

WER ? WAS ? WARUM?

Dr. med. Dietmar J. M. Frey
Arzt f. Chirurgie,
Thorax-, Herz- und Gefäß-Chirurgie
Lungenarzt
49477 Ibbenbüren



RADON-Wirkung
aus fach-ärztlicher Sicht



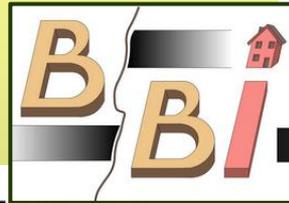
Abb. oben aus: Rickelmann H (1983): Schachtgebäude & Kesselhaus <> Schacht ‚von-der-Heydt‘ (Ansicht 1885)
Abb. unten aus: Röhrs H (1997): Berginspektion Ibbenbüren am Schacht von-der-Heydt (1892)



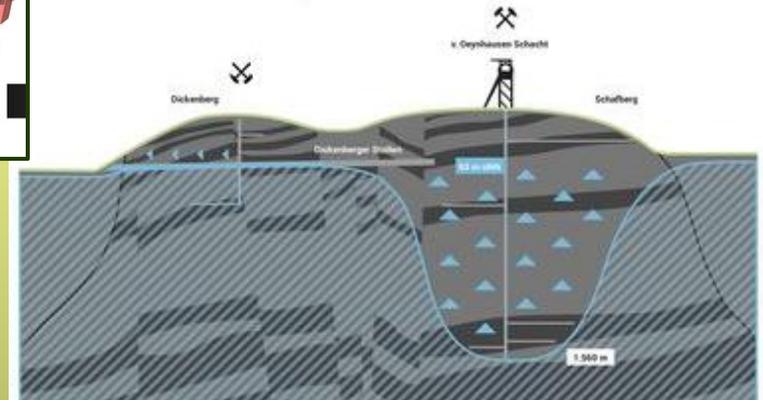
RADON Ibbenbüren

Update Stand Jan. 2025

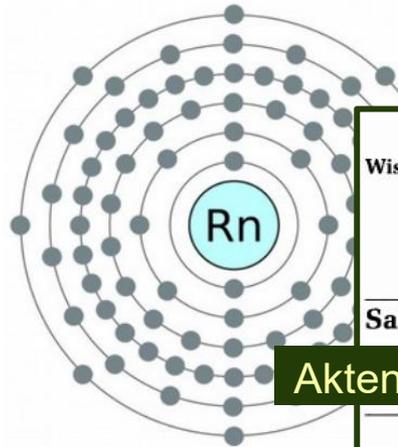
Grubenwasser-Anstieg <> RADON-Ausgasung



Kontrollierter Anstieg des Grubenwassers
Plan zur Grubenwasserableitung



Die Radon-Problematik im Kontext des geplanten Grubenwasseranstiegs im Saarland



Wissenschaftliche Dienste



Deutscher Bundestag

Sachstand

Aktenzeichen: WD8 - 3000 - 021 / 18

*05

Grubenwasserflutung im saarländischen Bergbau
Einzelfragen zur möglichen Belastung mit Radon

FREY DJM
01'25

Abb. links aus: <https://www.igab-saar.de/wp-content/uploads/2018/11/Grubenflutung-Master-wissen-vor-8.pdf>

*03

Abb. rechts aus: <https://www.rag-anthrazit-ibbenbueren.de/grubenwasserhaltung/wie-soll-das-grubenwasser-in-zukunft-abgeleitet-werden>

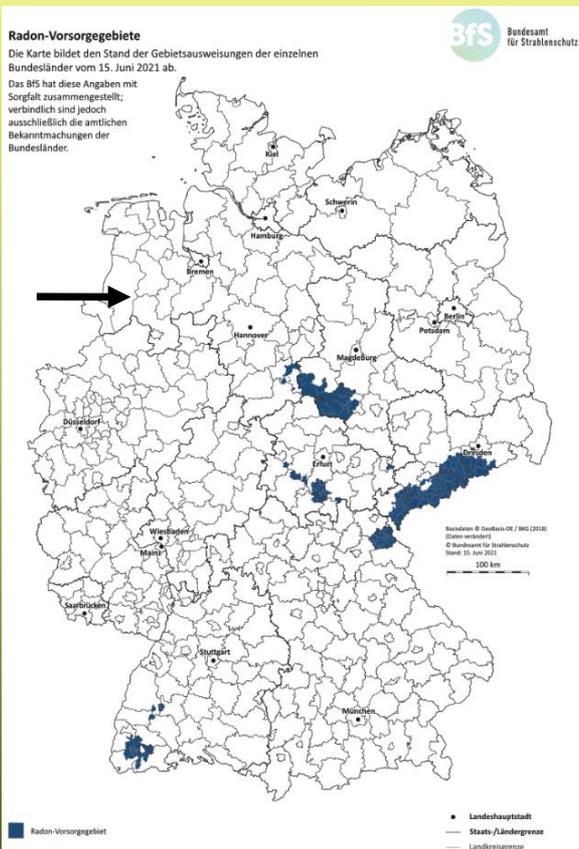
*04



RADON im Revier Ibbenbüren

Präsentation
26.01.2023

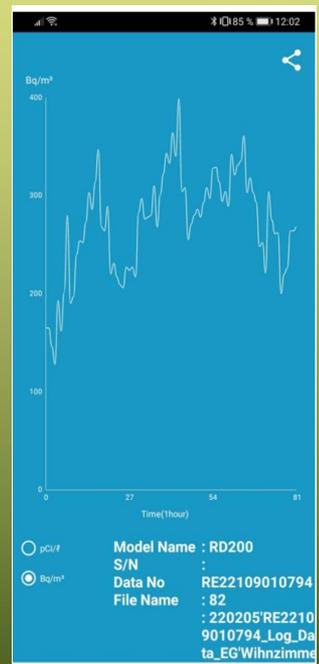
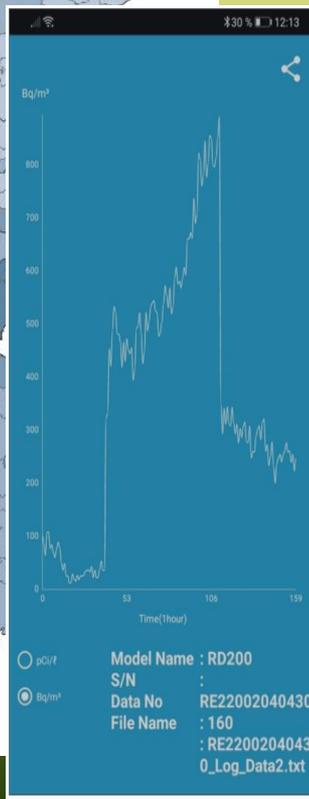
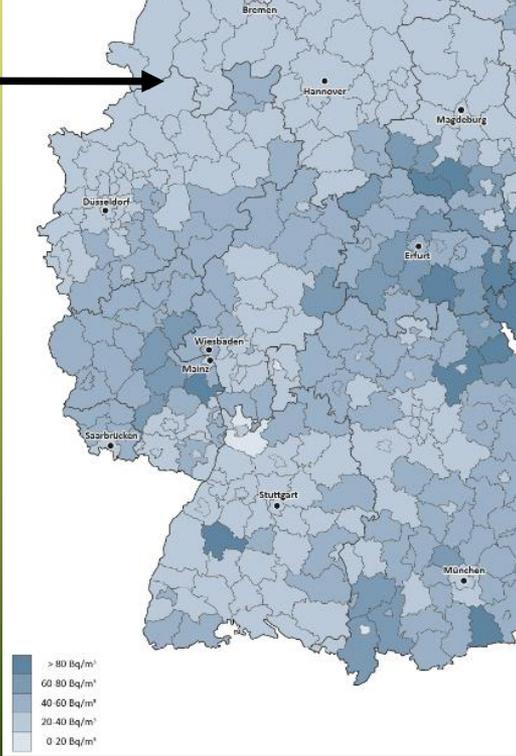
https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/radon_node.html *06



Übersichtskarte der Radon-Vorsorgegebiete in Deutschland

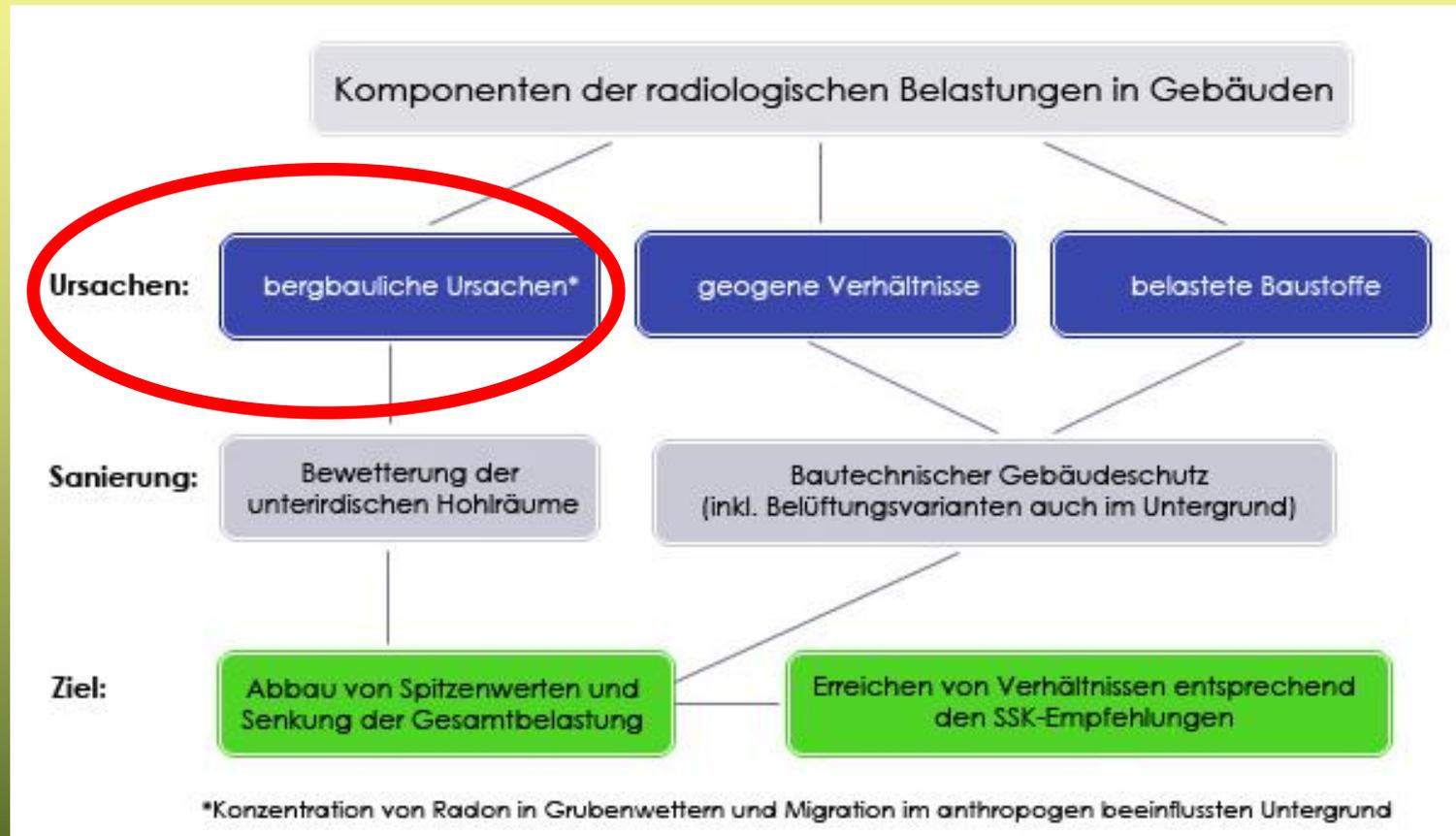


Realität Febr. 2022



EG - Wohnzimmer
← Keller

RADON - FAKTEN & DATEN



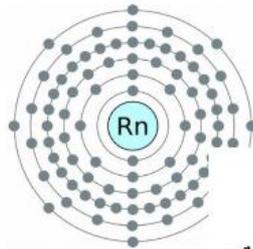
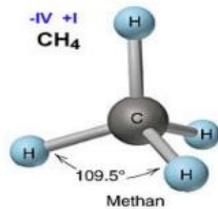


RADON im Revier Ibbenbüren

Präsentation
26.01.2023

Seite 67 & 71

Methan - Transportgas für Radon



Becquerel (Einheit)
Sievert (Einheit)

- 1 Bq = 1 s⁻¹ (d.h. ein Becquerel entspricht einem radioaktiven Zerfall pro Sekunde)
- 1 Sv = 1 Joule/kg = 1 m²/s² (Körperdosis, Äquivalentdosis, Maßeinheit verschiedener gewichteter Strahlendosen bei ionisierender Strahlung)
- 1 mSv = 0,001 Sv



RADON

- Edelgas
- farblos
- geruchlos
- geschmacklos
- wasserlöslich
- schwerer als Luft

- radioaktiv.
- Uran-Radium-Reihe
- Kern-Zerfall (instabil)
- α - Strahlung
(Helium)-Kerne
- gewebe-schädigend

Strahlungsarten:

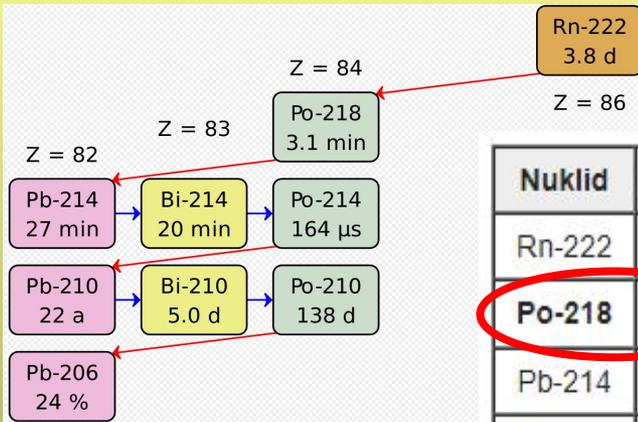
- α - Strahlung: Teilchenstrahlung (Helium-Kerne, sehr energiereich, geringe Tiefe)
- β - Strahlung: Teilchenstrahlung (Elektronen), Energie & Tiefe mittelmäßig
- γ - Strahlung: elektromagnetisch, energiearm, sehr hohe Tiefe (zB Röntgenstr.)

