹⁾
Messung in Raum höher als Parterre	1.24
Wochenendhaus	1.00 ¹⁾
einfache Verglasung	1.00 ¹⁾
mehr als ein Kind	1.19
Anzahl der Erwachsenen = 1	1.10
Anzahl der Erwachsenen = 2	1.00
Anzahl der Erwachsenen > 2	1.17

¹⁾ keine signifikante Abweichung von Eins, daher Eins angenommen.

Tabelle 20: Faktoren zur Umrechnung in die Standardsituation für Wien.

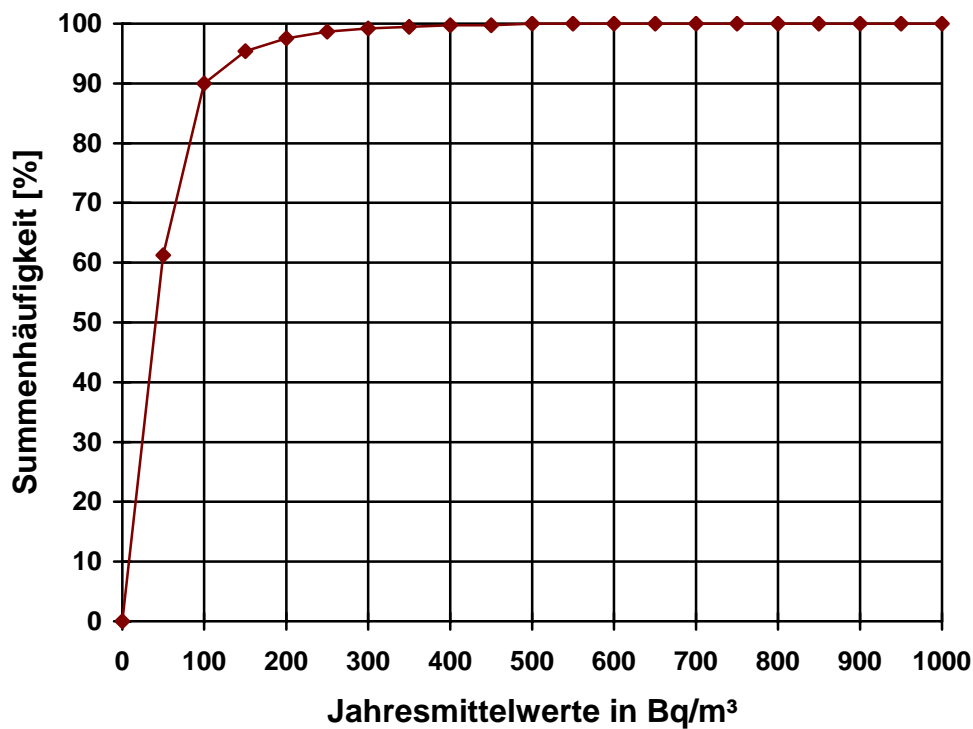


Abbildung 147: Summenhäufigkeit als Funktion der Jahresmittelwert-Radonkonzentration. Die Summenhäufigkeit bedeutet die prozentuelle Anzahl von Wohnungen in Wien, deren mittlere Radonkonzentration unter dem jeweils gewählten Wert liegt.

6 Zusammenfassung der Messergebnisse für ganz Österreich und Diskussion der Unsicherheiten

Die zusammengefassten Ergebnisse für ganz Österreich, nach Bundesländern aufgeschlüsselt, sind in Tabelle 21, ersichtlich. Das angegebene Jahresmittel ist nach der Bevölkerung gewichtet. Aus diesen Werten kann nun eine mittlere Jahresdosis für die Bevölkerung berechnet werden. Verwendet man die Werte der ICRP65⁴³⁾, so sollte man zumindest versuchen die Voraussetzungen dieser Dosiskonversionskoeffizienten zu prüfen. So wird u. a. eine mittlere Aufenthaltsdauer von 7000 Stunden pro Jahr in Gebäuden angenommen. Es wurde daher bei ÖNRAP in den Fragebogen nach der mittleren Aufenthaltszeit in Gebäuden (zu Hause und am Arbeitsplatz gefragt). Die Ergebnisse sind Tabelle 22 zu entnehmen.

Bundesland	Anzahl der verm. Räume	Jahresmittel (Bq/m ³)	Median (Bq/m ³)	Maximalwert (Bq/m ³)
Burgenland	846	72	45	762
Kärnten	1212	107	75	3900
Niederösterreich	3443	104	68	8325
Oberösterreich	4768	164	82	8204
Salzburg	994	71	53	1342
Steiermark	2696	116	64	2842
Tirol	1383	128	73	11000
Vorarlberg	627	48	41	1449
Wien	369	49	41	311
Österreich	16338	102	61	11000

Tabelle 21: Zusammenfassung der Messergebnisse

Bundesland	Zu Hause			Am Arbeitsplatz		
	Männer	Frauen	Kinder	Männer	Frauen	Kinder
Burgenland	13.85	15.89	15.81	6.37	4.70	5.68
Kärnten	14.04	16.51	15.29	5.59	4.16	5.15
Niederösterreich	14.82	17.09	16.55	5.41	4.00	4.98
Oberösterreich	14.93	18.00	17.10	5.70	3.22	4.76
Salzburg	14.18	17.05	16.33	6.63	5.04	5.59
Steiermark	13.50	16.19	15.33	4.77	3.61	4.46
Tirol	14.04	16.73	15.57	5.96	3.85	5.09
Vorarlberg	14.63	18.08	16.91	6.54	3.09	4.56
Wien	13.33	14.84	15.36	7.72	6.52	6.08
Österreich	14.14	16.59	16.03	6.03	4.35	5.14

Tabelle 22: Mittlere tägliche Aufenthaltszeit in Gebäuden (in Stunden).

Summiert man die Aufenthaltszeiten zu Hause und am Arbeitsplatz, so erhält man für alle Gruppen im Mittel etwa 20,5 Stunden pro Tag, was einer jährlichen Aufenthaltszeit von fast 7500 Stunden entspricht. Die so berechneten Werte beruhen natürlich nur auf Schätzungen der befragten Personen, daher ergeben sich natürlich Unsicherheiten für die Mittelwerte, jedoch ist die Voraussetzung der Dosisabschätzung gemäß ICRP65⁴³⁾ sicher keine Unterschätzung hinsichtlich der Verweildauer der Bevölkerung in Gebäuden.

Verwendet man diesen Dosiskonversionskoeffizienten, der einer mittlere Radonkonzentration von 60 Bq/m³ eine jährliche Dosis von 1 mSv zuschreibt, so ergibt sich für die österreichische Bevölkerung im Jahr eine mittlere Belastung von 1,5 mSv pro Person.

Das nach Abschnitt 4.2 berechnete Radonpotenzial ist in Abbildung 148 dargestellt. Eine wesentliche Frage ist natürlich wie zuverlässig die angegebenen Werte sind, bzw. wie zuverlässig die Klassifizierung einzelner Gemeinden ist. Diese Frage ist von essentieller Bedeutung, sobald sich Gesetze, Verordnungen (z. B. Bauordnung, Raumordnung) oder Normen (Radonnorm) auf diese Klassifizierung beziehen. Die Unsicherheiten bei der Bestimmung des Radonpotenzials für eine Gemeinde setzen sich im Wesentlichen aus folgenden Komponenten zusammen:

1. Unsicherheit aufgrund des Messfehlers.
2. Unsicherheit aufgrund der geringen Anzahl von vermessenen Wohnungen je Gemeinde.
3. Unsicherheit aufgrund der Umrechnung auf einen Jahresmittelwert.
4. Unsicherheit aufgrund der Umrechnung auf das Radonpotenzial.

Die Unsicherheit der Klassifizierung einer Gemeinde wird nun einerseits vom Abstand des berechneten Radonpotenzials von der Klassengrenze als auch von der Unsicherheit des Radonpotenzials bestimmt. Die Bestimmung der Wahrscheinlichkeit einer falschen Klassifizierung ist relativ schwierig, da viele dieser Unsicherheitskomponenten nur durch (subjektive) Abschätzung quantifiziert werden können. Außerdem müsste eine solche Abschätzung für jede einzelne Gemeinde separat durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass die Radonkarte immer nur den momentanen Stand des Wissens darstellen kann und aufgrund zusätzlicher Messungen immer weiter verbessert werden sollte. Zusätzlich können später noch weitere Informationen für die Bestimmung des Radonpotenzials relevant werden, etwa geologische Daten oder Bodengasmessungen, welche in den derzeitigen Karten nicht berücksichtigt werden konnten. Im Folgenden soll versucht werden, aufgrund einer Kennzahl, die sich aus den Messwerten ergibt, eine grobe Abschätzung der Wahrscheinlichkeit für eine falsche Klassenzuordnung zu erhalten:

Die Verteilung der Messwerte (oder Jahresmittelwerte, Potenzialwerte) x der Radonkonzentration folgt etwa einer logarithmischen Normalverteilung, d. h. die Logarithmen der Messwerte sind normalverteilt:

$$f(\log(x)) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log(x)-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

mit $\sigma = \Delta(\log(x))$ der Standardabweichung ($\exp(\sigma)$ wird auch Streufaktor oder geometrische Standardabweichung genannt) und μ dem Mittelwert, den Parametern der logarithmischen Verteilung. σ ist gleichzeitig auch die relative Standardabweichung der Messwerte:

$$\sigma = \Delta(\log(x)) = \frac{\partial(\log(x))}{\partial x} \cdot \Delta x = \frac{1}{x} \cdot \Delta x = \frac{\Delta x}{x}$$

Radonpotential

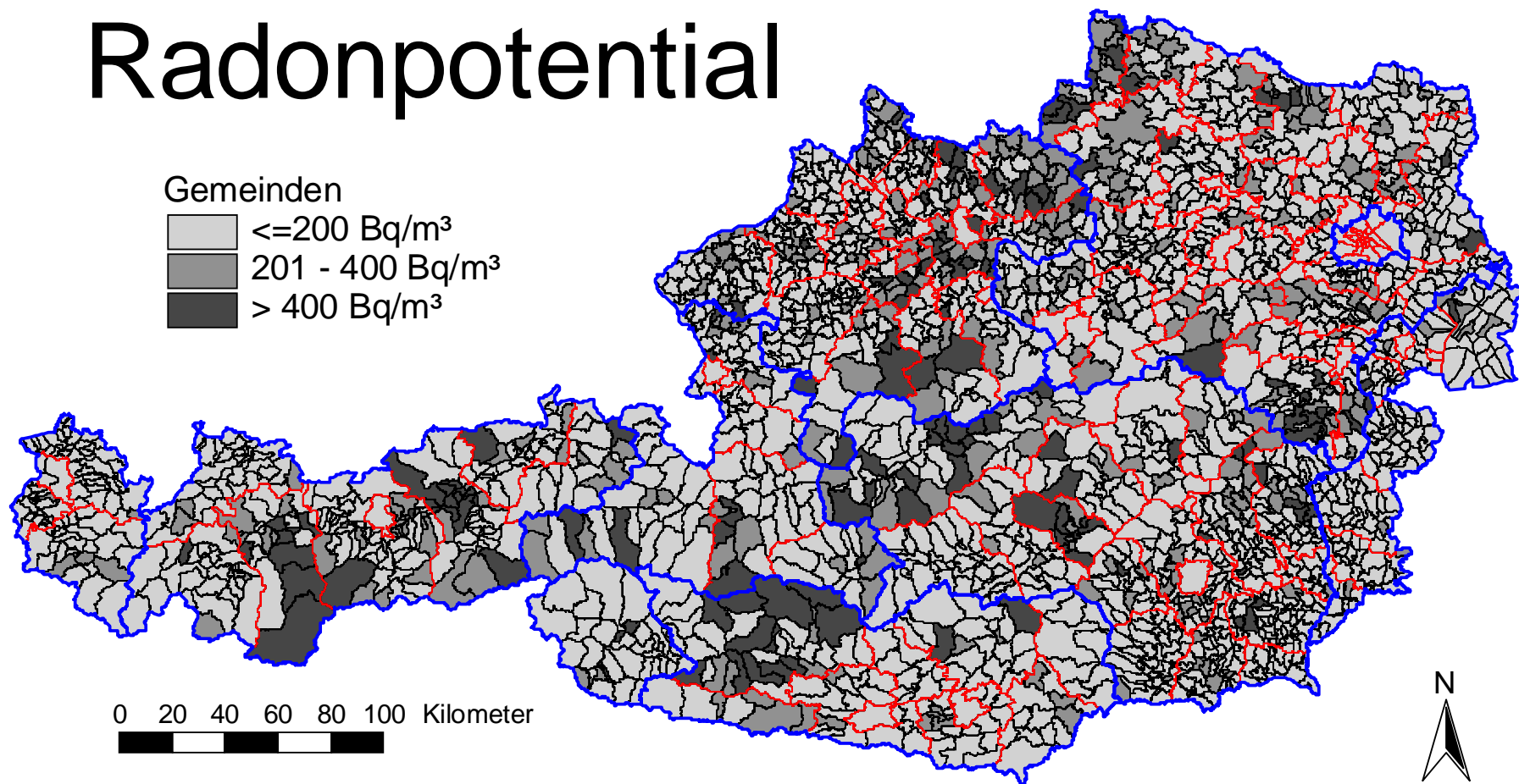


Abbildung 148: Radonpotenzial

Es hat sich gezeigt, dass σ zumeist zwischen $\log(2)=0.69$ und $\log(4)=1.39$ liegt, wobei in Gebieten geringer Radonbelastung die Streufaktoren naturgemäß höher sind, da bei geringen Werten die relativen Variationen natürlich größer sind. Die Streufaktoren werden natürlich auch umso größer, je inhomogener das betrachtete Gebiet ist. Daher wird der Streufaktor zumeist mit der Größe des zusammengefassten Gebietes wachsen. Es ergibt sich nun die Frage, wie weit der aufgrund der Messungen vorliegende beste Schätzer des Medianes m der Messwerte (oder Jahresmittelwerte, Potenzialwerte) vom wahren Median der Verteilung $\exp(\mu)$ abweicht. (Der Mittelwert μ ist gleichzeitig Median der logarithmischen Verteilung und entspricht in der Verteilung der Messwerte ebenfalls dem Median. Bew.: Da die Exponentialfunktion eine streng monotone Funktion ist, werden alle Werte, die kleiner als μ sind, auf Werte, die kleiner als $\exp(\mu)$ abgebildet.) Für die bei den logarithmierten Messwerten auftretenden Streuungen s kann man für eine generelle Abschätzung σ einsetzen. Die Standardabweichung des gemessenen Mittelwertes vom wahren Mittelwert der logarithmischen Verteilung ergibt sich für unkorrelierte Zufallsvariablen zu

$$\delta = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

Für einen Vergleich der entlogarithmierten Werte ist somit die Größe

$$\exp(\delta) = \exp\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

zu verwenden. Diese Größe berücksichtigt keine Unsicherheiten, die sich aus korrelierten Eingangsgrößen ergeben. Insbesondere die Umrechnung auf einen Jahresmittelwert bedeutet einen hohen Anteil korrelierter Unsicherheiten, da die Messungen in einem Gebiet zumeist etwa zeitgleich durchgeführt wurden (gegenüber dieser Unsicherheit sind i. a. die anderen korrelierten Anteile der Messung zu vernachlässigen, z. B. Kalibrierfehler).

Obwohl die korrelierten Unsicherheiten dieser Umrechnungsfaktoren im Einzelfall zu einer systematischen Verzerrung beitragen, können sie, da keine weiteren Informationen vorliegen, nur wie zufällige Unsicherheiten behandelt werden. Da die Umrechnungen über Multiplikationen (Umrechnungsfaktoren U) erfolgen, ergibt sich für die Unsicherheit der logarithmischen Verteilung

$$\Delta(\log(Ux)) = \Delta(\log(U) + \log(x)) = \sqrt{\left(\frac{\partial \log(U)}{\partial U} \Delta U\right)^2 + \left(\frac{\partial \log(x)}{\partial x} \Delta x\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\Delta U}{U}\right)^2 + \left(\frac{\Delta x}{x}\right)^2}$$

Damit sind die korrelierten Anteile der relativen Unsicherheiten der Umrechnung in der logarithmischen Verteilung quadratisch zu dem aus den gemessenen Verteilungen bestimmten $\Delta x/x$ zu addieren. Dieses $\Delta x/x$ beinhaltet nun bereits alle unkorrelierten Anteile der Unsicherheiten, also auch diejenige, die sich durch Umrechnung auf das Radonpotenzial ergeben. Als Abschätzung der korrelierten Unsicherheiten wird für die Umrechnung auf den Jahresmittelwert 30% (Messungen wurden in einem Gebiet zumeist im gleichen Zeitraum durchgeführt), für das Potenzial ein Beitrag von 20% (die Umrechnungsfaktoren wurden dem Untersuchungsgebiet angepasst) angenommen.

$$\delta^* = \sqrt{0,3^2 + 0,2^2 + \frac{\sigma^2}{n}}$$

Man sieht, dass die Abschätzungen für die Unsicherheiten, die sich aus der Umrechnung auf Jahresmittel und Radonpotenzial ergibt, die Irrtumswahrscheinlichkeit sehr empfindlich beeinflussen. Die relevante Vergleichsgröße ist somit

$$V = \exp(\delta^*)$$

mit folgender Bedeutung:

$$m^* \cdot V = m^* + \Delta_1 \text{ bzw. } m^*/V = m^* - \Delta_2$$

$$\text{mit } \log(m^* + \Delta_1) = \mu^* + \delta^* \text{ und } \log(m^* - \Delta_2) = \mu^* - \delta^*,$$

μ^* ist dabei der Mittelwert der Verteilung, die sich aus den logarithmierten, auf das Radonpotenzial umgerechneten Messwerten x^* ergibt und $m^* = \exp(\mu^*)$ ist der Median der aus den Einzelmessungen berechneten Radonpotenzialen. m^* ist auch geometrischer Mittelwert da

$$m^* = \exp(\mu^*) = \exp\left(\frac{\sum \log(x)}{n}\right) = \exp\left(\frac{\log(\prod x)}{n}\right) = \sqrt[n]{\prod x}$$

Damit ergibt sich für die einseitige Irrtumswahrscheinlichkeit von 16% (Bereich außerhalb der einfachen Standardabweichung für eine Seite der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion) die relative Unsicherheit des Medianes des errechneten Radonpotenzials zu

$$\Delta_1/m^* = V - 1 \text{ und } \Delta_2/m^* = 1 - 1/V.$$

In Tabelle 23 sind für verschiedene Anzahl von Messungen diese Werte angeführt. Da jedoch das Radonpotenzial eines Gebietes durch den Mittelwert M und nicht durch den Median m^* der Einzelpotenzialwerte angegeben wird, muss noch eine entsprechende Umrechnung vorgenommen werden.

$$M = \exp(\mu^* + k\sigma^2) = m^* \cdot \exp(k\sigma^2)$$

mit $k = 0.5$ (bei Verwendung natürlicher Logarithmen)

Damit ist M proportional zu m^* ($M \approx 1.6 \cdot m^*$) und damit die relativen Unsicherheiten von M und m^* gleich groß. Genauere Untersuchungen des Zusammenhanges zwischen M und m^* haben in der Schweiz $M = 1,52 \cdot m^*$ ergeben⁶².

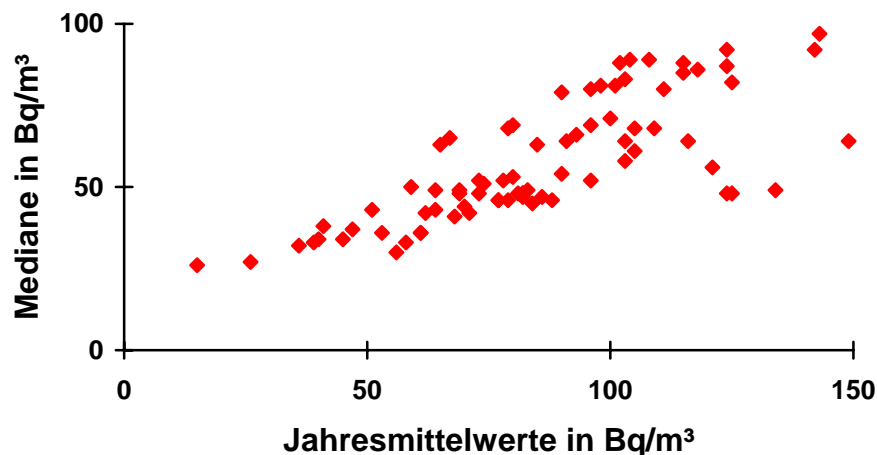


Abbildung 149: Zusammenhang zwischen Mittelwerten und Medianen der Radonkonzentrationen in allen Bezirken Österreichs außer Wien.

Fasst man alle Bezirksdaten (außer Wien) in ein Diagramm für den Zusammenhang zwischen Median und Mittelwert zusammen, so erhält man für Österreich einen Wert von

⁶² G. Piller, H.-U. Johnert: Classification of Radon Areas in Switzerland. Rad. Prot. Dos. 78, No.1, p.7-9, 1998i

$M \approx 1,6 \cdot m^*$ (siehe Abbildung 149). Aus dieser Abbildung wird man auch auf Bezirke aufmerksam gemacht, bei denen genauere Nachmessungen in Zukunft vorzunehmen sind, da bei ihnen eine deutliche Abweichung vom generellen Trend festzustellen sind.

Bei der Berechnung der Unsicherheit ist die Abschätzung nach oben zu verwenden, wenn die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen ist, dass die aus den Messungen bestimmte Radonpotenzialklasse zu gering ist und umgekehrt, die Abschätzung nach unten ist zu verwenden, um die Wahrscheinlichkeit für eine zu hoch bestimmte Radonpotenzialklasse zu ermitteln.

Ein Beispiel: Für ein Gebiet wurde das Radonpotenzial zu 250 Bq/m^3 durch 5 Messungen bestimmt. Damit wurde dem Gebiet die Klasse 2 (200 bis 400 Bq/m^3) zugeordnet. Das bedeutet, dass mit 84% Wahrscheinlichkeit (1 minus einseitiger Irrtumswahrscheinlichkeit) das Radonpotenzial unter $(1+0,61) \cdot 250 = 403 \text{ Bq/m}^3$ und mit 84% Wahrscheinlichkeit über $(1-0,38) \cdot 250 = 155 \text{ Bq/m}^3$ liegt. Damit kann die Einordnung in Potenzialklasse 2 als gut abgesichert angesehen werden, wobei die Tendenz eher zu Klasse 1 als zu Klasse 3 neigt.

Anzahl der Messungen →	2	3	5	10	20
V	1,84	1,71	1,61	1,52	1,48
Δ_1/m^* (Abschätzung nach oben)	0,84	0,71	0,61	0,52	0,48
Δ_2/m^* (Abschätzung nach unten)	0,46	0,42	0,38	0,34	0,32

Tabelle 23: Zur Berechnung der 16% Irrtumswahrscheinlichkeit: Multiplikationsfaktor bzw. Quotient bis zur Klassifizierungsgrenze und relative Unsicherheit des Medianes bzw. des Gebietsmittelwertes.

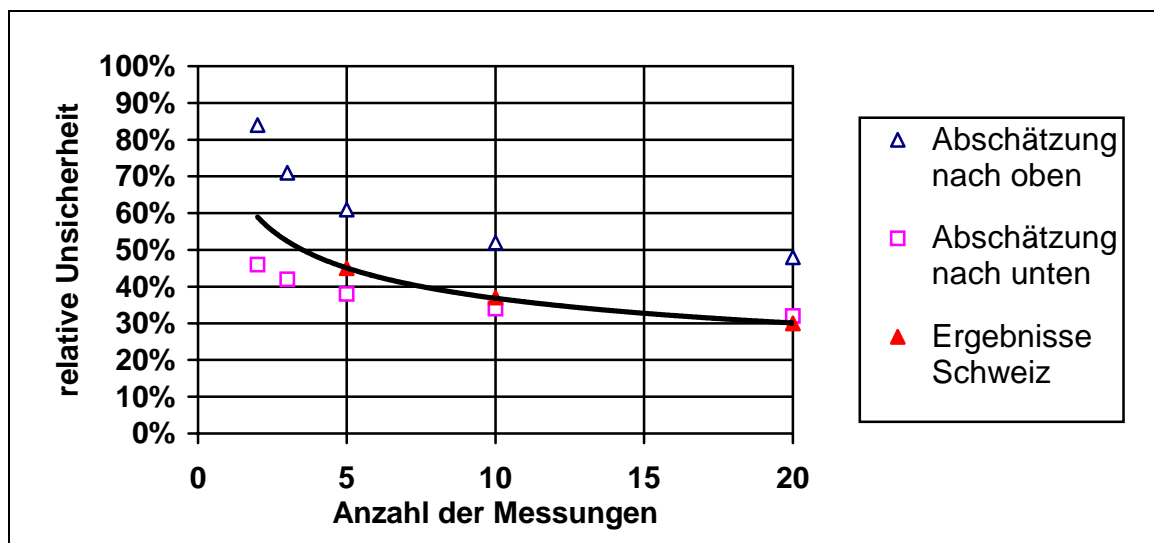


Abbildung 150: Relative Unsicherheiten als Funktion der Anzahl der Messungen. Rechnerische Abschätzung der relativen Unsicherheiten des Radonpotenzials sowie relative Unsicherheit des Medianes der arithmetischen Mittelwerte nach Messungen in der Schweiz mit Trendlinie (potentielle Anpassung). Die Trendlinie verläuft etwas steiler als der Verlauf der rechnerisch bestimmten Werte, da sie keine Umrechnungsfaktoren (korrelierten Unsicherheiten) beinhalten. Der Verlauf der relativen Unsicherheiten wird jedoch recht gut wiedergegeben.

Um den relativen Verlauf der Unsicherheit als Funktion der Anzahl der Messungen zu überprüfen, kann eine systematische Untersuchung in der Schweiz, bei der alle Gebäude in

einem Gebiet vermessen wurden, herangezogen werden (siehe Abbildung 150). Es wurde bei dieser Untersuchung wiederholt (je 1000 Mal) eine bestimmte Anzahl von Häusern (5, 10, 20, ...) zufällig ausgewählt und das arithmetische Mittel der Radonkonzentration bestimmt. Aus diesen 1000 Stichproben wurde die kumulierte Verteilung der arithmetischen Mittel bestimmt, aus der dann die Werte bei 84% bzw. 16% abgelesen wurde. Danach sind die relativen Abweichungen gegen den Median der arithmetischen Mittel mit der höchsten Anzahl von Messungen bestimmt worden. Bei diesen Untersuchungen waren die Abschätzungen nach unten und nach oben nicht sehr unterschiedlich, so dass nur ein Mittelwert für die relative Unsicherheit in Abbildung 150 eingezeichnet wurde. Diese Werte sind nur bedingt mit den hier errechneten Werten vergleichbar, jedoch geben sie sowohl die Größenordnung als auch den relativen Verlauf der relativen Unsicherheit wieder. Man erkennt, dass die Trendlinie etwas steiler als die errechneten Werte verläuft, da kein Beitrag durch korrelierte Unsicherheiten aufgrund von Umrechnungen auf Jahresmittelwerte und Radonpotenziale besteht.

Das Problem, das sich nun stellt, ist die relativ große Unsicherheit der Klasseneinteilung, die sich vor allem aus der geringen Anzahl von Messungen pro Gemeinde ergibt. Es gibt nun mehrere Möglichkeiten die Sicherheit der Klasseneinteilung zu erhöhen. Betrachtet man etwa umliegende Gemeinden und findet dort sehr ähnliche Radonpotenziale, so kann man von einem homogenen Gebiet ausgehen, das nur durch eine einzige logarithmische Normalverteilung der Radonmesswerte charakterisiert wird. Damit lassen sich diese Gemeinden zusammenfassen und aufgrund der damit erhöhten Messpunktzahl eine engere Abgrenzung des Radonpotenzials vornehmen (Clusteranalyse). Variieren umgekehrt die Radonpotenzialwerte von nahe beieinander liegenden Gemeinden relativ stark, so kann eine Verbesserung der Klasseneinteilung entweder durch eine Erhöhung der Anzahl der Messungen oder durch Heranziehung von Zusatzinformationen (z. B. Geologie) erzielt werden. Beide Methoden sollen in Zukunft Verwendung finden, einerseits durch weitere Messprogramme, etwa von Seiten der Bundesländer (z. B. Kindergarten^{63,64} und Schulprojekte⁶⁵ in Oberösterreich und Kärnten) sowie durch systematische Analyse der Bodenbeschaffenheit und des geologischen Untergrundes wie es im Projekt ELORA⁶⁶ versucht wurde.

⁶³ **Land Oberösterreich:** Gesunde Luft für Oberösterreichische Kinder. Messprogramm in Kindergärten. Amt der o. ö. Landesregierung, Linz, 2001.

⁶⁴ **F. J. Maringer et al.:** Radon in oberösterreichischen Kindergärten: Erhebung, Sanierung und Vorsorge. Series „Fortschritte im Strahlenschutz“. Strahlenschutz für Mensch und Gesellschaft im Europa von Morgen. TÜV-Verlag GmbH, München, p. 162-165, 2001 (ISSN 1013-4506).

⁶⁵ **Land Oberösterreich:** Gesunde Luft für Oberösterreichische Kinder und Jugend. Messprogramm in Schulen. Amt der o. ö. Landesregierung, Linz, 2003.

⁶⁶ **ELORA:** Ermittlung des lokalen, kleinräumigen Radonpotenzials. Projekt finanziert vom Bundeskanzleramt und vom Bundesministerium für soziale Sicherheit und Generationen. Projektbeginn 1999.

7 Radon in anderen Ländern

Um eine Einschätzung der Situation in Österreich zu erhalten, erscheint es sinnvoll einen Vergleich mit anderen Ländern vorzunehmen. Dieser Vergleich soll einerseits Methodik und Ergebnisse der Untersuchungen betreffen, andererseits auch die rechtliche Situation kurz beleuchten. Nach Zusammenstellungen von Åkerblom⁶⁷ und Dubois haben sich in Europa bereits zumindest folgende Länder einen Überblick über radongefährdete Gebiete in ihrem Staatsgebiet gemacht: Belgien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Irland, Italien, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien, Tschechien. Weitere Länder haben bereits Teile ihres Staatsgebietes untersucht. Die Art wie diese Länder ihr „Radonrisiko“ kartiert haben ist sehr unterschiedlich. In wenigen Ländern wird primär die Geologie als Grundlage verwendet (z. B. in Deutschland), in den meisten anderen Ländern sind es Innenraummessungen, die für die Einteilung in Gebiete unterschiedlicher Radongefährdung, herangezogen werden. In mehreren Ländern werden auch Bodengasmessungen als primäre Informationsquelle angesehen. Auch die Feinheit der Kartierungen ist sehr unterschiedlich. In manchen Ländern wird nur für relativ große Gebiete (etwa entsprechend den Bezirken in Österreich) eine Charakterisierung gegeben, in anderen Ländern versucht man eine extrem genaue Kartierung (Großbritannien: „es sollte jedes einzelne Haus vermessen werden“) und schließlich sind in manchen Ländern gebietsweise sehr unterschiedlich feine Untersuchungen vorgenommen worden. Letzteres hat verschiedene Ursachen. So kann die Verantwortung bei regionalen Behörden liegen, die dem Radon unterschiedliche Bedeutung zumessen, es können unterschiedliche Methoden verwendet werden, es kann bewusst aufgrund erhöhten Radonrisikos in gewissen Gebieten auf eine genauere Untersuchung Wert gelegt werden und schließlich hat man sich in manchen Ländern vorerst einen groben Überblick verschaffen wollen, bevor man eine genauere Untersuchung beginnt. Zweifellos hat eine einheitlich angelegte Untersuchung des gesamten Staatsgebietes, wie es etwa in Österreich erfolgt ist, große Vorteile gegenüber vielen Einzeluntersuchungen, insbesondere in der Vergleichbarkeit der Resultate für verschiedene Gebiete. Im Folgenden sollen einige wenige Länder genauer betrachtet werden, wobei jedoch hinzuweisen ist, dass auch in vielen anderen, hier nicht angeführten Ländern, ähnliche Programme laufen

Belgien

In Belgien können hinsichtlich der Radongefährdung zwei Gebiete unterschieden werden. Im Norden ist die Radongefährdung minimal, während der Süden (Ardennen) teilweise hohe Radonkonzentrationen aufweist⁶⁸. Zwischen 1995 und 1999 wurden etwa 5200 Einfamilienhäuser im südlichen Belgien untersucht und eine Einteilung der Gebiete nach dem Radonrisiko vorgenommen. Danach wurde durch genaueste Vermessung einiger weniger Gemeinden die vorgenommenen Einstufungen überprüft⁶⁹.

