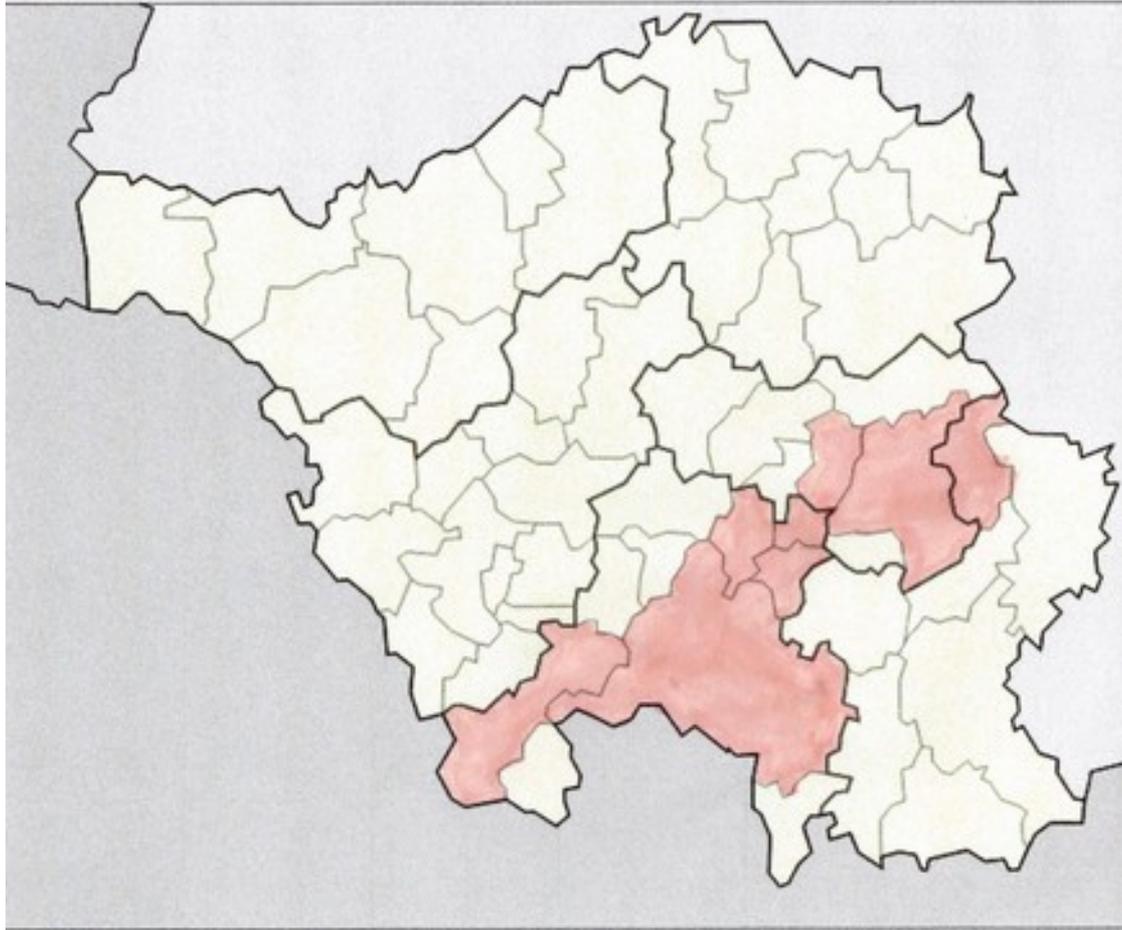


**Signifikant erhöhte Neuerkrankungsraten von Lungenkrebs in den saarländischen Kommunen des oberflächennahen Steinkohlen-Altbergbaus**