RADON - FAKTEN & DATEN

RADON - Zerfallsprodukte
 α -Strahlung <> β -Strahlung

<https://de.wikipedia.org/wiki/Radon-Zerfallsprodukte>

*08



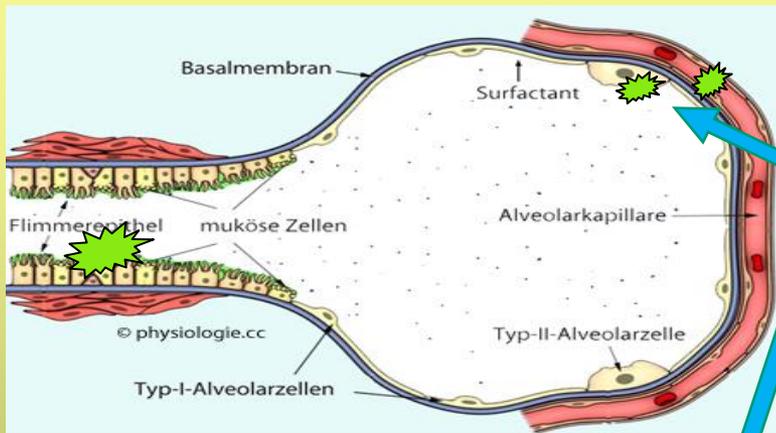
Nuklid	Zerfall	HWZ	α -Energie	PAE/Atom	Atome/Bq	PAE/Bq
Rn-222	α	3,825 d	5,49 MeV	0	0	0
Po-218	α	3,05 min	6,00 MeV	13,68 MeV	264	3612 MeV
Pb-214	β	26,8 min		7,68 MeV	2320	17820 MeV
Bi-214	β	19,9 min		7,68 MeV	1710	13130 MeV
Po-214	α	0,164 ms	7,69 MeV	7,68 MeV	0,000231	1,77 keV
Pb-210	β	22,3 a		0		
Bi-210	β	5,01 d		0		
Po-210	α	138,4 d	5,30 MeV	0		
Pb-206		stabil		0		

Rn = Radon
 Po = Polonium
 Bi = Bismut
 Pb = Blei

FREY DJM
 01'25

HWZ: Halbwertszeit (d = Tage, a = Jahre)
PAE/Atom: Potentielle Alphaenergie pro Atom
Atome/Bq: Anzahl der Atome je Aktivitätseinheit Becquerel
PAE/Bq: Potentielle Alphaenergie je Aktivitätseinheit Becquerel

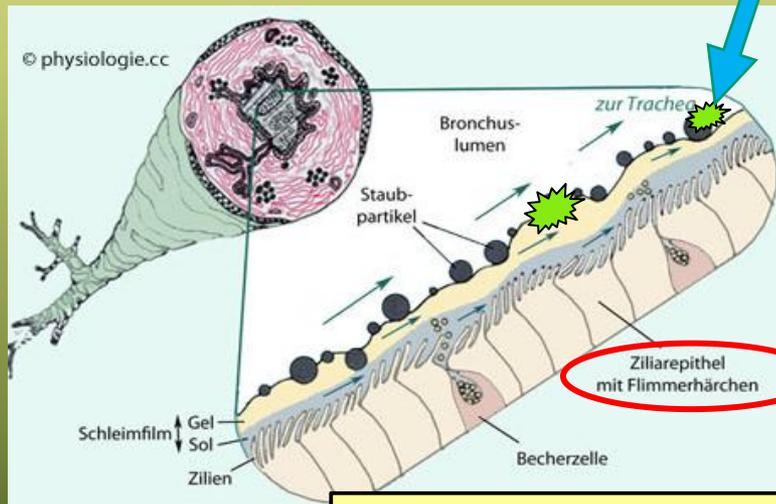
RADON - FAKTEN & DATEN



RADON

(Bronchial-)Schleim

- wird in der Lunge gebildet
- dient der Abwehr von Schadstoffen (ca. 200 ml/Tag)
- **RADON löst** sich im Schleim
- wird von Flimmerhärchen mundwärts befördert (ca. 1 cm/min) & geschluckt
- **RADON** liegt direkt dem lokalen Gewebe auf >> die **α -Strahlung** kann Zellen anhaltend **schädigen**



Quelle: <http://physiologie.cc/VIII.5.htm> (modifiziert DJM Frey)

*09

Abb. oben aus: Evans CM et al. Idiopathic Pulmonary Fibrosis: A Genetic Disease That Involves Mucociliary Dysfunction of the Peripheral Airways. *Physiol Rev* 2016; (96)

*10

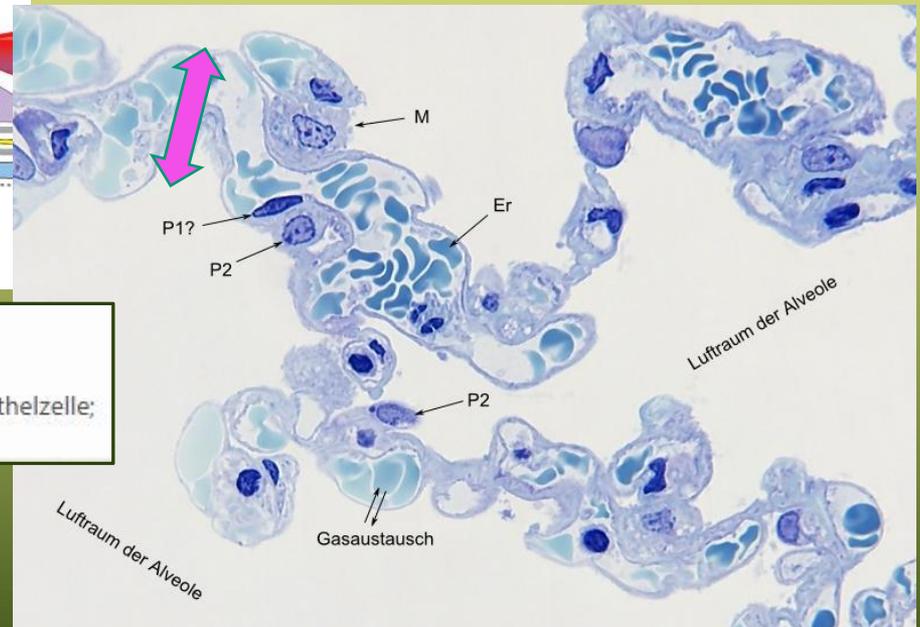
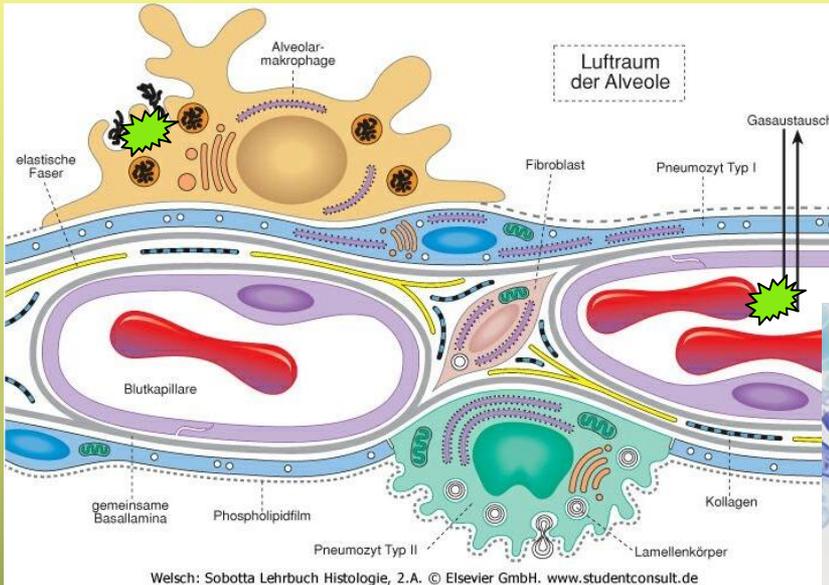
Abb. unten aus: Rodney Rhoades & Richard Pflanzer, *Human Physiology*, 2nd ed. Saunders 1992

*11

RADON - FAKTEN & DATEN

Maße:

- Alveolarwand (0,2–0,6 μm) >> 
- Aerosole / Feinstaub (< 0,1 μm - 2,5 μm)
- Erythrozyt (ca. 7 μm x 1 - 2 μm)
- Asbestfasern (3 μm dick <> 5 μm lang)



RADON > 

M. Alveolarmakrophage;
Er. Erythrozyt;
P1. Pneumozyt Typ 1 oder ein Endothelzelle;
P2. Pneumozyten Typ 2.

z. T. modifiziert aus:
SCHULTE Ronald: <https://www.mikroskopie-forum.de/index.php?topic=9640.0>

***12**

FREY DJM
01'25

RADON - Zerfallsprodukte im Körper

Einatmung → Lunge

(Luftröhre / Bronchien / Lungenbläschen)



Gebunden: Aerosole/Feinstaub:

→ Transport mundwärts (**Cilien**)

→ Schlucken des Br.-Schleims

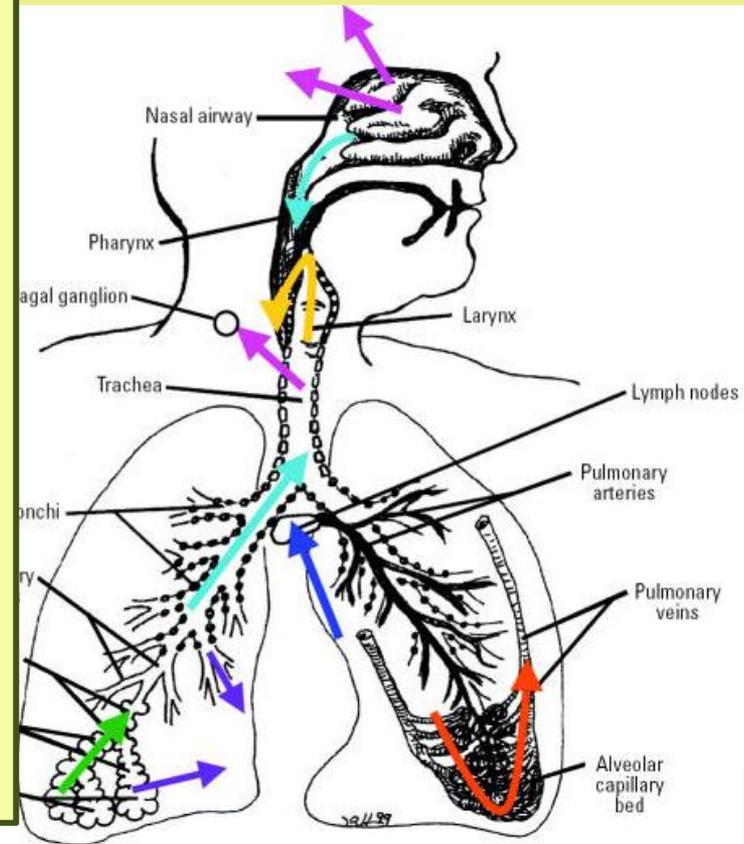
Freie Zerfallsprodukte

→ Br.-Schleim (leicht wasserlöslich)

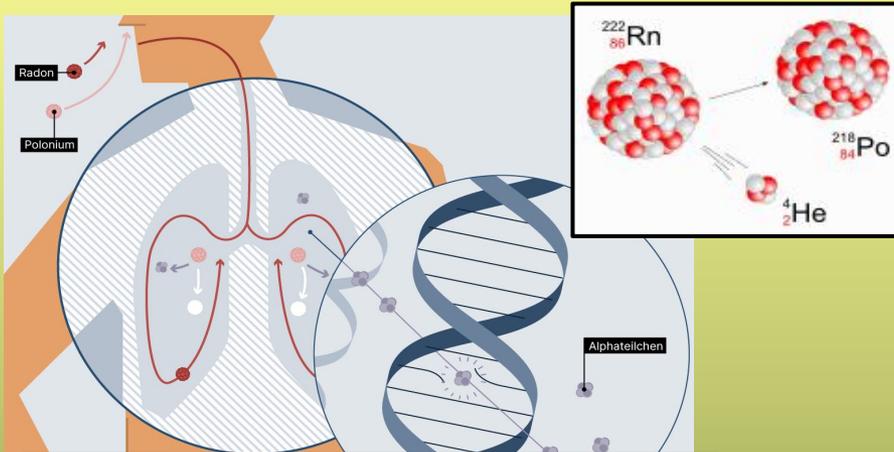
Gas-**Diffusion** / Alveolarmakrophagen

→ via Lymphsystem > **Blut**

→ direkter Transport ins **Blut**



RADON - FAKTEN & DATEN



aus: <https://www.kantonslabor.bs.ch/umwelt/umwelt/radioaktivitaet/radon.html> *15

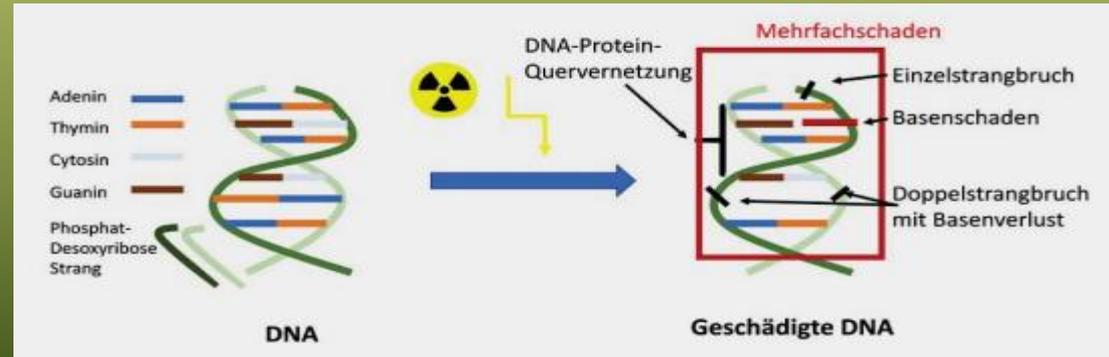
α -Strahlung:

- ▶ Heliumkerne (,Teilchenstrahlung; posit. Ladung)
- ▶ Große Masse / Energie
- ▶ 20-mal ,potenter' als β - / Röntgen-Strahlung
- ▶ DNA-Schäden bei Zellteilung

aus: https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/wirkungen/wirkungen_node.html *14

Folgen:

- Zell-Mutationen \rightarrow Krebs
- Schäden im Erbgut (DNA)



FREY DJM
01'25

aus: Gomolka M. Strahlenschaden und Alter_Kinder&Strahlung. UMID 2; S 67

*16

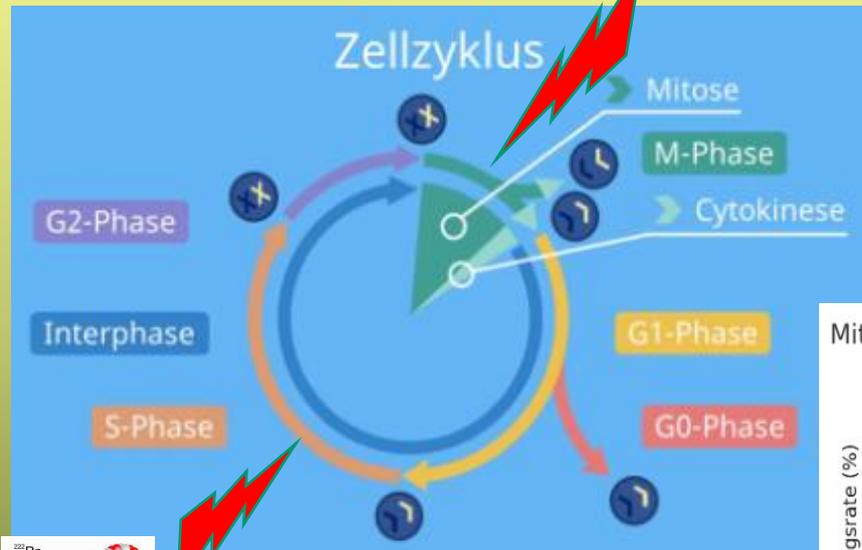
RADON - FAKTEN & DATEN

a-Strahlung (<=> therap. Bestrahlung)

- wirkt sich aus in **S-** und **M-Phase**
- bei **hoher Zellteilungsrate** (**Kinder**) besonders **schädlich**

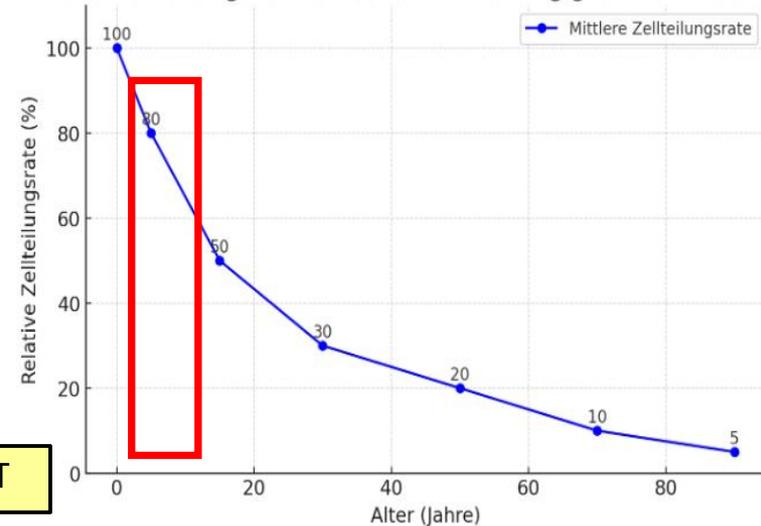
<https://studyflix.de/biologie/zellzyklus-2585>

*17



Graphik (modifiziert) generiert von ChatGPT

Mittlere Zellteilungsrate ab Geburt in Abhängigkeit vom Lebensalter



RADON Ibbenbüren

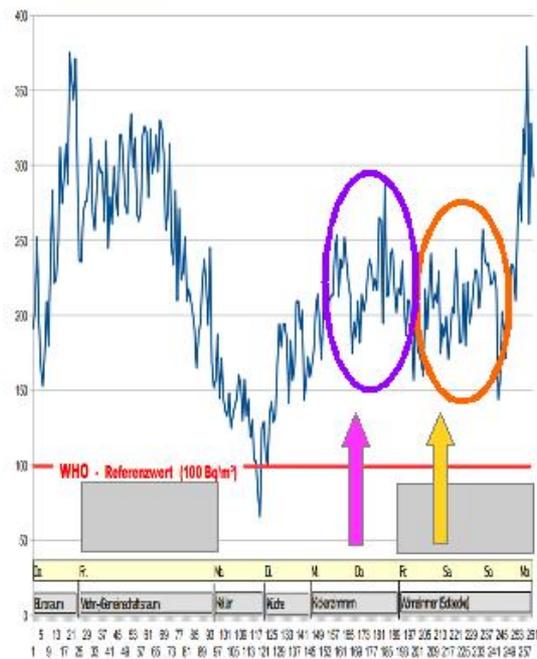
Update Stand Jan. 2024

RADON - FAKTEN & DATEN

Kinder-Tagesstätte, <> RADON-Werte (Bq/m^3)

BBI-Messung 26.01.-06.02.2023

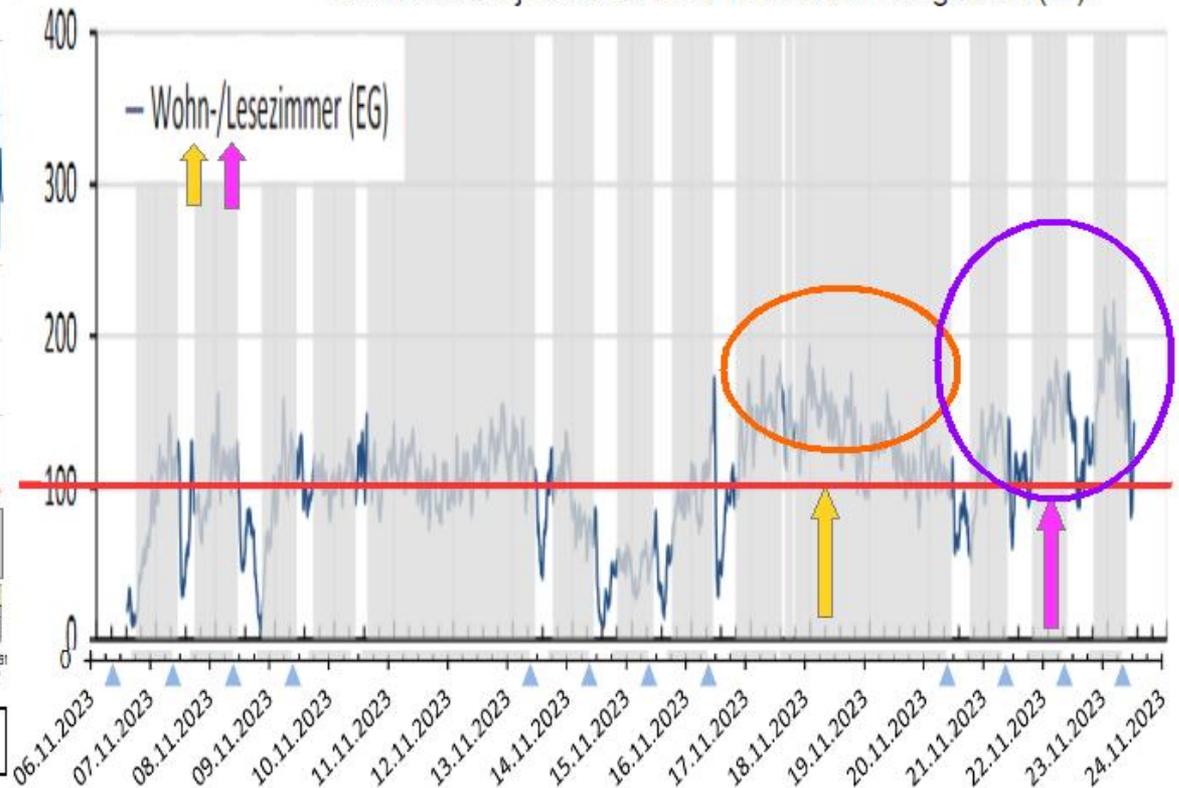
Tagesgruppe  RADON-Werte (Bq/m^3) - Zeitraum: 26.01.23 - 06.02.23



WHO-Referenzwert 100 Bq/m^3
=> 

Messung Zentrale Radonstelle NRW 06.11.-23.11.2023

Legende: ... keine Personen im Gebäude aufhielten, sind ausgegaut. beim Betreten jeweils für rund 15 Minuten stoßgelüftet (\blacktriangle).



RADON - FAKTEN & DATEN

Warum haben **Kinder ein höheres Strahlenrisiko?**

Faktoren, die Kinder besonders empfindlich machen, sind die

- >> längere **Lebenszeiterwartung** und damit
- >> eine höhere Wahrscheinlichkeit einen Tumor zu entwickeln,

weil:

- >> ‚ionisierende‘ Strahlung in der Teilungsphase der Zelle wirksam
- >> durch **Wachstum mehr** Teilungen als bei Erwachsenen
- >> hormonelle Veränderungen
- >> ein unreifes Immunsystem.



RADON im *Revier Ibbenbüren*

Präsentation
26.01.2023

Bronchialkarzinom (Lungenkrebs)





Bronchialkarzinom (Lungenkrebs)

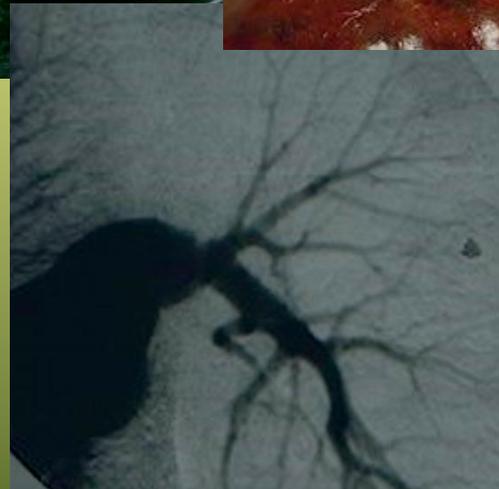
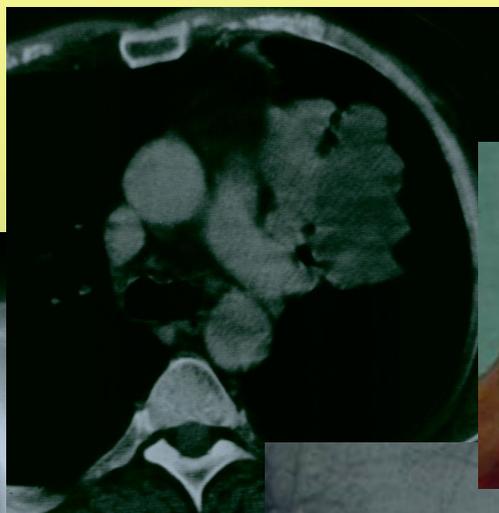
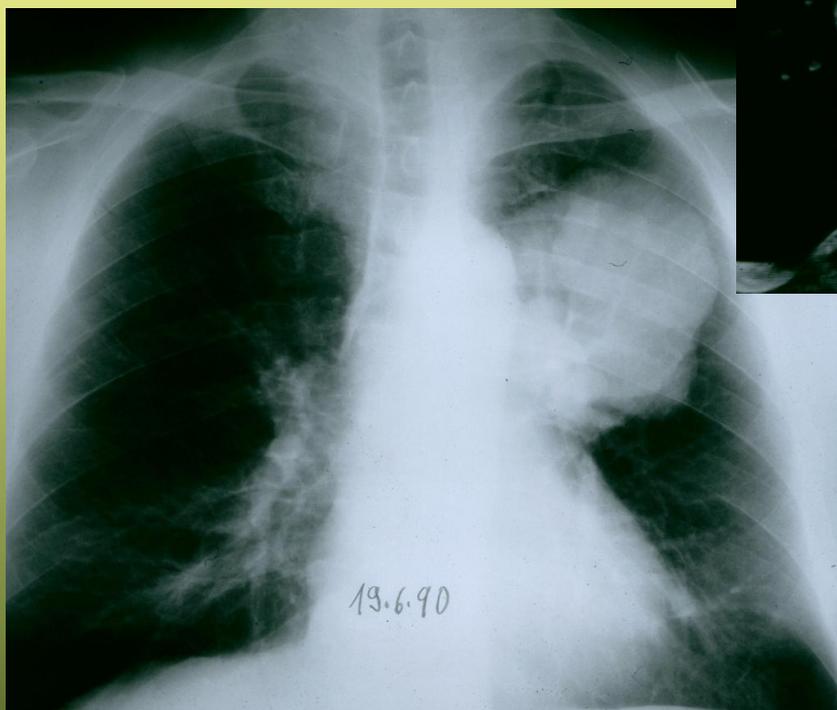
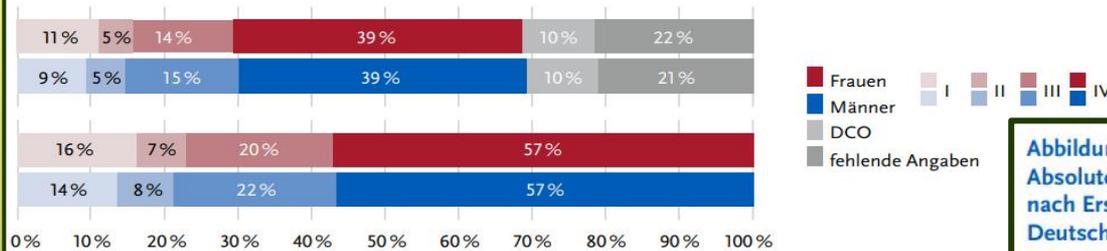