⁶⁷ G. Åkerblom: Radon Legislation and National Guidelines. SSI-Report 99:18, Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm Juli 1999, ISSN 0282-4434.

⁶⁸ A. Poffijn, J. M. Chalet, E. Cottens, S. Hallez, H. Vanmarcke, P. Wouters: Radon in Belgium, the current situation and plans for the future. Proc. Int. Symp. Radon and Radon Reduction Technology, Philadelphia, USA 5, 1991.

⁶⁹ H.-C. Zhu, J. M. Charlet, F. Tondeur: Geological controls to the indoor radon distribution in southern Belgium. The Science of the Total Environment 220, p.195, 1998.

Deutschland

Die Situation in Deutschland unterscheidet sich von der Situation in anderen Ländern aufgrund der historischen Situation ganz wesentlich. So ist in den neuen Bundesländern (ehemalige DDR) aufgrund der Uranbergbautätigkeit schon früh das Problem Radon im Wohnbereich als relevant erkannt worden. Einerseits fallen bei der bergmännischen Gewinnung und der sich anschließenden Verarbeitung der Rohstoffe Bergematerialien und andere Reststoffe an, die zum Teil sehr gute technologische Eigenschaften für ihre Verwendung zu Bauzwecken aufweisen, andererseits sind vor allem in den Bergbaugebieten von Sachsen und Thüringen Wohnhäuser z. T. auf vom Bergbau durchzogenen Untergrund oder auf Halden (sowohl historische mit hohem als auch moderne mit geringem Urangelhalt) gebaut worden. Dieser Problematik wurde teilweise durch rechtliche Maßnahmen Rechnung getragen (z. B. Haldenverordnung 1974), jedoch besteht bis heute noch eine große Anzahl von Gebäuden mit extremen Radonkonzentrationen. So weisen einige Gemeinden in diesen Bergbaugebieten Medianwerte von mehr als 900 Bq/m³ auf, was sich aufgrund von etwa 65000 Kurzzeitmessungen zeigte.⁷⁰

In den alten Bundesländern (Westdeutschland) sind bis 1985 verschiedene Radonuntersuchungen in ca. 6000 Wohnhäusern durchgeführt worden⁷¹. Es haben sich jedoch hinsichtlich der Vergleichbarkeit verschiedener Messsysteme Probleme ergeben, wobei auch der Anschluss an neuere Messungen, insbesondere in den neuen Bundesländern, nicht einfach möglich ist.

Neben speziellen Messungen in den vom Bergbau belasteten Gebieten, wurde eine Radonrisikokarte für ganz Deutschland auf Basis der Geologie erstellt, wobei insbesondere auch auf Bodengasmessungen Wert gelegt wurde⁷². Da derzeit in Deutschland eine große epidemiologische Studie über den Zusammenhang von Radonexposition und Lungenkrebs fertig gestellt wurde (Case-control Studie)^{73,74}, sind auch viele (ca. 33000) Langzeit-Innenraummessungen durchgeführt worden, die einen Vergleich des geologisch prognostizierten Radonrisikos mit den tatsächlich gemessenen Innenraumkonzentrationen ermöglichen⁷⁵ bzw. zur Kalibrierung der geologischen Prognosen dienen.

Frankreich

Aufgrund von insgesamt etwa 13000 Messungen hat sich in Frankreich ein Mittel von 90 Bq/m³ ergeben. Hohe Werte sind vor allem im Zentralmassiv gefunden worden.

⁷⁰ **R. Lehmann:** Strahlenexposition durch Radon und Radonzerfallsprodukte in Wohngebäuden der Bergbaugebiete von Sachsen und Thüringen. Bundesamt für Strahlenschutz ST1-02/1997 Interne Berichtsdocumentation der Abteilung „Strahlenexposition in bergbaulichen Anlagen und deren Umgebung“, 1997.

⁷¹ **Bundesministerium für Inneres:** Radon in Wohnungen und im Freien: Erhebungsmessungen in der Bundesrepublik Deutschland, BMI-Bericht, Bonn 1985; siehe auch H. Schmier et al. *Sci. Total Env.* **45**, p.307, 1985.

⁷² **J. Kemski, A. Siehl, R. Stegemann, M. Valdivia-Manchego:** Geogene Faktoren der Strahlenexposition unter besonderer Berücksichtigung des Radonpotenzials. (Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben St. Sch. 4106).- Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz, BMU-1999-534, p.133. Bonn 1999.

⁷³ **H.-E. Wichmann, L. Kreienbrock, A. Schaffrath-Rosario, I. M. Heid:** Deutsche Radonstudien: Wege zu einer robusten Risikoabschätzung. In: Forschung zum Problembereich „Radon“. 13.Radon-Statusgespräch des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Berlin 24./25. Oktober 2000. Bonn Dezember 2000.

⁷⁴ **H.-E. Wichmann, A. Schaffrath-Rosario, I. M. Heid, M. Kreuzer, J. Heinrich, L. Kreienbrock:** Increased Lung Cancer Risk due to Residential Radon in a Pooled and Extended Analysis of Studies in Germany. *Health Physics* **88**(1):71-79, January 2005.

⁷⁵ **L. Kreienbrock, A. Siehl:** Multiple statistische Analyse von Radon-Erhebungsmessungen in Deutschland. In: A. Siehl (ed.) *Umweltradioaktivität*. Ernst & Sohn, Berlin 1996, p.299.

Großbritannien

Anfang der 80er Jahre lief in Großbritannien eine Untersuchung zur Ermittlung der natürlichen Strahlenbelastung, wobei in 2100 Haushalten auch die Radonkonzentration gemessen wurde. Die Messwerte folgten einer logarithmischen Normalverteilung mit einem Mittelwert von 20 Bq/m^3 , wobei in Devon und Cornwall die höchsten Werte gemessen wurden. 1991 wurde 650000 Haushalten in diesen Gebieten eine kostenlose Radonmessung angeboten, die von etwa 12% aller Haushalte genutzt worden ist. Später ist das Programm auch auf Somerset, Northampton und Derbyshire ausgeweitet worden, wobei die Teilnahme zwischen 20 und 40% schwankte. Im britischen Radonprogramm ist danach ein $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ Raster über das Land gezogen worden und in jedem Rasterquadrat wurden mindestens 12 Messungen durchgeführt. Später ist dieser Raster auf $5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$ verringert worden. Die Ergebnisse wurden 1996 veröffentlicht. Davor sind schon verschiedene Gebiete zu „Radon Affected Areas“ erklärt worden. Ab 1997 wurde jedem Haushalt in einem Gebiet, in dem eine mehr als 5% Chance eines Messwertes über dem „Action Level“ (200 Bq/m^3) bestand, eine kostenlose Messung angeboten. Damit sind in England allein in etwa 400000 Wohnungen Messungen durchgeführt worden, wobei in etwa 40000 Wohnungen Radonkonzentrationen über 200 Bq/m^3 nachgewiesen werden konnten. Jedoch nur etwa 10-20% aller Eigentümer von Häusern mit hohen Radonkonzentrationen waren bereit Sanierungsmaßnahmen einzuleiten.⁷⁶

Italien

Zwischen 1989 und 1999 wurden in ganz Italien Radonmessungen in insgesamt 5361 Wohnungen vorgenommen, wobei zwei Systeme von Track-Etch Detektoren Verwendung fanden. Die Messungen sind von verschiedenen Labors durchgeführt worden. Es ergab sich ein Mittelwert von 70 Bq/m^3 , wobei die Mittel der Provinzen (Provinzen entsprechen etwa unseren Bundesländern) zwischen 20 und 120 Bq/m^3 variierten^{77,78}. Die Mittelwerte sind insbesondere in der Lombardei, in Lazio und in der Campania sehr hoch. Hohe Radonwerte weisen aber auch u. a. das Valle del Cervo in Piemont, das Val Venosta in Südtirol aber auch die Colline Metallifere in der Toskana auf. Dies hat dazu geführt, dass in manchen Regionen weitere Messungen durchgeführt wurden, so etwa in Südtirol.⁷⁹ Dabei sind in einigen Gemeinden gut abgesicherte Mittelwerte der Radonkonzentration von deutlich über 400 Bq/m^3 gefunden worden.

Schweden

Systematische Messungen der Radonkonzentration wurden erstmalig 1956 in Schweden durchgeführt⁸⁰. In einer Reihe von Häusern wurden unerwartet hohe Radonkonzentrationen gefunden, wobei man annahm, dass das Baumaterial (eine Art Blähton) dafür verantwortlich war. Erst etwa 20 Jahre später begann man mit großflächigen Untersuchungen

⁷⁶ **G. M. Kendall, B. M. R. Green:** The development of the UK radon programme. In: Forschung zum Problemkreis „Radon“. 13.Radon-Statusgespräch des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Berlin 24./25. Oktober 2000. Bonn Dezember 2000.

⁷⁷ **F. Bochicchio, G. Campos-Venuti, C.Nuccetelli, S. Piermattei, S. Risica, L. Tommasino, G. Torri:** Results of the Representative Italian National Survey on Radon Indoors. Health Physic **71**, No. 5, p.741-748, 1996.

⁷⁸ **F. Bochicchio, G. Campos-Venuti, C.Nuccetelli, S. Piermattei, S. Risica, L. Tommasino, G. Torri:** Results of the Representative Italian National Survey on Radon Indoors in all the 21 Italian Regions. Proceedings of “Radon in the Living Environment”, p.997, 19-23 April 1999, Athen.

⁷⁹ **L. Minach:** Landesagentur für Umwelt und Arbeitsschutz: Radonmessungen in Südtirol. Labor für Physikalische Chemie, Autonome Provinz Bozen, Schriftenreihe Nr.1.

⁸⁰ **B. Hultquist:** K. Svenska Vetensk Akad. Handl. **6** (3),1956.

der Radonkonzentration in Wohnungen. Dabei erkannte man, dass vor allem der Boden unter den Häusern die wesentliche Radonquelle darstellt. Durch eine Kombination aus geologischen und radiometrischen Untersuchungen, Bodengas- und Innenraummessungen wurde in Schweden eine dreistufige Bodentypisierung (Karten im Maßstab 1:50000) vorgenommen, entsprechend denen bei Neubauten gewisse Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen. Insgesamt wurden bis 1999 etwa 400000 Haushalte vermessen (10% aller Haushalte) wobei der nationale Durchschnitt bei etwa 110 Bq/m³ liegt. Man schätzt, dass etwa 150000 Haushalte Radonkonzentrationen von mehr als 400 Bq/m³ aufweisen.⁸¹

Schweiz

Der Radonkataster der Schweiz wird auf Basis von Gemeinden erstellt. Die schweizer Radon-Datenbank enthält derzeit Daten von etwa 57700 Häusern. Von den ca. 105500 Messwerten stammen 62700 Daten aus bewohnten Räumen. Das arithmetische Mittel für die Schweiz beträgt (derzeit) 78 Bq/m³. Es wird geschätzt, dass 1 bis 2 % der Bevölkerung in Konzentrationen über 400 Bq/m³ (Richtwert) und ca. 0.3 % in Konzentrationen über 1000 Bq/m³ (Grenzwert) lebt. Tessin und Schweizer Jura und mehrere Gebiete in Graubünden werden derzeit als Radongebieten angesehen.^{82,83}

Tschechien

Schon seit 1990 sind in Tschechien Radonrisikokarten auf Basis der Geologie erstellt worden (Maßstab 1:200000). Heute liegt bereits eine Gesamtkarte für Tschechien im Maßstab 1:50000 vor.^{84,85} Die 214 Kartenblättern sind über das Internet⁸⁶ zugängliche oder sind auf einer CD erhältlich. Tschechien ist mit Großbritannien, Schweden und der Schweiz hinsichtlich Innenraummessungen sicher führend in der Welt (es wurden bisher mehr als 100000 Wohnungen untersucht). Damit kann ein Vergleich zwischen den aus der Geologie prognostizierten Werten und den tatsächlichen Belastungen durchgeführt werden. Es ergibt sich, dass bei einer drei Klassen-Einteilung (niedrig, mittel, hoch) eine etwa 75% Wahrscheinlichkeit besteht, dass die prognostizierte Klasse mit der gemessenen Klasse übereinstimmt. Tabelle 24 zeigt die Ergebnisse einer Untersuchung von 464 Gemeinden, in denen mehr als 30% aller Wohnungen vermessen wurden.

	Messung gering	Messung mittel	Messung hoch
Prognose gering	73.68%	21.05%	5.26%
Prognose mittel	11.33%	79.33%	9.33%
Prognose hoch	0.72%	26.81%	72.46%

Tabelle 24: Zusammenhang zwischen prognostizierter Belastung aus geologischen Untersuchungen und gemessener Belastung.

⁸¹ **L. Mjönes:** The radon situation in Sweden. In: Forschung zum Problemkreis „Radon“. 13.Radon-Statusgespräch des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Berlin 24./25. Oktober 2000. Bonn Dezember 2000.

⁸² **G. Piller, G. A. Roserens, W. Zeller:** The Swiss Radon Programme. Proceedings of “Radon in the Living Environment”, 19-23 April 1999, p.537, Athen 1999.

⁸³ **Bundesamt für Gesundheit:** Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität in der Schweiz. Ergebnisse 2005, Bern, Mai 2005.

⁸⁴ **I. Barnet, J. Miksová, R. Tomas, J. Karenová:** Radon risk mapping of the Czech Republic on a scale 1:50000. Radon investigations in the Czech Republic VIII, 5th Intern. Workshop of the Geological Aspects of Radon Risk Mapping. Czech Geolog. Survey & Radon Corp., Prague 2000, ISBN 80-7075-417-6.

⁸⁵ **P. Pacherová:** Radon database – the statistical evaluation.- in Barnet I., Neznal M., Pacherová P.: Radon investigations in the Czech Republic X and the seventh international workshop on the Geological Aspects of Radon Risk Mapping. – 168 p. ČGS Praha, 2004.

⁸⁶ http://nts2.cgu.cz/aps/CD_RADON50/index/aplikace.htm

Die große Anzahl von Untersuchungen ist darauf zurückzuführen, dass in Tschechien eine gesetzliche Regelung zur Begrenzung der Innenraumradonkonzentration bis vor kurzem bestand und außerdem bei Neubauten Bodengasuntersuchungen hinsichtlich Radon vorgeschrieben sind.

Die **rechtliche Situation** ist in den verschiedenen Ländern sehr unterschiedlich. Nur wenige Länder haben gesetzlich festgelegte Obergrenzen der Radonkonzentration, die meisten Länder begnügen sich mit Richtwerten bei deren Überschreitung Maßnahmen zur Reduktion der Radonkonzentration empfohlen werden. Zumeist wird zwischen bestehenden Bauten und neu zu errichtenden Gebäuden unterschieden, wobei dies einerseits das Risiko der Sanierung eines bestehenden Baues, andererseits natürlich auch das ökonomische Problem der Sanierung sehr vieler Häuser berücksichtigt. In Abbildung 151 und Abbildung 152 sind die mit dem Stand 2000 (Ausnahme Deutschland, Stand 2003) gültigen Werte für Wohnräume zusammengefasst, wobei sich Deutschland an die EU-Empfehlung von 400 bzw. 200 Bq/m³ angepasst hat (früher 1000 und 250 Bq/m³) und möglicherweise in Zukunft noch niedrigere Werte plant.

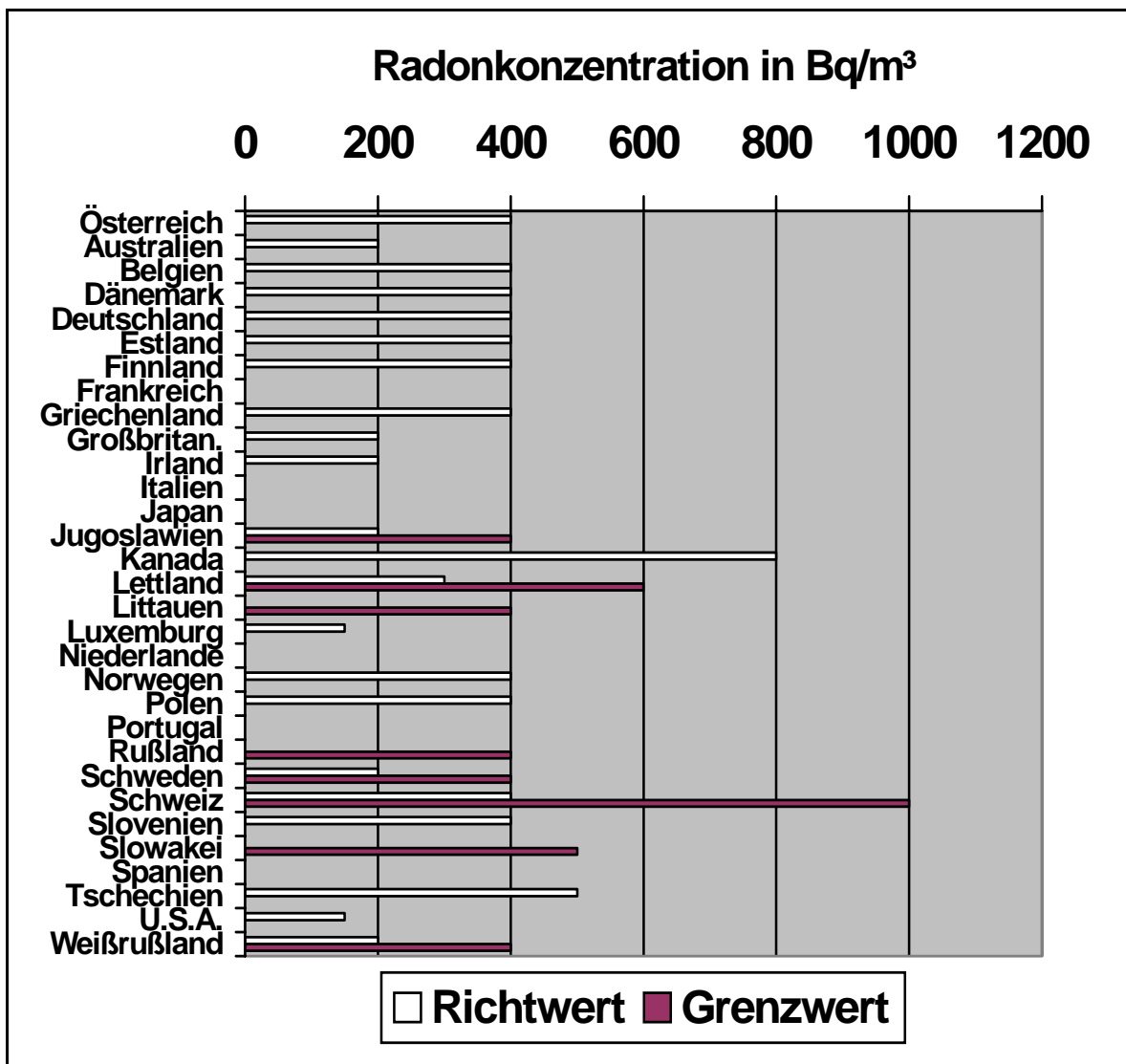


Abbildung 151: Richtwerte und gesetzlich festgelegte Grenzwerte für die Obergrenze der Radonkonzentration in bestehenden Wohnungen. Zur Vergleichbarkeit wurden alle nationalen Werte in Radongaskonzentration in Bq/m³ umgerechnet und nationale Sonderheiten,

wie z. B. gestaffelte Richtwerte für verschiedene Maßnahmen, nicht extra angeführt. Wenn für manche Länder keine Werte eingezeichnet sind, bedeutet dies, dass derzeit keine Richt- oder Grenzwerte existieren.

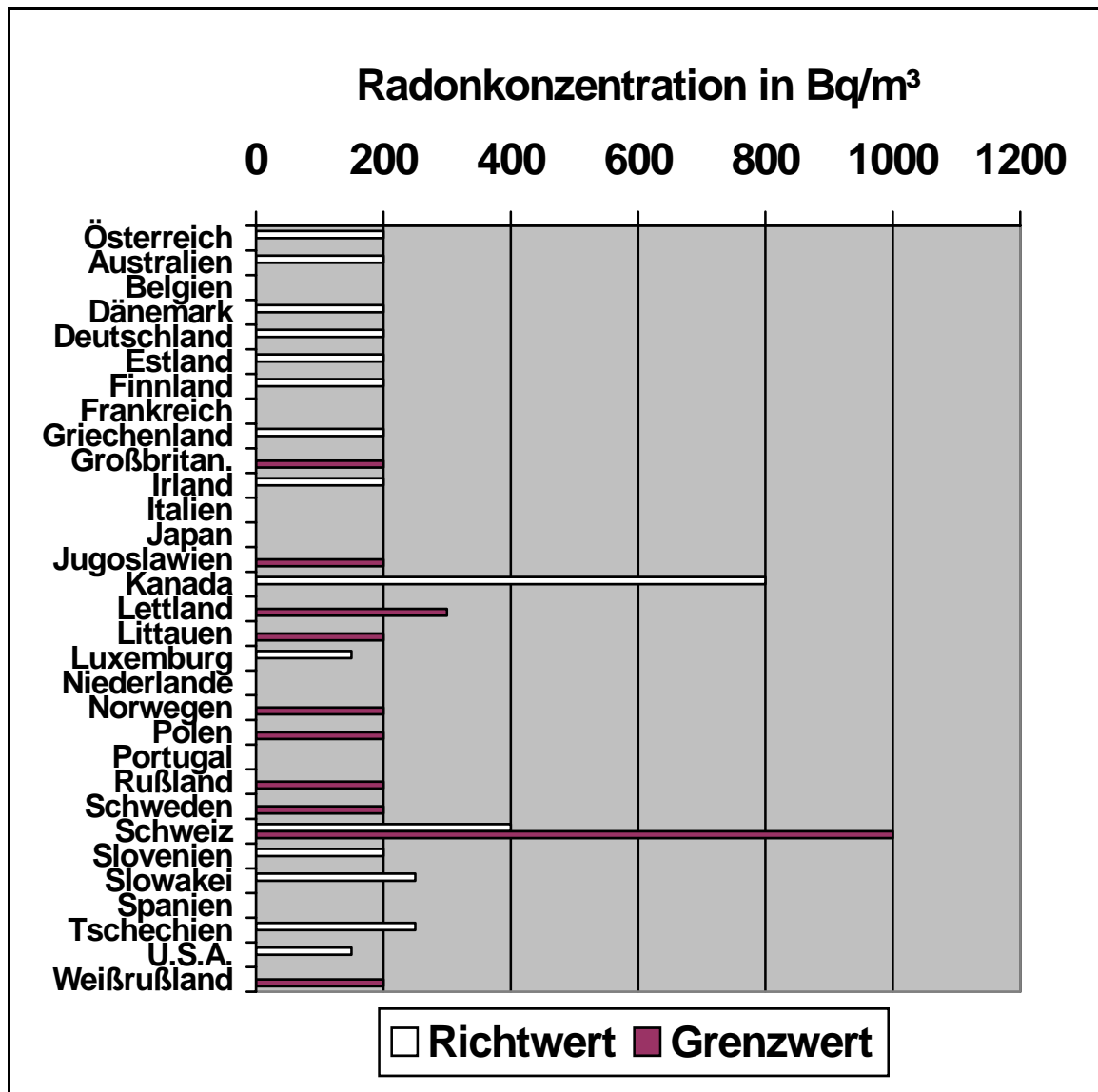


Abbildung 152: Richtwerte und gesetzlich festgelegte Grenzwerte für die Obergrenze der Radonkonzentration in neu gebauten Wohnungen. Zur Vergleichbarkeit wurden alle nationalen Werte in Radongaskonzentration in Bq/m³ umgerechnet. Wenn für manche Länder keine Werte eingezeichnet sind, bedeutet dies, dass derzeit keine Richt- oder Grenzwerte existieren.

Wie ist nun das österreichische Radonprogramm im Kontext mit anderen Ländern einzuschätzen? Im Vergleich zu Großbritannien, Schweden und Tschechien haben wir nur eine sehr grobmaschige Untersuchung vorgenommen, vergleichen wir unsere Bemühungen hingegen mit allen andern Ländern, so schneiden wir vergleichbar oder deutlich besser als so manche große Nation ab. Der Vorteil gegenüber vielen anderen Ländern liegt u. a. auch in der einheitlichen Untersuchung aller Gebiete, so dass eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse über Gebietsgrenzen hinweg besteht. Darüber hinaus muss darauf hingewiesen werden, dass in vielen Ländern ganze Organisationen an dem Problem Radon arbeiten und die österreichischen Untersuchungen vergleichsweise als sehr kostengünstig anzusehen sind.

Von den Messwerten her, muss Österreich im Durchschnitt als geringfügig höher belastet angesehen werden als die meisten anderen europäischen Länder, wobei jedoch natürlich überall lokal stark variierende Werte auftreten. So gibt es in nahezu allen Ländern Gebiete mit wesentlich erhöhtem Radonrisiko und es ist ja der Zweck solcher Studien diese Gebiete zu finden, um dort geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Radonbelastung einzuleiten.

Hinsichtlich von Richtwerten und Grenzwerten entspricht die österreichische Vorgangsweise jener der meisten anderen Länder. Länder, die aufgrund ihres geologischen Untergrundes kein Radonproblem haben, können natürlich sehr niedrige Grenzwerte vorschreiben. Es gibt aber auch in mehreren anderen Staaten relativ strenge Grenzwerte, jedoch werden diese in der Praxis nicht beachtet, da es einfach unmöglich ist, kurzfristig alle betroffenen Häuser zu sanieren. Eingedenk dessen hat sich etwa die Schweiz entschieden einen höheren Grenzwert vorzuschreiben, diesen aber auch einzuhalten. Ähnliche Überlegungen haben auch in Deutschland zu einem „Eingreifrichtwert“ von 1000 Bq/m^3 geführt, jedoch wurde in Übereinstimmung mit den Europäischen Richtwerten dieser nunmehr auf 400 Bq/m^3 gesenkt.

Ein derzeit noch ungelöstes Problem ist die Vergleichbarkeit von Radonstudien über Landesgrenzen hinweg. In den meisten Fällen werden die mittleren Radonkonzentrationen in Innenräumen zur Klassifizierung eines Gebietes verwendet (was natürlich von der lokalen Bauweise abhängt), andere Länder verwenden Ergebnisse von Messungen im Kellerschoß oder Bodengasmessungen und noch andere Länder klassifizieren nach geologischen Parametern. Außerdem ist die Definition eines „Radongebietes“ auch von der Größe des Radonproblems eines Landes abhängig, d. h. Länder mit nur geringer Radonkonzentration klassifizieren Gebiete als gefährdet, die in anderen Ländern als nicht betroffen angesehen würden. Es ist derzeit international in Diskussion, wie man zu einem einheitlichen Maß der Radongefährdung kommen kann (eine Möglichkeit wäre etwa die in Österreich vorgenommene Definition eines Radonpotenzials), oder zumindest wie man die unterschiedlichen Klassifizierungsmethoden gegeneinander kalibrieren kann, damit man über Landesgrenzen hinweg nationale Radonkarten zu Gesamtradonkarten (etwa für Europa) zusammenschließen kann. Eine diesbezüglich frühe Veröffentlichung⁸⁷ ist nicht sehr informativ, da damals nur sehr unvollständige Kenntnisse hinsichtlich der tatsächlichen Radonpotenziale in Europa vorhanden waren.

⁸⁷ **B. M. R. Green, J. S. Hughes, P. R. Lomas:** Radiation Atlas. Natural sources of ionizing radiation in Europe. Commission of the European Communities. EUR 14470. Radiation Protection Series, 1993. ISBN 92-826-4840-0

8 Zukunftsperspektiven

Das Radonpotenzial der österreichischen Gemeinden, so wie es durch ÖNRAP festgestellt wurde, repräsentiert das derzeitige Wissen. Sofern in Zukunft weitere Informationen zur Verfügung stehen, sollten diese natürlich zur Verbesserung der bestehenden Karten verwendet werden. Dies betrifft sowohl Messergebnisse (in Räumen, im Bodengas) als auch Informationen anderer Art, also etwa zusätzliche Erkenntnisse aufgrund spezieller statistischer Auswertemethoden (Clusteranalyse, Bayes-Statistik etc.) und/oder unter Berücksichtigung geologischer Informationen. Ein vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Gesundheit und Gewässerschutz finanziertes Projekt hat versucht den Einfluss verschiedener Parameter auf die Radonkonzentration in Räumen zu modellieren und damit die bestehende Radonpotenzialkarte zu verbessern. Diese Untersuchungen haben sich vorerst auf das Mühlviertel konzentriert. In einem weiteren Projekt wurden glaziale Ablagerungen im Alpenvorland untersucht.⁸⁸ Untersuchungen dieser Art sollen in Zukunft noch auf weitere Gebiete in Ganz Österreich ausgeweitet werden.

Es ist jedoch weiter darauf hinzuweisen, dass auch die beste Radonpotenzialkarte immer nur einen Hinweis auf die zu erwartende Radonkonzentration unter Standardbedingungen bzw. eine Abschätzung für andere Situationen liefern kann, jedoch eine Voraussage für ein einzelnes Gebäude nicht möglich ist.

Die sehr umfangreichen und damit doch recht aufwendigen Untersuchungen zur Bestimmung der Radonkonzentrationen in österreichischen Wohnungen, sollen nicht das Ergebnis eines wissenschaftlichen Forschungsprojektes bleiben, sondern sind primär dazu gedacht, Maßnahmen setzen zu können, um die Belastung der Bevölkerung durch radioaktive Strahlung zu reduzieren. Diese Maßnahmen zielen in zwei Richtungen, nämlich:

- Sanierung bestehender Problemfälle und
- Vorsorge zur Vermeidung künftiger Problemfälle.

Unter Sanierung sollen Maßnahmen verstanden werden, die zu einer Reduktion der Radonkonzentration in Wohnungen führen. Das kann von einem konsequenten Lüften der Wohnräume bis zu aufwendigen baulichen und Lüftungstechnischen Maßnahmen reichen. Damit Sanierungsmaßnahmen, die über das reine Lüften der Räume hinausgehen, durchgeführt werden, bedarf es jedoch verschiedener zusätzlicher Schritte. Als erstes ist die Bevölkerung in den Gebieten mit erhöhter Innenraumkonzentration entsprechend zu informieren um ein „Problembewusstsein“ zu schaffen. Danach sollten durch die Behörden Anreize geschaffen werden (Beratung, Messdienste, Förderungen, Unterstützungen etc.) tatsächlich notwendige Maßnahmen durchzuführen. Daneben sind verschiedene Sanierungskonzepte auf ihre Eignung und Nachhaltigkeit und letztendlich auch auf ihre Kosten zu prüfen. Ein diesbezügliches Projekt^{89,90} wurde bereits durchgeführt (SARAH – Sanie-

⁸⁸ **V. Gruber:** *Untersuchungen und Evaluierung der geogenen Radon-Aktivitätskonzentration in eiszeitlich-glazialen Ablagerungen in Oberösterreich.* Diplomarbeit, Technische Universität Wien, 2004.

⁸⁹ **Maringer, F.J., Akis, N.G., Kaineder, H., Kindl, P., Kralik, C., Lettner, H., Lueginger, St., Ringer, W., Rolle, R., Schönhofer, F., Sperker, S., Stadtmann, H., Steger, F., Steinhäusler, F., Tschurlovits, M. & Winkler, R.:** *First results of the Austrian radon mitigation project.* IRPA Reg. Symp. Rad. Prot. in Neighbouring Countr. of Centr. Europe 1997, Prague, Sept. 8-12. Ed. J. Sabol. Prague: Techn. Univ. Prague, 1997. pp. 145-149.