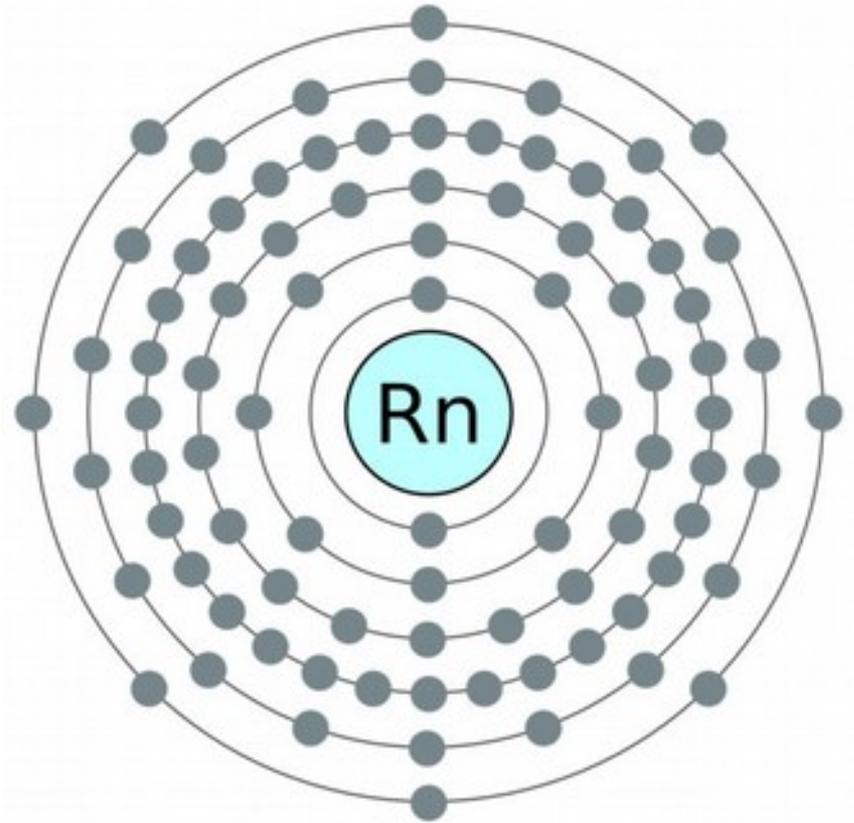




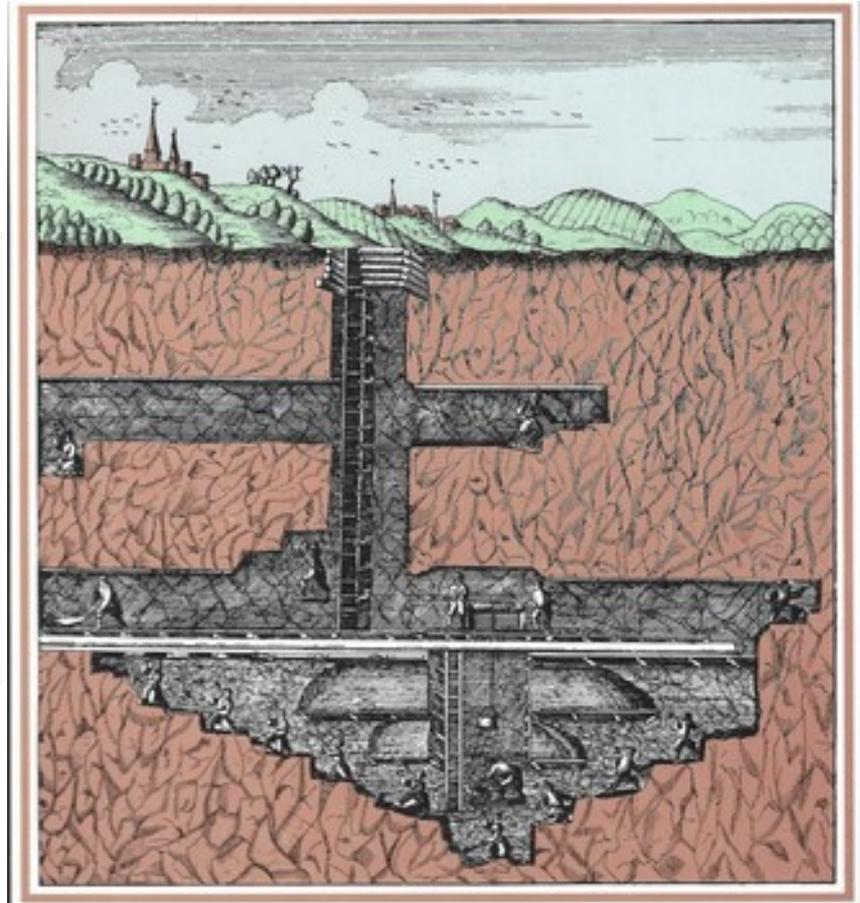
# Das Saarland

Vom  
Strahlenschutz-  
Entwicklungsland  
zum  
Strahlenschutz-  
Musterland ?

# Die Radon-Problematik im Kontext des geplanten Grubenwasseranstiegs im Saarland

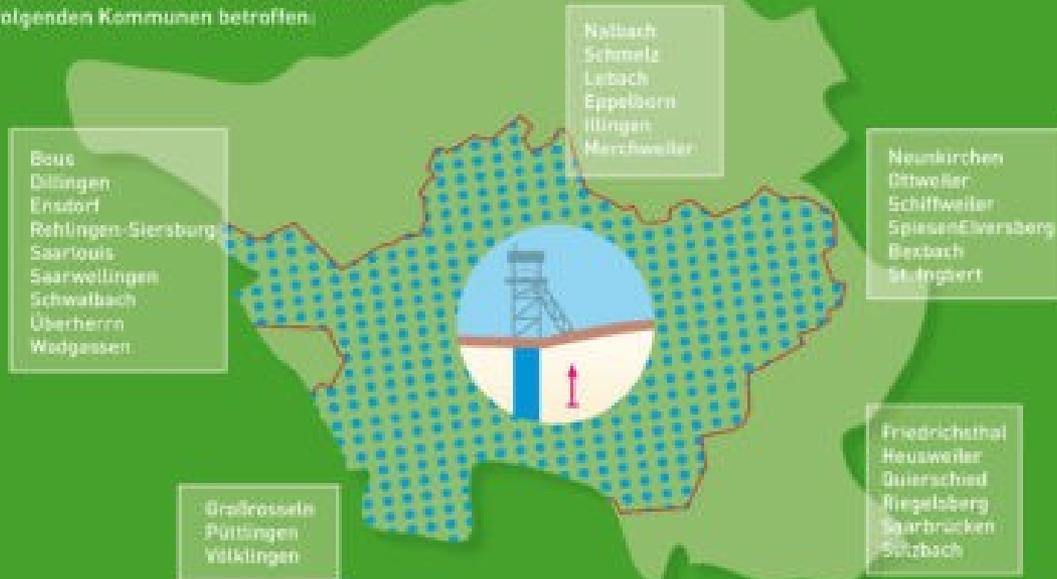


Allen Opfern  
des saarländischen Steinkohlenbergbaus  
unter- und über Tage  
gleichermaßen gewidmet



# VOM GRUBENWASSERANSTIEG BETROFFENE KOMMUNEN IM SAARLAND

Laut Umweltministerium wären insgesamt rund 600.000 Saarländerinnen und Saarländer in folgenden Kommunen betroffen.