Fig. Fall: Pat. W.H. (m) - 60 J. >> Bronchial-Ca. li. Oberlappen
OP: Manschetten-Resektion li. OL (Bronchus- & Pulmonalis-Manschette)

'Lungenkrebs' - Stadium & Prognose

Abbildung 3.12.3
Verteilung der UICC-Stadien bei Erstdiagnose nach Geschlecht, ICD-10 C33 – C34, Deutschland 2019 – 2020
(oben: inkl. fehlender Angaben und DCO-Fälle; unten: nur gültige Werte)

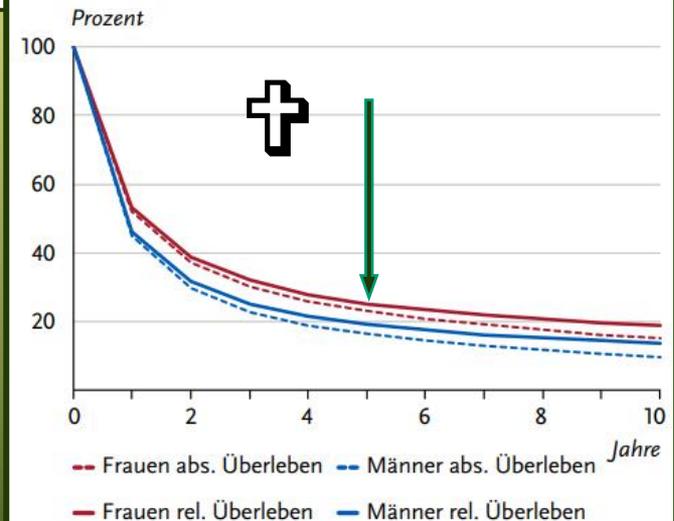


RADON - Folge

6,3 %

lt. HEINZL, F (2024) *41

Abbildung 3.12.4
Absolute und relative Überlebensraten bis 10 Jahre nach Erstdiagnose, nach Geschlecht, ICD-10 C33 – C34, Deutschland 2019 – 2020



Tumor-Stadien

Stad. I (a/b) bis Stad. IV

- Überlebensrate (Jahre)
5 bzw. 10 Jahre nach Diagnose

5-Jahres-Sterberate relativ : **+**

♀ **75 %** / ♂ **81 %**

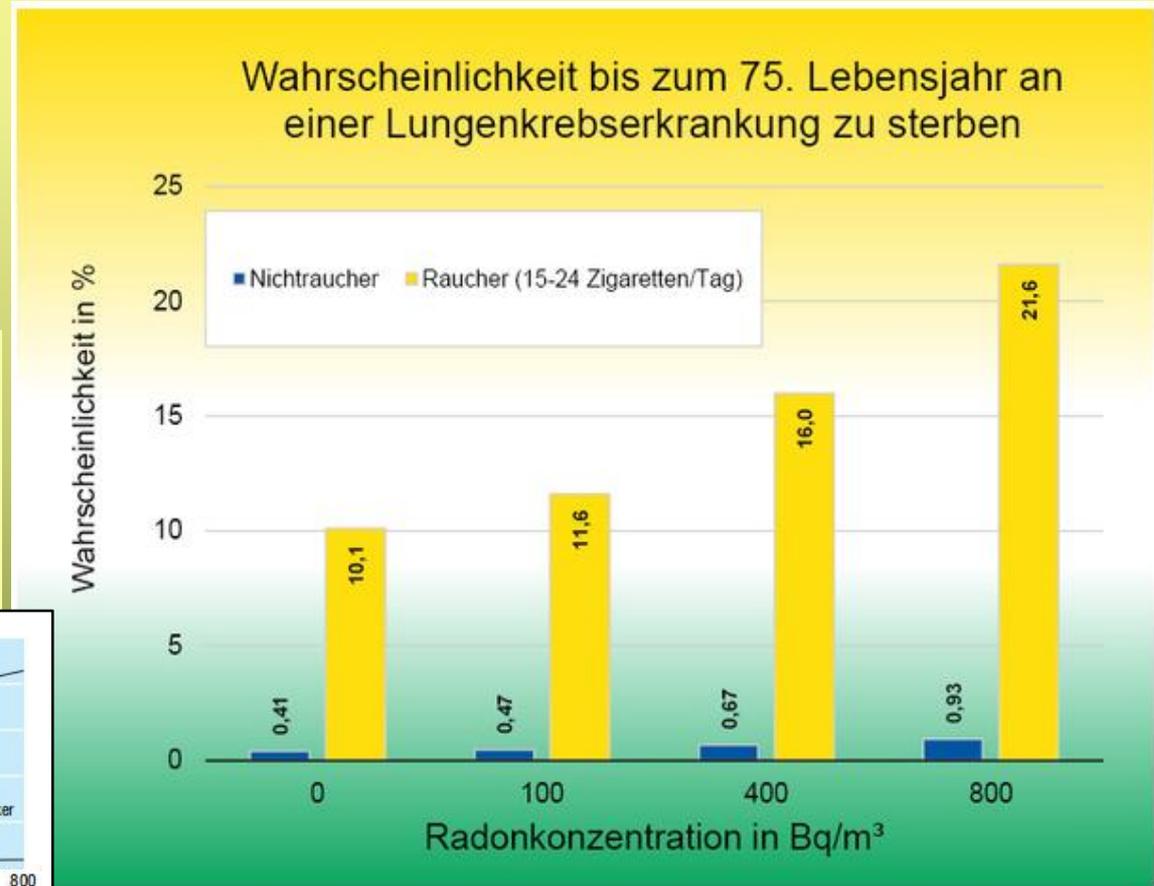
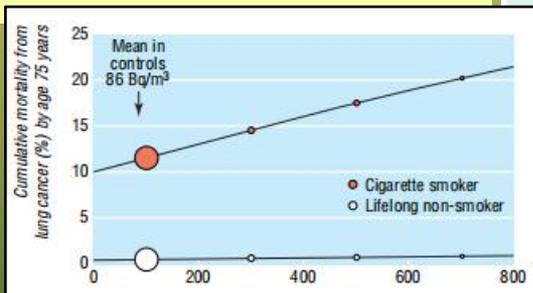
(,relativ' > bereinigt [= nur Krebs-+])

RADON & Lungenkrebs

Dosis-Wirkung

Darby S. (2005):

- ▶ über 140 Bq/m^3 > signifikanter Risikoanstieg
- ▶ pro 100 Bq/m^3 um 16%



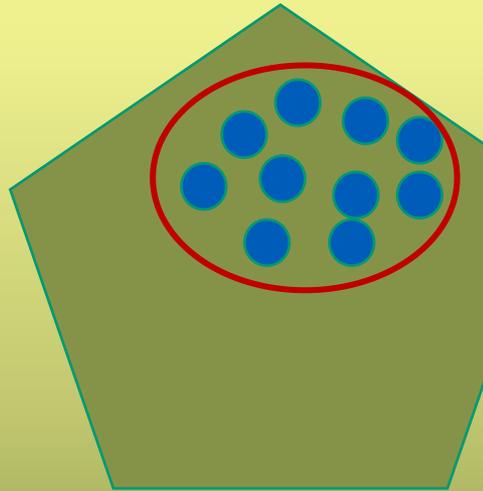
<https://www.nlwkn.niedersachsen.de/radon/radon---gesundheitliche-auswirkungen-172735.html>

Datenbasis: Europ. Pooling-Studie (Darby S et al., BMJ 2005;330;223)

*19

*20

RADON - Inzidenz 'Lungenkrebs'

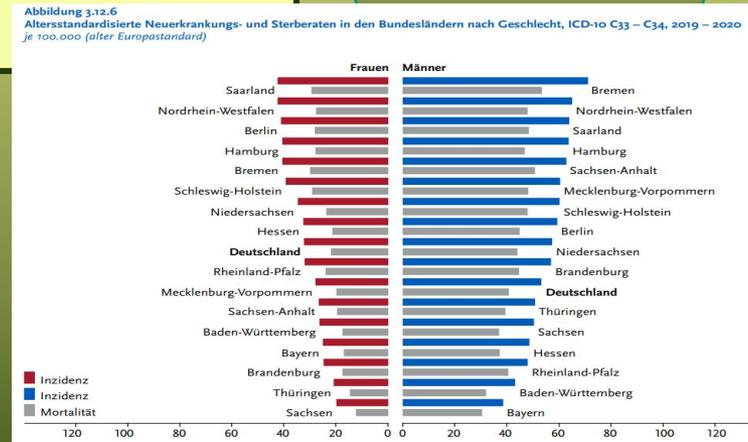
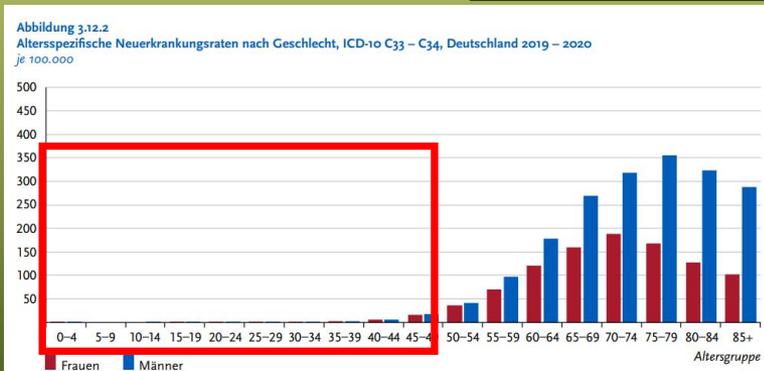
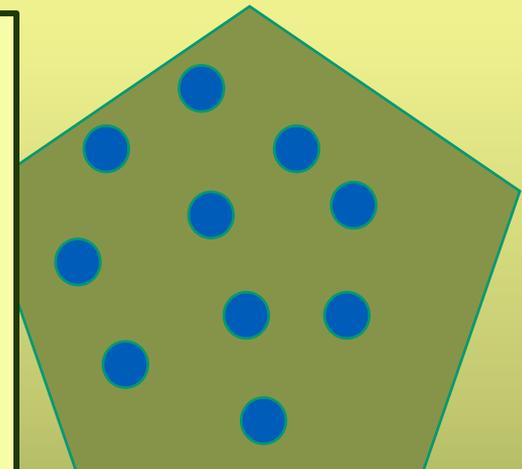


Inzidenz (IR) = neue Krankheitsfälle

„Rohe Rate“ (IR) = Gesamtzahl

„standardisierte“ Rate (SIR) bezogen auf **100.000** Menschen

➤ „altersstandardisierte“ Rate (ASR)



Lungenkrebs- Häufigkeit

Daten n. Anfrage LKR
NRW (lt. IFG NRW)
> Mail v. 15.10.2024

Geschlecht	Altersgruppe	mittlere Jahresbevölkerung 2015-2019			Summe inzidente Fälle (ICD-10: C33-C34) 2015		
		NRW	Ibbenbüren	Ibbenbüren+	NRW	Ibbenbüren	Ibbenbüren+
M	0-39	3974041,8	11642,8	23999,5	152	0-3	
M	40-44	524040,7	1494,6	3073,5	239	0-3	
M	45-49	667252,6	1974,2	4128,6	796	6	
M	50-54	760399,1	2232,5	4779,3	2223	7	
M	55-59	678735,3	1974,4	4258,9	4460	17	
M	60-64	555891,1	1576,1	3442,2	6762	18	
M	65-69	456389,2	1302,0	2617,9	7774	19	
M	70-74	364947,1	1031,6	1940,4	7471	16	
M	75-79	383662,6	1055,7	2055,8	8429	16	
M	80-84	247504,8	696,8	1398,8	5262	22	33
M	85+	154531,2	421,3	834,6	2998	8	13
W	0-39	3768454,5	10829,5	22064,4	186	0-3	0-3
W	40-44	532052,4	1548,8	3190,8	229	0-3	0-3
W	45-49	667184,8	2061,5	4328,9	805	4	7
W	50-54	753111,2	2271,9	4855,9	1896	0-3	10
W	55-59	686887,3	2035,1	4281,1	3504	9	15
W	60-64	588057,7	1609,4	3311,5	4975	9	17
W	65-69	504333,9	1408,4	2693,5	5218	11	17
W	70-74	425082,8	1109,1	2095,1	4666	8	13
W	75-79	487476,9	1331,0	2623,4	4532	11	16
W	80-84	360463,3	970,0	1983,5	2808	8	13
W	85+	338111,8	905,0	1889,1	2267	0-3	6

Die ersten zwei Spalten der Tabelle enthalten Geschlecht (männlich oder weiblich) und Altersgruppe (in Lebensjahren).
Die nachfolgenden drei Spalten enthalten die über 2015 bis 2019 gemittelte Jahresmittelbevölkerung für NRW, Ibbenbüren und Ibbenbüren+ (Ibbenbüren
Die letzten drei Spalten enthalten die Gesamtzahlen der Lungenkrebsdiagnosen in der Wohnbevölkerung des jeweiligen Gebietes über den Fünf-Jahres-Ze
Fallzahlen unter vier werden als 0-3 angegeben.