⁹⁰ **Maringer, F.J., Lueginger, S., Akis, M.C., Kaineder, H., Kindl, P., Kralik, C., Lettner, H., Nadschläger, E., Ringer, W., Rolle, R., Schönhofer, F., Sperker, S., Stadtmann, H., Steger, F., Steinhäusler, F., Tschurlovits, M., Winkler, R.:** *Das österreichische Radonsanierungsprojekt ‚SARAH‘: Ergebnisse und Folgerungen.* Tagungsband der 30. Jahrestagung des Fachverbandes f. Strahlenschutz ‚Radioaktivität und Umwelt‘, 28.9.-2. 10 1998, Lindau im Bodensee. Publikationsreihe Fortschritte im Strahlenschutz. ISSN 1013-4506. Köln: TÜV Verlag GmbH, 1998. pp 447-452.

nung radonbelasteter Häuser) und hat zur Entwicklung der so genannten „Blower Door Methode“ geführt. Diese ermöglicht es, dass in kurzer Zeit festgestellt werden kann, wie groß die maximal zu erwartenden Radonkonzentrationen in einzelnen Räumen sind. Aufgrund dieser Untersuchungen und der internationalen Erfahrung auf dem Gebiet der Radonsanierung, liegt bereits genügend Wissen vor, um tatsächlich Sanierungsprojekte durchführen zu können.

Die Frage der Nachhaltigkeit einer Sanierung kann noch nicht als vollständig geklärt angesehen werden. Wohl wurden in sanierten Gebäuden nach ein oder zwei Jahren Nachmessungen durchgeführt, jedoch gibt es für längere Zeiträume noch wenig Erfahrung, ob der Sanierungserfolg anhält. Sanierungsmaßnahmen können nämlich aus verschiedenen Gründen langfristig versagen. Einerseits können aufgrund von Setzungen und anderen Ursachen Bauschäden auftreten, die ein erneutes Eindringen von Radon ermöglichen, etwa indem sich Risse im Fundament bilden oder Spalten in den Abdichtungen von Durchführungen wie Wasser, Kanal oder elektrischen Leitungen auftreten. Auch können Alterungsprozesse Materialien in ihren Eigenschaften deutlich verändern, z. B. können Folien für Radon durchlässiger werden oder Dichtstoffe verspröden. Schließlich sind aktive Lüftungstechnische Maßnahmen, wie etwa Absaugungen, instand zu halten, d. h. die Durchlässigkeit der Lüftungsrohre ist zu prüfen, das Funktionieren der Motoren und deren Ansteuerung muss sichergestellt werden, und auch eine alterungsbedingte mögliche Lärmentstehung muss verhindert werden. In diesem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass auch schon funktionierende Absauganlagen abgestellt wurden, da den Bewohnern die Stromkosten langfristig nicht akzeptabel erschienen.

Auch noch nicht geklärt ist die Frage wann eine Sanierung als erfolgreich anzusehen ist. Gilt eine Sanierung nur dann erfolgreich, wenn der Richtwert der österreichischen Strahlenschutzkommission unterschritten wird, also nach der Sanierung weniger als 400 Bq/m³ Radon im Jahresdurchschnitt im sanierten Gebäude (in den Wohnräumen) nachzuweisen ist, oder kann bereits von einer erfolgreichen Sanierung gesprochen werden, wenn man die Radonkonzentration z. B. von ursprünglich 10000 Bq/m³ auf 500 Bq/m³ gesenkt hat?

Sind Sanierungen für bestehende Bauten von Bedeutung, so ist die Vorsorge bei Neubauten langfristig sicher die wichtigere Komponente zur Reduktion der Radonbelastung der Bevölkerung. Dies hat vor allem ökonomische Gründe. Man muss bei Sanierungen von bestehenden Bauten jedenfalls i. a. mit höheren Kosten rechnen, die auch oft im Vorhinein nicht gut abgeschätzt werden können. Bei Neubauten ist eine radonsichere Bauweise durch zumeist sehr geringe Mehrkosten erreichbar. Es existiert eine ÖNORM⁹¹ (Vornorm), die sich zum Ziel gesetzt hat, bautechnische Anweisungen zu geben, die ein „radonsicheres“ Bauen ermöglichen sollen. Auch in anderen Ländern versucht man, vor allem durch gezielte Maßnahmen beim Neubau, zukünftige Radonprobleme hintan zu halten. So gibt es z. B. auch in Tschechien eine diesbezügliche Norm⁹². In den meisten Ländern versucht man das Problem nicht über Baunormen zu lösen, sondern gibt entsprechende Informationsbroschüren heraus. Als Beispiele seien Publikationen von Seiten der Europäischen Union⁹³, aus der Schweiz⁹⁴, aus Deutschland⁹⁵ und aus Großbritannien⁹⁶ erwähnt, jedoch gibt es noch viele

⁹¹ **Österreichisches Normungsinstitut:** *Radon, Teil 2: Bautechnische Vorsorgemaßnahmen bei Gebäuden*, ÖNORM S5280-2.

⁹² **Český normalizační institut:** *Ochrana staveb proti radonu z podloží*. ČSN 73 0601, 1995.

⁹³ **European Collaborative Action:** *Indoor Air Quality & Its Impact On Man*. Report No. 15: *Radon in indoor air*. Report EUR 16123 EN, Luxembourg 1995, ISBN 92-827-0119-0.

⁹⁴ **Bundesamt für Gesundheit:** *Radon: Technische Dokumentation für Baufachleute, Gemeinden, Kantone und Hauseigentümer* (Radonhandbuch Schweiz), Bern 2000.

andere einschlägige Publikationen, in Großbritannien vom NRPB (National Radiological Protection Board) und vom Building Research Establishment, in den USA von EPA (Environmental Protection Agency), in Schweden vom SSI (Statens strålskyddsinstiut), u. s. w.

Da für alle Maßnahmen zur Reduktion der Strahlenbelastung durch Radon Informationen für die Betroffenen benötigt werden, ist in Österreich eine Radon-Broschüre⁹⁷ und eine Radon-Informations-CD⁹⁸ hergestellt worden. In dieser Broschüre bzw. CD wird erklärt was Radon ist, wo es vorkommt, welche Gefahren bestehen, welche Maßnahmen gesetzt werden können, um diesen Gefahren zu begegnen und wo man weitere Informationen erhalten kann. Dieses Informationsmaterial ist einerseits dafür gedacht, dass es Personen, die bis dahin nichts von Radon wissen, eine entsprechende Grundinformation gibt, andererseits soll es aber auch Fachleuten (Verwaltung, Bauwesen etc.) helfen, eventuell gefährdete Gebiete einzugrenzen oder auch Empfehlungen für Baumaßnahmen treffen zu können.

Neben der Frage der Radonbelastung in Wohnungen, muss in Zukunft aber auch die natürliche Strahlenbelastung am Arbeitsplatz berücksichtigt werden. Ein diesbezüglicher Auftrag ist an alle Mitgliedsländer der Europäischen Union mit der Umsetzung der Europäischen Richtlinie 96/29 gegangen. Es wird also in Zukunft auch zu prüfen sein, wo an Arbeitsplätzen mit erhöhten Radonbelastungen zu rechnen ist. Erste Untersuchungen wurden bereits in oberösterreichischen Wasserwerken durchgeführt.⁹⁹ Aus internationalen Erfahrungen ist bekannt, dass insbesondere Beschäftigte in Untertagebetrieben, in Wasserwerken, in speziellen Bereichen der chemischen Industrie (Phosphatindustrie, Uran, Thorium und Seltene Erden verarbeitenden Industrien) etc. erhöhten Radonbelastungen ausgesetzt sein können. Es sind jedoch noch viele weitere Bereiche denkbar, etwa die Erdölindustrie, Lagerhallen von Aschen und Düngemitteln, Betriebe in Kellerlokalen (Kleingewerbe, Gastgewerbe, Weinkellereien, Champignonzucht), möglicherweise sogar Erdarbeiten in tieferen Künetten und viele andere Arbeitsplätze könnten Radonprobleme aufweisen, so dass man dort genauere Nachschau halten sollte. Es soll in einem ersten Schritt zumindest ein Überblick über den tatsächlichen Umfang der Radonproblematik am Arbeitsplatz geschaffen werden, mit dem Ziel, die Belastung der Betroffenen zu senken, ohne den Betrieben unlösbare Auflagen zu erteilen. Man müsste versuchen durch die Hilfe von Spezialisten eventuelle Radonprobleme, die den Firmen derzeit zum allergrößten Teil sicher nicht bewusst sind, durch Änderungen der Arbeitsorganisation, durch Lüftungstechnische und gegebenenfalls durch einfache bauliche Maßnahmen zu lösen. Es ist dabei ein sehr behutsames Vorgehen nötig, da rigorose Maßnahmen in Summe der Gesundheit der Betroffenen wahrscheinlich eher abträglich ist (Radonrisiko wird gegen psychische Beeinträchtigung - Verlust des Arbeitsplatzes, Verlust des Betriebes - getauscht).

⁹⁵ **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und Bundesamt für Strahlenschutz:** Radon Handbuch Deutschland. Braunschweig-Druck GmbH, Druck Verlag Medien, Braunschweig, September 2001.

⁹⁶ **Building Research Establishment Report:** *Radon: guidance on protective measures for new dwellings.* BR 211, Garston 1993, ISBN 0 85125 511 6

⁹⁷ **H. Friedmann:** Radonbelastung in Österreich. Hergestellt im Auftrag des BMLFUW, Wien 2005 (erhältlich über das BMLFUW).

⁹⁸ **H. Friedmann, M. Kafesie:** Eine CD zur Information über Radon. Hergestellt im Auftrag des BMGF und des BMLFUW, Wien 2005 (erhältlich über das BMLFUW).

⁹⁹ **W. Ringer:** personal communication, 2006.

9 Radon im Wasser

Da bekanntermaßen auch in Quell- und Grundwasser oft hohe Radonkonzentrationen auftreten, lag es nahe, eine geographische Zuordnung der Wahrscheinlichkeiten dafür vorzunehmen. Damit sollen einerseits mögliche Gebiete erhöhte Dosisbelastungen für die Bevölkerung (Hausbrunnen etc.) andererseits aber noch viel mehr Gebiete erfasst werden, in denen Wasserwerke bzw. andere Wasseraufbereitende Betriebe signifikant erhöhte Radonkonzentrationen in ihren Anlagen aufweisen können. Damit kann diese Untersuchung bereits als erster Schritt in Hinblick auf die Erfassung von Arbeitsplätzen mit signifikant erhöhter Strahlenbelastung aufgrund natürlicher, radioaktiver Nuklide aufgefasst werden.

Bei dieser Untersuchung ist auf vorhandene Messdaten zurückgegriffen worden. So wurden schon relativ kurz nach der Entdeckung der Radioaktivität Radonmessungen von Quellwässern durchgeführt. Neben neueren Daten sind viele dieser Messungen bereits in einer Datenbank an der Fakultät Physik der Universität Wien, Gruppe Kernphysik zusammengefasst¹⁰⁰. Weitere neue Daten wurden von anderer Seite zur Verfügung gestellt^{101,102}. Schließlich sind noch im Zuge eines vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft finanzierten Projektes systematische Untersuchungen von Grund- und Quellwässern durchgeführt worden, bei denen auch die Radonkonzentrationen gemessen wurden¹⁰³. Insgesamt standen etwa 6500 Messresultate zur Verfügung, wobei ca. 4300 aus dem genannten Projekt stammten. Von den verbleibenden Daten stammen ungefähr 1600 Werte aus Messungen vor 1950.

Da von vielen Seiten gewisse Vorbehalte gegen alte Messergebnisse (vor 1950) existieren, wurde versucht diese auf ihre Richtigkeit zu überprüfen. Es gibt eine Reihe von Quellen, die schon sehr früh untersucht wurden und mit neueren Messungen verglichen werden können. Stimmen diese Messungen innerhalb der Fehlergrenzen überein, so kann geschlossen werden, dass die Personen/Institutionen, deren Messungen in Übereinstimmung mit den neueren Messungen sind, auch bei den anderen, nicht vergleichbaren Messungen richtige Ergebnisse geliefert haben. Damit konnte der überwiegende Teil der historischen Messungen mit gutem Gewissen zur Auswertung herangezogen werden.

Bei der Interpretation und Auswertung der Daten ergeben sich eine Reihe von Schwierigkeiten:

- Die Daten beruhen nicht auf statistisch ausgewählten Messpunkten sondern sind zum größten Teil auf Messungen zurückzuführen, die im Zusammenhang mit einer bestehenden oder geplanten Nutzung durchgeführt wurden.
- Die Daten umfassen Messungen aus sehr unterschiedlichen Quellen. So sind Messwerte von sehr oberflächennahen Grundwässern ebenso wie Messwerte von tiefen Bohrungen in diesen Daten vorhanden.
- Vielfach existieren mehrfache Messwerte für eine Quelle, die als solche nicht erkannt werden, da sich z. B. der Quellnamen geändert hat. Solche unerkannte Mehrfachmessungen führen natürlich zu einer falschen Wichtung bei einer statistischen Auswertung der Daten.

¹⁰⁰ **H. Friedmann:** Radon & Radium Daten Bank. Inst. f. Radiumforschung u. Kernphysik, Progress Report 1989.

¹⁰¹ **P. Kindl, K. Fink:** personal communication, 1998.

¹⁰² **F. Schönhofer, C. Kralik, K. Pock:** personal communication, 1998.

¹⁰³ **M. Ditto, W. Fimml, V. Karg, M. Korner, J. Weisz:** Radon-222 im Grundwasser. Ein österreichweiter Überblick. Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung und -forschung Wien, Jänner 1999.

- Die Probennahme erfolgte bei vielen Messungen durch Laien, d. h. es besteht die Möglichkeit, dass, trotz entsprechender Information, ein gewisser Radonverlust beim Ziehen der Proben aufgetreten sein könnte.

Eine Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Radonkonzentration in Quell- und Grundwässern ist Abbildung 153 zu entnehmen.

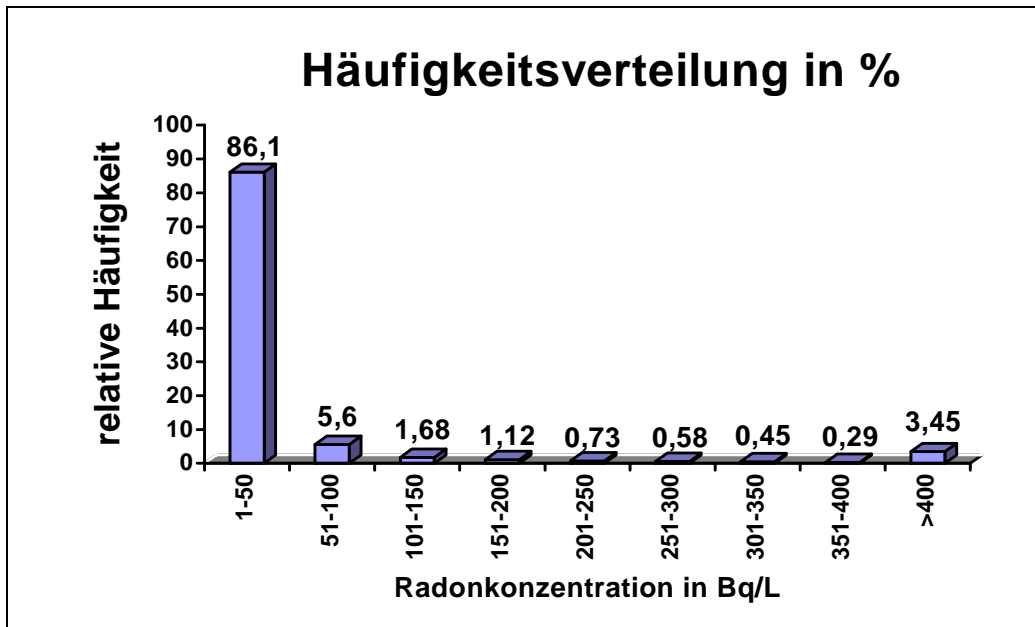


Abbildung 153: Häufigkeitsverteilung der Radonkonzentration im Wasser.

Es stellt sich nun die Frage, wie man aus diesem Wust von Daten eine sinnvolle Auswertung vornehmen soll, bzw. welche Ergebnisse man überhaupt erwarten kann. Nach verschiedenen Versuchen einer systematischen Analyse wurde schließlich folgende Vorgangsweise gewählt: Im ersten Schritt wurden die Gemeinden/Bezirke in 3 Klassen eingeordnet und zwar gemäß der vorhandenen Messwerte:

Klasse 1: Gemeinden/Bezirke, in denen alle Messwerte unter 100 Bq/L liegen und weniger als 30% aller Messwerte 50 Bq/L überschreiten.

Klasse 2: Gemeinden/Bezirke, in denen alle Messwerte unter 300 Bq/L liegen und weniger als 30% aller Messwerte 150 Bq/L überschreiten, jedoch nicht Klasse 1 angehören.

Klasse 3: Alle andern Gemeinden/Bezirke.

Wird diese Einteilung für die Kategorisierung von Bezirken verwendet, kann man nahezu ganz Österreich abdecken. Der nutzbare Informationsgehalt ist jedoch eher gering, da die Bezirke eine zu große Einheit im Hinblick auf die unterschiedliche, feiner gegliederte, geologische Struktur in Österreich darstellen. Eine Einteilung auf Gemeindeebene, oder sogar noch darunter, ist sicher sinnvoller, jedoch reichen die etwa 6500 Messergebnisse keinesfalls aus, um die etwa 2500 Gemeinden Österreichs zu kategorisieren. Es war daher notwendig zusätzliche Informationen heranzuziehen. So sind einerseits die Ergebnisse von ÖNRAP verwendet worden, andererseits ist auch die (großräumige) Geologie als Informationsquelle genutzt worden. Abbildung 154 zeigt die so erhaltene Karte mit der in obiger Weise getroffenen Klasseneinteilung. Auch hier gilt das schon für ÖNRAP gesagte, dass nämlich die Karte nur den momentanen Wissenstand darstellt und aufgrund neuerer Daten Modifikationen möglich sind.

Radon im Wasser

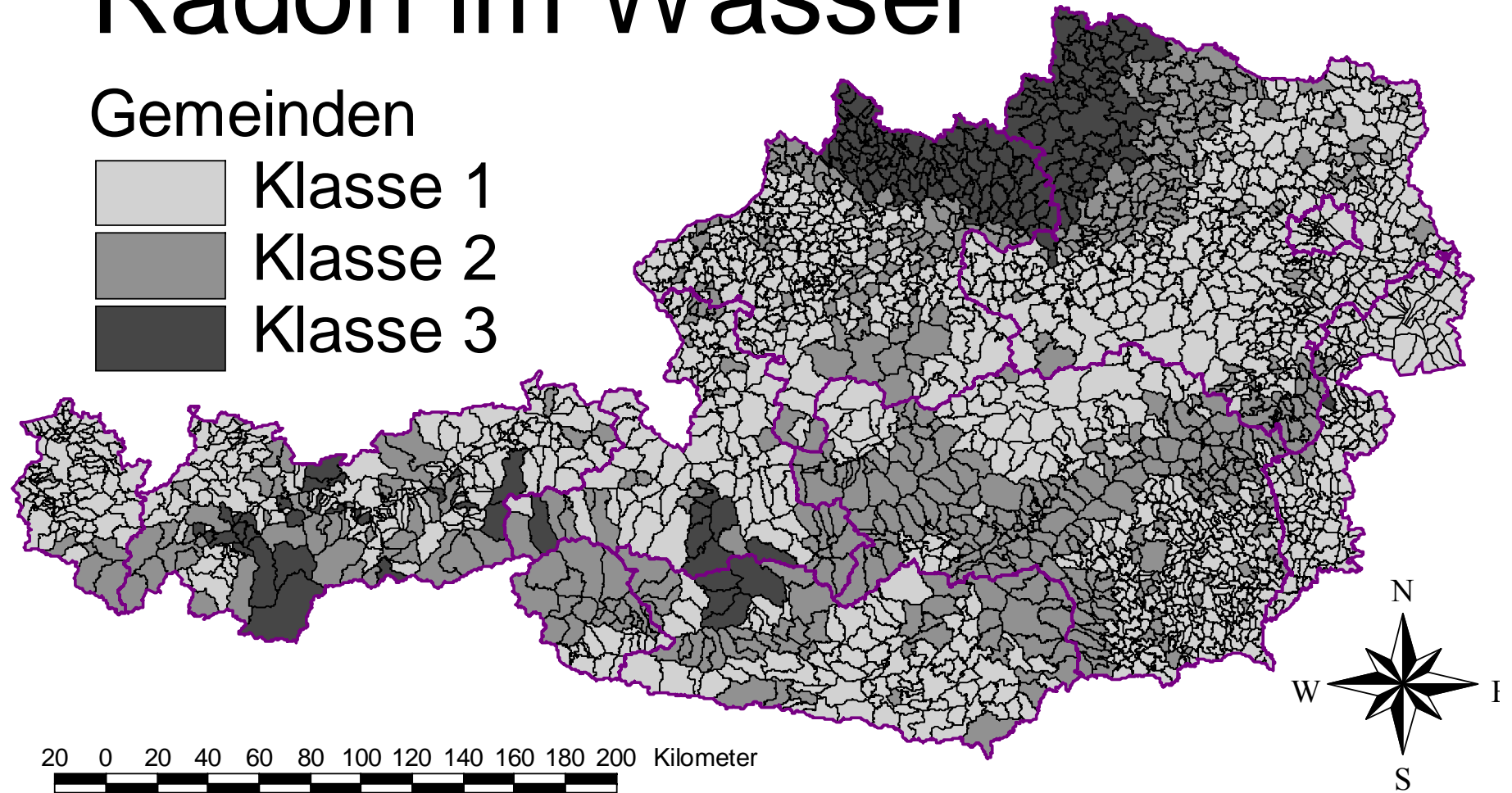


Abbildung 154: Radon im Wasser potentieller Trinkwasserquellen. Die Klasseneinteilung erfolgte nach der im Text beschriebenen Methode.

Anhang

A. Begriffe und Definitionen

1. Aktivitätskonzentration

Neben der abgeleiteten SI Einheit der Aktivitätskonzentration ($1 \text{ Bq/m}^3 = 1 \text{ Becquerel pro m}^3 = 1 \text{ Zerfall pro m}^3$) sind derzeit noch eine Anzahl weiterer Einheiten in Gebrauch:

$$1 \text{ pCi/L} = 37 \text{ Bq/m}^3$$

$$1 \text{ nCi/L} = 37 \text{ kBq/m}^3$$

historische Einheiten für die Radonkonzentration im Wasser:

$$1 \text{ Eman} = 0,1 \text{ nCi/L} = 3,7 \text{ kBq/m}^3$$

$$1 \text{ ME (Mache Einheit)} = 0,364 \text{ nCi/L} = 13,5 \text{ kBq/m}^3$$

2. Dosis und Äquivalentdosis

Unter Dosis (Energiedosis) versteht man die im Gewebe deponierte Energie pro Masseinheit. Die SI Einheit ist $1 \text{ Gy (Gray)} = 1 \text{ J/kg}$. Der Zusammenhang mit der alten Einheit rad ist:

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad.}$$

Die Äquivalentdosis (Dosis) berücksichtigt die biologische Wirksamkeit unterschiedlicher Strahlenarten und Energien und ergibt sich aus der Multiplikation der Dosis mit dem Faktor der relativen biologischen Wirksamkeit (Strahlungswichtungsfaktor). Die SI Einheit ist 1 Sv (1 Sievert) und der Zusammenhang mit der alten Einheit rem ist:

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$$

3. Effektivdosis

Die Effektivdosis ist die Summe der gewichteten Äquivalentdosen in allen Geweben und Organen des Körpers. Die Gewebewichtungsfaktoren (in Tabellen zusammengefasst) berechnen sich aus der gesundheitlichen Beeinträchtigung aufgrund gleicher Äquivalentdosen in verschiedenen Geweben und Organen. Die Einheit ist gleich jener der Äquivalentdosis, also 1 Sv (1 Sievert) .

4. Der LET-Wert

LET bedeutet „Linear Energy Transfer“ und gibt die pro Längeneinheit im Gewebe abgegebene Energie (z. B. in $\text{keV}/\mu\text{m}$) einer ionisierend wirkenden Strahlung an. Teilchen, die entlang ihres Weges eine hohe Anzahl von Ionen bilden (dicht ionisierende Strahlung, z. B. α -Teilchen) geben pro Weglängeneinheit wesentlich mehr Energie ab, als wenig dicht ionisierende Teilchen (z. B. Elektronen). Da die schädigende Wirkung von Strahlung von dem Verhältnis gesunder bzw. vollständig wiederhergestellter Zellen (Repairmechanismus) zu geschädigt überlebenden Zellen bzw. nicht mehr reproduzierfähigen Zellen (direkt abgetöteten Zellen bzw. Zellen bei denen Apoptosis = „Zellen-Selbstmord“ auftritt) abhängt, ist die biologische Wirkung wesentlich vom LET-Wert abhängig.

5. Potentielle Alphaenergiekonzentration (PAEC)

Die potentielle Alphaenergiekonzentration ist die Summe der beim vollständigen Zerfall von, in beliebiger Mischung auftretenden, (kurzlebigen) Rn-Folgeprodukten freigesetzte α -Energie, bezogen auf eine Volumeneinheit.

$$\begin{aligned} \text{PAEC}({}^{222}\text{Rn}) &= [E({}^{218}\text{Po}) + E({}^{214}\text{Po})] \cdot C({}^{218}\text{Po}) + E({}^{214}\text{Po}) \cdot [C({}^{214}\text{Pb}) + C({}^{214}\text{Bi})] = \\ &= 5.52 \cdot 10^{-9} \cdot \text{EEC}({}^{222}\text{Rn}) \\ \text{PAEC}({}^{220}\text{Rn}) &= [E({}^{216}\text{Po}) + 0.362 \cdot E({}^{212}\text{Bi}) + 0.638 \cdot E({}^{212}\text{Po})] \cdot C({}^{216}\text{Po}) + \\ &+ [0.362 \cdot E({}^{212}\text{Bi}) + 0.638 \cdot E({}^{212}\text{Po})] \cdot [C({}^{212}\text{Pb}) + C({}^{212}\text{Bi})] + E({}^{212}\text{Po}) \cdot C({}^{212}\text{Po}) = \\ &= 7.58 \cdot 10^{-8} \cdot \text{EEC}({}^{220}\text{Rn}) \end{aligned}$$

PAEC...Potential Alpha Energy Concentration (Einheit: J/m³)

E...mittlere α -Energie beim Zerfall des jeweiligen Nuklids

C...Nuklidkonzentration in Bq/m³

EEC...Gleichgewichtsäquivalentkonzentration (Einheit: Bq/m³)

6. Radioaktives Gleichgewicht

Im radioaktiven Gleichgewicht sind die Aktivitäten aller Nuklide einer Zerfallsreihe gleich groß, d. h. pro Zeiteinheit werden nahezu gleich viele Nuklide jedes Folgeproduktes (mit kürzerer Halbwertszeit als die Ausgangssubstanz) nachgebildet wie zerfallen. Es gilt somit:

$$\lambda_i N_i = \lambda_j N_j$$

λ_i ...Zerfallskonstante des Folgeprodukts i

N_i ...Anzahl der Atome des Folgeprodukts i

7. Gleichgewichtsäquivalentkonzentration (EEC)

Die Gleichgewichtsäquivalentkonzentration ist jene fiktive Konzentration an Radon-Gas, die im radioaktiven Gleichgewicht die gleiche potentielle Alphaenergiekonzentration der kurzlebigen Folgeprodukte (bei ²²²Rn bis inkl. ²¹⁴Po) verursacht wie sie durch eine Messung der Alphaenergiekonzentration der Folgeprodukte festgestellt wurde. Sie berechnet sich zu:

$$\begin{aligned} \text{EEC}({}^{222}\text{Rn}) &= 0.105 \cdot C({}^{218}\text{Po}) + 0.516 \cdot C({}^{214}\text{Pb}) + 0.379 \cdot C({}^{214}\text{Bi}) = 1.81 \cdot 10^8 \cdot \text{PAEC}({}^{222}\text{Rn}) \\ \text{EEC}({}^{220}\text{Rn}) &= 0.913 \cdot C({}^{212}\text{Pb}) + 0.087 \cdot C({}^{212}\text{Bi}) = 1.32 \cdot 10^7 \cdot \text{PAEC}({}^{220}\text{Rn}) \end{aligned}$$

EEC...Equilibrium Equivalent Concentration (Einheit: Bq/m³)

C...Nuklidkonzentration in Bq/m³

PAEC...Potential Alpha Energy Concentration (Einheit: J/m³)

8. Gleichgewichtsfaktor (F)

Der Gleichgewichtsfaktor charakterisiert die Abweichung (Verringerung) der (kurzlebigen) Folgeproduktkonzentration gegenüber der mit Radon im radioaktiven Gleichgewicht stehenden Folgeproduktkonzentration:

$$F = \text{EEC} / C(\text{Rn})$$

EEC...Gleichgewichtsäquivalentkonzentration (Einheit: Bq/m³)

C(Rn)...Radon(gas)konzentration in Bq/m³

9. Working Level (WL)

In der ursprünglichen Definition entsprach ein Working Level (WL) der Konzentration der kurzlebigen ²²²Rn-Folgeprodukte, die mit 100 pCi/l (=3700 Bq/m³) ²²²Rn im radioaktiven Gleichgewicht stehen. Das WL ist eine historische Maßeinheit der Radonfolgeprodukte, jedoch wird sie und davon abgeleitete Größen, vor allem in der amerikanischen Literatur, immer noch verwendet. Die aktuelle Definition beruht auf der potentiellen Alphaenergiekonzentration:

$$1 \text{ WL} = 1.3 \cdot 10^8 \text{ MeV/m}^3$$

1 WL ist also jene Konzentration von kurzlebigen Radonfolgeprodukten, die $1.3 \cdot 10^8$ MeV α -Strahlungsenergie pro m^3 Luft abgeben.

10. Working Level Month (WLM)

Das Working Level Month (WLM) ist eine Expositionseinheit und bedeutet einen Arbeitsmonat (das sind 170 Stunden) einer Radonfolgeproduktkonzentration von 1 WL ausgesetzt zu sein.

$$1 \text{ WLM} = 170 \text{ WLh}$$

B. Informationsmaterial

1. Musterbrief an die ausgewählten Haushalte (mit Variationen in einzelnen Bundesländern)

**Briefkopf des
Versenders**

Datum

Name und
Adresse des
Haushaltes

Sehr geehrte(r)

Radon ist ein natürliches radioaktives Gas, das vor allem im Boden entsteht und über den Keller in Häuser eindringt. Kleinere Mengen des Gases entweichen auch aus verschiedenen Baumaterialien. Eine Auswirkung von geringen Radonmengen auf die Gesundheit der Menschen kann nicht unmittelbar nachgewiesen werden; das Radongas trägt jedoch durch das Einatmen der ebenfalls radioaktiven Folge- (Zerfalls-)produkte **in erheblichem Ausmaß** zur natürlichen Strahlenbelastung bei.

Daher führt das **Institut für Radiumforschung der Universität Wien** im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz / Bundeskanzleramt im Rahmen des "**Österreichischen Nationalen Radonprojektes**" nunmehr in eine Erhebung über die Höhe der Radonkonzentration in Wohnungen durch. Zu diesem Zweck werden in verschiedenen Gebieten Österreichs Radonmeßdosen in Wohnungen aufgestellt. Die Auswahl des Personenkreises erfolgte nach statistischen Gesichtspunkten. Die Meßdosen werden entweder durch Interviewer persönlich überbracht oder Ihnen mit der Post übersendet.

Ich ersuche Sie daher, die Mitarbeiter der Universität Wien und des Landes Niederösterreich zu unterstützen.

Der Interviewer wird sich in den nächsten Tagen bei Ihnen melden bzw. werden Sie in einen der nächsten Wochen eine entsprechende Zusendung erhalten. Eine Messung bzw. Befragung erfolgt natürlich nur mit Ihrem Einverständnis. **Sie haben damit jedoch die Möglichkeit, eine kostenlose Radonbestimmung in Ihrer Wohnung durchzuführen.**

Alle Daten unterliegen selbstverständlich der Geheimhaltung. Für die wissenschaftliche Auswertung ist jedoch die Kenntnis von Standort und Nutzungsverhältnissen der Wohnung unbedingt erforderlich.

Mit dem Ersuchen um Ihre Unterstützung
und mit freundlichen Grüßen

Ihr

.....

2. Informationsblatt (Aktivkohle/LSC-Messung)

Arbeitsgemeinschaft Österr. Nationales Radonprojekt (ÖNRAP)

Information

Sehr geehrte Dame, sehr geehrter Herr!