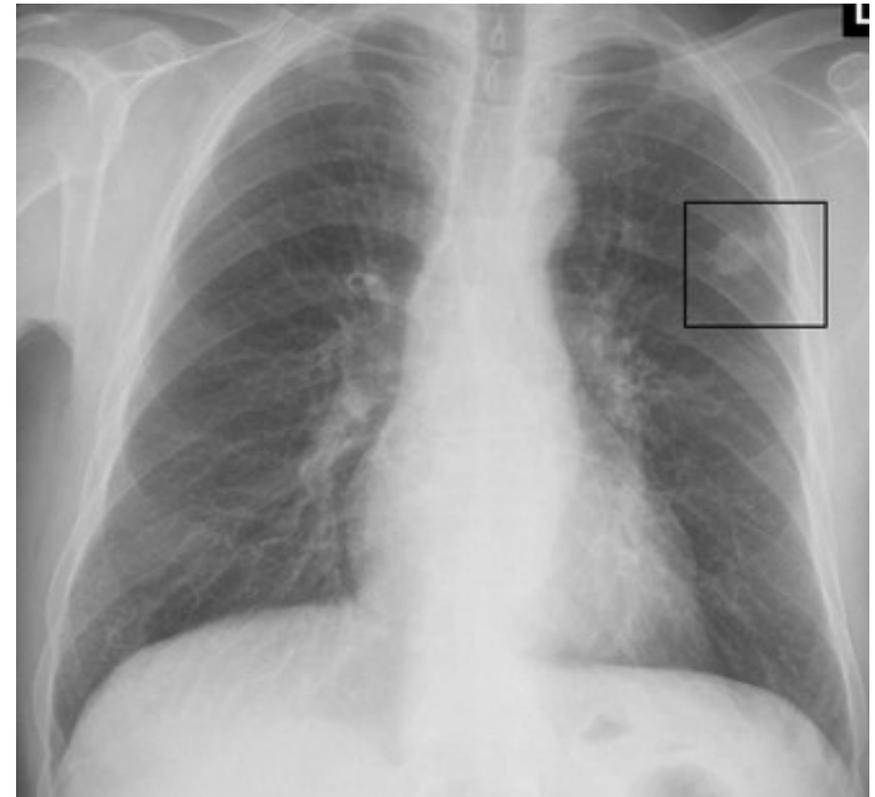
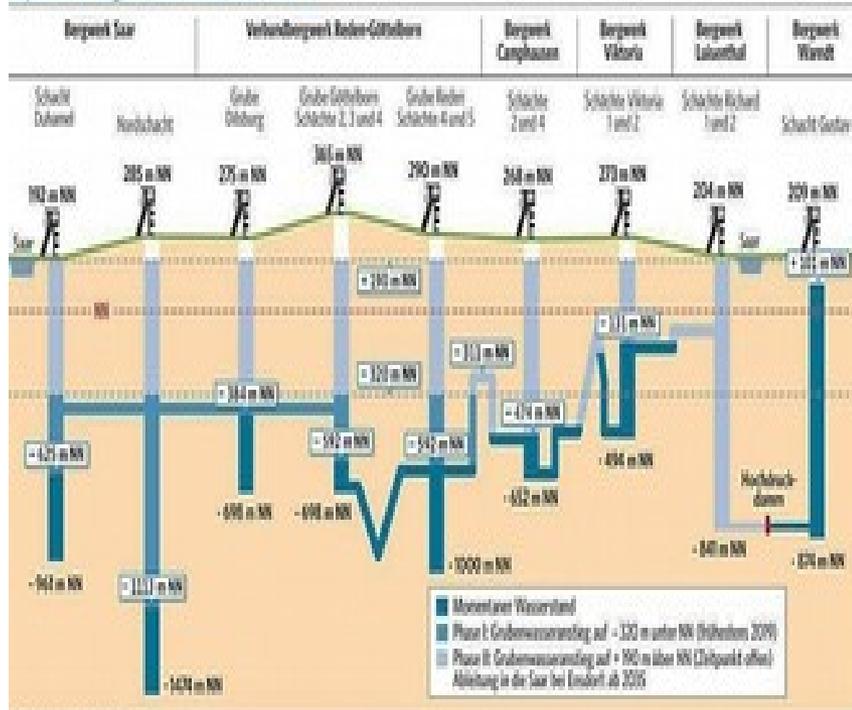


## Anlass der Untersuchung

Geplanter Grubenwasseranstieg auf -320 m NN in den Wasserprovinzen Reden und Duhamel

# Ist mit der Flutung der Bergwerke im Saarland eine zunehmende Inzidenz Radon-assoziiertes Lungenkrebsrisiko zu erwarten ?