	EW	EW	Inzidenz	EW	Inzidenz	EW	Inzidenz
	BRD	NRW	NRW	Ibb.	Ibb.	Ibb. (+)	Ibb. (+)
<u>Einwohner [EW] (tot) - Jahresmittelwert</u>	84.480.000	17.860.612		51.482		105.847	
<u>EW Einwirkungsbereich (Annahme: 1/3 EW)</u>		?	?	17.161		35.282	
<u>Lungenkrebs-Häufigkeit [Br-Ca] (5-J.-Intervall)</u>			77.652		201		352
<u>Br-Ca-Häufigkeit (Jahresdurchschnitt)</u>	56.577		15.530		40		71
<u>Standard-Inzidenzrate [SIR] (pro 100.000 EW)</u>	67		87		78		67
<u>SIR Einwirkungsbereich (Annahme: 1/3 EW)</u>			0		234		200
<u>RADON-Folge (6,3% lt. HEINZL; 2024)</u>	3.564		978		3		4
<u>RADON-Tote / Jahr (5-J.-Überleben ca. 25%)</u>	2.673		734		2		3

Quellen: BRD: <https://www.krebsdaten.de/Krebs/DE/Content/Krebsarten/Lungenkrebs/lungenkrebs.html>

*22

NRW & Ibbenbüren: Bearbeitete Auskunft (lt. IFG NRW) > Landeskrebsregister NRW v. 15.10.2024

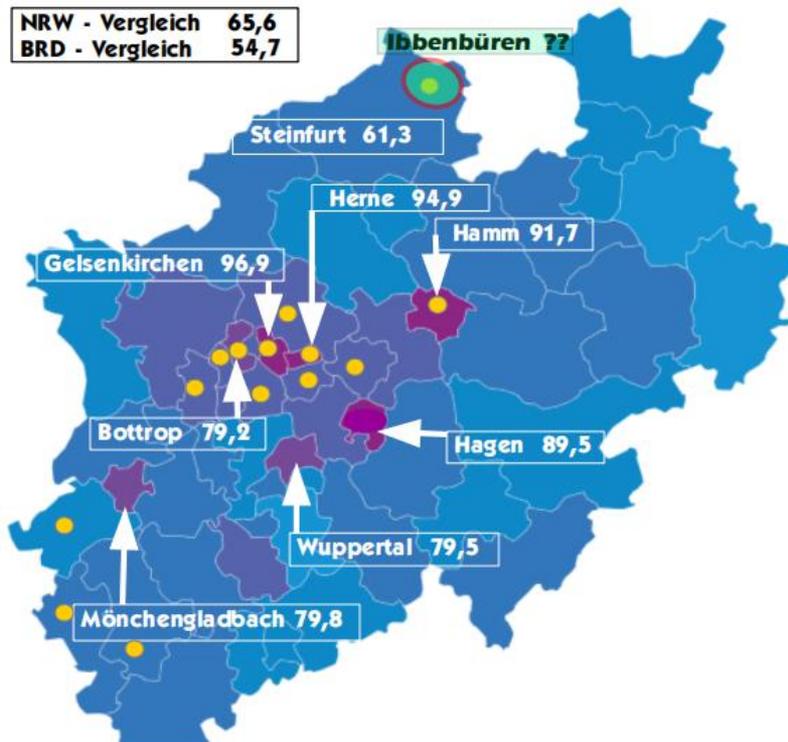
FREY DJM
01'25

RADON Ibbenbüren

Update Stand Jan. 2025

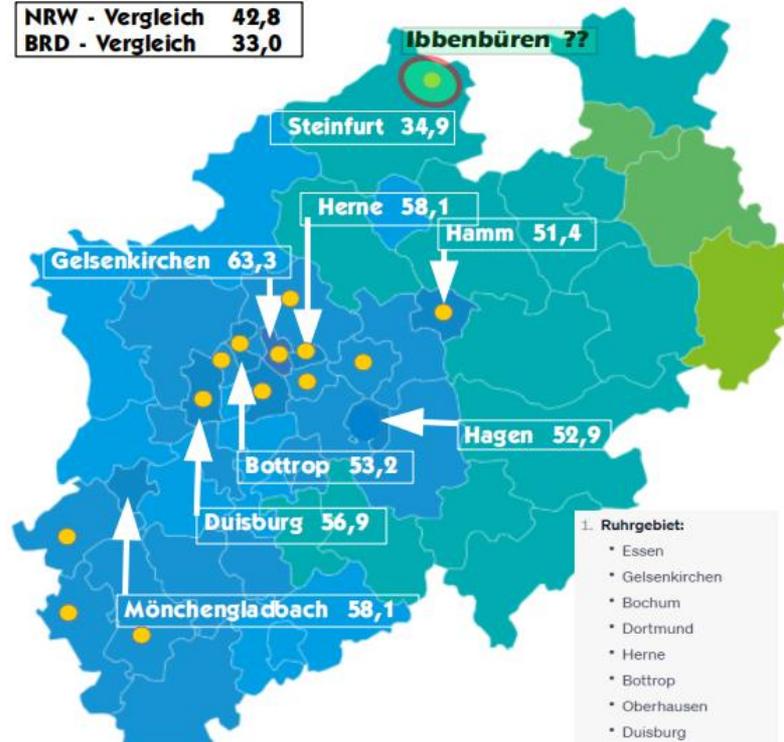
>> LUNGENKREBS (C34) Krebsneuerkrankungsraten Männer

NRW - Vergleich 65,6
BRD - Vergleich 54,7



<< Jahr 2019-2021<< Krebsneuerkrankungsraten Frauen

NRW - Vergleich 42,8
BRD - Vergleich 33,0



1. Ruhrgebiet:
- Essen
 - Gelsenkirchen
 - Bochum
 - Dortmund
 - Herne
 - Bottrop
 - Oberhausen
 - Duisburg
 - Hagen
 - Hamm
2. Aachen:
- Städteregion Aachen
 - Düren
 - Heinsberg
3. Münsterland:
- -
 -



Bergbau-Regionen >>



<https://www.landeskrebsregister.nrw/online-jahresbericht/#!/regional/maps>

*23

< modifiziert (D. Frey)

FREY DJM
01'25

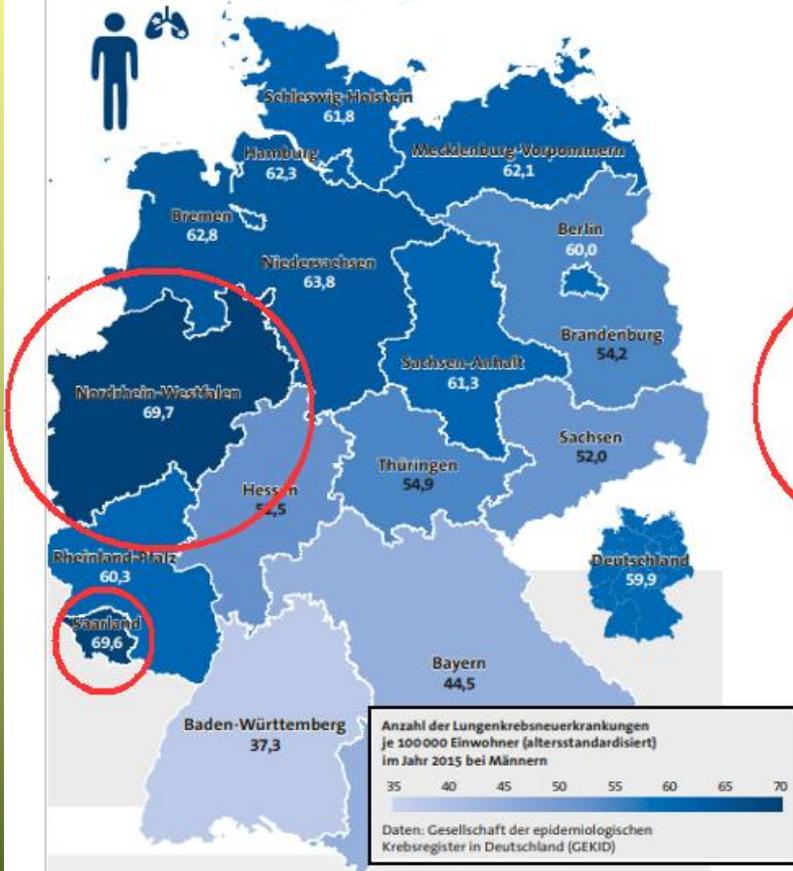
RADON Ibbenbüren

Update Stand Jan. 2025

Lungenkrebserkrankungen

NRW 67,9 / 100.000

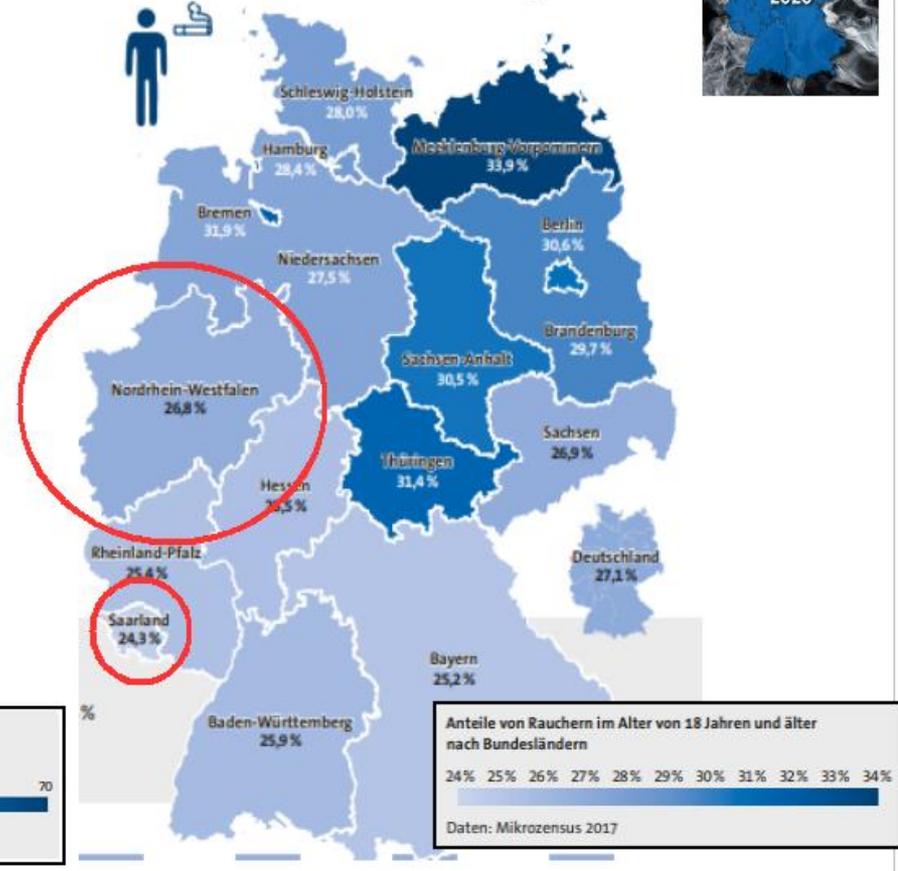
Saarland 69,6 / 100.000



Raucher

NRW 26,8 %

Saarland 24,3 %



<https://www.dkfz.de/de/tabakkontrolle/download/Publikationen/sonstVeroeffentlichungen/Tabakatlas-Deutschland-2020.pdf>

*24

FREY DJM
01'25

RADON Ibbenbüren

Update Stand Jan. 2025

RADON-
Messungen



Karte aus:

RAG Steinkohle Vorort vom März 2014

https://www.bbi-ev.de/wordpress/wp-content/uploads/2017/03/VORORT_Maerz_2014.pdf

Ergänzungen / Eintragungen:

D. Frey (u. a. BBI-Daten Stand 2022)

MPA Prüfbericht v. 13.08.2024

https://www.bra.nrw.de/system/files/media/document/file/240813_pruefbericht-ibbenbueren.pdf

Bundeseinheitliche Datei Radon in Gebäuden (BuRG)

Erklärung:

'Senkungsnullrand' (blaue Linie)

> 'Einwirkungsbereich'

>> **Bergschadensvermutung** (§120 BBergG)

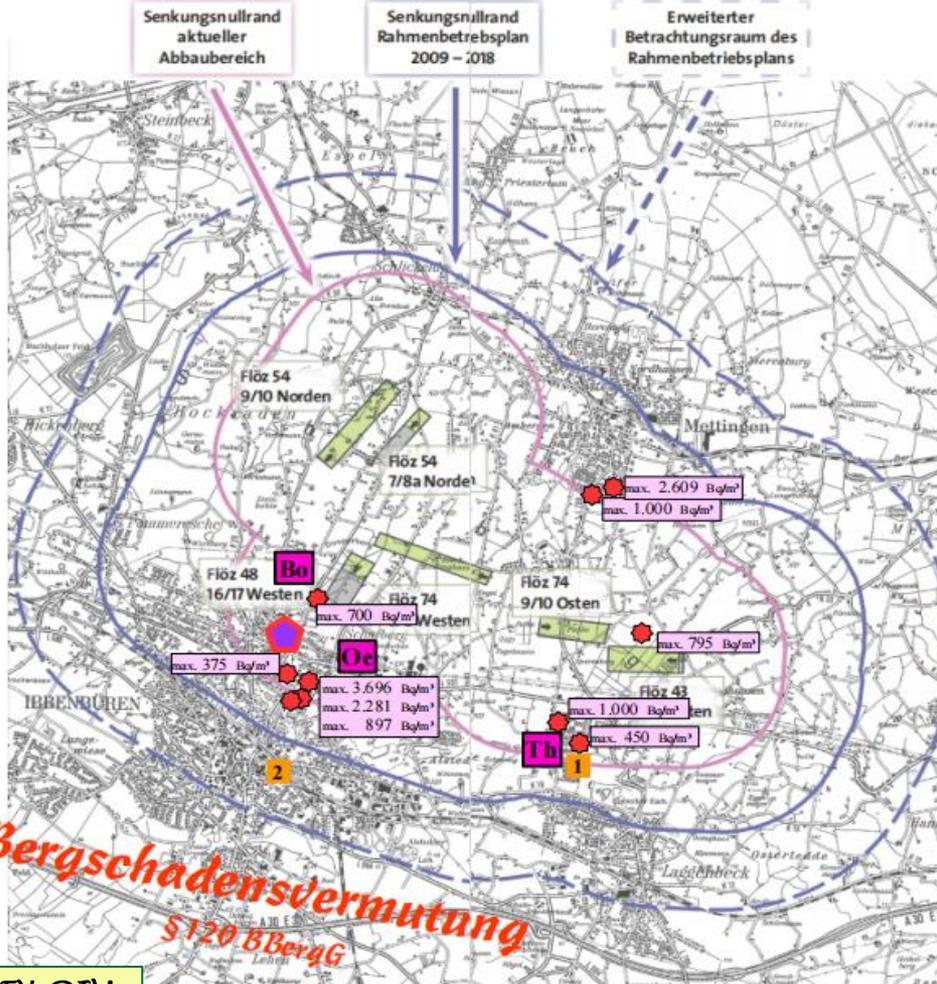
🔴 = 'Hot Spots' (RADON - Messungen
Steinkohlenrevier IBBENBÜREN)