Wie Sie wahrscheinlich bereits aus Presse und Rundfunk wissen, hat das Bundeskanzleramt die Arbeitsgruppe "Österreichisches Nationales Radonprojekt (ÖNRAP)" beauftragt, eine Erhebung durchzuführen, wie hoch die Radongaskonzentration in österreichischen Wohnungen ist. Diese auf **freiwilliger Basis** durchzuführende Studie ist von **großer Wichtigkeit für die Gesundheit** der Bevölkerung Österreichs.

Zu diesem Zweck werden in verschiedenen Gebieten Österreichs einem ausgewählten Personenkreis Meßdosen zugestellt. Diese sind völlig ungiftig und können daher in jedem Raum (auch in Küche, Kinderzimmer, ...) aufgestellt werden. **Sie haben damit die Möglichkeit, eine kostenlose Radonbestimmung in Ihrer Wohnung durchzuführen.**

Was tun?

Bitte stellen Sie 2 Meßdosen in Ihrem Schlafzimmer nebeneinander auf. Die beiden anderen Meßdosen plazieren Sie ebenfalls nebeneinander in einem tagsüber bevorzugt benutzten Aufenthaltsraum (z. B. Wohnzimmer, Küche, ...).

Wählen Sie für die Aufstellung der Meßdosen einen Platz, der

- nicht nahe bei Türen oder Fenstern liegt und an dem keine Zugluft herrscht,
- nicht stark erwärmt wird (z. B. durch direkte Sonnenbestrahlung oder Heizung),
- sich etwa in normaler Atemhöhe (ca. 150-200 cm über Boden) befindet,
- unzugänglich für Kinder oder Haustiere ist (die Meßdosen sollen nicht umgestoßen werden).



Schrauben Sie die Kappen von den Meßdosen ab, und stellen Sie die Dosen aufrecht hin. Legen Sie die Kappen daneben, damit sie nicht verlorengehen.



Notieren Sie den Aufstellungsort, den Tag und den genauen Zeitpunkt der Öffnung der Meßdosen auf beiliegendem Fragebogen.



Beantworten Sie, soweit es Ihnen möglich ist, die weiteren Fragen des Fragebogens.



Lassen Sie die Meßdosen 3 Tage ungestört stehen. Danach verschließen Sie die Dosen wieder und notieren auf dem Fragebogen den Tag und den genauen Zeitpunkt des Verschließens.



Geben Sie alle verschlossenen Meßdosen **und** den Fragebogen in das beigelegte, voradressierte Kuvert, verschließen dieses und werfen es möglichst noch am selben Tag in den nächsten Postkasten.

Vielen Dank für Ihre Mühe!



PS: Wenn Sie irgendwelche Fragen haben oder genauere Informationen über das natürlich vorkommende radioaktive Gas Radon wünschen, wenden Sie sich bitte an, **Amt der****Landesregierung,**

3. Informationsblatt (Track-Etch und Elektret-Messung)

Arbeitsgemeinschaft Österr. Nationales Radonprojekt (ÖNRAP)

Information

Sehr geehrte Dame, sehr geehrter Herr!

Wie Sie wahrscheinlich bereits aus Presse und Rundfunk wissen, hat das Bundeskanzleramt die Arbeitsgruppe "Österreichisches Nationales Radonprojekt (ÖNRAP)" beauftragt, eine Erhebung durchzuführen, wie hoch die Radonkonzentration in österreichischen Wohnungen ist. Diese auf **freiwilliger Basis** durchzuführende Studie ist von **großer Wichtigkeit für die Gesundheit** der Bevölkerung Österreichs.


Zu diesem Zweck werden in verschiedenen Gebieten Österreichs einem ausgewählten Personenkreis Meßdosen zugestellt. Diese sind völlig ungiftig und können daher in jedem Raum (auch in Küche, Kinderzimmer,...) aufgestellt werden. **Sie haben damit die Möglichkeit, eine kostenlose Radonbestimmung in Ihrer Wohnung durchzuführen.**


Was tun?

Bitte stellen Sie eine Meßdose in Ihrem Schlafzimmer und eine Meßdose in einem tagsüber bevorzugt benutzten Aufenthaltsraum (z.B. Wohnzimmer, Küche,...) auf.


Wählen Sie für die Aufstellung der Meßdosen einen Platz, der

- nicht nahe bei Türen oder Fenstern liegt und an dem keine Zugluft herrscht,
- nicht stark erwärmt wird (z.B. durch direkte Sonnenbestrahlung oder Heizung),
- sich etwa in normaler Atemhöhe (ca. 150-200 cm über Boden) befindet,
- unzugänglich für Kinder oder Haustiere ist (die Meßdosen sollen nicht beschädigt werden).


 Nehmen Sie die Meßdosen aus der Verpackung und stellen Sie die Dosen an den gewählten Orten auf (**Dosen nicht öffnen**).

 Notieren Sie den Aufstellungsort, den Tag und den genauen Zeitpunkt der Aufstellung der Meßdosen auf dem Aufkleber.

Beantworten Sie, soweit es Ihnen möglich ist, die Fragen des beiliegenden Fragebogens.

 Nach 2 bis 3 Monaten werden wir wieder mit Ihnen Kontakt aufnehmen. Die Meßdosen werden dann von Ihrem Interviewer abgeholt, in ein Plastiksäckchen eingepackt und an die Auswertestelle gesendet. Lassen Sie bis dahin die Meßdosen **ungestört** stehen. Bitte notieren Sie auf dem Aufkleber den Tag und den genauen Zeitpunkt der Verpackung der Meßdosen.

Vielen Dank für Ihre Mühe!

 **P.S.:** Wenn Sie irgendwelche Fragen haben oder genauere Informationen über das natürlich vorkommende radioaktive Gas Radon wünschen, wenden Sie sich bitte an, **Amt der** **Landesregierung,**

4. Fragebogen (Aktivkohle/LSC Messung)

Der Fragebogen zu den Track-Etch und Elektretmessungen ist bis auf die Fußnote identisch mit dem hier abgebildeten.

<p>FRAGEBOGEN (Nr.: xxxxxx)</p> <p>→ Bitte Zutreffendes so ankreuzen <input checked="" type="checkbox"/> bzw. Zahlen so eintragen <input type="text" value="12"/></p> <p>Adresse: (Bitte in Blockschrift schreiben)</p> <p>Vorname: _____ Familienname: _____ Straße Nr.: _____ Postleitzahl, Ort: _____ Telephon Nr.: _____</p>	<p>Österreichisches Nationales Radonprogramm (ÖNRAP) c/o Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Universität Wien Boltzmannngasse 3, A-1090 WIEN Tel.: 01/4277 51760</p> <p>Amt d. Landesregierung</p> <p>..... </p>												
<p>1 Gesamtzahl der Wohnungen im Gebäude:</p> <p>keine <input type="checkbox"/> eine <input type="checkbox"/> zwei <input type="checkbox"/> drei <input type="checkbox"/> mehr als drei - Gesamtzahl: <input type="text" value="12"/></p>	<p>10 Art der Fenster:</p> <p>einfache Fenster <input type="checkbox"/> Innen- und Außenfenster <input type="checkbox"/> Verbundfenster (gekoppelte Flügel) <input type="checkbox"/> Isolierglasfenster <input type="checkbox"/></p>												
<p>2 Wird von diesem Gebäude aus ein landwirtschaftlicher Betrieb geführt? ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/></p> <p>3 Ist es ein Wochenendhaus? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/></p>	<p>11 Schließen Ihre Fenster:</p> <p>sehr dicht <input type="checkbox"/> dicht <input type="checkbox"/> weniger dicht <input type="checkbox"/></p>												
<p>4 Anzahl der Geschoße des Hauses inkl. EG (ohne Keller): <input type="text" value="12"/></p>	<p>12 Überwiegende Art der Heizung:</p> <p>Fernheizung oder Blockheizung <input type="checkbox"/> Hauszentralheizung <input type="checkbox"/> Wohnungszentral-, Etagenheizung <input type="checkbox"/> Gaskonvektoren <input type="checkbox"/> Elektroheizung <input type="checkbox"/> Einzelofen <input type="checkbox"/></p>												
<p>5 Lage des Hauses:</p> <p>alleinstehend <input type="checkbox"/> zusammengebaut m. Nachbarhäusern <input type="checkbox"/></p>	<p>13 Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt?</p> <p>Erwachsene männlich <input type="text" value="12"/> Erwachsene weiblich <input type="text" value="12"/> Kinder (bis 14 Jahre) <input type="text" value="12"/></p>												
<p>6 Ist das Haus unterkellert?</p> <p>ganz unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input type="checkbox"/> nicht unterkellert (weiter bei 8) <input type="checkbox"/></p>	<p>14 Wie viele von den 24 Stunden eines Tages halten sich obige Personen durchschnittlich in der Wohnung auf:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Erw. männl. pro Person</th> <th>Erw. weibl. pro Person</th> <th>Kinder pro Pers.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>werktags</td> <td><input type="text" value="12"/></td> <td><input type="text" value="12"/></td> <td><input type="text" value="12"/></td> </tr> <tr> <td>feiertags</td> <td><input type="text" value="12"/></td> <td><input type="text" value="12"/></td> <td><input type="text" value="12"/></td> </tr> </tbody> </table>		Erw. männl. pro Person	Erw. weibl. pro Person	Kinder pro Pers.	werktags	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>	feiertags	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>
	Erw. männl. pro Person	Erw. weibl. pro Person	Kinder pro Pers.										
werktags	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>										
feiertags	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>										
<p>7 Boden des Kellers besteht vorwiegend aus (mehr als eine Angabe mögl.):</p> <p>Sand, Erde <input type="checkbox"/> Estrich (Beton) <input type="checkbox"/> Ziegel, Steinplatten <input type="checkbox"/> anderes _____</p>	<p>15 Wie viele von den 24 Stunden eines Tages halten sich diese Personen am Arbeitsplatz (Schule) innerhalb von Gebäuden auf (pro Person):</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Erw. männl.</th> <th>Erw. weibl.</th> <th>Kinder</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>werktags</td> <td><input type="text" value="12"/></td> <td><input type="text" value="12"/></td> <td><input type="text" value="12"/></td> </tr> </tbody> </table>		Erw. männl.	Erw. weibl.	Kinder	werktags	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>				
	Erw. männl.	Erw. weibl.	Kinder										
werktags	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="12"/>										
<p>8 Wann wurde das Haus fertiggestellt?</p> <p>vor 1919 <input type="checkbox"/> 1919 - 1944 <input type="checkbox"/> 1945 - 1970 <input type="checkbox"/> nach 1970 <input type="checkbox"/></p>	<p>16 Wollen Sie über das Ergebnis der Messung informiert werden? ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/></p> <p>Wir danken für Ihre Mühe und ersuchen Sie diesen Fragebogen mit den Meßdosen an die Auswertestelle (Adresse auf mitgeliefertem Kuvert) zurückzusenden.</p>												
<p>9 Hauptbaumaterial Wände (mehr als eine Angabe möglich):</p> <p>Ziegel <input type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> Stein <input type="checkbox"/> Holz <input type="checkbox"/> anderes _____</p>													
<p>Alle gemachten Angaben werden mittels EDV verarbeitet und selbstverständlich vertraulich behandelt. Sie dienen nur zu gesundheitsbezogenen wissenschaftlichen Zwecken.</p>													

C. Gemeindedaten

Die Daten beruhen auf Messungen über einen Zeitraum von einigen Jahren. Daher sind wegen Änderungen in der Gemeindestruktur (Zusammenlegungen und Trennungen) möglicherweise einige wenige Gemeinden nicht mit ihrem derzeitigen Namen angeführt. Die Tabelle stellt den Stand des Wissens bis Jänner 2007 dar, wobei alle Werte in Bq/m³ angegeben sind. Bei einigen Gemeinden von Oberösterreich haben sich gegenüber den Daten von früheren Veröffentlichungen einige Änderungen ergeben. Sofern in der Spalte Potenzial kein Eintrag besteht, bedeutet dies, dass aufgrund unzureichender Messergebnisse (zuwenig Messungen oder überwiegend Messungen in höheren Stockwerken) die Berechnung des Radonpotenzials nicht sinnvoll erschienen ist. Bei extrem geringen Mess- bzw. Potenzialwerten (<10 Bq/m³) besteht der Verdacht von nicht ordnungsgemäß durchgeführten Messungen. In diesen Gemeinden sollen Nachmessungen durchgeführt werden. (BL = Bundesland, Mittel = extrapoliertes Jahresmittel, muss nicht zwischen dem minimalen und maximalen Messwert liegen)

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Abfaltersbach	Lienz	T	30	379	1155	424
Absam	Innsbruck Land	T	45	148	205	225
Absdorf	Tulln	N	56	91	110	142
Abtenau	Hallein	S	14	65	76	109
Achau	Mödling	N	4	7	15	20
Achenkirch	Schwaz	T	15	37	49	39
Aderklaa	Gänserndorf	N	24	50	56	64
Adlwang	Steyr-Land	O	348	271	388	512
Admont	Liezen	St	10	80	349	127
Adnet	Hallein	S	1	14	26	45
Afiesl	Rohrbach	O	54	116	135	140
Aflenz Kurort	Bruck/Mur	St	28	80	101	101
Aflenz Land	Bruck/Mur	St	28	49	47	78
Aggsbach	Krems Land	N	20	32	102	61
Ahorn	Rohrbach	O	41	82	65	107
Aibl	Deutschlandsbg.	St	45	104	142	168
Aich	Liezen	St	47	77	183	116
Aichkirchen	Wels-Land	O	13	39	63	29
Aigen im Ennstal	Liezen	St	6	24	26	34
Aigen im Mühlkreis	Rohrbach	O	4	707	3177	869
Ainet	Lienz	T	36	72	86	66
Aistersheim	Grieskirchen	O	22	190	987	206
Albeck	Feldkirchen	K	30	82	96	87
Alberndorf i/d Riedmark	Urfahr-Umgebung	O	52	256	1069	221
Alberndorf im Pulkautal	Hollabrunn	N	130	268	368	363
Alberschwende	Bregenz	V	25	64	83	84
Albersdorf-Prebuch	Weiz	St	12	22	17	48
Albrechtsberg a/d Großen Krems	Krems Land	N	13	89	321	77
Aldrans	Innsbruck Land	T	92	149	95	201
Alkoven	Eferding	O	82	99	240	184
Alland	Baden	N	48	187	882	276
Allentsteig	Zwettl	N	40	77	200	100
Allerheiligen b. Wildon	Leibnitz	St	5	21	21	34
Allerheiligen im Mühlkreis	Perg	O	17	80	112	126
Allerheiligen im Mürtal	Mürzzuschlag	St	14	153	211	155
Allhaming	Linz-Land	O	41	127	261	165
Allhartsberg	Amstetten	N	21	43	61	108
Alpbach	Kufstein	T	13	28	35	40
Altach	Feldkirch	V	1	17	34	16
Altaussee	Liezen	St	12	88	78	101

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Altenberg a/d Rax	Mürzzuschlag	St	25	215	248	179
Altenberg b.Linz	Urfahr-Umgebung	O	24	143	335	148
Altenburg	Horn	N	11	131	399	164
Altendorf	Neunkirchen	N	3	5	13	10
Altenfelden	Rohrbach	O	58	123	842	148
Altenmarkt a/d Triesting	Baden	N	25	187	920	317
Altenmarkt b.Fürstenfeld	Fürstenfeld	St	40	86	67	80
Altenmarkt b.St.Gallen	Liezen	St	26	265	663	555
Altenmarkt im Pongau	St.Johann/Pong.	S	5	30	69	47
Altheim	Braunau/Inn	O	27	150	518	174
Althofen	St.Veit/Glan	K	22	100	581	262
Altlenzbach	St.Pölten Land	N	13	95	151	143
Altlichtenwarth	Mistelbach	N	77	130	130	138
Altmelon	Zwettl	N	133	166	342	178
Altmünster	Gmunden	O	9	164	1626	210
Altschwendt	Schärding	O	45	91	259	101
Amaliendorf-Aalfang	Gmünd	N	126	321	324	380
Amering	Judenburg	St	32	63	50	102
Amlach	Lienz	T	21	65	71	128
Ampass	Innsbruck Land	T	70	179	201	271
Ampflwang im Hausruckwald	Vöcklabruck	O	30	52	73	96
Amstetten	Amstetten	N	18	142	1020	214
Andau	Neusiedl/See	B	9	46	185	48
Andelsbuch	Bregenz	V	1	2	2	3
Andlersdorf	Gänserndorf	N	83	146	98	118
Andorf	Schärding	O	56	104	320	172
Andrichsfurt	Ried/Innkreis	O	26	72	167	90
Angath	Kufstein	T	90	186	247	235
Anger	Weiz	St	46	48	83	87
Angerberg	Kufstein	T	42	91	100	118
Angern a/d March	Gänserndorf	N	18	88	177	163
Anif	Salzburg-Umgeb.	S	3	25	67	45
Annaberg	Lilienfeld	N	121	146	144	160
Annaberg im Lammertal	Hallein	S	16	215	445	287
Anras	Lienz	T	11	60	107	48
Ansfelden	Linz-Land	O	36	290	2622	480
Antau	Mattersburg	B	10	19	13	32
Anthering	Salzburg-Umgeb.	S	51	57	54	114
Antiesenhofen	Ried/Innkreis	O	88	87	88	136
Apetlon	Neusiedl/See	B	21	60	160	93
Apfelberg	Knittelfeld	St	160	398	592	392
Arbesbach	Zwettl	N	301	1755	8570	1547
Arbing	Perg	O	85	191	307	199
Ardagger	Amstetten	N	25	25	48	45
Ardning	Liezen	St	310	632	743	1442
Arnfels	Leibnitz	St	6	103	205	144
Arnoldstein	Villach Land	K	38	138	217	174
Arnreit	Rohrbach	O	20	56	80	71
Arriach	Villach Land	K	5	38	43	59
Artstetten-Pöbring	Melk	N	36	55	158	55
Arzberg	Weiz	St	27	309	416	175
Arzl im Pitztal	Imst	T	12	32	55	44
Aschach a/d Donau	Eferding	O	60	199	908	106
Aschach a/d Steyr	Steyr-Land	O	55	58	59	104
Aschau im Zillertal	Schwaz	T	31	86	98	111
Aschbach-Markt	Amstetten	N	34	52	113	96
Aspach	Braunau/Inn	O	37	105	298	124
Aspang-Markt	Neunkirchen	N	39	45	96	92

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Aspangberg-St.Peter	Neunkirchen	N	291	1359	5240	1164
Asparn a/d Zaya	Mistelbach	N	131	199	213	262
Asperhofen	St.Pölten Land	N	61	115	145	188
Assling	Lienz	T	7	43	106	62
Asten	Linz-Land	O	227	469	385	834
Attendorf	Graz-Umgebung	St	56	118	92	199
Attersee	Vöcklabruck	O	28	179	445	305
Attnang-Puchheim	Vöcklabruck	O	21	178	1528	242
Atzbach	Vöcklabruck	O	22	44	59	58
Atzenbrugg	Tulln	N	47	95	93	123
Atzesberg	Rohrbach	O	54	197	207	241
Au	Bregenz	V	43	95	98	98
Au am Leithaberge	Bruck/Leitha	N	45	71	181	90
Auberg	Rohrbach	O	53	104	117	120
Auerbach	Braunau/Inn	O	8	87	318	110
Auersbach	Feldbach	St	43	85	219	79
Auersthal	Gänserndorf	N	69	158	281	320
Aug-Radisch	Feldbach	St	11	23	18	38
Aurach am Hongar	Vöcklabruck	O	17	38	50	46
Aurach b.Kitzbühel	Kitzbühel	T	12	212	267	218
Aurolzmünster	Ried/Innkreis	O	58	284	833	322
Außervillgraten	Lienz	T	30	109	152	186
Axams	Innsbruck Land	T	27	154	274	262
Bach	Reutte	T	1	343	429	280
Bachmanning	Wels-Land	O	13	51	102	61
Bad Aussee	Liezen	St	12	63	130	94
Bad Bleiberg	Villach Land	K	8	138	437	190
Bad Deutsch-Altenburg	Bruck/Leitha	N	36	131	196	182
Bad Fischau-Brunn	Wr.Neustadt Ld.	N	47	78	103	108
Bad Gams	Deutschlandsbg.	St	5	34	31	46
Bad Gleichenberg	Feldbach	St	4	11	10	14
Bad Goisern	Gmunden	O	16	116	513	193
Bad Großpertholz	Gmünd	N	96	109	98	219
Bad Hall	Steyr-Land	O	32	115	350	170
Bad Häring	Kufstein	T	29	69	61	103
Bad Hofgastein	St.Johann/Pong.	S	84	210	247	310
Bad Ischl	Gmunden	O	14	129	1401	177
Bad Kleinkirchheim	Spittal/Drau	K	3	27	87	31
Bad Kreuzen	Perg	O	73	331	740	335
Bad Leonfelden	Urfahr-Umgebung	O	16	1411	8204	2317
Bad Mitterndorf	Liezen	St	14	59	121	79
Bad Pirawarth	Gänserndorf	N	59	113	130	220
Bad Radkersburg	Radkersburg	St	4	23	37	39
Bad Sauerbrunn	Mattersburg	B	7	35	41	69
Bad Schallerbach	Grieskirchen	O	26	65	428	208
Bad Schönau	Wr.Neustadt Ld.	N	22	116	333	242
Bad St.Leonhard im Lavanttal	Wolfsberg	K	21	52	192	88
Bad Tatzmannsdorf	Oberwart	B	44	76	62	131
Bad Vöslau	Baden	N	3	18	93	31
Bad Wimsbach-Neydharting	Wels-Land	O	64	232	631	258
Bad Zell	Freistadt	O	42	1183	6784	1219
Baden	Baden	N	8	199	1657	84
Badersdorf	Oberwart	B	25	31	49	31
Badgastein	St.Johann/Pong.	S	132	494	1342	753
Baierdorf b.Anger	Weiz	St	17	41	94	114
Bairisch Kölldorf	Feldbach	St	8	31	42	82
Baldramsdorf	Spittal/Drau	K	104	242	345	424
Bärnbach	Voitsberg	St	7	60	87	148

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Bärnkopf	Zwettl	N	114	121	229	199
Bartholomäberg	Bludenz	V	15	46	101	100
Baumgarten	Mattersburg	B	8	18	14	31
Baumgarten b.Gnas	Feldbach	St	38	47	90	61
Baumgartenberg	Perg	O	74	108	221	117
Baumkirchen	Innsbruck Land	T	67	178	150	239
Behamberg	Amstetten	N	37	83	181	195
Berg	Bruck/Leitha	N	19	47	43	93
Berg b.Rohrbach	Rohrbach	O	26	274	1159	195
Berg im Attergau	Vöcklabruck	O	29	29	37	60
Berg im Drautal	Spittal/Drau	K	161	260	225	291
Bergern im Dunkelsteinerwald	Krems Land	N	23	28	46	39
Berghausen	Leibnitz	St	59	116	116	182
Bergheim	Salzburg-Umgeb.	S	53	223	929	542
Bergland	Melk	N	32	137	405	142
Berndorf	Baden	N	16	37	78	97
Berndorf b.Salzburg	Salzburg-Umgeb.	S	86	345	583	486
Bernhardsthal	Mistelbach	N	78	152	244	157
Bernstein	Oberwart	B	3	11	24	19
Berwang	Reutte	T	78	129	95	162
Bezau	Bregenz	V	35	65	62	74
Biberbach	Amstetten	N	25	35	90	126
Biberwier	Reutte	T	56	130	131	145
Bichlbach	Reutte	T	35	142	214	162
Biedermannsdorf	Mödling	N	7	25	40	48
Bierbaum am Auersbach	Radkersburg	St	8	41	58	46
Bildein	Güssing	B	55	188	529	211
Bildstein	Bregenz	V	14	39	39	42
Birgitz	Innsbruck Land	T	19	39	36	69
Birkfeld	Weiz	St	62	224	197	281
Bisamberg	Korneuburg	N	2	67	183	171
Bischofshofen	St.Johann/Pong.	S	118	149	493	183
Bischofstetten	Melk	N	15	19	35	34
Bizau	Bregenz	V	25	61	57	108
Blaindorf	Hartberg	St	17	43	35	60
Bleiburg	Völkermarkt	K	28	196	246	210
Blindenmarkt	Melk	N	20	47	136	81
Blons	Bludenz	V	44	104	115	110
Bludenz	Bludenz	V	45	101	173	110
Bludesch	Bludenz	V	32	68	59	79
Blumau in Steiermark	Fürstenfeld	St	16	33	24	54
Blumau-Neurißhof	Baden	N	55	107	91	276
Bockfließ	Mistelbach	N	24	68	117	126
Bocksdorf	Güssing	B	36	62	67	107
Böheimkirchen	St.Pölten Land	N	3	35	180	41
Bramberg am Wildkogel	Zell am See	S	59	323	615	407
Brand	Bludenz	V	1	2	5	4
Brand-Laaben	St.Pölten Land	N	28	25	40	47
Brand-Nagelberg	Gmünd	N	65	331	1430	399
Brandberg	Schwaz	T	485	596	539	970
Brandenberg	Kufstein	T	485	596	539	970
Braunau am Inn	Braunau/Inn	O	8	89	851	168
Bregenz	Bregenz	V	2	22	55	29
Breitenau	Neunkirchen	N	82	156	312	166
Breitenau am Hochlantsch	Bruck/Mur	St	20	44	77	59
Breitenbach am Inn	Kufstein	T	61	191	281	229
Breitenbrunn	Eisenstadt-Umg.	B	8	49	120	57
Breitenfeld a/d Rittschein	Feldbach	St	56	109	79	150

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Breitenfeld am Tannenriegel	Leibnitz	St	15	19	44	19
Breitenfurt b.Wien	Mödling	N	11	36	63	52
Breitenstein	Neunkirchen	N	73	180	284	304
Breitenwang	Reutte	T	17	85	130	97
Bretstein	Judenburg	St	23	111	108	246
Brixen im Thale	Kitzbühel	T	8	18	27	18
Brixlegg	Kufstein	T	4	27	48	66
Brodingberg	Graz-Umgebung	St	6	26	24	28
Bromberg	Wr.Neustadt Ld.	N	88	230	237	309
Bruck a/d Großglocknerstraße	Zell am See	S	3	39	112	59
Bruck a/d Leitha	Bruck/Leitha	N	26	44	50	66
Bruck a/d Mur	Bruck/Mur	St	33	337	894	369
Bruck am Ziller	Schwaz	T	7	75	114	56
Bruck-Waasen	Grieskirchen	O	84	110	247	160
Brückl	St.Veit/Glan	K	41	58	171	64
Bruckneudorf	Neusiedl/See	B	29	100	319	214
Brunn a/d Wild	Horn	N	74	101	210	94
Brunn am Gebirge	Mödling	N	14	29	65	65
Brunnenthal	Schärding	O	29	53	97	155
Buch	Bregenz	V	12	40	53	42
Buch b.Jenbach	Schwaz	T	645	641	785	827
Buch-Geiseldorf	Hartberg	St	20	42	36	47
Buchbach	Neunkirchen	N	34	29	48	74
Buchkirchen	Wels-Land	O	29	159	576	289
Burgau	Fürstenfeld	St	15	69	61	65
Burgauberg-Neudauberg	Güssing	B	46	114	109	157
Burgkirchen	Braunau/Inn	O	113	204	540	216
Burgschleinitz-Kühnring	Horn	N	10	62	227	102
Bürmoos	Salzburg-Umgeb.	S	1	18	27	15
Bürs	Bludenz	V	1	2	5	2
Bürserberg	Bludenz	V	1	4	6	4
Dalaas	Bludenz	V	26	85	94	96
Damüls	Bregenz	V	37	71	63	74
Dechantkirchen	Hartberg	St	13	42	39	60
Dellach	Hermagor	K	63	166	245	220
Dellach im Drautal	Spittal/Drau	K	45	167	172	203
Desselbrunn	Vöcklabruck	O	4	38	90	62
Deutsch Goritz	Radkersburg	St	13	92	100	81
Deutsch Jahrndorf	Neusiedl/See	B	62	54	83	76
Deutsch Kaltenbrunn	Jennersdorf	B	59	158	180	188
Deutsch Schützen-Eisenberg	Oberwart	B	19	40	53	58
Deutsch-Wagram	Gänserndorf	N	35	68	89	136
Deutschfeistritz	Graz-Umgebung	St	20	82	84	94
Deutschkreutz	Oberpullendorf	B	2	20	25	29
Deutschlandsberg	Deutschlandsbg.	St	8	29	77	50
Dienersdorf	Hartberg	St	8	38	34	87
Dienten am Hochkönig	Zell am See	S	133	138	134	154
Diersbach	Schärding	O	40	56	69	87
Dietach	Steyr-Land	O	27	66	113	99
Dietersdorf am Gnasbach	Radkersburg	St	9	35	42	78
Dietmanns	Waidhofen/Thaya	N	46	266	336	299
Diex	Völkermarkt	K	115	196	162	354
Dimbach	Perg	O	69	127	399	123
Dobersberg	Waidhofen/Thaya	N	66	202	163	264
Dobl	Graz-Umgebung	St	110	195	132	261
Dölsach	Lienz	T	13	44	42	52
Donnersbach	Liezen	St	30	90	89	128
Donnersbachwald	Liezen	St	179	378	631	377

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Donnerskirchen	Eisenstadt-Umg.	B	25	180	373	246
Doren	Bregenz	V	1	1	1	2
Dorf a/d Pram	Schärding	O	11	48	73	98
Dorfbeuern	Salzburg-Umgeb.	S	7	24	75	34
Dorfgastein	St.Johann/Pong.	S	117	371	625	447
Dorfstetten	Melk	N	160	291	731	320
Dornbirn	Dornbirn	V	3	26	71	36
Drasenhofen	Mistelbach	N	26	46	116	61
Draßburg-Baumgarten	Mattersburg	B	7	62	96	75
Draßmarkt	Oberpullendorf	B	27	29	59	71
Drosendorf-Zissersdorf	Horn	N	28	199	590	193
Drösing	Gänserndorf	N	28	56	100	89
Dunkelsteinerwald	Melk	N	40	59	159	118
Düns	Feldkirch	V	1	17	24	25
Dünserberg	Feldkirch	V	1	1	1	1
Dürnkrot	Gänserndorf	N	25	48	70	57
Dürnstein	Krems Land	N	11	38	176	45
Dürnstein i/d Steiermark	Murau	St	9	46	68	53
Ebbs	Kufstein	T	6	97	208	114
Eben am Achensee	Schwarz	T	11	102	166	199
Eben im Pongau	St.Johann/Pong.	S	9	31	39	51
Ebenau	Salzburg-Umgeb.	S	23	71	134	95
Ebenfurth	Wr.Neustadt Ld.	N	36	110	179	131
Ebensee	Gmunden	O	20	205	1064	329
Ebental	Klagenfurt Land	K	10	25	34	34
Ebenthal	Gänserndorf	N	32	59	99	86
Eberau	Güssing	B	98	166	171	127
Ebergassing	Wien-Umgebung	N	30	80	122	137
Eberndorf	Völkermarkt	K	22	75	132	69
Eberschwang	Ried/Innkreis	O	52	101	257	141
Ebersdorf	Hartberg	St	12	56	95	75
Eberstalzell	Wels-Land	O	185	450	859	521
Eberstein	St.Veit/Glan	K	51	62	125	107
Ebreichsdorf	Baden	N	12	106	190	289
Echsenbach	Zwettl	N	7	115	382	208
Eckartsau	Gänserndorf	N	54	97	137	145
Edelsbach b.Feldbach	Feldbach	St	7	55	156	64
Edelschrott	Voitsberg	St	5	26	42	28
Edelsgrub	Graz-Umgebung	St	11	88	147	206
Edelstal	Neusiedl/See	B	153	253	570	253
Edelstauden	Feldbach	St	22	78	72	135
Edlbach	Kirchdorf/Krems	O	6	97	246	77
Edlitz	Neunkirchen	N	21	248	760	272
Edt b.Lambach	Wels-Land	O	37	89	152	415
Eferding	Eferding	O	19	128	518	311
Egg	Bregenz	V	0	3	4	3
Eggelsberg	Braunau/Inn	O	36	219	510	294
Eggenburg	Horn	N	12	88	469	127
Eggendorf	Wr.Neustadt Ld.	N	6	56	183	69
Eggendorf im Traunkreis	Linz-Land	O	43	52	76	70
Eggerding	Schärding	O	64	161	266	150
Eggern	Gmünd	N	45	246	315	284
Eggersdorf b.Graz	Graz-Umgebung	St	6	25	24	41
Ehenbichl	Reutte	T	4	95	208	133
Ehrenhausen	Leibnitz	St	110	183	120	152
Ehrwald	Reutte	T	57	171	202	311
Eibiswald	Deutschlandsbg.	St	10	28	32	8
Eichberg-Trautenburg	Leibnitz	St	6	19	18	31

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Eichenberg	Bregenz	V	4	113	261	79
Eichfeld	Radkersburg	St	14	282	371	32
Eichgraben	St.Pölten Land	N	29	108	139	223
Eichkögl	Feldbach	St	5	19	37	23
Eidenberg	Urfahr-Umgebung	O	14	96	160	99
Eisbach	Graz-Umgebung	St	48	105	95	197
Eisenerz	Leoben	St	36	111	116	135
Eisenkappel-Vellach	Völkermarkt	K	35	270	775	80
Eisenstadt	Eisenstadt	B	52	104	416	165
Eisgarn	Gmünd	N	44	179	457	326
Eitzing	Ried/Innkreis	O	38	101	145	132
Elbigenalp	Reutte	T	1	134	327	206
Elixhausen	Salzburg-Umgeb.	S	51	56	82	90
Ellbögen	Innsbruck Land	T	17	87	103	97
Ellmau	Kufstein	T	8	263	422	270
Elmen	Reutte	T	12	64	71	79
Elsbethen	Salzburg-Umgeb.	S	1	36	173	44
Eltendorf	Jennersdorf	B	116	267	621	307
Emmersdorf a/d Donau	Melk	N	32	45	75	76
Empersdorf	Leibnitz	St	33	58	59	92
Engelhartstetten	Gänserndorf	N	41	222	785	429
Engelhartzell	Schärding	O	63	85	155	152
Engerwitzdorf	Urfahr-Umgebung	O	28	139	900	127
Enns	Linz-Land	O	9	186	1344	242
Ennsdorf	Amstetten	N	11	86	329	158
Enzenkirchen	Schärding	O	5	95	137	172
Enzenreith	Neunkirchen	N	16	55	61	82
Enzersdorf a/d Fischa	Bruck/Leitha	N	6	43	118	106
Enzersfeld	Korneuburg	N	20	92	78	176
Enzesfeld-Lindabrunn	Baden	N	14	60	189	130
Eppenstein	Judenburg	St	18	25	24	38
Erl	Kufstein	T	15	52	94	80
Erlach	Wr.Neustadt Ld.	N	19	66	104	135
Erlauf	Melk	N	3	65	88	81
Ernstbrunn	Korneuburg	N	9	68	254	75
Ernsthofen	Amstetten	N	41	94	183	189
Ertl	Amstetten	N	51	111	272	205
Eschenau	Lilienfeld	N	61	268	559	384
Eschenau im Hausruckkreis	Grieskirchen	O	42	41	82	61
Esternberg	Schärding	O	41	71	100	116
Etmißl	Bruck/Mur	St	28	77	73	123
Etsdorf-Haitzendorf	Krems Land	N	157	265	260	291
Etzersdorf-Rollsdorf	Weiz	St	5	45	70	156
Eugendorf	Salzburg-Umgeb.	S	22	82	129	143
Euratsfeld	Amstetten	N	34	43	74	93
Faggen	Landeck	T	53	72	65	76
Faistenau	Salzburg-Umgeb.	S	42	186	263	337
Falkendorf	Murau	St	13	49	65	81
Falkenstein	Mistelbach	N	143	279	222	371
Fallbach	Mistelbach	N	6	39	100	65
Fehring	Feldbach	St	8	31	36	65
Feistritz am Wechsel	Neunkirchen	N	97	452	645	567
Feistritz b.Anger	Weiz	St	20	94	550	256
Feistritz b.Knittelfeld	Knittelfeld	St	67	318	448	561
Feistritz im Rosental	Klagenfurt Land	K	19	98	94	190
Feld am See-Afritz	Villach Land	K	10	69	76	78
Feldbach	Feldbach	St	6	22	34	32
Feldkirch	Feldkirch	V	8	42	103	51

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Feldkirchen a/d Donau	Urfahr-Umgebung	O	12	139	498	187
Feldkirchen b.Graz	Graz-Umgebung	St	53	182	237	243
Feldkirchen b.Mattighofen	Braunau/Inn	O	11	39	106	40
Feldkirchen in Kärnten	Feldkirchen	K	1	48	122	80
Felixdorf	Wr.Neustadt Ld.	N	3	34	64	60
Fels am Wagram	Tulln	N	37	90	109	150
Fendels	Landeck	T	26	47	61	44
Ferlach	Klagenfurt Land	K	8	79	178	95
Ferndorf	Villach Land	K	8	245	890	313
Fernitz	Graz-Umgebung	St	95	98	247	107
Ferschnitz	Amstetten	N	8	21	50	61
Fieberbrunn	Kitzbühel	T	55	147	251	214
Filzmoos	St.Johann/Pong.	S	18	71	112	108
Finkenberg	Schwaz	T	119	303	369	375
Finkenstein	Villach Land	K	26	153	382	196
Fischamend	Wien-Umgebung	N	23	54	52	109
Fischbach	Weiz	St	68	139	138	212
Fischlham	Wels-Land	O	37	138	222	249
Fiss	Landeck	T	15	33	69	40
Flachau	St.Johann/Pong.	S	6	41	64	72
Fladnitz a/d Teichalm	Weiz	St	46	85	60	177
Fladnitz im Raabtal	Feldbach	St	12	49	141	57
Flatschach	Knittelfeld	St	81	183	161	309
Flattach	Spittal/Drau	K	91	954	1281	781
Flauring	Innsbruck Land	T	1	1	1	2
Fließ	Landeck	T	11	85	113	103
Flirsch	Landeck	T	31	268	305	654
Floing	Weiz	St	24	99	253	319
Fohnsdorf	Judenburg	St	7	88	340	117
Fontanella	Bludenz	V	32	88	89	91
Forchach	Reutte	T	0	42	97	26
Forchtenstein	Mattersburg	B	79	495	762	598
Fornach	Vöcklabruck	O	14	49	110	58
Forstau	St.Johann/Pong.	S	13	55	87	73
Fraham	Eferding	O	85	224	860	283
Frankenau-Unterpullendorf	Oberpullendorf	B	3	66	172	92
Frankenburg am Hausruck	Vöcklabruck	O	16	25	44	47
Frankenfels	St.Pölten Land	N	43	83	176	148
Frankenmarkt	Vöcklabruck	O	14	113	448	126
Franking	Braunau/Inn	O	42	172	570	181
Frannach	Feldbach	St	12	36	33	60
Frantschach-St. Gertraud	Wolfsberg	K	29	78	119	76
Frastanz	Feldkirch	V	1	42	73	47
Frauenberg	Bruck/Mur	St	38	94	93	183
Frauenkirchen	Neusiedl/See	B	51	44	72	66
Frauenstein	St.Veit/Glan	K	4	40	82	32
Frauental a/d Laßnitz	Deutschlandsbg.	St	6	36	59	79
Fraxern	Feldkirch	V	43	88	64	93
Freiland b.Deutschlandsberg	Deutschlandsbg.	St	11	54	72	114
Freinberg	Schärding	O	46	52	82	85
Freistadt	Freistadt	O	28	124	368	161
Fresach	Villach Land	K	4	113	144	151
Friedberg	Hartberg	St	12	22	17	32
Friesach	St.Veit/Glan	K	19	36	25	62
Fritzens	Innsbruck Land	T	19	33	34	44
Frohnleiten	Graz-Umgebung	St	13	117	449	153
Frojach-Katsch	Murau	St	57	181	239	173
Frutten-Gießelsdorf	Feldbach	St	27	62	57	131

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Fügen	Schwaz	T	389	484	477	607
Fügenberg	Schwaz	T	436	481	470	552
Fulpmes	Innsbruck Land	T	14	78	95	97
Fürstenfeld	Fürstenfeld	St	8	64	89	87
Furth a/d Triesting	Baden	N	71	253	705	261
Furth b.Göttweig	Krems Land	N	0	38	81	96
Fusch a/d Großglocknerstraße	Zell am See	S	11	29	28	44
Fuschl am See	Salzburg-Umgeb.	S	26	61	66	110
Fußbach	Bregenz	V	7	20	18	30
Gaaden	Mödling	N	112	304	660	282
Gaal	Knittelfeld	St	149	274	261	421
Gabersdorf	Leibnitz	St	55	95	66	158
Gablitz	Wien-Umgebung	N	3	51	92	118
Gaflenz	Steyr-Land	O	57	114	235	131
Gai	Leoben	St	22	41	30	107
Gaimberg	Lienz	T	35	100	140	123
Gaishorn	Liezen	St	6	33	27	83
Gaißau	Bregenz	V	6	29	44	33
Gallizien	Völkermarkt	K	15	60	176	96
Gallmannsegg	Voitsberg	St	39	89	79	163
Gallneukirchen	Urfahr-Umgebung	O	22	149	438	178
Gallspach	Grieskirchen	O	13	76	401	125
Gallzein	Schwaz	T	539	553	806	764
Galtür	Landeck	T	38	29	43	36
Gaming	Scheibbs	N	85	137	352	131
Gamlitz	Leibnitz	St	53	127	102	254
Gampern	Vöcklabruck	O	40	206	506	212
Gams b.Hieflau	Liezen	St	23	78	124	140
Gänserndorf	Gänserndorf	N	18	60	97	101
Ganz	Mürzzuschlag	St	75	220	201	183
Garanas	Deutschlandsbg.	St	15	41	82	71
Gars am Kamp	Horn	N	39	82	86	148
Garsten	Steyr-Land	O	13	141	570	165
Gaschurn	Bludenz	V	31	141	131	146
Gasen	Weiz	St	40	110	136	157
Gaspoltshofen	Grieskirchen	O	10	83	268	172
Gastern	Waidhofen/Thaya	N	36	100	156	159
Gattendorf	Neusiedl/See	B	158	160	333	160
Gaubitsch	Mistelbach	N	36	95	181	95
Gaweinstal	Mistelbach	N	43	233	409	281
Geboltskirchen	Grieskirchen	O	8	18	38	35
Gedersdorf	Krems Land	N	11	26	51	56
Geiersberg	Ried/Innkreis	O	20	58	91	83
Geinberg	Ried/Innkreis	O	46	152	695	243
Geistthal	Voitsberg	St	31	73	62	165
Georgsberg	Deutschlandsbg.	St	10	22	19	40
Geras	Horn	N	25	100	248	140
Gerasdorf b.Wien	Wien-Umgebung	N	7	50	291	100
Gerersdorf	St.Pölten Land	N	4	16	43	32
Gerersdorf-Sulz	Güssing	B	41	74	83	149
Geretsberg	Braunau/Inn	O	16	28	72	68
Gerlos	Schwaz	T	11	30	47	42
Gerlosberg	Schwaz	T	16	43	42	54
Gersdorf a/d Feistritz	Weiz	St	4	12	12	13
Gföhl	Krems Land	N	4	50	132	51
Gießhübl	Mödling	N	11	61	71	109
Gilgenberg am Weilhart	Braunau/Inn	O	42	110	391	154
Gitschtal	Hermagor	K	20	227	634	215

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Glanegg	Feldkirchen	K	12	22	17	36
Glanz	Leibnitz	St	7	18	16	28
Gleinstätten	Leibnitz	St	19	60	72	65
Gleisdorf	Weiz	St	26	71	73	84
Glinzendorf	Gänserndorf	N	47	120	104	124
Globalnitz	Völkermarkt	K	30	53	37	74
Gloggnitz	Neunkirchen	N	6	144	341	142
Glojach	Feldbach	St	14	43	38	71
Gmünd	Spittal/Drau	K	58	151	220	312
Gmünd	Gmünd	N	13	567	2360	568
Gmunden	Gmunden	O	6	111	1094	199
Gnadendorf	Mistelbach	N	19	34	84	37
Gnadenwald	Innsbruck Land	T	40	120	130	166
Gnas	Feldbach	St	8	19	24	25
Gnesau	Feldkirchen	K	6	26	30	37
Gniebing-Weißbach	Feldbach	St	15	24	50	45
Göfis	Feldkirch	V	0	3	5	3
Going am Wilden Kaiser	Kitzbühel	T	6	47	61	64
Goldegg	St.Johann/Pong.	S	114	212	372	328
Goldwörth	Urfahr-Umgebung	O	23	72	120	96
Göllersdorf	Hollabrunn	N	82	132	157	133
Golling a/d Erlauf	Melk	N	21	44	58	61
Golling a/d Salzach	Hallein	S	1	33	105	51
Gols	Neusiedl/See	B	15	19	38	35
Göming	Salzburg-Umgeb.	S	2	15	50	15
Göpfritz a/d Wild	Zwettl	N	13	35	116	55
Göriach	Tamsweg	S	5	8	5	18
Gosau	Gmunden	O	22	579	5685	330
Gosdorf	Radkersburg	St	8	70	104	104
Gössenberg	Liezen	St	129	350	539	422
Gossendorf	Feldbach	St	7	33	34	117
Gössendorf	Graz-Umgebung	St	75	152	135	223
Gößnitz	Voitsberg	St	29	112	159	155
Göstling a/d Ybbs	Scheibbs	N	235	379	810	342
Göttlesbrunn-Arbesthal	Bruck/Leitha	N	62	104	122	115
Götzendorf a/d Leitha	Bruck/Leitha	N	4	21	55	30
Götzens	Innsbruck Land	T	11	58	58	63
Götzis	Feldkirch	V	0	36	58	43
Grabern	Hollabrunn	N	62	121	122	222
Grabersdorf	Feldbach	St	4	13	12	15
Graden	Voitsberg	St	49	169	159	223
Grafenbach-St.Valentin	Neunkirchen	N	16	207	1211	435
Grafendorf b.Hartberg	Hartberg	St	17	151	211	269
Grafenschachen	Oberwart	B	8	42	46	59
Grafenschlag	Zwettl	N	20	55	121	56
Grafenstein	Klagenfurt Land	K	6	45	75	51
Grafenwörth	Tulln	N	19	136	313	212
Gralla	Leibnitz	St	14	41	39	66
Gramais	Reutte	T	1	54	122	50
Gramastetten	Urfahr-Umgebung	O	16	123	604	142
Gramatneusiedl	Wien-Umgebung	N	26	62	57	111
Grambach	Graz-Umgebung	St	9	36	49	15
Grän	Reutte	T	1	23	32	27
Gratkorn	Graz-Umgebung	St	20	143	177	225
Gratwein	Graz-Umgebung	St	62	171	186	293
Graz	Graz	St	18	106	227	176
Greifenburg	Spittal/Drau	K	224	408	288	429
Grein	Perg	O	54	88	344	107

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Greinbach	Hartberg	St	38	557	817	770
Greisdorf	Deutschlandsbg.	St	5	15	15	17
Gressenberg	Deutschlandsbg.	St	27	65	87	105
Gresten	Scheibbs	N	66	75	182	126
Gresten-Land	Scheibbs	N	51	51	105	65
Gries am Brenner	Innsbruck Land	T	22	18	30	26
Gries im Sellrain	Innsbruck Land	T	23	107	160	124
Grieskirchen	Grieskirchen	O	19	78	302	110
Griffen	Völkermarkt	K	8	110	179	81
Grimmenstein	Neunkirchen	N	147	409	1100	420
Grins	Landeck	T	1	79	153	107
Grinzens	Innsbruck Land	T	4	37	54	34
Gröbming	Liezen	St	59	805	2842	2849
Grödig	Salzburg-Umgeb.	S	3	49	148	81
Groß St. Florian	Deutschlandsbg.	St	5	15	13	30
Groß-Engersdorf	Mistelbach	N	34	58	59	172
Groß-Enzersdorf	Gänserndorf	N	20	119	160	165
Groß-Gerungs	Zwettl	N	5	121	562	119
Groß-Schweinbarth	Gänserndorf	N	60	161	310	161
Groß-Siegharts	Waidhofen/Thaya	N	21	223	366	215
Großarl	St. Johann/Pong.	S	110	132	249	230
Großdietmanns	Gmünd	N	69	177	464	187
Großebersdorf	Mistelbach	N	15	181	218	335
Großgmain	Salzburg-Umgeb.	S	4	51	125	106
Großgöttfritz	Zwettl	N	45	73	135	71
Großharras	Mistelbach	N	31	63	152	66
Großhart	Hartberg	St	6	25	48	47
Großhofen	Gänserndorf	N	18	64	97	123
Großhöflein	Eisenstadt-Umg.	B	5	43	57	74
Großkirchheim	Spittal/Drau	K	40	89	102	110
Großklein	Leibnitz	St	12	25	22	44
Großkrut	Mistelbach	N	49	103	114	133
Großlobming	Knittelfeld	St	60	411	398	610
Großmugl	Korneuburg	N	47	66	76	114
Großmürbisch	Güssing	B	11	42	152	62
Großpetersdorf	Oberwart	B	36	100	136	156
Großradl	Deutschlandsbg.	St	38	111	176	151
Großraming	Steyr-Land	O	15	36	34	62
Großriedenthal	Tulln	N	43	126	259	251
Großrußbach	Korneuburg	N	22	70	200	107
Großschönau	Gmünd	N	37	92	303	123
Großsölk	Liezen	St	48	96	153	164
Großsteinbach	Fürstenfeld	St	16	80	106	112
Großtübing	Graz-Umgebung	St	7	124	132	187
Großwarasdorf	Oberpullendorf	B	3	10	25	14
Großweikersdorf	Tulln	N	85	125	135	160
Großwilfersdorf	Fürstenfeld	St	27	93	94	121
Grünau	St. Pölten Land	N	48	59	123	93
Grünau im Almtal	Gmunden	O	168	1055	4861	670
Grünbach	Freistadt	O	65	318	916	298
Grünbach am Schneeberg	Neunkirchen	N	13	25	39	73
Grünburg	Kirchdorf/Krems	O	28	220	440	271
Grundlsee	Liezen	St	59	96	61	141
Gschaid b. Birkfeld	Weiz	St	46	201	228	219
Gschnaidt	Graz-Umgebung	St	17	55	76	33
Gschnitz	Innsbruck Land	T	129	292	251	332
Gschwandt	Gmunden	O	17	87	185	140
Gumpoldskirchen	Mödling	N	14	74	194	200

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Gundersdorf	Deutschlandsbg.	St	3	25	24	37
Günselsdorf	Baden	N	71	145	144	291
Gunskirchen	Wels-Land	O	52	84	131	167
Guntersdorf	Hollabrunn	N	78	127	104	233
Guntramsdorf	Mödling	N	22	163	845	369
Gurk	St.Veit/Glan	K	106	199	161	211
Gurten	Ried/Innkreis	O	20	70	156	143
Güssing	Güssing	B	15	45	69	61
Gußwerk	Bruck/Mur	St	7	37	39	69
Gutau	Freistadt	O	50	1086	4880	1089
Gutenberg a/d Raabklamm	Weiz	St	32	55	53	63
Gutenbrunn	Zwettl	N	96	137	367	235
Gutenstein	Wr.Neustadt Ld.	N	10	49	59	76
Guttaring	St.Veit/Glan	K	67	179	419	158
Güttenbach	Güssing	B	13	51	51	39
Haag	Amstetten	N	51	95	253	154
Haag am Hausruck	Grieskirchen	O	8	39	87	59
Hackerberg	Güssing	B	16	157	748	164
Hadersdorf-Kammern	Krems Land	N	19	56	223	87
Hadres	Hollabrunn	N	81	148	267	244
Hafnerbach	St.Pölten Land	N	44	48	138	54
Hafning b.Trofaiach	Leoben	St	61	275	777	243
Hagenberg im Mühlkreis	Freistadt	O	23	104	181	99
Hagenbrunn	Korneuburg	N	8	67	65	196
Haibach im Mühlkreis	Urfahr-Umgebung	O	79	819	6263	923
Haibach ob der Donau	Eferding	O	34	58	223	96
Haidershofen	Amstetten	N	13	123	416	202
Haigermoos	Braunau/Inn	O	20	34	43	84
Haiming	Imst	T	127	539	715	481
Hainburg a.d.Donau	Bruck/Leitha	N	29	105	163	137
Hainersdorf	Fürstenfeld	St	13	26	19	26
Hainfeld	Lilienfeld	N	190	171	260	254
Hainsdorf im Schwarzaual	Leibnitz	St	7	30	45	41
Hainzenberg	Schwaz	T	64	260	274	187
Halbenrain	Radkersburg	St	9	26	28	37
Halbturn	Neusiedl/See	B	169	140	208	194
Hall	Liezen	St	383	937	810	777
Hall in Tirol	Innsbruck Land	T	10	109	277	232
Hallein	Hallein	S	1	15	97	24
Hallstatt	Gmunden	O	14	24	36	31
Halltal	Bruck/Mur	St	84	95	197	90
Hallwang	Salzburg-Umgeb.	S	2	13	23	31
Handenberg	Braunau/Inn	O	18	135	509	165
Hannersdorf	Oberwart	B	87	154	137	213
Hard	Bregenz	V	2	12	21	15
Hardegg	Hollabrunn	N	19	247	946	182
Hargelsberg	Linz-Land	O	90	576	667	576
Haringsee	Gänserndorf	N	41	69	83	108
Harmannsdorf	Korneuburg	N	26	101	197	212
Hart b.Graz	Graz-Umgebung	St	5	13	11	28
Hart im Zillertal	Schwaz	T	182	186	324	221
Hartberg	Hartberg	St	10	249	551	470
Hartberg Umgebung	Hartberg	St	20	113	108	186
Hartkirchen	Eferding	O	54	190	566	325
Hartl	Hartberg	St	36	97	104	130
Häselgehr	Reutte	T	4	232	465	12
Haselsdorf-Tobelbad	Graz-Umgebung	St	80	230	208	262
Haslach a/d Mühl	Rohrbach	O	44	126	1105	211

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Haslau b.Birkfeld	Weiz	St	49	172	192	247
Haslau-Maria Ellend	Bruck/Leitha	N	29	72	108	107
Hatzendorf	Feldbach	St	7	71	86	116
Haugschlag	Gmünd	N	108	100	174	182
Haugsdorf	Hollabrunn	N	152	228	185	242
Haunoldstein	St.Pölten Land	N	62	131	266	184
Haus	Liezen	St	7	150	982	178
Hausbrunn	Mistelbach	N	105	250	488	234
Hauskirchen	Gänserndorf	N	18	101	312	111
Hausleiten	Korneuburg	N	70	103	112	154
Hausmannstätten	Graz-Umgebung	St	87	168	126	281
Heidenreichstein	Gmünd	N	29	1469	8010	1683
Heiligenberg	Grieskirchen	O	29	113	430	138
Heiligenblut	Spittal/Drau	K	57	119	113	196
Heiligenbrunn	Güssing	B	11	31	27	43
Heiligenkreuz	Baden	N	2	8	19	24
Heiligenkreuz am Waasen	Leibnitz	St	18	32	21	55
Heiligenkreuz im Lafnitztal	Jennersdorf	B	13	50	43	79
Heimschuh	Leibnitz	St	132	317	350	364
Heinfels	Lienz	T	9	43	58	61
Heiterwang	Reutte	T	70	147	187	151
Heldenberg	Hollabrunn	N	30	86	113	124
Helfenberg	Rohrbach	O	41	284	964	336
Hellmonsödt	Urfahr-Umgebung	O	7	409	2970	410
Helpfau-Uttendorf	Braunau/Inn	O	35	187	1159	202
Hengsberg	Leibnitz	St	34	148	535	242
Henndorf am Wallersee	Salzburg-Umgeb.	S	3	47	99	66
Hennersdorf	Mödling	N	17	76	352	92
Hermagor-Pressegger See	Hermagor	K	40	255	577	312
Hernstein	Baden	N	76	65	102	193
Herrnbaumgarten	Mistelbach	N	70	105	102	210
Herzogenburg	St.Pölten Land	N	52	121	104	267
Herzogsdorf	Urfahr-Umgebung	O	83	131	258	218
Heugraben	Güssing	B	41	77	70	82
Hieflau	Leoben	St	34	71	60	111
Himberg	Wien-Umgebung	N	32	92	92	125
Himmelberg	Feldkirchen	K	8	36	51	41
Hinterbrühl	Mödling	N	2	39	50	80
Hinterhornbach	Reutte	T	51	112	155	114
Hintersee	Salzburg-Umgeb.	S	5	7	5	15
Hinterstoder	Kirchdorf/Krems	O	31	229	942	345
Hinzenbach	Eferding	O	120	123	233	155
Hippach	Schwaz	T	19	88	177	50
Hirm	Mattersburg	B	73	100	125	100
Hirnsdorf	Weiz	St	12	21	15	32
Hirschbach	Gmünd	N	36	147	204	166
Hirschbach im Mühlkreis	Freistadt	O	67	174	460	137
Hirschegg	Voitsberg	St	19	122	146	292
Hirtenberg	Baden	N	14	28	108	195
Hittisau	Bregenz	V	1	10	23	13
Hitzendorf	Graz-Umgebung	St	68	146	113	236
Hochburg-Ach	Braunau/Inn	O	36	74	319	109
Hochfilzen	Kitzbühel	T	59	123	105	177
Hochleithen	Mistelbach	N	35	115	300	185
Hochneukirchen-Gschaidt	Wr.Neustadt Ld.	N	22	106	104	194
Höchst	Bregenz	V	6	13	11	15
Hochwolkersdorf	Wr.Neustadt Ld.	N	10	285	404	239
Hof am Leithaberge	Bruck/Leitha	N	40	53	90	61

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Hof b.Salzburg	Salzburg-Umgeb.	S	31	137	199	186
Hof b.Straden	Rackersburg	St	10	70	108	62
Höf-Präbach	Graz-Umgebung	St	4	14	18	43
Hofamt Priel	Melk	N	14	32	25	63
Höfen	Reutte	T	1	1	1	2
Hofkirchen a/d Trattnach	Grieskirchen	O	28	26	44	49
Hofkirchen b.Hartberg	Hartberg	St	6	14	12	33
Hofkirchen im Mühlkreis	Rohrbach	O	83	137	309	196
Hofkirchen im Traunkreis	Linz-Land	O	20	78	178	116
Höflein	Bruck/Leitha	N	43	63	76	77
Höflein an der Hohen Wand	Neunkirchen	N	37	34	54	34
Hofstätten a/d Raab	Weiz	St	39	101	165	138
Hohe Wand	Wr.Neustadt Ld.	N	6	30	123	39
Hohenau a/d March	Gänserndorf	N	34	85	280	84
Hohenau a/d Raab	Weiz	St	53	155	172	152
Hohenberg	Lilienfeld	N	30	114	187	229
Hohenbrugg-Weinberg	Feldbach	St	16	34	28	41
Hoheneich	Gmünd	N	103	89	133	98
Hohenems	Dornbirn	V	5	32	104	38
Hohenruppersdorf	Gänserndorf	N	18	77	144	95
Hohentauern	Judenburg	St	18	77	261	95
Hohenthurn	Villach Land	K	26	190	243	142
Hohenwarth-Mühlbach a.M.	Hollabrunn	N	24	56	82	80
Hohenweiler	Bregenz	V	16	31	23	35
Hohenzell	Ried/Innkreis	O	73	94	109	207
Höhhart	Braunau/Inn	O	9	70	194	94
Hollabrunn	Hollabrunn	N	16	109	292	151
Hollenegg	Deutschlandsbg.	St	30	46	47	53
Hollenstein a/d Ybbs	Amstetten	N	63	111	329	163
Hollenthon	Wr.Neustadt Ld.	N	24	262	336	443
Hollersbach im Pinzgau	Zell am See	S	113	204	230	304
Holzgau	Reutte	T	30	50	54	51
Holzhausen	Wels-Land	O	9	26	39	52
Hopfgarten im Brixental	Kitzbühel	T	40	93	126	102
Hopfgarten in Deferegggen	Lienz	T	17	122	276	153
Hörbich	Rohrbach	O	22	93	78	112
Hörbranz	Bregenz	V	10	152	1449	41
Horitschon	Oberpullendorf	B	4	10	27	16
Horn	Horn	N	13	49	154	95
Hornstein	Eisenstadt-Umg.	B	8	35	69	68
Hörsching	Linz-Land	O	66	242	1461	367
Hundsheim	Bruck/Leitha	N	36	101	190	105
Hürm	Melk	N	74	96	173	114
Hüttau	St.Johann/Pong.	S	3	36	83	70
Hüttenberg	St.Veit/Glan	K	15	1169	3990	1325
Hüttschlag	St.Johann/Pong.	S	135	115	155	129
Illmitz	Neusiedl/See	B	113	103	163	177
Ilz	Fürstenfeld	St	39	79	62	141
Ilztal	Weiz	St	7	25	35	33
Imst	Imst	T	43	130	139	202
Imsterberg	Imst	T	86	138	87	259
Innerbraz	Bludenz	V	37	112	155	126
Innerschwand	Vöcklabruck	O	4	33	69	46
Innevillgraten	Lienz	T	36	48	45	66
Innsbruck	Innsbruck	T	1	56	483	84
Inzenhof	Güssing	B	44	80	85	80
Inzersdorf im Kremstal	Kirchdorf/Krems	O	7	41	103	45
Inzersdorf-Getzersdorf	St.Pölten Land	N	3	47	63	85

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Inzing	Innsbruck Land	T	36	94	92	128
Irdning	Liezen	St	9	18	13	27
Irnfritz	Horn	N	47	121	264	107
Irschen	Spittal/Drau	K	126	226	192	192
Ischgl	Landeck	T	8	54	60	56
Iselsberg-Stronach	Lienz	T	9	39	51	36
Itter	Kitzbühel	T	23	97	177	122
Jabing	Oberwart	B	2	16	13	28
Jagerberg	Feldbach	St	9	31	36	47
Jaidhof	Krems Land	N	10	18	39	25
Japons	Horn	N	15	58	167	64
Jedenspeigen	Gänserndorf	N	14	104	170	92
Jeging	Braunau/Inn	O	13	245	1103	234
Jenbach	Schwaz	T	0	420	763	1175
Jennersdorf	Jennersdorf	B	6	21	22	36
Jerzens	Imst	T	1	116	506	141
Jochberg	Kitzbühel	T	3	17	35	18
Johnsbach	Liezen	St	23	345	1236	322
Johnsdorf-Brunn	Feldbach	St	20	79	79	132
Jois	Neusiedl/See	B	105	212	149	504
Judenau-Baumgarten	Tulln	N	56	103	115	122
Judenburg	Judenburg	St	4	32	60	56
Judendorf-Straßengel	Graz-Umgebung	St	67	139	129	212
Julbach	Rohrbach	O	48	296	749	334
Jungholz	Reutte	T	1	27	33	31
Kaibing	Hartberg	St	4	17	17	24
Kainach b.Voitsberg	Voitsberg	St	28	85	68	122
Kainbach	Graz-Umgebung	St	4	14	19	22
Kaindorf	Hartberg	St	11	46	42	85
Kaindorf a/d Sulm	Leibnitz	St	57	134	121	200
Kaisers	Reutte	T	1	3	4	3
Kaisersdorf	Oberpullendorf	B	5	16	14	27
Kallham	Grieskirchen	O	45	188	357	213
Kals am Großglockner	Lienz	T	6	53	60	40
Kalsdorf b.Graz	Graz-Umgebung	St	53	111	106	171
Kaltenbach	Schwaz	T	12	37	34	50
Kaltenberg	Freistadt	O	45	275	884	322
Kaltenleutgeben	Mödling	N	15	68	105	135
Kalwang	Leoben	St	8	32	37	35
Kammern im Liesingtal	Leoben	St	16	83	154	98
Kapellen	Mürzzuschlag	St	11	53	94	63
Kapelln	St.Pölten Land	N	11	20	57	40
Kapfenberg	Bruck/Mur	St	23	112	156	140
Kapfenstein	Feldbach	St	18	52	55	74
Kappel am Krappfeld	St.Veit/Glan	K	28	43	87	59
Kappl	Landeck	T	58	106	124	108
Kaprun	Zell am See	S	15	51	110	96
Karlstein a/d Thaya	Waidhofen/Thaya	N	32	125	120	365
Karlstetten	St.Pölten Land	N	10	20	24	33
Karres	Imst	T	36	100	138	119
Karrösten	Imst	T	79	108	126	90
Kartitsch	Lienz	T	30	113	142	94
Kasten b.Böheimkirchen	St.Pölten Land	N	50	108	94	77
Katsdorf	Perg	O	64	208	629	205
Katzelsdorf	Wr.Neustadt Ld.	N	7	67	59	132
Kaumberg	Lilienfeld	N	32	71	169	208
Kaunerberg	Landeck	T	19	92	130	102
Kaunertal	Landeck	T	6	31	42	57