🔵 = Schule / Kindergärten (St. Michael / Matthäus)

1 = Messort 4575 (nach BuRG)

2 = Messort 3833 (nach BuRG)

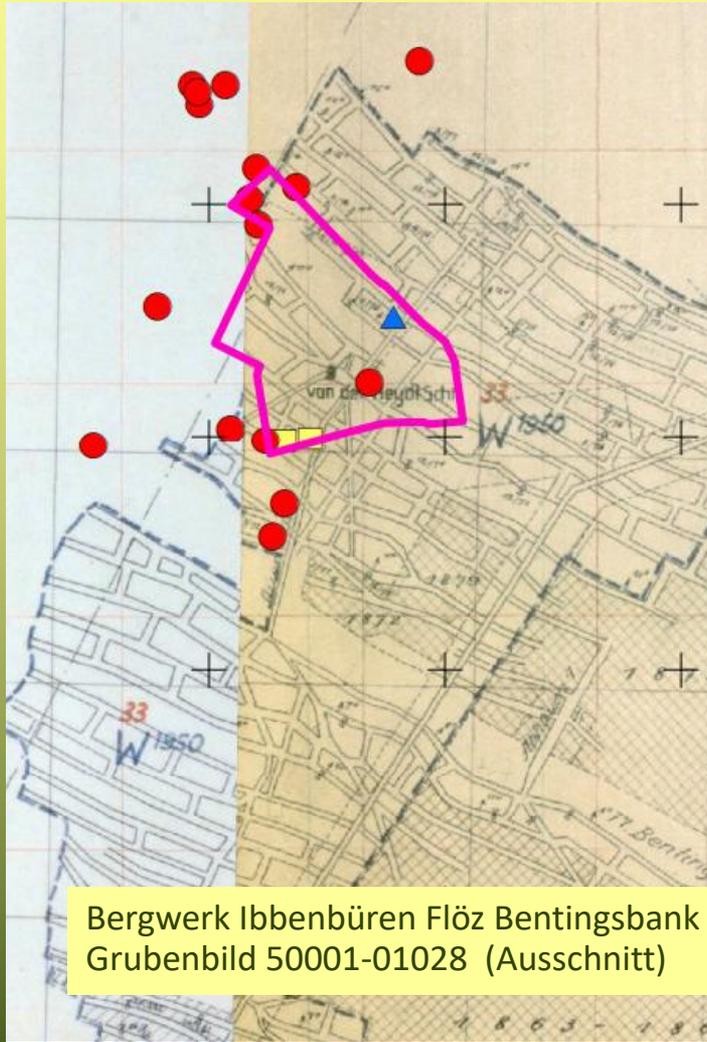
Bo	Schacht Bockraden	201Tg.-Ø	475 Bq/m ³
		370Tg.-Ø	296 Bq/m ³
Oe	Oeynhausentlast.	370Tg.-Ø	295 Bq/m ³
Th	Theodorschacht	201Tg.-Ø	465 Bq/m ³
		370Tg.-Ø	185 Bq/m ³



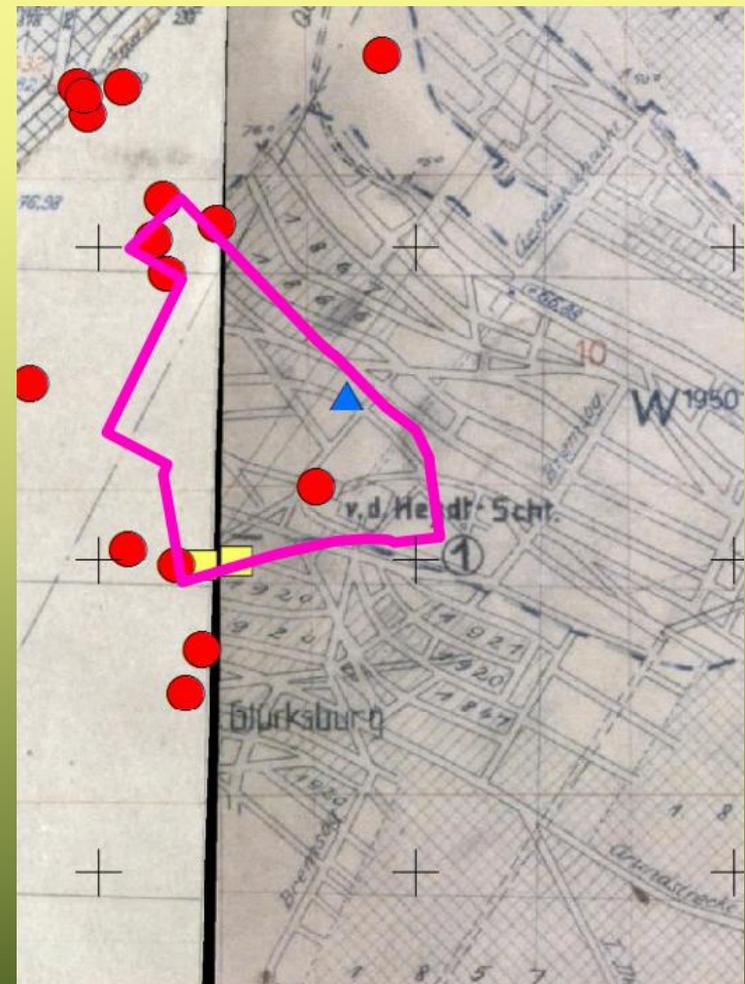
FREY DJM
01'25

RADON Ibbenbüren

Präsentation 26.01.2023



Bergwerk Ibbenbüren Flöz Bentingsbank
Grubenbild 50001-01028 (Ausschnitt)



Bergwerk Ibbenbüren Flöz Glücksburg
Grubenbild 50001-010041 (Ausschnitt)

Webgrouper

Achtung: Dieser Webgrouper wird für wissenschaftliche Anwendung. Die DRG-Research-Group erhält keine finanzielle Unterstützung im Zusammenhang mit der DRG- und Hybrid-DRG-Gruppierung (www.roederpartner.de) einholen. Der Webgrouper wurde für eine möglichst aufwandsarme Eingabe optimiert. Deshalb wurden nur potenziell gruppierungsrelevante Attribute berücksichtigt. Für ambulant erbrachte Hybrid-DRGs ist die

Für die Angabe der Seitenlokalisation bei den Prozeduren ergänzen Sie ggf. den jeweiligen Prozedurencode mit :l (links), :r (rechts) oder :b (beidseits).

Geschlecht: männlich

Aufnahmegew.: Gramm

Verweildauer: 20 Tage

Abteilungstyp: Hauptabteilung

Aufnahmeart: Krankenhausbehandlung

Aufnahm Anlass: Einweisung

Entlassungsart: Behandlung regulär

Diagnosen: C34.8

(ICD)

Prozeduren: 5-325.81:l am 15.12

(OPS)

(OPS)

(OPS)

(OPS)

Basisfallwert*: 3850,00 €

G-DRG 2024/25 Gruppieren Neuer Fall

Gruppierungsergebnis (G-DRG 2024/25)

MDC	04	Krankheiten und Störungen der Atmungsorgane
DRG	E01B	Revisionseingriffe, beidseitige Lobektomie, erweiterte Lungenresektionen und andere komplexe Eingriffe, ohne komplizierende Diagnose
PCCL	0	Status: normales Grouping (GetDRG-Grouper 2024/25) (GetDRG V24.2.1.0)
Verweildauer	aktuelle VWD: 20	1. Tag Abschlag: 4
	mittl. VWD (arith.): 14,2	untere GVWD: 5
Bewertungsrelation (DRG)	Katalog-BWR (DRG): 3.629	eff. DRG-Bewertungsrelation: 3,629
DRG-Entgelt	Basisentgelt: 13971,65 €	eff. DRG-Entgelt: 13971,65 €
Pflege-Entgelt	Pflege-Entgelt: 1,0662	eff. Pflege-BWR (VWD=20): 21,324
Summe Entgelt	19302,65 €	eff. Pflege-Entgelt: 0,00

Diagnosen (ICD-10-CM 2024)

Kode	Bezeichnung
C34.8	Bösartige Neubildung: Bronchus und Lunge, mehrere Teilbereiche

Prozeduren (OPS Version 2024)

Kode	Bezeichnung
5-325.81:l	Erweiterte Lobektomie und Bilobektomie der Lunge: Bilobektomie mit bronchopulmonaler Erweiterung (Bronchus- und Gefäßmanschette): Mit Gefäßresektion

Lungenkrebs <> Kostenfaktor

Behandlungskosten

Operation (akt. Fall) 19.302 €

Literatur (Stand 2009-2012) *

- Operation 20.400 €
- Strahlen-/Chemotherapie 26.300 €
- Innovative Therapie-Arten
,Biomarker' (personalisierte Th.) ?
Immuntherapie

Volkswirtschaftl. Schaden:

- Lohnausfall / Arbeitsunfähigkeit / (Früh)-Rente
- Nachbehandlungen / Pflegekosten
- Verlust Erwerbstätigkeit wg. vorzeitigem Tod

„Ein Patient mit Lungenkrebs verursacht knapp **1,5 Mio. €** an direkten und indirekten Gesundheitskosten“ **

FREY DJM
01'25

* Schwarzkopf L; 2015 [doi: 10.1016/j.lungcan.2015.09.005.] *25

** www.lungenaerzte-im-netz.de (publ.: März 2014) *26

Lungenkrebs - Update (Diagnostik & Therapie)



Therapie (Th.):

- ▶ Operation
- ▶ Bestrahlung

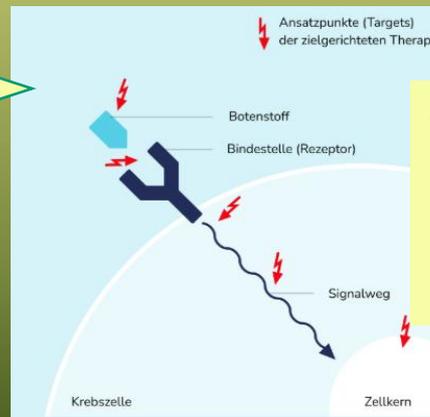
- ▶ Chemotherapie

- ▶ Zielgerichtete Th.
- ▶ Immun-Th.



Diagnostik

- ▶ DNA-Sequenzierung (Molekular-Pathologie)
- Biomarker** (Gen-Chip-Untersuchungen)
- PD-L1 / EGFR / ALK / ROS1 / BRAF / NTRK / KRAS /
STK11 / HER2 (= ErbB2) / MET / KEAP1



Zugelassene Medikamente:

- Nachweis: EGFR-Gen
- EGF-Tyrosinkinase-Hemmer,
- Nachweis: ALK-Fusion
- ALK-Inhibitoren

RADON-Vorsorgegebiete

Bericht für den Unterausschuss Bergbausicherheit (K.-J. Laumann, MdL)
MAGS - Vorlage 18/2557 (A 18/1)

MAGS

Anlage

Bericht

für den Unterausschuss Bergbausicherheit
des Landtags Nordrhein-Westfalen

*27

„Hohe Belastung mit radioaktivem Radon im Revier Ibbenbüren –
welche Maßnahmen ergreift die Landesregierung zum
Bevölkerungsschutz?“

nung. Gebiete, in denen überdurchschnittlich viele Gebäude mit erhöhter Radonaktivitätskonzentration zu erwarten sind, müssen als Radonvorsorgegebiete festgelegt werden. § 153 der Strahlenschutzverordnung definiert die Kriterien für die Festlegung eines Radonvorsorgegebietes. Danach müssen Überschreitungen des Referenzwerts (300 Becquerel pro Kubikmeter in der Raumluft) in mindestens 10 Prozent der Gebäude und auf mindestens 75 Prozent der Fläche einer Verwaltungseinheit zu erwarten sein. Diese Kriterien werden in Nordrhein-Westfalen an keinem Ort erfüllt, so dass es mit Stand vom Dezember 2020 zu keiner Gebietsausweisung kommt. Gemäß

Fakten:

Messort	Gemeinde	Länge	Breite
3830	Hörstel	52.298	7.589
3833	Ibbenbüren	52.277	7.723
4574	Ibbenbüren	52.259	7.783
4575	Ibbenbüren	52.276	7.778
11	Ibbenbüren	52.275	7.719
17	Hörstel	52.287	7.626

FREY DJM
01'25

Lt. Auskunft: Zentrale Radon-Stelle NRW v. 24.09.24:

Messorte Ibbenbüren (+) nach
Bundeseinheitlicher Datei Radon in
Gebäuden (BuRG) >> Zitate:

Die ... am 2. Mai 2022 übermittelte Auflistung enthielt für die Gemeinden Hörstel, Ibbenbüren und Mettingen insgesamt 14 Messwerte aus 6 Gebäuden (Messorten).