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Kauns	Landeck	T	16	192	266	285
Kautzen	Waidhofen/Thaya	N	57	184	197	329
Kefermarkt	Freistadt	O	29	248	978	272
Kematen a/d Krems	Linz-Land	O	63	142	233	145
Kematen a/d Ybbs	Amstetten	N	23	45	73	68
Kematen am Innbach	Grieskirchen	O	16	32	45	82
Kematen in Tirol	Innsbruck Land	T	97	157	147	179
Kemetten	Oberwart	B	29	87	101	173
Kennelbach	Bregenz	V	6	25	26	34
Keutschach am See	Klagenfurt Land	K	69	179	195	212
Kilb	Melk	N	29	47	89	91
Kindberg	Mürzzuschlag	St	22	112	241	136
Kirchbach	Hermagor	K	46	133	232	168
Kirchbach in Steiermark	Feldbach	St	70	236	251	716
Kirchberg a/d Pielach	St.Pölten Land	N	42	207	622	228
Kirchberg a/d Raab	Feldbach	St	350	509	350	1217
Kirchberg am Wagram	Tulln	N	38	79	97	151
Kirchberg am Walde	Gmünd	N	7	116	452	132
Kirchberg am Wechsel	Neunkirchen	N	43	535	881	605
Kirchberg b.Mattighofen	Braunau/Inn	O	27	201	953	305
Kirchberg in Tirol	Kitzbühel	T	4	49	153	71
Kirchberg ob der Donau	Rohrbach	O	136	330	920	452
Kirchberg-Thening	Linz-Land	O	105	197	308	295
Kirchbichl	Kufstein	T	37	111	141	155
Kirchdorf a/d Krems	Kirchdorf/Krems	O	3	28	54	58
Kirchdorf am Inn	Ried/Innkreis	O	50	101	170	101
Kirchdorf in Tirol	Kitzbühel	T	8	37	80	37
Kirchham	Gmunden	O	34	82	228	92
Kirchheim im Innkreis	Ried/Innkreis	O	21	225	746	252
Kirchschlag	Zwettl	N	29	54	155	65
Kirchschlag b.Linz	Urfahr-Umgebung	O	15	456	2622	490
Kirchschlag i/d Buckligen Welt	Wr.Neustadt Ld.	N	33	108	141	147
Kirchstetten	St.Pölten Land	N	25	81	69	95
Kirnberg a/d Mank	Melk	N	26	38	92	59
Kittsee	Neusiedl/See	B	138	107	161	194
Kitzbühel	Kitzbühel	T	2	45	97	60
Kitzeck im Sausal	Leibnitz	St	64	136	95	234
Klaffer	Rohrbach	O	42	118	261	130
Klagenfurt	Klagenfurt	K	11	66	264	98
Klam	Perg	O	49	219	357	247
Klaus	Feldkirch	V	31	75	62	79
Klaus a/d Pyhrnbahn	Kirchdorf/Krems	O	67	965	2235	918
Klausen-Leopoldsdorf	Baden	N	36	31	51	54
Kleblach-Lind	Spittal/Drau	K	220	508	509	537
Klein St.Paul	St.Veit/Glan	K	22	57	123	67
Klein-Neusiedl	Wien-Umgebung	N	28	53	38	96
Klein-Pöchlarn	Melk	N	54	64	143	142
Kleinarl	St.Johann/Pong.	S	7	32	42	41
Kleinlobming	Knittelfeld	St	18	200	305	499
Kleinmürbisch	Güssing	B	36	71	70	107
Kleinschlag	Hartberg	St	7	24	26	39
Kleinsölk	Liezen	St	37	190	378	366
Kleinzell	Lilienfeld	N	7	27	39	68
Kleinzell im Mühlkreis	Rohrbach	O	27	115	490	115
Klingenbach	Eisenstadt-Umg.	B	42	64	94	110
Klöch	Radkersburg	St	10	20	20	
Kloster	Deutschlandsbg.	St	3	18	48	21
Klösterle	Bludenz	V	19	82	177	89

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Klosterneuburg	Wien-Umgebung	N	3	47	226	69
Knittelfeld	Knittelfeld	St	48	160	255	290
Kobenz	Knittelfeld	St	73	145	122	246
Kobersdorf	Oberpullendorf	B	10	22	19	42
Koblach	Feldkirch	V	10	39	34	44
Köflach	Voitsberg	St	22	78	89	126
Koglhof	Weiz	St	62	187	228	266
Kohfidisch	Oberwart	B	26	88	252	86
Kohlberg	Feldbach	St	10	29	40	41
Kohlschwarz	Voitsberg	St	26	68	54	119
Kollerschlag	Rohrbach	O	11	122	319	139
Kolsass	Innsbruck Land	T	10	45	46	72
Kolsassberg	Innsbruck Land	T	10	74	126	91
Königsbrunn am Wagram	Tulln	N	36	69	77	112
Königsdorf	Jennersdorf	B	14	66	118	71
Königstetten	Tulln	N	64	181	185	236
Königswiesen	Freistadt	O	33	425	2380	268
Kopfung im Innkreis	Schärding	O	43	75	112	137
Koppl	Salzburg-Umgeb.	S	40	52	52	78
Kornberg b.Riegersburg	Feldbach	St	13	49	143	70
Korneuburg	Korneuburg	N	11	41	214	66
Kössen	Kitzbühel	T	12	118	192	168
Köstendorf	Salzburg-Umgeb.	S	108	208	158	369
Kötschach-Mauthen	Hermagor	K	4	112	323	142
Kottes-Purk	Zwettl	N	7	16	31	28
Kottingbrunn	Baden	N	3	18	25	32
Köttmannsdorf	Klagenfurt Land	K	72	143	162	179
Krakaudorf	Murau	St	20	43	46	157
Krakauhintermühlen	Murau	St	17	42	54	96
Krakauschatten	Murau	St	8	37	47	79
Kramsach	Kufstein	T	4	24	44	25
Kraubath a/d Mur	Leoben	St	20	31	84	67
Krems a/d Donau	Krems/Donau	N	30	61	152	100
Krems in Kärnten	Spittal/Drau	K	132	303	274	410
Kremsmünster	Kirchdorf/Krems	O	13	90	497	117
Krenglbach	Wels-Land	O	37	91	165	116
Kreuttal	Mistelbach	N	7	123	201	255
Kreuzstetten	Mistelbach	N	63	100	134	113
Krieglach	Mürzzuschlag	St	45	69	66	129
Krimml	Zell am See	S	92	161	241	232
Krispl	Hallein	S	1	9	30	12
Kronstorf	Linz-Land	O	143	515	460	888
Krottendorf	Weiz	St	8	22	22	45
Krottendorf-Gaisfeld	Voitsberg	St	62	100	64	136
Krumau am Kamp	Krems Land	N	18	138	450	120
Krumbach	Wr.Neustadt Ld.	N	25	43	89	68
Krumbach	Bregenz	V	0	8	13	13
Krumegg	Graz-Umgebung	St	8	28	35	56
Krummußbaum	Melk	N	36	62	68	87
Krumpendorf am Wörther See	Klagenfurt Land	K	31	104	165	146
Krusdorf	Feldbach	St	12	39	36	39
Kuchl	Hallein	S	1	10	102	13
Kufstein	Kufstein	T	3	51	140	71
Kukmirn	Güssing	B	8	30	44	48
Kulm am Zirbitz	Murau	St	12	57	72	73
Kulm b.Weiz	Weiz	St	21	31	97	55
Kumberg	Graz-Umgebung	St	11	33	32	42
Kundl	Kufstein	T	38	77	74	102

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Laa a/d Thaya	Mistelbach	N	2	24	120	42
Laab im Walde	Mödling	N	26	161	182	153
Laakirchen	Gmunden	O	12	139	1847	161
Labuch	Weiz	St	28	73	64	103
Lackenbach	Oberpullendorf	B	10	25	18	20
Lackendorf	Oberpullendorf	B	57	78	120	78
Ladendorf	Mistelbach	N	46	159	321	177
Ladis	Landeck	T	15	29	23	40
Lafnitz	Hartberg	St	54	70	113	132
Lambach	Wels-Land	O	31	118	283	211
Lambrechten	Ried/Innkreis	O	37	56	68	127
Lamprechtshausen	Salzburg-Umgeb.	S	3	16	16	34
Landeck	Landeck	T	16	37	56	54
Landl	Liezen	St	63	327	717	309
Lang	Leibnitz	St	28	90	160	109
Langau	Horn	N	17	54	140	54
Langegg b.Graz	Graz-Umgebung	St	7	15	13	22
Langen b.Bregenz	Bregenz	V	1	9	27	14
Langenegg	Bregenz	V	1	3	5	4
Längenfeld	Imst	T	34	301	940	550
Langenlois	Krems Land	N	3	47	157	75
Langenrohr	Tulln	N	46	93	91	122
Langenstein	Perg	O	35	93	239	126
Langenwang	Mürzzuschlag	St	29	103	147	130
Langenzersdorf	Korneuburg	N	29	102	424	173
Langkampfen	Kufstein	T	53	151	273	236
Langschlag	Zwettl	N	41	69	104	150
Lannach	Deutschlandsbg.	St	33	65	159	72
Lans	Innsbruck Land	T	73	146	187	221
Lanzendorf	Wien-Umgebung	N	6	27	28	61
Lanzenkirchen	Wr.Neustadt Ld.	N	17	52	230	58
Lasberg	Freistadt	O	46	166	700	191
Lasse	Gänserndorf	N	32	67	86	143
Lassing	Liezen	St	272	550	438	431
Laßnitz b.Murau	Murau	St	22	61	95	86
Laßnitzhöhe	Graz-Umgebung	St	6	23	32	27
Laßnitzthal	Weiz	St	18	40	36	75
Laterns	Feldkirch	V	34	55	45	83
Laussa	Steyr-Land	O	46	172	201	194
Lauterach	Bregenz	V	11	26	25	31
Lavamünd	Wolfsberg	K	24	63	55	77
Lavant	Lienz	T	42	67	42	126
Lavantegg	Judenburg	St	8	26	21	55
Laxenburg	Mödling	N	58	111	104	145
Lebring-St.Margarethen	Leibnitz	St	11	97	134	157
Lech	Bludenz	V	37	49	93	56
Lechaschau	Reutte	T	1	2	1	2
Leiben	Melk	N	80	88	157	177
Leibnitz	Leibnitz	St	64	146	190	217
Leisach	Lienz	T	30	56	120	74
Leitersdorf im Raabtal	Feldbach	St	19	45	40	99
Leithaprodersdorf	Eisenstadt-Umg.	B	13	51	84	73
Leitzersdorf	Korneuburg	N	83	108	111	149
Lembach im Mühlkreis	Rohrbach	O	29	302	1108	377
Lend	Zell am See	S	97	186	151	316
Lendorf	Spittal/Drau	K	11	66	91	76
Lengau	Braunau/Inn	O	22	98	406	111
Lengenfeld	Krems Land	N	44	135	388	166

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Lenzing	Vöcklabruck	O	19	57	325	96
Leoben	Leoben	St	15	53	140	66
Leobendorf	Korneuburg	N	4	39	137	77
Leobersdorf	Baden	N	3	40	115	61
Leogang	Zell am See	S	22	92	100	105
Leonding	Linz-Land	O	7	183	844	224
Leopoldschlag	Freistadt	O	53	66	141	59
Leopoldsdorf	Wien-Umgebung	N	4	17	22	29
Leopoldsdorf im Marchfelde	Gänserndorf	N	82	136	91	252
Lermoos	Reutte	T	72	281	552	195
Lesachtal	Hermagor	K	5	52	113	52
Lessach	Tamsweg	S	36	155	184	280
Leutasch	Innsbruck Land	T	5	61	83	98
Leutschach	Leibnitz	St	6	23	22	36
Lichtenau im Mühlkreis	Rohrbach	O	91	374	581	530
Lichtenau im Waldviertel	Krems Land	N	16	50	160	105
Lichtenberg	Urfahr-Umgebung	O	39	150	361	279
Lichtenegg	Wr.Neustadt Ld.	N	40	166	236	299
Lichtenwörth	Wr.Neustadt Ld.	N	38	89	124	178
Liebenau	Freistadt	O	19	333	440	202
Liebenfels	St.Veit/Glan	K	9	116	369	51
Lieboch	Graz-Umgebung	St	48	116	87	138
Lienz	Lienz	T	16	360	10000	188
Liezen	Liezen	St	28	754	988	1150
Ligist	Voitsberg	St	7	22	20	24
Lilienfeld	Lilienfeld	N	0	135	344	164
Limbach b.Neudau	Hartberg	St	21	62	77	75
Limberg b.Wies	Deutschlandsbg.	St	18	30	31	52
Lingenau	Bregenz	V	1	2	1	2
Linz	Linz	O	0	97	3071	194
Litschau	Gmünd	N	2	166	501	267
Litzelsdorf	Oberwart	B	9	29	28	63
Lochau	Bregenz	V	6	14	16	11
Lochen	Braunau/Inn	O	215	465	882	439
Lockenhaus	Oberpullendorf	B	60	134	158	117
Lödersdorf	Feldbach	St	19	149	238	191
Lofer	Zell am See	S	34	73	75	82
Lohnsburg am Kobernauberwald	Ried/Innkreis	O	12	114	457	157
Loich	St.Pölten Land	N	74	56	82	56
Loipersbach im Burgenland	Mattersburg	B	7	18	17	27
Loipersdorf b.Fürstenfeld	Fürstenfeld	St	67	135	102	220
Loipersdorf-Kitzladen	Oberwart	B	9	21	18	48
Loosdorf	Melk	N	15	56	118	88
Loretto	Eisenstadt-Umg.	B	3	9	8	18
Lorüns	Bludenz	V	39	118	135	125
Losenstein	Steyr-Land	O	17	65	103	111
Ludersdorf-Wilfersdorf	Weiz	St	9	25	23	66
Ludesch	Bludenz	V	33	72	52	87
Ludmannsdorf	Klagenfurt Land	K	8	55	65	75
Ludweis-Aigen	Waidhofen/Thaya	N	23	78	77	78
Luftenberg a/d Donau	Perg	O	25	212	2201	255
Lunz am See	Scheibbs	N	47	70	176	73
Lurnfeld	Spittal/Drau	K	38	72	89	91
Lustenau	Dornbirn	V	3	18	31	19
Lutzmannsburg	Oberpullendorf	B	3	17	17	34
Mäder	Feldkirch	V	1	25	114	29
Magdalensberg	Klagenfurt Land	K	27	43	114	67
Maierdorf	Feldbach	St	5	21	22	39

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Mailberg	Hollabrunn	N	66	87	99	203
Maishofen	Zell am See	S	37	148	213	226
Maissau	Hollabrunn	N	88	164	282	226
Mallnitz	Spittal/Drau	K	127	347	297	584
Malta	Spittal/Drau	K	133	448	375	460
Mank	Melk	N	34	47	103	73
Mannersdorf a/d Rabnitz	Oberpullendorf	B	5	10	7	18
Mannersdorf am Leithagebirge	Bruck/Leitha	N	10	67	294	106
Manning	Vöcklabruck	O	7	31	118	38
Mannsdorf a/d Donau	Gänserndorf	N	31	87	81	175
Marbach a/d Donau	Melk	N	40	37	60	74
Marchegg	Gänserndorf	N	44	109	176	182
Marchtrenk	Wels-Land	O	48	156	438	203
Marhof	Deutschlandsbg.	St	6	24	24	49
Maria Alm am Steinernen Meer	Zell am See	S	23	83	113	113
Maria Buch-Feistritz	Judenburg	St	6	33	48	47
Maria Enzersdorf am Gebirge	Mödling	N	4	98	349	126
Maria Laach am Jauerling	Krems Land	N	17	26	54	40
Maria Lankowitz	Voitsberg	St	15	60	120	91
Maria Neustift	Steyr-Land	O	13	47	118	84
Maria Rain	Klagenfurt Land	K	42	121	131	183
Maria Saal	Klagenfurt Land	K	42	72	48	102
Maria Schmolln	Braunau/Inn	O	15	58	104	64
Maria Taferl	Melk	N	21	19	31	21
Maria Wörth	Klagenfurt Land	K	91	187	222	201
Maria-Anzbach	St.Pölten Land	N	64	135	162	191
Maria-Lanzendorf	Wien-Umgebung	N	5	38	146	61
Mariahof	Murau	St	2	25	27	45
Mariapfarr	Tamsweg	S	49	130	115	176
Mariasdorf	Oberwart	B	4	16	24	18
Mariastein	Kufstein	T	57	284	363	295
Mariazell	Bruck/Mur	St	5	508	2020	345
Markersdorf-Haindorf	St.Pölten Land	N	163	213	493	213
Markgrafneusiedl	Gänserndorf	N	44	62	62	67
Markt Allhau	Oberwart	B	21	43	34	75
Markt Hartmannsdorf	Weiz	St	24	126	162	144
Markt Neuhodis	Oberwart	B	44	70	64	74
Markt Piesting	Wr.Neustadt Ld.	N	4	38	126	73
Markt St.Florian	Linz-Land	O	42	251	880	336
Markt St.Martin	Oberpullendorf	B	8	20	18	35
Martinsberg	Zwettl	N	38	140	358	256
Marz	Mattersburg	B	9	29	38	34
Matrei am Brenner	Innsbruck Land	T	60	89	84	129
Matrei in Osttirol	Lienz	T	5	50	89	53
Mattersburg	Mattersburg	B	52	95	282	104
Mattighofen	Braunau/Inn	O	16	138	1257	190
Mattsee	Salzburg-Umgeb.	S	53	147	161	226
Matzen-Raggendorf	Gänserndorf	N	42	70	71	125
Matzendorf-Hölles	Wr.Neustadt Ld.	N	19	123	279	211
Mauerbach	Wien-Umgebung	N	10	44	81	48
Mauerkirchen	Braunau/Inn	O	85	212	571	221
Mautern a/d Donau	Krems Land	N	15	43	113	88
Mautern in Steiermark	Leoben	St	354	395	729	511
Mauterndorf	Tamsweg	S	54	159	236	220
Mauthausen	Perg	O	18	82	642	130
Mayrhof	Schärding	O	36	52	81	107
Mayrhofen	Schwaz	T	5	191	713	231
Meggenhofen	Grieskirchen	O	26	286	1422	294

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Mehrnbach	Ried/Innkreis	O	17	172	420	271
Meiningen	Feldkirch	V	1	21	57	19
Meiseldorf	Horn	N	55	68	129	99
Melk	Melk	N	23	82	314	224
Mellach	Graz-Umgebung	St	78	153	131	278
Mellau	Bregenz	V	27	68	67	72
Merkendorf	Feldbach	St	7	21	20	24
Metnitz	St.Veit/Glan	K	18	69	111	95
Mettersdorf am Saßbach	Radkersburg	St	13	127	253	31
Mettmach	Ried/Innkreis	O	19	72	136	98
Michaelerberg	Liezen	St	102	166	389	269
Michaelnbach	Grieskirchen	O	26	40	91	70
Michelbach	St.Pölten Land	N	35	93	101	80
Micheldorf	St.Veit/Glan	K	35	37	70	65
Micheldorf in Oberösterreich	Kirchdorf/Krems	O	32	215	1392	309
Michelhausen	Tulln	N	57	176	271	230
Mieders	Innsbruck Land	T	27	248	690	152
Mieming	Imst	T	1	7	11	8
Miesenbach	Wr.Neustadt Ld.	N	9	77	122	98
Miesenbach b.Birkfeld	Weiz	St	7	35	35	71
Millstatt	Spittal/Drau	K	31	129	198	167
Mils	Innsbruck Land	T	10	191	543	406
Mils b.Imst	Imst	T	33	80	98	118
Minihof-Liebau	Jennersdorf	B	5	16	22	20
Mining	Braunau/Inn	O	91	108	213	299
Mischendorf	Oberwart	B	23	34	36	44
Mistelbach	Mistelbach	N	31	131	417	139
Mittelberg	Bregenz	V	27	105	176	84
Mitterbach am Erlaufsee	Lilienfeld	N	106	84	132	84
Mitterberg	Liezen	St	18	99	311	126
Mitterdorf a/d Raab	Weiz	St	13	37	37	70
Mitterdorf im Mürztal	Mürzzuschlag	St	26	75	64	118
Mitterkirchen im Machland	Perg	O	26	122	298	123
Mitterlabill	Feldbach	St	8	113	165	127
Mitterndorf a/d Fischa	Baden	N	10	15	26	33
Mittersill	Zell am See	S	34	116	161	141
Mödling	Mödling	N	3	82	312	146
Modriach	Voitsberg	St	14	35	32	61
Mogersdorf	Jennersdorf	B	25	88	261	90
Möggers	Bregenz	V	5	46	103	43
Mölbling	St.Veit/Glan	K	26	33	62	45
Molln	Kirchdorf/Krems	O	132	328	1955	481
Mönchhof	Neusiedl/See	B	188	152	196	229
Mondsee	Vöcklabruck	O	15	41	196	94
Mönichkirchen	Neunkirchen	N	31	34	61	89
Mönichwald	Hartberg	St	8	54	83	79
Moorbad Harbach	Gmünd	N	190	312	201	410
Moosbach	Braunau/Inn	O	11	50	134	91
Moosbrunn	Wien-Umgebung	N	37	82	72	124
Moosburg	Klagenfurt Land	K	38	96	96	134
Moosdorf	Braunau/Inn	O	13	48	148	64
Mooskirchen	Voitsberg	St	49	81	196	132
Mörbisch am See	Eisenstadt-Umg.	B	53	80	122	146
Mörschwang	Ried/Innkreis	O	22	58	103	87
Mortantsch	Weiz	St	7	20	18	37
Moschendorf	Güssing	B	48	150	223	183
Mötz	Imst	T	109	168	127	231
Muggendorf	Wr.Neustadt Ld.	N	24	108	132	92

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Mühlbach am Hochkönig	St.Johann/Pong.	S	98	140	147	199
Mühlbachl	Innsbruck Land	T	18	190	1692	161
Mühldorf	Krems Land	N	3	91	283	73
Mühldorf b.Feldbach	Feldbach	St	9	26	51	31
Mühlen	Murau	St	5	17	20	19
Mühlgraben	Jennersdorf	B	80	113	107	113
Mühlheim am Inn	Ried/Innkreis	O	143	201	295	321
Muhr	Tamsweg	S	8	30	40	32
Müllendorf	Eisenstadt-Umg.	B	68	189	389	315
Münchendorf	Mödling	N	46	140	170	237
Munderfing	Braunau/Inn	O	24	186	1059	196
Münichreith-Laimbach	Melk	N	21	188	821	216
Münster	Kufstein	T	17	43	42	64
Münzbach	Perg	O	105	274	694	325
Münzkirchen	Schärding	O	30	54	100	106
Murau	Murau	St	7	36	53	44
Mureck	Radkersburg	St	8	17	16	29
Murfeld	Radkersburg	St	31	57	39	81
Mürzhofen	Mürzzuschlag	St	9	32	31	82
Mürzsteg	Mürzzuschlag	St	8	13	9	31
Mürzzuschlag	Mürzzuschlag	St	13	223	355	293
Musau	Reutte	T	1	7	9	11
Mutters	Innsbruck Land	T	33	97	185	83
Naarn im Machlande	Perg	O	7	109	328	134
Naas	Weiz	St	61	166	146	342
Naintsch	Weiz	St	50	170	172	297
Namlos	Reutte	T	1	151	403	170
Nappersdorf-Kammersdorf	Hollabrunn	N	7	98	306	87
Nassereith	Imst	T	65	130	93	180
Natschbach-Loipersbach	Neunkirchen	N	41	135	406	312
Natternbach	Grieskirchen	O	9	89	531	58
Natters	Innsbruck Land	T	4	32	38	39
Nauders	Landeck	T	207	290	314	333
Navis	Innsbruck Land	T	56	109	109	140
Nebelberg	Rohrbach	O	9	47	78	64
Neckenmarkt	Oberpullendorf	B	36	106	202	124
Neidling	St.Pölten Land	N	13	21	24	35
Nenzing	Bludenz	V	40	125	145	158
Nesselwängle	Reutte	T	1	1	1	2
Nestelbach b.Graz	Graz-Umgebung	St	13	40	56	64
Nestelbach im Ilztal	Fürstenfeld	St	51	120	101	158
Neuberg a/d Mürz	Mürzzuschlag	St	15	177	249	118
Neuberg im Burgenland	Güssing	B	12	63	238	80
Neudau	Hartberg	St	14	32	29	41
Neudorf	Neusiedl/See	B	241	184	264	184
Neudorf b.Passail	Weiz	St	39	78	60	132
Neudorf b.Staatz	Mistelbach	N	19	74	110	91
Neudörfel	Mattersburg	B	7	26	33	44
Neufeld a/d Leitha	Eisenstadt-Umg.	B	63	74	110	105
Neufelden	Rohrbach	O	72	130	315	155
Neuhaus	Völkermarkt	K	12	58	72	48
Neuhaus am Klausenbach	Jennersdorf	B	8	30	34	47
Neuhofen a/d Krems	Linz-Land	O	8	144	336	229
Neuhofen a/d Ybbs	Amstetten	N	84	66	98	120
Neuhofen im Innkreis	Ried/Innkreis	O	22	169	509	229
Neukirchen a/d Enknach	Braunau/Inn	O	23	128	395	209
Neukirchen a/d Vöckla	Vöcklabruck	O	8	28	84	34
Neukirchen am Großvenediger	Zell am See	S	66	145	142	183

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Neukirchen am Walde	Grieskirchen	O	52	58	117	88
Neukirchen b.Lambach	Wels-Land	O	59	88	109	154
Neulengbach	St.Pölten Land	N	26	107	247	141
Neumarkt a/d Ybbs	Melk	N	23	77	224	158
Neumarkt am Wallersee	Salzburg-Umgeb.	S	18	80	87	128
Neumarkt im Hausruckkreis	Grieskirchen	O	45	45	73	68
Neumarkt im Mühlkreis	Freistadt	O	63	772	1794	814
Neumarkt in Steiermark	Murau	St	14	28	19	52
Neunkirchen	Neunkirchen	N	9	154	1185	472
Neusiedl a/d Zaya	Gänserndorf	N	62	128	106	134
Neusiedl am See	Neusiedl/See	B	79	241	349	319
Neustadt a/d Donau	Amstetten	N	14	35	92	51
Neustift b.Güssing	Güssing	B	28	137	351	163
Neustift im Mühlkreis	Rohrbach	O	31	208	826	256
Neustift im Stubaital	Innsbruck Land	T	49	270	429	522
Neustift-Innermanzing	St.Pölten Land	N	61	85	84	156
Neutal	Oberpullendorf	B	94	141	177	230
Nickelsdorf	Neusiedl/See	B	20	38	101	55
Niederhollabrunn	Korneuburg	N	43	141	208	277
Niederkappel	Rohrbach	O	49	101	226	167
Niederleis	Mistelbach	N	31	157	291	191
Niederndorf	Kufstein	T	7	56	75	73
Niederndorferberg	Kufstein	T	4	34	57	35
Niederneukirchen	Linz-Land	O	10	282	724	455
Niedernsill	Zell am See	S	35	69	90	78
Niederöblarn	Liezen	St	13	55	90	75
Niederthalheim	Vöcklabruck	O	18	42	77	64
Niederwaldkirchen	Rohrbach	O	49	81	200	89
Niederwölz	Murau	St	31	118	168	199
Nikitsch	Oberpullendorf	B	3	16	17	18
Niklasdorf	Leoben	St	12	59	95	144
Nikolsdorf	Lienz	T	11	20	20	32
Nitscha	Weiz	St	6	27	43	34
Nöchling	Melk	N	66	60	100	65
Nötsch im Gailtal	Villach Land	K	14	88	111	221
Nußbach	Kirchdorf/Krems	O	13	42	144	42
Nußdorf am Attersee	Vöcklabruck	O	13	45	46	64
Nußdorf am Haunsberg	Salzburg-Umgeb.	S	6	19	36	23
Nußdorf ob der Traisen	St.Pölten Land	N	60	88	220	152
Nußdorf-Debant	Lienz	T	23	54	49	71
Nüziders	Bludenz	V	48	104	97	135
Obdach	Judenburg	St	15	56	60	81
Ober-Grafendorf	St.Pölten Land	N	4	27	121	32
Oberaich	Bruck/Mur	St	30	37	31	
Oberalm	Hallein	S	10	49	74	94
Oberdorf am Hohegg	Feldbach	St	60	241	320	300
Oberdorf im Burgenland	Oberwart	B	60	92	68	159
Oberdrauburg	Spittal/Drau	K	144	255	182	433
Oberhaag	Leibnitz	St	9	23	23	37
Oberhofen am Irrsee	Vöcklabruck	O	13	15	16	23
Oberhofen im Inntal	Innsbruck Land	T	18	151	171	154
Oberkappel	Rohrbach	O	66	213	382	275
Oberkurzheim	Judenburg	St	28	97	135	148
Oberlienz	Lienz	T	17	27	17	37
Oberloisdorf	Oberpullendorf	B	5	35	43	40
Obernberg am Brenner	Innsbruck Land	T	92	215	161	250
Obernberg am Inn	Ried/Innkreis	O	59	158	294	278
Oberndorf a/d Melk	Scheibbs	N	3	6	4	10

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Oberndorf b.Salzburg	Salzburg-Umgeb.	S	8	46	118	54
Oberndorf b.Schwanenstadt	Vöcklabruck	O	69	84	85	84
Oberndorf in Tirol	Kitzbühel	T	12	246	514	272
Oberneukirchen	Urfahr-Umgebung	O	19	301	841	257
Oberperfuss	Innsbruck Land	T	62	107	88	115
Oberpullendorf	Oberpullendorf	B	36	59	90	103
Oberrettenbach	Weiz	St	12	24	21	27
Oberschlierbach	Kirchdorf/Krems	O	5	63	138	107
Oberschützen	Oberwart	B	19	45	42	78
Obersiebenbrunn	Gänserndorf	N	60	87	81	126
Oberstorcha	Feldbach	St	14	30	54	25
Obertilliach	Lienz	T	7	57	73	51
Obertraun	Gmunden	O	33	345	1542	640
Obertrum am See	Salzburg-Umgeb.	S	84	187	279	324
Obervellach	Spittal/Drau	K	2	158	558	174
Obervogau	Leibnitz	St	92	180	160	213
Oberwaltersdorf	Baden	N	53	250	432	481
Oberwang	Vöcklabruck	O	52	186	385	167
Oberwart	Oberwart	B	37	99	207	152
Oberweg	Judenburg	St	27	69	66	149
Oberwölz Stadt	Murau	St	20	90	84	119
Oberwölz Umgebung	Murau	St	1	181	224	122
Oberzeiring	Judenburg	St	32	93	142	68
Öblarn	Liezen	St	21	291	361	507
Obritzberg-Rust	St.Pölten Land	N	6	43	48	73
Obsteig	Imst	T	124	316	504	313
Oed-Oehling	Amstetten	N	24	40	102	46
Oepping	Rohrbach	O	33	64	64	76
Oetz	Imst	T	67	494	769	451
Offenhausen	Wels-Land	O	61	118	234	206
Oftering	Linz-Land	O	115	291	432	373
Oggau	Eisenstadt-Umg.	B	10	26	28	46
Ohlsdorf	Gmunden	O	9	241	3533	337
Olbendorf	Güssing	B	15	68	217	24
Ollersdorf im Burgenland	Güssing	B	43	61	150	116
Oppenberg	Liezen	St	394	1047	1056	1672
Opponitz	Amstetten	N	27	23	35	65
Ort im Innkreis	Ried/Innkreis	O	15	53	69	90
Orth a/d Donau	Gänserndorf	N	115	185	117	185
Oslip	Eisenstadt-Umg.	B	19	29	76	50
Ossiach	Feldkirchen	K	7	45	41	70
Ostermiething	Braunau/Inn	O	28	80	177	122
Osterwitz	Deutschlandsbg.	St	5	22	22	37
Ottendorf a/d Rittschein	Fürstenfeld	St	23	51	40	85
Ottenschlag	Zwettl	N	20	47	86	100
Ottenschlag im Mühlkreis	Urfahr-Umgebung	O	69	391	578	303
Ottensheim	Urfahr-Umgebung	O	10	120	573	158
Otterthal	Neunkirchen	N	14	46	66	84
Ottngang am Hausruck	Vöcklabruck	O	10	60	165	98
Pabneukirchen	Perg	O	51	191	505	211
Pack	Voitsberg	St	10	26	22	52
Paldau	Feldbach	St	6	50	209	58
Palfau	Liezen	St	26	53	57	73
Palterndorf-Dobermannsdorf	Gänserndorf	N	19	103	229	121
Palting	Braunau/Inn	O	69	78	183	115
Pama	Neusiedl/See	B	14	42	160	43
Pamhagen	Neusiedl/See	B	5	11	28	14
Parbasdorf	Gänserndorf	N	57	155	248	271