... Der Messort 4575 liegt innerhalb des prognostizierten Einwirkungsbereichs

RADON-Daten ("Forschung")

Kemski J et al. Ermittlung der aktuellen Verteilung der Radonkonzentration in deutschen Wohnungen. Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) Salzgitter. (2024)
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2024062644650>

*28



Bundesamt für Strahlenschutz

Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz

Ermittlung der aktuellen Verteilung der Radonkonzentration in deutschen Wohnungen

Vorhaben 3618512261

Dr. Joachim Kemski Sachverständigenbüro

Deutschlandweite Messkampagne

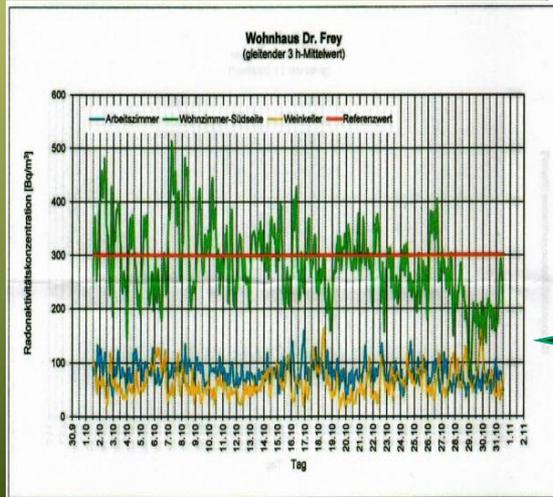
Jahresmessungen (Exposimeter)

ca. 6 500 Haushalte (= ca. 13 000 Einzelmesswerte)

Median: 44 Bq/m³, arithm. Mittelwert: 77 Bq/m³

Parameter: Geologie, Gebäudetyp, Bauweise, Baualter, Unterkellerung, Etage

Bei SUCHE findet sich das Stichwort '**BERGBAU**' 2-malig auf S. 38:



Räumliche Bezugsgrößen: Fragen über (räumliche) Verbindungen zu Aspekten, die für die Radonkonzentration im Gebäude durchaus relevant sein könnten (z.B.: **Bergbau**, Karst), sollten anderweitig beantwortet werden. Eine Alternative existiert hierfür der Einsatz Geographischer Informationssysteme (GIS), beispielsweise durch Verschneidung von Gebäudekoordinaten mit Einwirkungsbereichen des **Bergbaus** oder dem Vorkommen von Karstgebieten.

Messung Dr. Kemski Okt. 2022
>> Wohnhaus Dr. FREY, Wohnzimmer (EG)

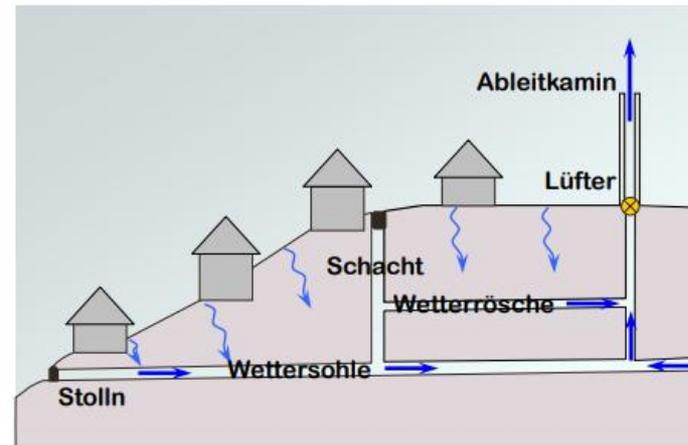
FREY DJM
01'25

SANIERUNGSOPTIONEN

Wettertechnischer Lösungsansatz – ein standortbezogener Lösungsansatz

Wirkprinzip:

- ⇒ Herstellen eines grubenwärts gerichteten Druckgefälles durch Unterdruckbewetterung,
- ⇒ Ableiten der „Schleichwetter“ an geeigneter Stelle.



Voraussetzungen:

- ⇒ Unterdruck muss im gesamten Beeinflussungsgebiet jederzeit den natürlichen Auftrieb sicher überprägen,
- ⇒ gut vernetztes System von Wetterwegen im Beeinflussungsgebiet,
- ⇒ Tagesöffnungen müssen verschlossen werden.

Quelle: https://www.strahlenschutz.sachsen.de/download/tg8_praes_10-00_schramm_Vortrag1_Saechs_Radontag_Sep12.pdf

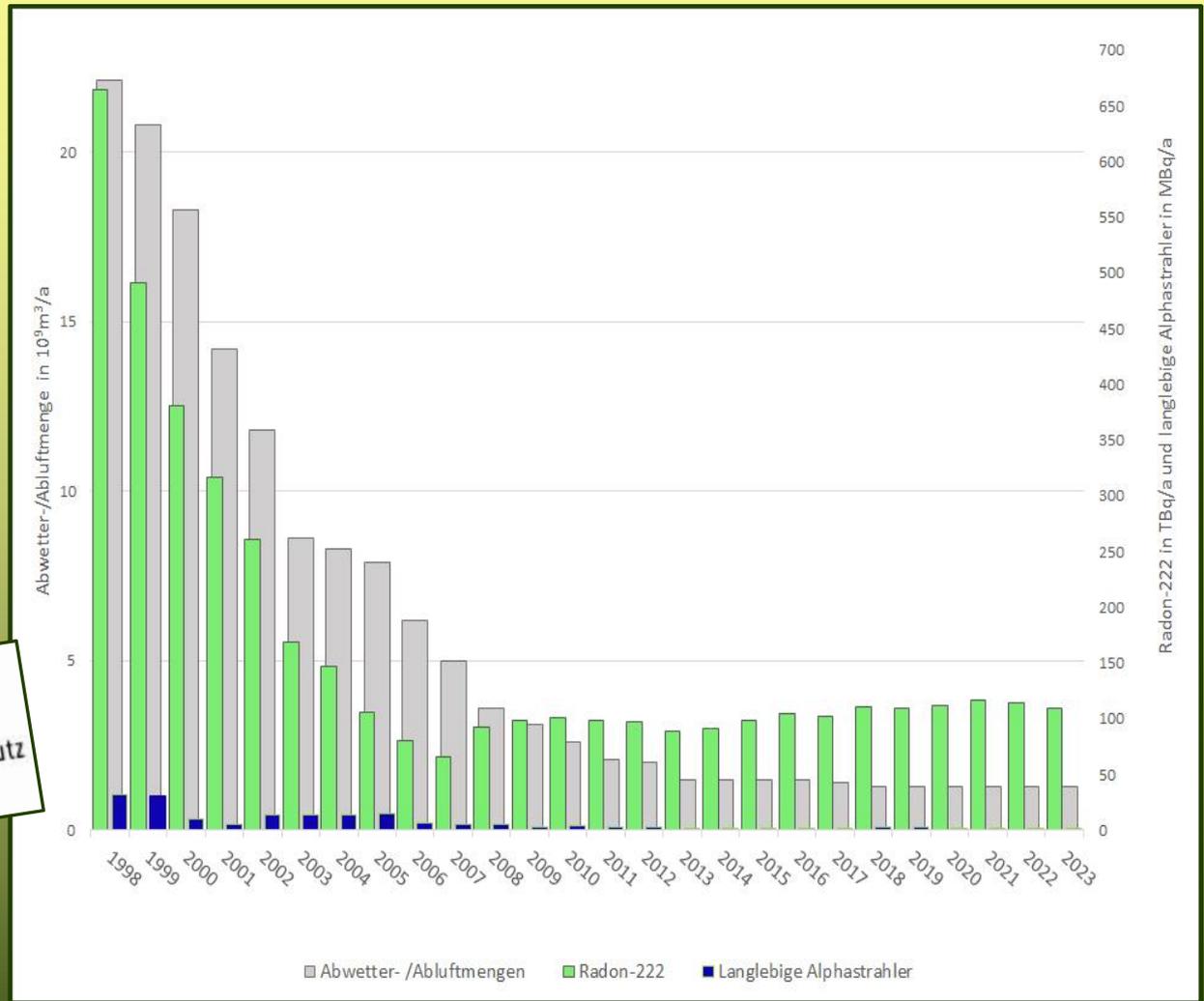
*29



Absaugung durch "Grubenlüfter" i. S. einer 'Bewetterung' (regional)

SANIERUNGSOPTIONEN

Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft in die Atmosphäre im Zeitraum 1998 bis 2023



Quelle: <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/altlasten/hinterlassenschaften/ableitungen.html>

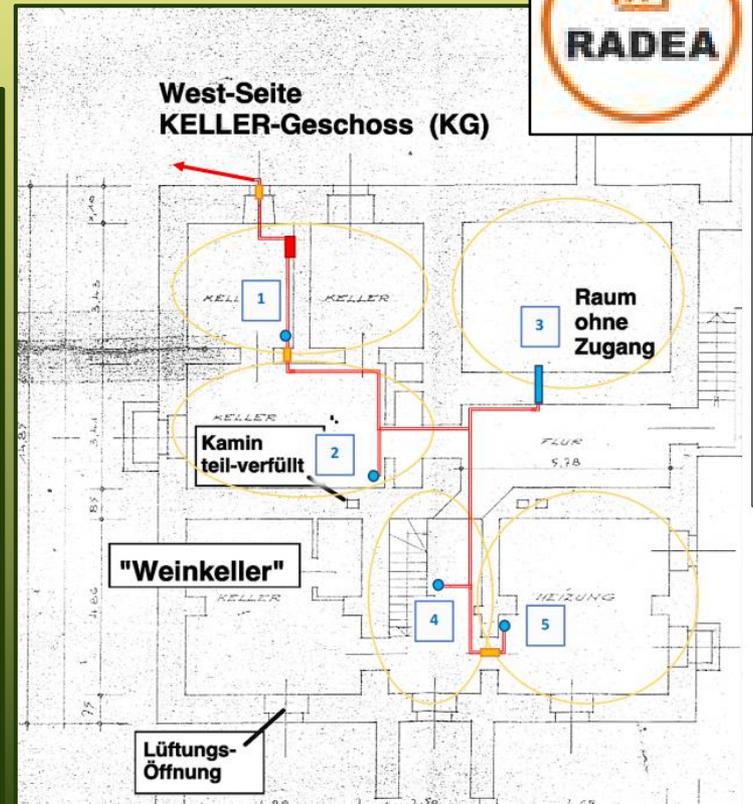
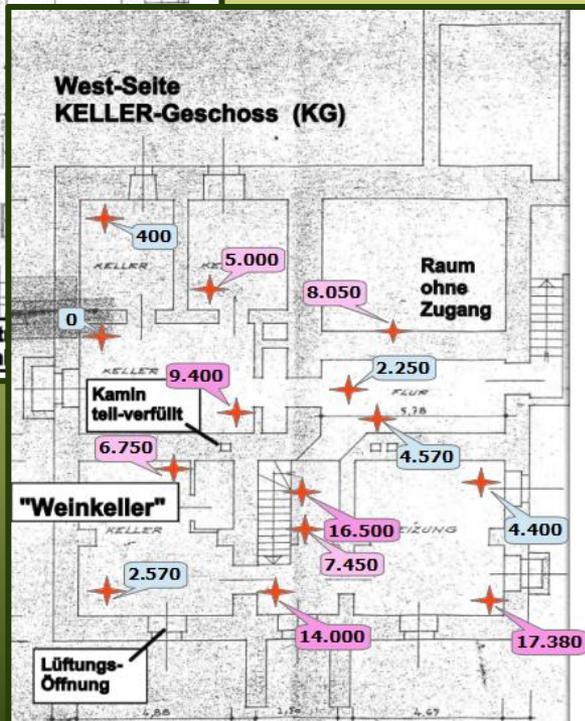
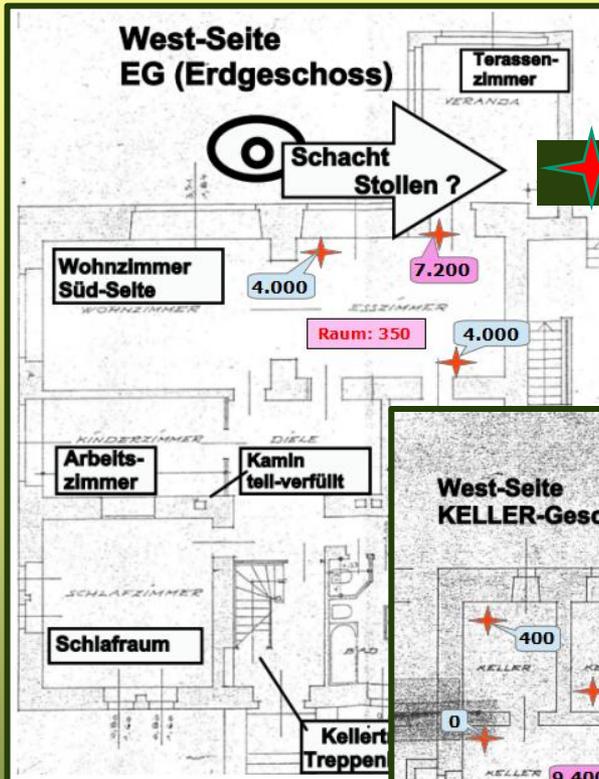
RADON Ibbenbüren

Update Stand Jan. 2025

RADON - Fakten (eig. Wohnhaus)

>>> Messorte (RADON-'sniffing') Angaben: Bq/m³

Sanierungs-Plan >



WHO
Referenzwert:
100 Bq/m³
FREY DJM
01'25

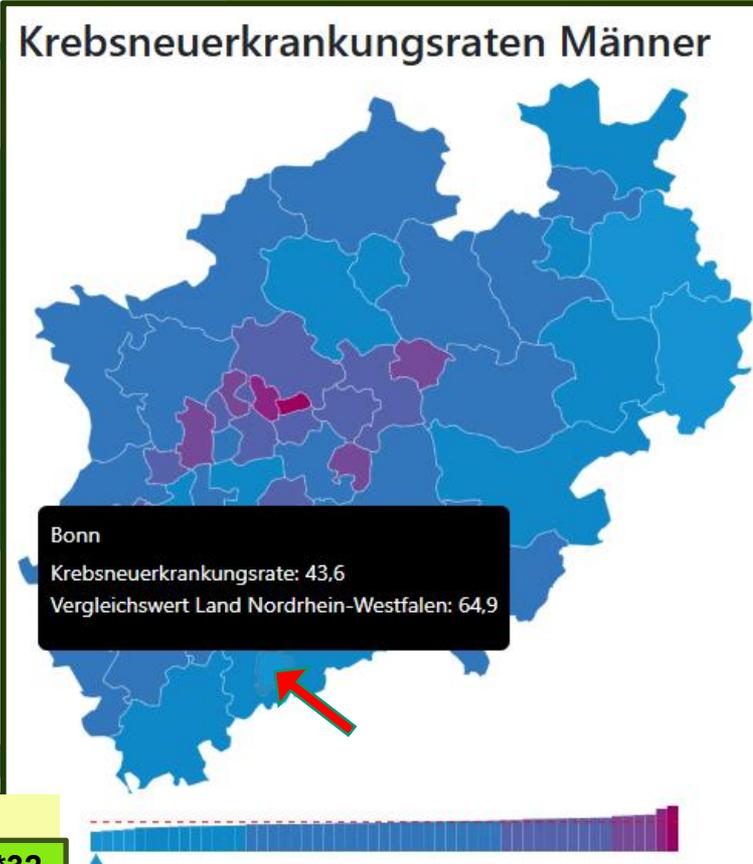
RADON-Daten ("Forschung")



<https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/natuerlich-ion/laufend/radon-bonn.html>

*31

Krebsneuerkrankungsraten Frauen



*32

Projekt

Studie: Radon im städtischen Raum (2024)

Dr. KEMSKI

BONN

1.000 Haushalte

FREY DJM
01'25

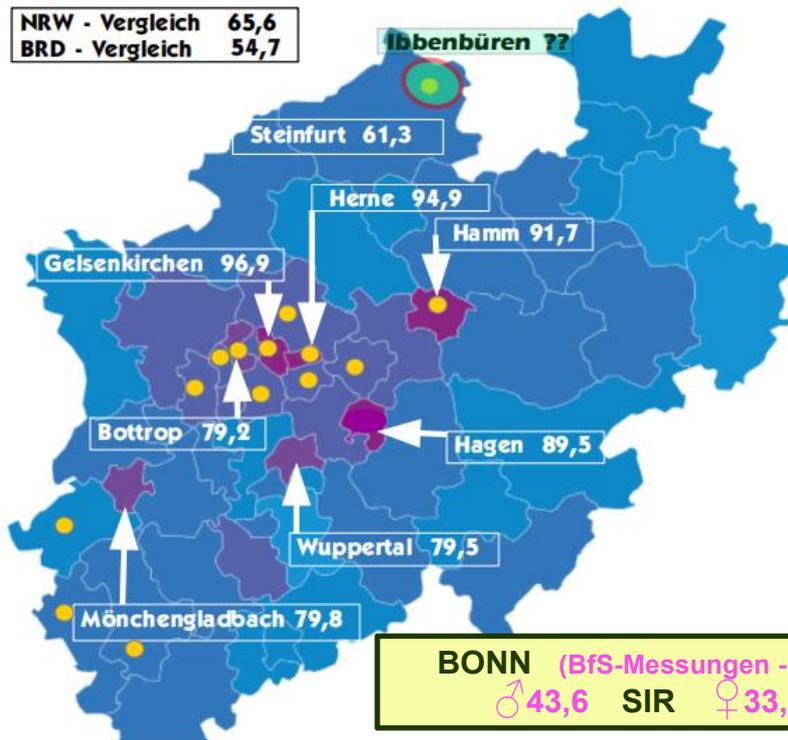
<https://www.landeskrebsregister.nrw/online-jahresbericht/#/regional/maps>

RADON Ibbenbüren

Update Stand Jan. 2025

>> LUNGENKREBS (C34) Krebsneuerkrankungsraten Männer

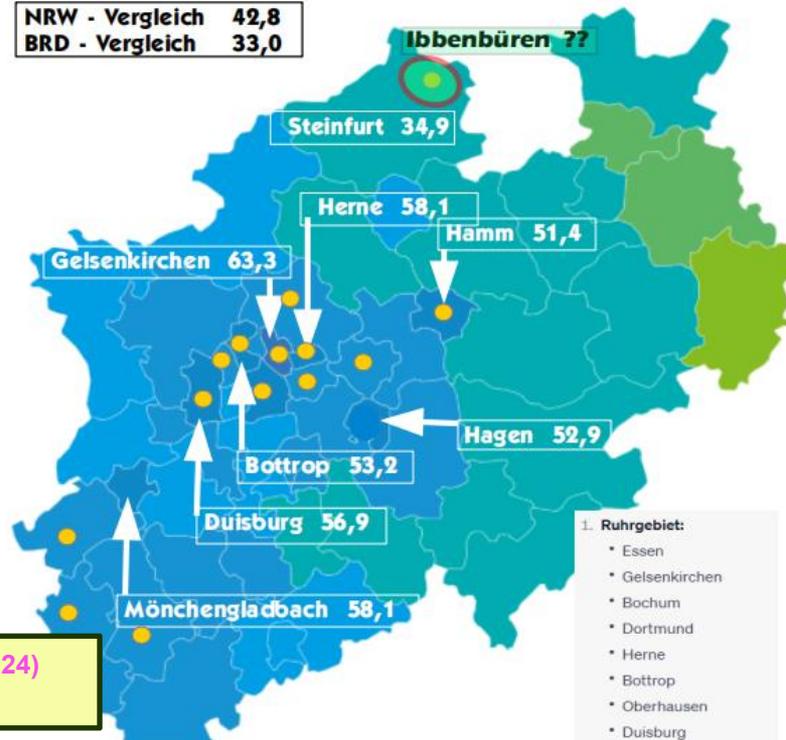
NRW - Vergleich 65,6
BRD - Vergleich 54,7



BONN (BfS-Messungen - 2024)
♂ 43,6 SIR ♀ 33,3

<< Jahr 2019-2021 << Krebsneuerkrankungsraten Frauen

NRW - Vergleich 42,8
BRD - Vergleich 33,0



- 1. Ruhrgebiet:
 - Essen
 - Gelsenkirchen
 - Bochum
 - Dortmund
 - Herne
 - Bottrop
 - Oberhausen
 - Duisburg
 - Hagen
 - Hamm
- 2. Aachen:
 - Städteregion Aachen
 - Düren
 - Heinsberg
- 3. Münsterland:



Bergbau-Regionen >>
= ●

FREY DJM
01'25

RADON <> Lungenkrebs (Bronchial-Carcinom)

Literatur:

► **Darby S. (2005)**

Metaanalyse (13 europ. Fallkontroll-Studien)

Signifikanter Anstieg des Lungenkrebs-**Risikos**

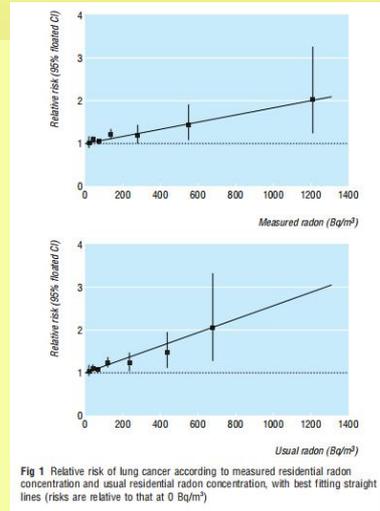
► um 8,4 % pro 100 Bq/m³ (berechnete RADON-Werte)

► um **16 % pro 100 Bq/m³** (gemessene Werte)

► **Heinzl F. (2024)**

2839 Fälle von Lungenkrebs-**Toten** in Deutschland sind auf RADON zurückzuführen (**6,3 % der Lungenkrebs-Fälle**).

Je nach vorgegebenem RADON-Referenzwert sind durch **Sanierung** 27% bis 42% der RADON-Todesfälle vermeidbar.



Darby S et al. Radon in homes and risk of lung cancer - collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies BMJ 2005; 330: 223 *40

Heinzl F et al. Lung cancer mortality attributable to residential radon in Germany. Radiat Environ Biophys. 2024; 63(4)_505-517.

*41

RADON <> Gesundheitsfolgen KINDER

Evrard (2006) > 5.330 Fälle Leukämie <> 13.240 RADON-Messungen (Wohnungen)

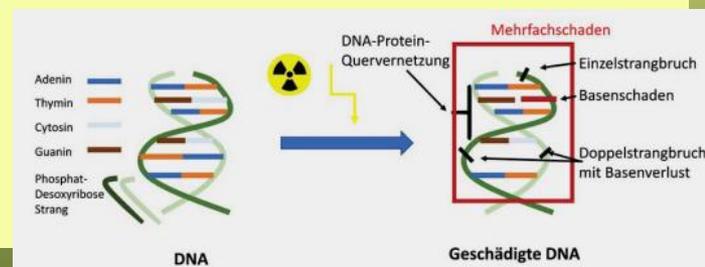
- ▶ Signifikanter positiver Zusammenhang zwischen RADON in Innenräumen (Bereich: 22–262 Bq/m³) und AML-Inzidenz (= **akute myeloische Leukämie**) [SIR pro 100 Bq m = 1,29 (1,09–1,53)]

Raaschou-Nielsen (2008) > *Meta-Analyse (12 Studien) zu häuslicher Radonexposition und Leukämie-Risiko bei Kindern*

- ▶ Höhere Inzidenz- und Mortalitätsraten für **Leukämie** bei höherer mittlerer Radonkonzentrationen in Innenräumen.

Gomolka M (2021)

- ▶ Junge Kinder (< fünf Jahre) sind im Hinblick auf **Leukämien, Schilddrüsenkrebs** und **Gehirntumoren** besonders strahlenempfindlich.



Evrard AS et al. Childhood leukemia incidence and exposure to indoor radon, terrestrial and cosmic gamma radiation. Health Phys. 2006 Jun;90(6):569-79.

*42

Raaschou-Nielsen O. Indoor radon and childhood leukaemia. Radiat Prot Dosimetry. 2008;132(2):175-81

*43

Gomolka M. Strahlenschaden und Alter_Kinder&Strahlung. UMID 2; S 67

*44

RADON <> Gesundheitsfolgen KINDER

Taylor (2023) > 68 Jugendlichen (6 bis 14 Jahre) > Speichelprobe für Biomarker-Konzentrations-Bestimmung (5) bei > 50% des US-Grenzwerts 4 pCi/L [= 148 Bq/m³]
▶ Bei höherer Radonexposition Erhöhung des C-reaktiven Proteins ($\beta = 0,31$, $p = 0,007$) und des Interleukin-1 β ($\beta = 0,33$, $p = 0,016$); Dies sind Zeichen für **gesteigerte Entzündungsaktivität**.

Diskussion: Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) & Asthma

Taylor (2024) > 59 Jugendlichen (6 bis 14 Jahre) > Kurzzeitmessungen (4 Tage) x Expositionszeit (Jahre) > Expositionsindex
▶ Chronischen Radonbelastung > Auswirkungen auf **Selbst- und Emotions-Regulierungsfähigkeiten**; bei höherem Grad > gesteigerte Funktionsstörungen für emotionale Kontrolle, Aggression, Beziehungen zu Gleichaltrigen und in mehrere andere Bereiche.

Diskussion: Biomarker-Anstieg (C-reaktives Protein [CRP] und Interleukin (IL)-1 β) > Inzidenz und Schwere **psychiatrischer Symptome und Störungen** gesteigert (siehe Taylor (2013))

RADON <> Schlaganfall / Durchblutungsstörungen

Literatur:

- ▶ **Zhang Y (2023)** > Teilnehmer aus REGARDS-Kohorte (Reasons for Geographic and Racial Differences in Stroke) (n=30.239 - inkludiert: n= 26.950)
Ischämische **Schlaganfälle** bei **Nichtrauchern** unter ↑ RADON [**>74 Bq/m³**] (Ø 2,87 pCi/L = **106 Bq/m³**) um **39 %** erhöht.
- ▶ **Anthony KM (2024)** > 10.799 Frauen: RADON-Exposition <> CHIP-Mutation
CHIP (= Clonale Hämatopoese mit unbestimmtem Potenzial) → Mutationen in blutbildenden Stammzellen → erhöhtes Risiko für z. B. **Leukämie, Herzinfarkt, Schlaganfall**.
CHIP - bei geringer Exposition (< 74 Bq/m³) → 7,7% [= Gruppe 1]
 - ▶ bei mittlerer RE (74-148 Bq/m³) → 8,4% (Ischämie-Risiko↑ **1,39**)
 - ▶ bei hoher RE (>**148 Bq/m³**) → 9,0% (Ischämie-Risiko↑ **1,46**)
 - ▶▶ Kardio-Embolie-Risiko um **78%** bzw. **88%** erhöht gg. Gruppe 1
- ▶ **Buchheit SF (2024)** > 158.910 Frauen in 13,4 J.-Nachbeobachtung n = 6.979 Schlaganfälle
Schlaganfälle - pro 100.000 „Frauenjahre“ - Rel. Risiko:
 - ▶ bei geringer Exposition (< 74 Bq/m³) → n = **333**
 - ▶ bei mittlerer RE (74-148 Bq/m³) → n = **334** (Risiko↑ um **6%** [p= 0,0004])
 - ▶ bei hoher RE (>**148 Bq/m³**) → n = **349** (Risiko↑ um **14%**)

Zhang Y et al. Smoking modifies the association between RADON exposure and incident ischemic stroke; Stroke. 2023; 54 (11) *47

Anthony KM et al. Radon Exposure, Clonal Hematopoiesis, and Stroke Susceptibility in the Women's Health Initiative *48

Buchheit SF et al. Radon Exposure and Incident Stroke Risk in the Women's Health Initiative. Neurology. 2024; 102(4). *49

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Manchmal sehen wir die Dinge erst, wenn wir bereit sind sie zu sehen