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Parndorf	Neusiedl/See	B	13	24	42	38
Parschlug	Bruck/Mur	St	44	111	91	200
Pasching	Linz-Land	O	49	368	3893	659
Passail	Weiz	St	44	106	99	142
Paternion	Villach Land	K	29	134	201	174
Patsch	Innsbruck Land	T	14	43	52	58
Pattigham	Ried/Innkreis	O	4	67	151	84
Paudorf	Krems Land	N	10	61	135	69
Payerbach	Neunkirchen	N	89	352	760	335
Peggau	Graz-Umgebung	St	10	37	52	58
Peilstein im Mühlviertel	Rohrbach	O	27	311	1193	352
Pennewang	Wels-Land	O	57	78	92	97
Perchau am Sattel	Murau	St	11	30	87	54
Perchtoldsdorf	Mödling	N	5	95	206	172
Perg	Perg	O	5	272	2426	343
Perlsdorf	Feldbach	St	4	20	21	34
Pernegg	Horn	N	70	69	158	96
Pernegg a/d Mur	Bruck/Mur	St	8	29	25	56
Pernersdorf	Hollabrunn	N	101	440	589	426
Pernitz	Wr.Neustadt Ld.	N	8	111	210	102
Persenbeug-Gottsdorf	Melk	N	36	226	799	282
Pertlstein	Feldbach	St	13	44	46	90
Perwang am Grabensee	Braunau/Inn	O	36	40	130	63
Petersdorf II	Feldbach	St	8	48	69	52
Peterskirchen	Ried/Innkreis	O	26	77	150	103
Petronell-Carnuntum	Bruck/Leitha	N	44	64	89	138
Pettenbach	Kirchdorf/Krems	O	31	173	588	170
Petttau	Innsbruck Land	T	1	79	176	117
Pettneu am Arlberg	Landeck	T	2	91	105	129
Petzenkirchen	Melk	N	283	287	483	287
Peuerbach	Grieskirchen	O	26	65	236	132
Pfaffenhofen	Innsbruck Land	T	1	7	13	22
Pfaffenschlag b. Waidhofen/Th.	Waidhofen/Thaya	N	43	168	198	287
Pfaffing	Vöcklabruck	O	7	21	37	40
Pfafflar	Reutte	T	1	95	144	102
Pfaffstätt	Braunau/Inn	O	115	134	305	153
Pfaffstätten	Baden	N	37	70	210	106
Pfarrkirchen b.Bad Hall	Steyr-Land	O	23	42	45	72
Pfarrkirchen im Mühlkreis	Rohrbach	O	45	250	386	337
Pfarrwerfen	St.Johann/Pong.	S	5	28	42	54
Pflach	Reutte	T	1	40	90	47
Pfons	Innsbruck Land	T	56	130	131	189
Pfunds	Landeck	T	13	45	45	69
Pians	Landeck	T	30	80	71	108
Piberbach	Linz-Land	O	75	184	422	246
Piberegg	Voitsberg	St	28	350	1095	586
Pichl b.Wels	Wels-Land	O	49	140	281	162
Pichl-Kainisch	Liezen	St	30	54	50	101
Pichl-Preunegg	Liezen	St	206	382	674	246
Pierbach	Freistadt	O	49	420	1091	401
Piesendorf	Zell am See	S	31	73	70	135
Pilgersdorf	Oberpullendorf	B	8	17	14	40
Pill	Schwaz	T	400	456	468	616
Pillichsdorf	Mistelbach	N	61	131	179	172
Pilsbach	Vöcklabruck	O	11	34	93	50
Pinggau	Hartberg	St	4	103	291	162
Pinkafeld	Oberwart	B	5	34	185	38
Pinsdorf	Gmunden	O	16	66	144	101

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Pinswang	Reutte	T	1	117	278	121
Pirching am Traubenberg	Feldbach	St	6	51	85	73
Piringsdorf	Oberpullendorf	B	48	56	66	97
Pirka	Graz-Umgebung	St	40	79	58	157
Pischelsdorf am Engelbach	Braunau/Inn	O	76	154	326	176
Pischelsdorf i/d Steiermark	Weiz	St	4	37	58	30
Pistorf	Leibnitz	St	8	105	128	121
Pitschgau	Deutschlandsbg.	St	16	59	82	77
Pitten	Neunkirchen	N	3	20	80	16
Pitzenberg	Vöcklabruck	O	22	48	109	66
Plainfeld	Salzburg-Umgeb.	S	34	78	80	122
Pöchlarn	Melk	N	10	48	173	95
Podersdorf am See	Neusiedl/See	B	1	7	20	12
Poggersdorf	Klagenfurt Land	K	8	24	44	41
Pöggstall	Melk	N	23	47	122	129
Pölfing-Brunn	Deutschlandsbg.	St	124	180	186	206
Pölla	Zwettl	N	86	123	237	129
Pöllau	Hartberg	St	21	156	181	322
Pöllauberg	Hartberg	St	39	240	239	331
Pollham	Grieskirchen	O	25	102	353	119
Polling im Innkreis	Braunau/Inn	O	29	70	152	80
Polling in Tirol	Innsbruck Land	T	1	37	44	61
Pöls	Judenburg	St	45	172	300	163
Pöndorf	Vöcklabruck	O	11	34	66	41
Poppendorf	Feldbach	St	5	17	16	22
Pörschach am Wörther See	Klagenfurt Land	K	37	148	144	202
Pöttelsdorf	Mattersburg	B	51	77	114	110
Pottendorf	Baden	N	38	124	288	180
Pottenstein	Baden	N	68	106	304	169
Pötting	Grieskirchen	O	27	84	301	105
Pöttsching	Mattersburg	B	3	15	24	19
Potzneusiedl	Neusiedl/See	B	1	42	117	46
Poysdorf	Mistelbach	N	55	161	220	195
Prägraten	Lienz	T	4	117	158	134
Pram	Grieskirchen	O	8	21	45	37
Prambachkirchen	Eferding	O	27	69	216	78
Pramet	Ried/Innkreis	O	59	83	124	166
Preding	Deutschlandsbg.	St	6	24	31	36
Predlitz-Turrach	Murau	St	9	90	181	70
Pregarten	Freistadt	O	28	159	381	200
Preitenegg	Wolfsberg	K	22	77	112	95
Prellenkirchen	Bruck/Leitha	N	34	74	90	102
Pressbaum	Wien-Umgebung	N	24	55	90	112
Preßguts	Weiz	St	29	34	65	60
Priggwitz	Neunkirchen	N	84	65	98	211
Prinzersdorf	St.Pölten Land	N	4	11	28	25
Proleb	Leoben	St	21	54	113	81
Prottes	Gänserndorf	N	34	119	192	134
Pruggern	Liezen	St	11	106	238	148
Prutz	Landeck	T	22	66	80	23
Puch b.Hallein	Hallein	S	5	61	74	95
Puch b.Weiz	Weiz	St	36	32	39	
Puchberg am Schneeberg	Neunkirchen	N	15	68	135	68
Puchegg	Hartberg	St	66	196	183	163
Puchenau	Urfahr-Umgebung	O	15	129	382	133
Puchenstuben	Scheibbs	N	37	89	280	142
Puchkirchen am Trattberg	Vöcklabruck	O	24	31	58	65
Pucking	Linzi-Land	O	95	201	291	340

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Pühret	Vöcklabruck	O	25	57	88	103
Pulkau	Hollabrunn	N	109	297	325	405
Pupping	Eferding	O	15	55	203	87
Purbach am Neusiedler See	Eisenstadt-Umg.	B	11	34	40	58
Pürgg-Trautenfels	Liezen	St	9	43	44	57
Purgstall a/d Erlauf	Scheibbs	N	20	54	156	109
Purgstall b.Eggersdorf	Graz-Umgebung	St	14	37	33	57
Purkersdorf	Wien-Umgebung	N	3	67	131	75
Pusterwald	Judenburg	St	13	39	41	54
Putzleinsdorf	Rohrbach	O	121	227	613	343
Pyhra	St.Pölten Land	N	5	38	161	54
Raab	Schärding	O	36	53	67	72
Raaba	Graz-Umgebung	St	17	32	23	45
Raabau	Feldbach	St	18	24	49	61
Raabs a/d Thaya	Waidhofen/Thaya	N	31	107	202	134
Raach am Hochgebirge	Neunkirchen	N	17	86	138	87
Raasdorf	Gänserndorf	N	27	43	64	47
Rabensburg	Mistelbach	N	41	85	207	103
Rabenstein a/d Pielach	St.Pölten Land	N	22	58	187	85
Rabenwald	Hartberg	St	9	22	21	28
Rachau	Knittelfeld	St	61	125	147	135
Radenthein	Spittal/Drau	K	3	45	123	48
Radfeld	Kufstein	T	10	30	41	43
Radkersburg Umgebung	Radkersburg	St	8	36	46	34
Radmer	Leoben	St	49	356	534	588
Radstadt	St.Johann/Pong.	S	3	35	84	33
Raggal	Bludenz	V	43	116	175	117
Ragnitz	Leibnitz	St	22	60	58	94
Raiding	Oberpullendorf	B	13	25	20	44
Rainbach im Innkreis	Schärding	O	9	26	44	118
Rainbach im Mühlkreis	Freistadt	O	33	220	766	220
Ramingstein	Tamsweg	S	69	156	136	259
Ramsau	Lilienfeld	N	10	73	84	171
Ramsau am Dachstein	Liezen	St	98	232	493	346
Ramsau im Zillertal	Schwaz	T	9	40	49	90
Randegg	Scheibbs	N	18	28	56	48
Rangersdorf	Spittal/Drau	K	63	131	223	157
Ranggen	Innsbruck Land	T	100	188	136	296
Raning	Feldbach	St	5	11	10	17
Rankweil	Feldkirch	V	20	68	74	84
Ranten	Murau	St	37	64	43	99
Rappottenstein	Zwettl	N	69	277	717	389
Rassach	Deutschlandsbg.	St	11	31	26	56
Rastenfeld	Krems Land	N	92	723	2920	786
Ratsch a/d Weinstraße	Leibnitz	St	64	149	118	181
Ratschendorf	Radkersburg	St	14	49	49	70
Ratten	Weiz	St	164	470	700	776
Rattenberg	Kufstein	T	8	71	82	66
Rauchenwart	Güssing	B	43	95	141	109
Rauchenwarth	Wien-Umgebung	N	39	95	88	156
Rauris	Zell am See	S	98	183	152	189
Ravelsbach	Hollabrunn	N	32	96	174	115
Raxendorf	Melk	N	23	30	61	29
Rechberg	Perg	O	63	177	166	241
Rechnitz	Oberwart	B	4	20	32	37
Redleiten	Vöcklabruck	O	16	33	49	39
Redlham	Vöcklabruck	O	102	314	644	387
Regau	Vöcklabruck	O	25	103	302	142

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Reichenau	Feldkirchen	K	5	30	39	41
Reichenau a/d Rax	Neunkirchen	N	23	63	146	89
Reichenau im Mühlkreis	Urfahr-Umgebung	O	59	205	403	255
Reichendorf	Weiz	St	34	40	80	75
Reichenfels	Wolfsberg	K	10	14	28	18
Reichenthal	Urfahr-Umgebung	O	28	176	349	128
Reichersberg	Ried/Innkreis	O	81	143	262	187
Reichraming	Steyr-Land	O	37	95	155	221
Reifling	Judenburg	St	145	244	161	202
Reingers	Gmünd	N	1380	1087	1750	1196
Reinsberg	Scheibbs	N	45	137	579	235
Reisenberg	Baden	N	50	66	172	56
Reißbeck	Spittal/Drau	K	228	467	323	538
Reisstraße	Judenburg	St	13	48	65	74
Reith b.Kitzbühel	Kitzbühel	T	9	32	36	53
Reith b.Seefeld	Innsbruck Land	T	1	50	121	42
Reith im Alpbachtal	Kufstein	T	26	115	157	102
Rennweg	Spittal/Drau	K	153	263	173	490
Rettenegg	Weiz	St	94	220	224	356
Rettenschöss	Kufstein	T	9	21	20	15
Retz	Hollabrunn	N	14	76	304	137
Retzbach	Hollabrunn	N	18	91	173	192
Retznei	Leibnitz	St	46	100	84	101
Reuthe	Bregenz	V	28	66	58	77
Reutte	Reutte	T	1	76	190	55
Ried i/d Riedmark	Perg	O	17	107	307	123
Ried im Innkreis	Ried/Innkreis	O	9	26	219	48
Ried im Oberinntal	Landeck	T	10	45	57	64
Ried im Traunkreis	Kirchdorf/Krems	O	8	28	104	43
Ried im Zillertal	Schwaz	T	12	38	33	57
Riedau	Schärding	O	7	18	31	42
Riedlingsdorf	Oberwart	B	11	21	36	43
Riefensberg	Bregenz	V	1	1	1	2
Riegersberg	Hartberg	St	17	156	330	188
Riegersburg	Feldbach	St	70	155	194	216
Rietz	Imst	T	1	120	154	122
Rinegg	Murau	St	10	57	104	186
Ringelsdorf-Niederabsdorf	Gänserndorf	N	41	84	93	171
Rinn	Innsbruck Land	T	63	122	91	201
Ritzing	Oberpullendorf	B	16	27	51	61
Rohr b.Hartberg	Hartberg	St	22	34	27	56
Rohr im Burgenland	Güssing	B	15	29	62	41
Rohr im Gebirge	Wr.Neustadt Ld.	N	14	217	639	236
Rohr im Kremstal	Steyr-Land	O	26	72	96	152
Rohrau	Bruck/Leitha	N	32	60	65	87
Rohrbach a/d Gölsen	Lilienfeld	N	28	33	33	100
Rohrbach a/d Lafnitz	Hartberg	St	21	17	27	24
Rohrbach b.Mattersburg	Mattersburg	B	97	121	158	126
Rohrbach in Oberösterreich	Rohrbach	O	127	1209	4705	1130
Rohrbach-Steinberg	Graz-Umgebung	St	38	88	86	129
Rohrberg	Schwaz	T	28	62	65	84
Röhrenbach	Horn	N	3	53	240	53
Rohrendorf b.Krems	Krems Land	N	15	45	184	83
Rohrmoos-Untertal	Liezen	St	22	366	1531	601
Roitham	Gmunden	O	49	119	274	265
Röns	Feldkirch	V	1	15	34	15
Roppen	Imst	T	63	184	399	310
Röschitz	Horn	N	477	428	835	362

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Rosegg	Villach Land	K	33	117	147	99
Rosenau am Hengstpaß	Kirchdorf/Krems	O	31	28	48	44
Rosenburg-Mold	Horn	N	28	155	389	165
Rosental a/d Kainach	Voitsberg	St	43	105	91	155
Rossatz	Krems Land	N	19	118	363	132
Roßbach	Braunau/Inn	O	34	69	135	85
Roßleithen	Kirchdorf/Krems	O	24	318	1275	156
Rotenturm a/d Pinka	Oberwart	B	18	33	24	62
Röthelstein	Graz-Umgebung	St	20	310	474	292
Röthis	Feldkirch	V	39	70	69	78
Rottenbach	Grieskirchen	O	38	106	301	135
Rottenmann	Liezen	St	56	341	2405	279
Ruden	Völkermarkt	K	95	248	216	352
Rudersdorf	Jennersdorf	B	1	22	64	40
Rum	Innsbruck Land	T	30	119	339	192
Ruprechtshofen	Melk	N	54	56	97	94
Rußbach	Korneuburg	N	60	145	265	158
Rußbach am Paß Gschütt	Hallein	S	13	73	70	96
Rust	Rust	B	5	20	23	42
Rüstorf	Vöcklabruck	O	63	152	293	259
Rutzenham	Vöcklabruck	O	11	79	221	119
Saalbach-Hinterglemm	Zell am See	S	1	36	58	121
Saalfelden am Steinernen Meer	Zell am See	S	21	89	148	165
Saifen-Boden	Hartberg	St	28	58	46	93
Salla	Voitsberg	St	34	139	231	199
Sallingberg	Zwettl	N	20	95	261	159
Salzburg	Salzburg	S	2	14	78	32
Sandl	Freistadt	O	311	296	683	268
Sarleinsbach	Rohrbach	O	31	170	549	188
Satteins	Feldkirch	V	5	13	22	13
Sattledt	Wels-Land	O	20	351	712	554
Sautens	Imst	T	58	237	351	310
Saxen	Perg	O	36	73	183	103
Schachen b. Voralpe	Hartberg	St	17	196	299	277
Schachendorf	Oberwart	B	12	41	40	82
Schäffern	Hartberg	St	45	206	286	161
Schalchen	Braunau/Inn	O	54	97	447	130
Schandorf	Oberwart	B	56	103	276	120
Schardenberg	Schärding	O	8	55	121	97
Schärding	Schärding	O	1	45	471	78
Scharndorf	Bruck/Leitha	N	18	37	43	63
Scharnitz	Innsbruck Land	T	61	100	79	88
Scharnstein	Gmunden	O	32	406	2369	427
Scharten	Eferding	O	95	90	166	136
Schattendorf	Mattersburg	B	12	27	31	50
Schattwald	Reutte	T	8	132	182	126
Scheffau am Tennengebirge	Hallein	S	3	13	13	17
Scheffau am Wilden Kaiser	Kufstein	T	7	62	91	53
Scheibbs	Scheibbs	N	34	58	149	113
Scheiblingkirchen-Thernberg	Neunkirchen	N	12	68	81	124
Scheifling	Murau	St	40	99	88	144
Schenkenfelden	Urfahr-Umgebung	O	16	34	71	55
Schiedlberg	Steyr-Land	O	45	131	528	138
Schiefling am See	Klagenfurt Land	K	14	236	498	247
Schildorn	Ried/Innkreis	O	31	66	139	107
Schladming	Liezen	St	30	40	72	55
Schlag b. Thalberg	Hartberg	St	40	73	59	73
Schlägl	Rohrbach	O	15	200	340	310

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Schlaiten	Lienz	T	33	81	103	62
Schlatt	Vöcklabruck	O	28	44	46	48
Schleedorf	Salzburg-Umgeb.	S	135	236	159	236
Schleißheim	Wels-Land	O	50	222	369	420
Schlierbach	Kirchdorf/Krems	O	16	24	56	45
Schlins	Feldkirch	V	1	24	43	27
Schlitters	Schwaz	T	412	493	492	591
Schloßberg	Leibnitz	St	7	22	22	34
Schlüßlberg	Grieskirchen	O	28	190	917	234
Schmirn	Innsbruck Land	T	56	170	168	287
Schnepfau	Bregenz	V	34	127	151	156
Schnifis	Feldkirch	V	1	1	1	2
Schöder	Murau	St	17	78	111	125
Schollach	Melk	N	49	40	67	78
Schönau a/d Triesting	Baden	N	46	100	88	211
Schönau im Mühlkreis	Freistadt	O	68	749	2218	764
Schönbach	Zwettl	N	122	245	603	353
Schönberg am Kamp	Krems Land	N	38	50	127	62
Schönberg im Stubaital	Innsbruck Land	T	56	106	76	127
Schönberg-Lachtal	Murau	St	19	39	32	80
Schönbühel-Aggsbach	Melk	N	64	52	82	114
Schönegg	Rohrbach	O	50	635	737	636
Schönegg b.Pöllau	Hartberg	St	23	39	27	39
Schönkirchen-Reyersdorf	Gänserndorf	N	46	77	99	85
Schönwies	Landeck	T	62	163	263	215
Schoppernau	Bregenz	V	41	91	85	95
Schörfling am Attersee	Vöcklabruck	O	17	62	150	131
Schottwien	Neunkirchen	N	23	39	49	51
Schrattenbach	Neunkirchen	N	103	76	107	248
Schrattenberg	Mistelbach	N	11	16	35	22
Schrattenthal	Hollabrunn	N	167	332	245	296
Schrems	Gmünd	N	84	181	138	332
Schrems b.Frohnleiten	Graz-Umgebung	St	11	82	101	132
Schröcken	Bregenz	V	22	62	68	74
Schruns	Bludenz	V	9	90	155	96
Schützen am Gebirge	Eisenstadt-Umg.	B	13	39	83	60
Schwadorf	Wien-Umgebung	N	56	92	59	168
Schwanberg	Deutschlandsbg.	St	13	39	63	52
Schwand im Innkreis	Braunau/Inn	O	13	47	162	63
Schwanenstadt	Vöcklabruck	O	21	100	374	138
Schwarzach	Bregenz	V	5	15	21	22
Schwarzach im Pongau	St.Johann/Pong.	S	113	143	159	212
Schwarzau am Steinfelde	Neunkirchen	N	99	146	145	203
Schwarzau im Gebirge	Neunkirchen	N	33	85	147	112
Schwarzau im Schwarzaual	Feldbach	St	10	21	49	30
Schwarzenau	Zwettl	N	37	134	679	166
Schwarzenbach	Wr.Neustadt Ld.	N	70	469	584	504
Schwarzenbach a/d Pielach	St.Pölten Land	N	136	159	306	310
Schwarzenberg	Bregenz	V	1	20	31	16
Schwarzenberg im Mühlkreis	Rohrbach	O	51	296	805	321
Schwaz	Schwaz	T	404	459	689	591
Schwechat	Wien-Umgebung	N	31	103	148	166
Schweiggeners	Zwettl	N	2	58	238	67
Schwendau	Schwaz	T	16	40	76	58
Schwendt	Kitzbühel	T	31	73	57	123
Schwertberg	Perg	O	32	167	869	145
Schwoich	Kufstein	T	10	28	27	42
Sebersdorf	Hartberg	St	18	64	92	75

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Seckau	Knittelfeld	St	94	560	569	608
See	Landeck	T	64	102	87	124
Seebenstein	Neunkirchen	N	93	137	140	225
Seeboden	Spittal/Drau	K	37	143	188	147
Seefeld in Tirol	Innsbruck Land	T	1	78	405	115
Seefeld-Kadolz	Hollabrunn	N	59	83	88	152
Seeham	Salzburg-Umgeb.	S	114	202	139	335
Seekirchen am Wallersee	Salzburg-Umgeb.	S	10	77	329	140
Seewalchen am Attersee	Vöcklabruck	O	14	65	359	102
Seggauberg	Leibnitz	St	36	84	71	104
Seibersdorf	Baden	N	41	80	74	84
Seiersberg	Graz-Umgebung	St	38	129	218	175
Seitenstetten	Amstetten	N	23	32	55	38
Sellrain	Innsbruck Land	T	13	104	106	122
Selzthal	Liezen	St	136	278	311	536
Semmering	Neunkirchen	N	34	50	52	69
Semriach	Graz-Umgebung	St	7	23	27	30
Senftenbach	Ried/Innkreis	O	54	134	301	154
Senftenberg	Krems Land	N	19	76	268	139
Serfaus	Landeck	T	42	57	54	58
Sibratsgfall	Bregenz	V	1	1	1	1
Siegendorf im Burgenland	Eisenstadt-Umg.	B	3	17	22	27
Siegersdorf b.Herberstein	Hartberg	St	7	65	76	50
Sieggaben	Mattersburg	B	13	55	88	64
Sieghartskirchen	Tulln	N	38	90	184	126
Sierndorf	Korneuburg	N	36	93	226	126
Sierning	Steyr-Land	O	22	137	527	181
Sigharting	Schärding	O	14	62	120	67
Sigleß	Mattersburg	B	16	33	25	53
Sigmundsherberg	Horn	N	8	59	322	87
Silbertal	Bludenz	V	57	254	294	267
Sillian	Lienz	T	2	229	435	381
Silz	Imst	T	108	158	179	193
Sinabelkirchen	Weiz	St	9	27	26	32
Sipbachzell	Wels-Land	O	78	158	315	234
Sistrans	Innsbruck Land	T	68	151	130	209
Sittersdorf	Völkermarkt	K	18	36	90	52
Sitzenberg-Reidling	Tulln	N	13	40	48	63
Sitzendorf a/d Schmida	Hollabrunn	N	49	80	110	119
Soboth	Deutschlandsbg.	St	57	141	189	266
Söchau	Fürstenfeld	St	24	104	132	123
Söding	Voitsberg	St	53	41	60	47
Södingberg	Voitsberg	St	66	146	134	308
Sölden	Imst	T	54	177	205	424
Söll	Kufstein	T	12	50	133	69
Sollenau	Wr.Neustadt Ld.	N	9	58	278	64
Sommerein	Bruck/Leitha	N	7	27	74	38
Sonnberg im Mühlkreis	Urfahr-Umgebung	O	28	145	254	253
Sonnhofen	Hartberg	St	7	31	39	55
Sonntag	Bludenz	V	27	65	56	67
Sonntagberg	Amstetten	N	13	188	1170	309
Sooß	Baden	N	7	24	85	26
Spannberg	Gänserndorf	N	98	131	112	106
Spielberg b.Knittelfeld	Knittelfeld	St	69	299	643	503
Spielfeld	Leibnitz	St	56	124	115	162
Spillern	Korneuburg	N	13	23	47	41
Spiss	Landeck	T	7	15	13	18
Spital am Pyhrn	Kirchdorf/Krems	O	7	41	134	47

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Spital am Semmering	Mürzzuschlag	St	48	261	288	280
Spittal a/d Drau	Spittal/Drau	K	10	111	531	209
Spitz	Krems Land	N	32	196	547	224
St.Aegidi	Schärding	O	13	16	18	23
St.Aegydt am Neuwalde	Lilienfeld	N	18	451	1345	499
St.Agatha	Grieskirchen	O	62	64	129	84
St.Andrä	Wolfsberg	K	5	63	186	76
St.Andrä am Zicksee	Neusiedl/See	B	18	23	40	32
St.Andrä im Lungau	Tamsweg	S	27	310	418	492
St.Andrä-Höch	Leibnitz	St	12	53	84	88
St.Andrä-Wördern	Tulln	N	31	83	118	107
St.Anna am Aigen	Feldbach	St	10	40	59	62
St.Anton a/d Jeßnitz	Scheibbs	N	65	178	429	115
St.Anton am Arlberg	Landeck	T	33	43	39	47
St.Anton im Montafon	Bludenz	V	16	199	289	236
St.Bartholomä	Graz-Umgebung	St	34	118	129	152
St.Bernhard-Frauenhofen	Horn	N	21	76	180	135
St.Blasen	Murau	St	73	154	122	191
St.Corona am Wechsel	Neunkirchen	N	26	29	45	55
St.Egyden am Steinfeld	Neunkirchen	N	3	10	9	30
St.Florian am Inn	Schärding	O	12	21	36	37
St.Gallen	Liezen	St	13	103	143	119
St.Gallenkirch	Bludenz	V	11	32	39	30
St.Georgen a/d Gusen	Perg	O	33	107	412	162
St.Georgen a/d Leys	Scheibbs	N	22	27	90	54
St.Georgen a/d Stiefing	Leibnitz	St	12	43	51	54
St.Georgen am Fillmannsbach	Braunau/Inn	O	39	35	55	104
St.Georgen am Längsee	St.Veit/Glan	K	9	79	571	103
St.Georgen am Reith	Amstetten	N	54	164	451	297
St.Georgen am Walde	Perg	O	49	1188	5310	626
St.Georgen am Ybbsfelde	Amstetten	N	38	37	70	72
St.Georgen b. Obernberg am Inn	Ried/Innkreis	O	53	82	153	112
St.Georgen b.Grieskirchen	Grieskirchen	O	12	27	36	57
St.Georgen b.Salzburg	Salzburg-Umgeb.	S	2	76	296	100
St.Georgen im Attergau	Vöcklabruck	O	27	160	676	187
St.Georgen ob Judenburg	Judenburg	St	83	178	169	193
St.Georgen ob Murau	Murau	St	10	63	86	116
St.Gerold	Bludenz	V	33	116	162	154
St.Gilgen	Salzburg-Umgeb.	S	11	85	139	102
St.Gotthard im Mühlkreis	Urfahr-Umgebung	O	37	245	877	394
St.Ilgen	Bruck/Mur	St	68	120	95	161
St.Jakob im Rosental	Villach Land	K	33	117	160	154
St.Jakob im Walde	Hartberg	St	20	97	103	125
St.Jakob in Defereggan	Lienz	T	15	67	122	73
St.Jakob in Haus	Kitzbühel	T	47	81	69	118
St.Johann am Tauern	Judenburg	St	14	60	62	113
St.Johann am Walde	Braunau/Inn	O	33	32	60	83
St.Johann am Wimberg	Rohrbach	O	47	215	335	235
St.Johann b.Herberstein	Hartberg	St	19	101	163	90
St.Johann i/d Haide	Hartberg	St	91	346	922	704
St.Johann im Pongau	St.Johann/Pong.	S	7	41	55	74
St.Johann im Saggautal	Leibnitz	St	13	103	164	117
St.Johann im Walde	Lienz	T	113	673	903	673
St.Johann in Tirol	Kitzbühel	T	3	46	111	75
St.Johann-Köppling	Voitsberg	St	8	20	15	36
St.Josef (Weststeiermark)	Deutschlandsbg.	St	21	25	43	36
St.Kanzian am Klopeiner See	Völkermarkt	K	28	39	83	50
St.Katharein a/d Laming	Bruck/Mur	St	17	192	314	232

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
St.Kathrein am Hauenstein	Weiz	St	64	1238	1154	1095
St.Kathrein am Offenegg	Weiz	St	46	95	82	128
St.Koloman	Hallein	S	1	105	258	6
St.Konrad	Gmunden	O	25	51	54	121
St.Lambrecht	Murau	St	9	30	37	73
St.Leonhard am Forst	Melk	N	96	120	284	198
St.Leonhard am Hornerwald	Krems Land	N	14	47	71	50
St.Leonhard b.Freistadt	Freistadt	O	94	879	1717	1029
St.Leonhard im Pitztal	Imst	T	113	164	334	181
St.Lorenz	Vöcklabruck	O	13	109	406	120
St.Lorenzen am Wechsel	Hartberg	St	3	38	66	56
St.Lorenzen b.Knittelfeld	Knittelfeld	St	199	569	535	633
St.Lorenzen b.Scheifling	Murau	St	52	154	207	85
St.Lorenzen im Mürztal	Bruck/Mur	St	55	332	339	544
St.Magdalena am Lemberg	Hartberg	St	14	143	300	225
St.Marein b.Graz	Graz-Umgebung	St	0	15	19	30
St.Marein b.Knittelfeld	Knittelfeld	St	32	227	925	346
St.Marein b.Neumarkt	Murau	St	7	24	48	44
St.Marein im Mürztal	Bruck/Mur	St	34	99	89	161
St.Margareten im Rosental	Klagenfurt Land	K	32	69	53	86
St.Margarethen a/d Raab	Weiz	St	6	28	65	56
St.Margarethen a/d Sierning	St.Pölten Land	N	24	90	369	94
St.Margarethen b.Knittelfeld	Knittelfeld	St	51	444	642	579
St.Margarethen im Burgenland	Eisenstadt-Umg.	B	14	37	117	58
St.Margarethen im Lungau	Tamsweg	S	36	114	146	176
St.Marien	Linz-Land	O	55	256	691	550
St.Marienkirchen a/d Polsenz	Eferding	O	15	176	742	201
St.Marienkirchen am Hausruck	Ried/Innkreis	O	109	153	173	187
St.Marienkirchen b.Schärding	Schärding	O	62	163	246	214
St.Martin	Gmünd	N	263	810	970	813
St.Martin a/d Raab	Jennersdorf	B	16	50	153	62
St.Martin am Grimming	Liezen	St	31	66	136	98
St.Martin am Tennengebirge	St.Johann/Pong.	S	15	39	64	56
St.Martin am Wöllmißberg	Voitsberg	St	24	240	316	357
St.Martin b.Lofer	Zell am See	S	36	66	60	121
St.Martin im Innkreis	Ried/Innkreis	O	22	57	103	106
St.Martin im Mühlkreis	Rohrbach	O	30	134	550	141
St.Martin im Sulmtal	Deutschlandsbg.	St	10	28	23	50
St.Martin-Karlsbach	Melk	N	48	56	127	95
St.Michael im Burgenland	Güssing	B	6	28	63	47
St.Michael im Lungau	Tamsweg	S	35	89	80	124
St.Michael in Obersteiermark	Leoben	St	13	23	33	35
St.Nikola a/d Donau	Perg	O	42	225	511	208
St.Nikolai im Sausal	Leibnitz	St	45	98	100	175
St.Nikolai im Sölketal	Liezen	St	38	230	429	425
St.Nikolai ob Draßling	Leibnitz	St	13	35	33	39
St.Oswald	Melk	N	23	51	179	49
St.Oswald b.Freistadt	Freistadt	O	106	168	450	150
St.Oswald b.Haslach	Rohrbach	O	55	478	1014	338
St.Oswald b.Plankenwarth	Graz-Umgebung	St	43	112	114	155
St.Oswald ob Eibiswald	Deutschlandsbg.	St	12	17	19	27
St.Oswald-Möderbrugg	Judenburg	St	45	62	59	122
St.Pankraz	Kirchdorf/Krems	O	55	163	333	331
St.Pantaleon	Braunau/Inn	O	2	73	384	100
St.Pantaleon-Erla	Amstetten	N	18	29	65	56
St.Paul im Lavanttal	Wolfsberg	K	8	43	77	109
St.Peter am Hart	Braunau/Inn	O	82	233	694	345
St.Peter am Kammersberg	Murau	St	7	69	124	122

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
St.Peter am Ottersbach	Rackersburg	St	6	25	40	44
St.Peter am Wimberg	Rohrbach	O	50	159	352	200
St.Peter i/d Au	Amstetten	N	15	50	142	94
St.Peter im Sulmtal	Deutschlandsbg.	St	73	113	111	136
St.Peter ob Judenburg	Judenburg	St	43	74	64	95
St.Peter-Freienstein	Leoben	St	11	68	147	149
St.Pölten	St.Pölten	N	2	61	673	103
St.Radegund	Braunau/Inn	O	33	42	70	87
St.Radegund b.Graz	Graz-Umgebung	St	19	147	344	143
St.Roman	Schärding	O	53	93	147	141
St.Ruprecht a/d Raab	Weiz	St	44	81	58	119
St.Ruprecht ob Murau	Murau	St	8	57	76	82
St.Sebastian	Bruck/Mur	St	12	144	284	135
St.Sigmund im Sellrain	Innsbruck Land	T	42	213	348	235
St.Stefan	Hermagor	K	58	360	340	307
St.Stefan am Walde	Rohrbach	O	51	156	237	245
St.Stefan im Rosental	Feldbach	St	81	498	699	665
St.Stefan ob Leoben	Leoben	St	35	55	97	187
St.Stefan ob Stainz	Deutschlandsbg.	St	8	18	15	32
St.Thomas	Grieskirchen	O	39	33	53	41
St.Thomas am Blasenstein	Perg	O	61	245	348	276
St.Ulrich am Pillersee	Kitzbühel	T	51	141	126	264
St.Ulrich am Waasen	Leibnitz	St	11	24	19	26
St.Ulrich b.Steyr	Steyr-Land	O	9	43	70	64
St.Ulrich im Mühlkreis	Rohrbach	O	31	109	116	107
St.Urban	Feldkirchen	K	10	25	22	14
St.Valentin	Amstetten	N	16	64	252	83
St.Veit a/d Glan	St.Veit/Glan	K	10	75	221	144
St.Veit a/d Gölsen	Lilienfeld	N	16	88	95	97
St.Veit am Vogau	Leibnitz	St	63	110	73	114
St.Veit im Innkreis	Braunau/Inn	O	35	39	81	73
St.Veit im Mühlkreis	Rohrbach	O	28	111	376	55
St.Veit im Pongau	St.Johann/Pong.	S	147	417	465	558
St.Veit in Deferegggen	Lienz	T	4	100	135	142
St.Willibald	Schärding	O	26	29	45	70
St.Wolfgang im Salzkammergut	Gmunden	O	20	560	4224	678
St.Wolfgang-Kienberg	Judenburg	St	7	70	170	34
Staatztal	Mistelbach	N	52	129	178	138
Stadl a/d Mur	Murau	St	7	80	182	60
Stadl-Paura	Wels-Land	O	4	67	146	116
Stadtschlaining	Oberwart	B	6	29	33	50
Stainach	Liezen	St	7	25	25	48
Stainz	Deutschlandsbg.	St	6	17	17	22
Stainz b.Straden	Feldbach	St	5	18	22	24
Stainztal	Deutschlandsbg.	St	14	30	27	41
Stall	Spittal/Drau	K	33	108	170	118
Stallehr	Bludenz	V	41	140	158	171
Stallhof	Deutschlandsbg.	St	11	22	19	62
Stallhofen	Voitsberg	St	26	70	62	88
Stambach	Hartberg	St	42	123	124	260
Stams	Imst	T	112	349	289	466
Stans	Schwaz	T	468	518	734	591
Stanz b.Landeck	Landeck	T	15	100	131	56
Stanz im Mürztal	Mürzzuschlag	St	7	15	14	24
Stanzach	Reutte	T	1	10	12	13
Stattegg	Graz-Umgebung	St	6	44	52	63
Statzendorf	St.Pölten Land	N	18	44	36	66
Steeg	Reutte	T	1	7	11	7

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Steegen	Grieskirchen	O	44	69	153	100
Stegersbach	Güssing	B	6	89	389	82
Stein	Fürstenfeld	St	11	28	35	37
Steinach am Brenner	Innsbruck Land	T	58	135	129	143
Steinakirchen am Forst	Scheibbs	N	39	36	68	66
Steinbach a/d Steyr	Kirchdorf/Krems	O	6	73	148	82
Steinbach am Attersee	Vöcklabruck	O	22	42	58	88
Steinbach am Ziehberg	Kirchdorf/Krems	O	40	98	346	109
Steinberg am Rofan	Schwaz	T	22	56	47	76
Steinberg-Dörfl	Oberpullendorf	B	6	13	12	24
Steinbrunn	Eisenstadt-Umg.	B	75	216	525	162
Steindorf am Ossiacher See	Feldkirchen	K	21	70	242	180
Steinerkirchen a/d Traun	Wels-Land	O	88	136	164	206
Steinfeld	Spittal/Drau	K	170	328	354	532
Steinhaus	Wels-Land	O	64	359	1126	406
Stenzengreith	Weiz	St	66	317	441	425
Stetteldorf am Wagram	Korneuburg	N	65	180	274	222
Stetten	Korneuburg	N	14	41	41	157
Steuerberg	Feldkirchen	K	24	89	76	175
Steyr	Steyr	O	1	61	740	110
Steyregg	Urfahr-Umgebung	O	11	253	664	343
Stinatz	Güssing	B	8	30	26	54
Stiwoll	Graz-Umgebung	St	63	189	193	331
Stockenboi	Villach Land	K	12	117	193	112
Stockerau	Korneuburg	N	25	82	123	117
Stocking	Leibnitz	St	42	84	232	184
Stolzalpe	Murau	St	11	31	32	46
Stoob	Oberpullendorf	B	1	5	16	9
Stössing	St.Pölten Land	N	26	81	74	106
Stotzing	Eisenstadt-Umg.	B	27	102	223	124
Straden	Radkersburg	St	16	47	55	58
Strallegg	Weiz	St	82	160	124	365
Straning-Grafenberg	Horn	N	131	239	224	253
Straß im Attergau	Vöcklabruck	O	17	91	258	93
Straß im Straßertale	Krems Land	N	65	145	490	165
Strass im Zillertal	Schwaz	T	12	139	337	274
Straß in Steiermark	Leibnitz	St	20	108	110	136
Straßburg	St.Veit/Glan	K	52	121	157	136
Strassen	Lienz	T	20	193	220	263
Strasshof a/d Nordbahn	Gänserndorf	N	50	122	125	113
Straßwalchen	Salzburg-Umgeb.	S	8	115	314	132
Stratzing-Droß	Krems Land	N	50	62	60	113
Strem	Güssing	B	8	28	28	58
Strengberg	Amstetten	N	22	44	114	40
Strengen	Landeck	T	13	51	48	69
Strobl	Salzburg-Umgeb.	S	6	51	174	45
Stroheim	Eferding	O	36	105	255	152
Stronsdorf	Mistelbach	N	13	34	94	39
Stubenberg	Hartberg	St	7	37	50	80
Studenzen	Feldbach	St	11	36	37	62
Stuhlfelden	Zell am See	S	45	143	167	197
Stumm	Schwaz	T	17	43	44	71
Stummerberg	Schwaz	T	17	36	45	41
Suben	Schärding	O	39	67	84	104
Sulmeck-Greith	Deutschlandsbg.	St	7	19	18	46
Sulz	Feldkirch	V	33	67	51	81
Sulz im Weinviertel	Gänserndorf	N	56	51	79	74
Sulzberg	Bregenz	V	1	6	26	6

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Sulztal a/d Weinstraße	Leibnitz	St	13	42	48	70
Tadten	Neusiedl/See	B	1	15	39	26
Taiskirchen im Innkreis	Ried/Innkreis	O	45	80	122	163
Tamsweg	Tamsweg	S	25	148	249	206
Tannheim	Reutte	T	1	84	100	115
Tarrenz	Imst	T	31	124	192	116
Tarsdorf	Braunau/Inn	O	13	23	47	51
Tattendorf	Baden	N	32	70	87	164
Taufkirchen a/d Pram	Schärding	O	25	47	87	61
Taufkirchen a/d Trattnach	Grieskirchen	O	60	95	222	157
Tauplitz	Liezen	St	27	99	132	143
Taxenbach	Zell am See	S	74	128	168	176
Techelsberg am Wörther See	Klagenfurt Land	K	10	53	78	72
Teesdorf	Baden	N	41	98	94	153
Telfes im Stubai	Innsbruck Land	T	44	70	78	83
Telfs	Innsbruck Land	T	1	28	61	55
Terfens	Schwaz	T	698	623	738	687
Ternberg	Steyr-Land	O	73	161	150	245
Ternitz	Neunkirchen	N	5	81	539	84
Teufenbach	Murau	St	18	44	53	70
Texingtal	Melk	N	25	20	36	42
Thal	Graz-Umgebung	St	103	238	201	270
Thalgau	Salzburg-Umgeb.	S	18	113	256	138
Thalheim b.Wels	Wels-Land	O	43	122	267	190
Thannhausen	Weiz	St	29	26	49	34
Thaur	Innsbruck Land	T	30	329	1250	267
Thaya	Waidhofen/Thaya	N	45	99	79	181
Theresienfeld	Wr.Neustadt Ld.	N	10	66	116	57
Thiersee	Kufstein	T	10	40	45	51
Thomasberg	Neunkirchen	N	48	153	469	217
Thomatal	Tamsweg	S	28	104	137	115
Thörl	Bruck/Mur	St	21	60	61	58
Thüringen	Bludenz	V	30	67	52	78
Thüringerberg	Bludenz	V	42	111	96	130
Thurn	Lienz	T	7	118	164	88
Tiefenbach b.Kaindorf	Hartberg	St	15	155	209	99
Tiefgraben	Vöcklabruck	O	5	59	179	65
Tieschen	Radkersburg	St	14	55	58	70
Tillmitsch	Leibnitz	St	68	120	82	156
Timelkam	Vöcklabruck	O	27	57	134	93
Tobadill	Landeck	T	17	37	32	62
Tobaj	Güssing	B	11	11	13	29
Tollet	Grieskirchen	O	45	152	553	226
Tösens	Landeck	T	26	24	46	32
Traboch	Leoben	St	8	31	43	46
Tragöß	Bruck/Mur	St	13	63	73	71
Tragwein	Freistadt	O	30	162	426	233
Trahütten	Deutschlandsbg.	St	107	1318	1580	109
Traisen	Lilienfeld	N	31	80	211	141
Traiskirchen	Baden	N	9	111	1419	203
Traismauer	St.Pölten Land	N	14	41	39	74
Trattenbach	Neunkirchen	N	27	90	100	277
Traun	Linz-Land	O	35	244	1003	326
Traunkirchen	Gmunden	O	5	95	642	157
Traunstein	Zwettl	N	29	182	562	296
Trausdorf a/d Wulka	Eisenstadt-Umg.	B	8	19	14	15
Trautmannsdorf a/d Leitha	Bruck/Leitha	N	29	87	226	102
Trautmannsdorf in Oststmk.	Feldbach	St	5	14	18	17

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Trebesing	Spittal/Drau	K	67	161	174	176
Treffen	Villach Land	K	3	48	75	71
Treglwang	Liezen	St	28	56	45	91
Treubach	Braunau/Inn	O	14	40	109	76
Trieben	Liezen	St	2	61	231	114
Triebendorf	Murau	St	26	48	33	45
Trins	Innsbruck Land	T	9	94	133	77
Tristach	Lienz	T	22	74	122	103
Trofaiaich	Leoben	St	37	216	1020	252
Trössing	Radkersburg	St	5	23	38	29
Trumau	Baden	N	48	110	175	168
Tschagguns	Bludenz	V	9	16	12	18
Tschanigraben	Güssing	B	54	107	158	102
Tulbing	Tulln	N	59	231	328	339
Tulfes	Innsbruck Land	T	70	104	99	129
Tulln	Tulln	N	30	95	190	155
Tullnerbach	Wien-Umgebung	N	7	54	141	100
Tulwitz	Graz-Umgebung	St	10	33	28	43
Tumeltsham	Ried/Innkreis	O	137	454	1063	900
Turnau	Bruck/Mur	St	50	174	176	174
Türnitz	Lilienfeld	N	80	167	159	270
Tux	Schwarz	T	16	21	20	25
Tweng	Tamsweg	S	9	18	20	20
Tyrnau	Graz-Umgebung	St	9	33	43	33
Übelbach	Graz-Umgebung	St	14	34	34	52
Überackern	Braunau/Inn	O	22	73	227	83
Übersaxen	Feldkirch	V	31	62	45	72
Übersbach	Fürstenfeld	St	70	154	159	191
Uderns	Schwarz	T	6	43	62	60
Ulrichsberg	Rohrbach	O	45	354	1011	391
Ulrichskirchen-Schleinbach	Mistelbach	N	21	63	84	112
Umhausen	Imst	T	110	3866	60000	1187
Ungenach	Vöcklabruck	O	18	36	49	57
Ungerdorf	Weiz	St	29	278	319	451
Unken	Zell am See	S	36	103	93	199
Unserfrau-Altweitra	Gmünd	N	65	234	368	313
Unterach am Attersee	Vöcklabruck	O	44	63	91	61
Unterauersbach	Feldbach	St	12	27	26	39
Unterbergla	Deutschlandsbg.	St	4	17	17	29
Unterfladnitz	Weiz	St	9	40	73	88
Unterfrauenhaid	Oberpullendorf	B	6	22	22	34
Unterkohlstätten	Oberwart	B	0	1	3	2
Unterlamm	Feldbach	St	10	75	86	97
Unternberg	Tamsweg	S	53	136	145	178
Unterperfuss	Innsbruck Land	T	81	110	102	72
Unterpremstätten	Graz-Umgebung	St	82	192	139	356
Unterrabnitz-Schwendgr.	Oberpullendorf	B	5	17	16	32
Untersiebenbrunn	Gänserndorf	N	45	80	97	181
Unterstinkenbrunn	Mistelbach	N	17	60	117	90
Untertauern	St.Johann/Pong.	S	14	23	29	34
Untertilliach	Lienz	T	11	36	41	48
Oberwart	Oberwart	B	14	29	56	29
Unterweißenbach	Freistadt	O	26	241	1120	249
Unterweikersdorf	Freistadt	O	24	126	509	193
Unzmarkt-Frauenburg	Judenburg	St	42	99	99	342
Uttendorf	Zell am See	S	118	306	519	458
Utzenaich	Ried/Innkreis	O	77	152	213	187
Vals	Innsbruck Land	T	57	182	242	166

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Vandans	Bludenz	V	38	124	201	233
Vasoldsberg	Graz-Umgebung	St	3	25	34	35
Veitsch	Mürzzuschlag	St	58	234	272	370
Velden am Wörther See	Villach Land	K	1	128	386	147
Vichtenstein	Schärding	O	29	60	76	88
Viehdorf	Amstetten	N	24	196	555	216
Viehhofen	Zell am See	S	65	117	101	292
Vigaun	Hallein	S	1	4	7	14
Viktorsberg	Feldkirch	V	39	170	250	221
Villach	Villach	K	1	36	128	64
Vils	Reutte	T	11	75	132	102
Virgen	Lienz	T	28	65	53	88
Vitis	Waidhofen/Thaya	N	69	497	403	555
Vöcklabruck	Vöcklabruck	O	14	55	284	116
Vöcklamarkt	Vöcklabruck	O	30	47	57	73
Vogau	Leibnitz	St	67	124	96	211
Voitsberg	Voitsberg	St	23	79	134	120
Volders	Innsbruck Land	T	10	81	174	158
Völkermarkt	Völkermarkt	K	25	72	210	120
Völs	Innsbruck Land	T	6	285	878	120
Vomp	Schwaz	T	414	453	535	614
Vorau	Hartberg	St	15	33	27	54
Vorchdorf	Gmunden	O	12	166	651	328
Vorderhornbach	Reutte	T	19	63	99	88
Vorderberg	Leoben	St	17	45	118	77
Vorderstoder	Kirchdorf/Krems	O	24	42	98	104
Vorderweißenbach	Urfahr-Umgebung	O	58	508	2128	569
Vornholz	Hartberg	St	14	51	54	58
Vösendorf	Mödling	N	9	69	260	131
Vöstenhof	Neunkirchen	N	227	238	550	424
Wagna	Leibnitz	St	15	50	71	89
Wagrain	St.Johann/Pong.	S	18	57	75	67
Waidhofen a/d Thaya	Waidhofen/Thaya	N	33	44	59	89
Waidhofen a/d Thaya-Land	Waidhofen/Thaya	N	33	137	383	274
Waidhofen a/d Ybbs	Waidhofen/Ybbs	N	27	85	538	141
Waidmannsfeld	Wr.Neustadt Ld.	N	20	97	437	152
Waidring	Kitzbühel	T	82	215	271	811
Waisenegg	Weiz	St	41	87	66	172
Waizenkirchen	Grieskirchen	O	56	113	632	159
Walchsee	Kufstein	T	124	272	187	242
Wald am Schoberpaß	Leoben	St	13	75	146	105
Wald im Pinzgau	Zell am See	S	72	150	135	203
Waldbach	Hartberg	St	13	53	87	91
Waldburg	Freistadt	O	62	100	198	108
Waldegg	Wr.Neustadt Ld.	N	16	31	22	34
Waldenstein	Gmünd	N	73	139	96	279
Waldhausen	Zwettl	N	41	36	57	36
Waldhausen im Strudengau	Perg	O	35	117	205	153
Walding	Urfahr-Umgebung	O	26	123	387	154
Waldkirchen a/d Thaya	Waidhofen/Thaya	N	24	78	63	80
Waldkirchen am Wesen	Schärding	O	27	52	119	63
Waldneukirchen	Steyr-Land	O	53	88	125	137
Waldzell	Ried/Innkreis	O	8	100	206	112
Wallern a/d Trattnach	Grieskirchen	O	7	51	187	83
Wallern im Burgenland	Neusiedl/See	B	22	59	118	63
Wallsee-Sindelburg	Amstetten	N	17	19	36	39
Walpersbach	Wr.Neustadt Ld.	N	13	27	31	74
Wals-Siezenheim	Salzburg-Umgeb.	S	3	21	56	25

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Waltersdorf in Oststeiermark	Hartberg	St	10	50	54	46
Wang	Scheibbs	N	15	22	41	55
Wängle	Reutte	T	1	51	109	70
Wartberg a/d Krems	Kirchdorf/Krems	O	8	12	41	30
Wartberg im Mürztal	Mürzzuschlag	St	16	36	39	84
Wartberg ob der Aist	Freistadt	O	15	273	1145	345
Warth	Neunkirchen	N	17	177	419	211
Warth	Bregenz	V	36	69	115	
Wartmannstetten	Neunkirchen	N	13	56	230	74
Wattenberg	Innsbruck Land	T	50	183	218	234
Wattens	Innsbruck Land	T	50	127	238	251
Weer	Schwaz	T	510	484	632	733
Weerberg	Schwaz	T	399	453	561	395
Weibern	Grieskirchen	O	4	71	216	106
Weichselbaum	Jennersdorf	B	34	32	62	42
Weiden a/d March	Gänserndorf	N	78	184	224	190
Weiden am See	Neusiedl/See	B	40	91	193	101
Weiden b.Rechnitz	Oberwart	B	10	22	21	37
Weikendorf	Gänserndorf	N	61	93	83	198
Weikersdorf am Steinfelde	Wr.Neustadt Ld.	N	16	35	87	77
Weilbach	Ried/Innkreis	O	32	122	265	159
Weiler	Feldkirch	V	29	42	41	39
Weinburg	St.Pölten Land	N	27	70	172	150
Weinburg am Saßbach	Radkersburg	St	6	13	10	19
Weingraben	Oberpullendorf	B	12	23	17	23
Weinitzen	Graz-Umgebung	St	3	43	57	78
Weinzierl am Walde	Krems Land	N	22	45	98	106
Weißbach b.Lofer	Zell am See	S	5	8	5	10
Weißbach a/d Enns	Liezen	St	26	262	663	360
Weissenbach a/d Triesting	Baden	N	18	37	68	42
Weißbach am Lech	Reutte	T	1	1	1	3
Weißbach b.Liezen	Liezen	St	146	410	661	1116
Weißkirchen a/d Perschling	St.Pölten Land	N	25	27	47	41
Weißkirchen i/d Wachau	Krems Land	N	4	22	50	34
Weißkirchen im Attergau	Vöcklabruck	O	28	51	73	59
Weißensee	Spittal/Drau	K	20	31	62	35
Weißenstein	Villach Land	K	3	96	170	137
Weißkirchen a/d Traun	Wels-Land	O	79	617	3623	1707
Weißkirchen in Steiermark	Judenburg	St	9	45	66	59
Weißpriach	Tamsweg	S	8	22	27	32
Weistrach	Amstetten	N	31	33	58	55
Weiten	Melk	N	23	20	30	36
Weitendorf	Leibnitz	St	70	125	192	166
Weitensfeld-Flattnitz	St.Veit/Glan	K	51	322	514	418
Weitersfeld	Horn	N	123	242	602	267
Weitersfelden	Freistadt	O	116	325	601	215
Weitra	Gmünd	N	222	636	702	1479
Weiz	Weiz	St	23	77	131	119
Wels	Wels	O	2	126	3003	304
Wendling	Grieskirchen	O	14	30	63	56
Weng b.Admont	Liezen	St	14	95	102	143
Weng im Innkreis	Braunau/Inn	O	24	54	181	94
Wenigzell	Hartberg	St	22	246	349	415
Wenns	Imst	T	72	1002	2851	2096
Weppersdorf	Oberpullendorf	B	13	25	17	52
Werfen	St.Johann/Pong.	S	9	33	64	29
Werfenweng	St.Johann/Pong.	S	16	22	21	49
Wernberg	Villach Land	K	2	37	81	40

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Werndorf	Graz-Umgebung	St	168	335	272	361
Wernersdorf	Deutschlandsbg.	St	46	104	133	131
Wernstein am Inn	Schärding	O	24	46	66	76
Westendorf	Kitzbühel	T	9	30	39	39
Wettmannstätten	Deutschlandsbg.	St	10	28	32	59
Weyer Land	Steyr-Land	O	57	71	108	181
Weyer Markt	Steyr-Land	O	37	87	221	118
Weyregg am Attersee	Vöcklabruck	O	14	97	314	155
Wielfresen	Deutschlandsbg.	St	10	13	12	18
Wien 1.	Wien	W	19	25	27	34
Wien 2.	Wien	W	1	51	266	
Wien 3.	Wien	W	2	26	68	34
Wien 4.	Wien	W	11	31	71	15
Wien 5.	Wien	W	5	21	94	12
Wien 6.	Wien	W	6	26	75	41
Wien 7.	Wien	W	1	22	77	38
Wien 8.	Wien	W	17	17	22	
Wien 9.	Wien	W	4	40	66	45
Wien 10.	Wien	W	1	36	96	47
Wien 11.	Wien	W	1	44	292	31
Wien 12.	Wien	W	9	57	183	75
Wien 13.	Wien	W	1	73	294	82
Wien 14.	Wien	W	16	66	116	76
Wien 15.	Wien	W	6	18	78	19
Wien 16.	Wien	W	1	28	73	39
Wien 17.	Wien	W	5	32	76	73
Wien 18.	Wien	W	5	62	133	86
Wien 19.	Wien	W	34	57	93	49
Wien 20.	Wien	W	10	74	285	104
Wien 21.	Wien	W	11	46	106	55
Wien 22.	Wien	W	5	54	182	65
Wien 23.	Wien	W	6	76	311	96
Wienerwald	Mödling	N	16	60	133	79
Wies	Deutschlandsbg.	St	22	27	23	44
Wieselburg	Scheibbs	N	9	171	479	615
Wieselburg-Land	Scheibbs	N	18	43	113	122
Wiesen	Mattersburg	B	6	12	11	19
Wiesfleck	Oberwart	B	63	75	151	109
Wiesing	Schwaz	T	27	82	85	122
Wiesmath	Wr.Neustadt Ld.	N	52	158	149	322
Wildalpen	Liezen	St	11	29	33	33
Wildendürnbach	Mistelbach	N	3	120	426	132
Wildermieming	Innsbruck Land	T	27	99	101	95
Wildon	Leibnitz	St	42	110	232	173
Wildschönau	Kufstein	T	54	123	137	122
Wilfersdorf	Mistelbach	N	63	98	102	101
Wilhelmsburg	St.Pölten Land	N	2	15	47	29
Wilhering	Linz-Land	O	36	151	427	244
Willendorf	Neunkirchen	N	21	87	97	162
Wimpassing a/d Leitha	Eisenstadt-Umg.	B	14	24	49	52
Wimpassing im Schwarzatale	Neunkirchen	N	11	22	59	48
Winden am See	Neusiedl/See	B	44	51	125	69
Windhaag b.Freistadt	Freistadt	O	13	228	749	286
Windhaag b.Perg	Perg	O	62	165	243	225
Windigsteig	Waidhofen/Thaya	N	120	182	195	276
Windischgarsten	Kirchdorf/Krems	O	15	31	58	70
Winklarn	Amstetten	N	13	58	136	111

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Winklern	Spittal/Drau	K	47	88	76	85
Winklern b.Oberwölz	Murau	St	21	112	162	176
Winzendorf-Muthmannsdorf	Wr.Neustadt Ld.	N	17	27	48	44
Wippenham	Ried/Innkreis	O	31	55	56	76
Wölbling	St.Pölten Land	N	22	43	29	86
Wolfau	Oberwart	B	12	39	92	63
Wolfern	Steyr-Land	O	46	63	87	118
Wolfpassing	Scheibbs	N	54	52	116	65
Wolfsbach	Amstetten	N	19	153	339	209
Wolfsberg	Wolfsberg	K	5	81	306	138
Wolfsberg im Schwarzaual	Leibnitz	St	10	52	67	68
Wolfsegg am Hausruck	Vöcklabruck	O	11	13	15	28
Wolfsgraben	Wien-Umgebung	N	10	38	47	68
Wolfsthal-Berg	Bruck/Leitha	N	28	44	50	50
Wolfurt	Bregenz	V	6	41	53	58
Wolkersdorf im Weinviertel	Mistelbach	N	5	156	726	389
Wöllersdorf-Steinbrückl	Wr.Neustadt Ld.	N	16	64	314	89
Wörgl	Kufstein	T	33	115	142	174
Wörschach	Liezen	St	328	785	1124	1762
Wörterberg	Güssing	B	11	39	101	48
Wörth a/d Lafnitz	Hartberg	St	19	43	41	46
Wr.Neudorf	Mödling	N	9	41	107	112
Wr.Neustadt	Wr.Neustadt	N	5	47	160	115
Wulkaprodersdorf	Eisenstadt-Umg.	B	11	21	17	29
Wullersdorf	Hollabrunn	N	73	250	404	325
Wundschuh	Graz-Umgebung	St	29	71	226	94
Würflach	Neunkirchen	N	5	9	21	20
Würmla	Tulln	N	39	83	76	92
Ybbs a/d Donau	Melk	N	20	79	197	107
Ybbsitz	Amstetten	N	19	62	228	101
Yspertal	Melk	N	37	39	72	63
Zagersdorf	Eisenstadt-Umg.	B	8	14	9	22
Zams	Landeck	T	9	61	171	92
Zederhaus	Tamsweg	S	4	16	16	35
Zeillern	Amstetten	N	52	44	71	80
Zeiselmauer	Tulln	N	26	81	138	114
Zelking-Matzleinsdorf	Melk	N	103	231	279	263
Zell	Klagenfurt Land	K	19	150	224	147
Zell a/d Pram	Schärding	O	9	39	122	65
Zell am Moos	Vöcklabruck	O	4	46	88	54
Zell am Pettenfirst	Vöcklabruck	O	12	27	59	30
Zell am See	Zell am See	S	5	16	58	27
Zell am Ziller	Schwaz	T	22	42	41	61
Zellberg	Schwaz	T	12	45	87	67
Zellerndorf	Hollabrunn	N	119	358	479	527
Zeltweg	Judenburg	St	6	40	67	83
Zemendorf-Stöttera	Mattersburg	B	11	26	23	52
Zerlach	Feldbach	St	27	77	67	125
Zettling	Graz-Umgebung	St	63	189	183	346
Zeutschach	Murau	St	8	25	23	86
Ziersdorf	Hollabrunn	N	34	79	132	90
Zillingdorf	Wr.Neustadt Ld.	N	25	103	171	106
Zillingtal	Eisenstadt-Umg.	B	10	25	22	36
Zirl	Innsbruck Land	T	70	120	113	177
Zistersdorf	Gänserndorf	N	39	73	75	116

Gemeinde	Bezirk	BL	Min.	Mittel	Max.	Potenzial
Zöbern	Neunkirchen	N	52	132	461	145
Zöblen	Reutte	T	1	1	1	2
Zurndorf	Neusiedl/See	B	34	36	85	49
Zwaring-Pöls	Graz-Umgebung	St	73	91	178	129
Zwentendorf a/d Donau	Tulln	N	14	120	520	139
Zwettl a/d Rodl	Urfahr-Umgebung	O	37	748	2480	794
Zwettl-Niederösterreich	Zwettl	N	9	207	820	221
Zwischenwasser	Feldkirch	V	24	63	71	69
Zwölfaxing	Wien-Umgebung	N	41	177	206	155

Informationen zu Landwirtschaft, Lebensmittel,
Wald, Umwelt und Wasser:

www.lebensministerium.at



lebensministerium.at

Das Aktionsprogramm des Lebensministeriums
für aktiven Klimaschutz:

www.klimaaktiv.at



Die Jugendplattform rund ums Wasser:

www.generationblue.at



Die bundesweite Initiative zur getrennten
Sammlung von Altstoffen:

www.richtig sammeln.at



Die Internetseite zur Österreichischen
Nachhaltigkeitsstrategie:

www.nachhaltigkeit.at



Das Internetportal der Österreichischen
Nationalparks:

www.nationalparks.at



Der Walddialog ist die Suche nach Problem-
lösungen für Interessenkonflikte im Waldbereich:

www.walddialog.at



Das Österreichische Umweltzeichen ist Garant
für umweltfreundliche Produkte und
Dienstleistungen:

www.umweltzeichen.at



Umweltdaten u.a. zu den Bereichen Wasser,
Luft, Lärm, Kernenergie, Klima, Gentechnik,
Altlasten, erhebt laufend das UBA:

www.umweltbundesamt.at

umweltbundesamt^U

Waldforschungszentrum BFW. Forschung,
Monitoring und Wissenstransfer zu Wald und
Naturgefahren:

<http://bfw.ac.at>