Geplanter Anstieg des Grundwassers im Saarland



**Wie hoch ist dieses Risiko für die Lungenkrebserkrankungen mit einer aktuellen absoluten Überlebensrate nach 5 Jahren von 14 - 19 % (gbe-bund.de) ?**

**Wie erhöht sich dieses Risiko durch die Exposition beim geplanten Grubenwasseranstieg ?**

Konsequenzen einer Exposition mit Radon für eine gesamte Bevölkerung können durch das sogenannte **bevölkerungs-attributable Risiko** beschrieben werden

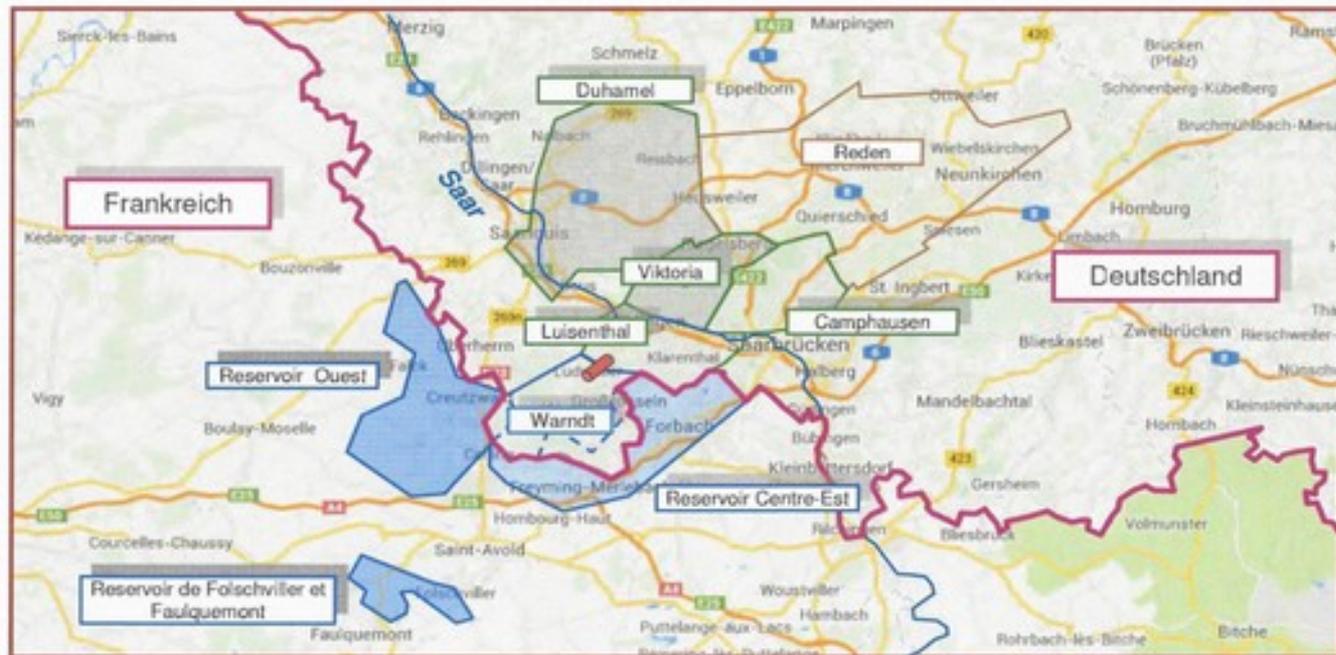
Anteil der auf die Exposition zurückführbaren Erkrankungen an allen Erkrankungen in der betrachteten Bevölkerung bzw. der Anteil aller Krankheitsfälle, der durch die Elimination der Exposition **vermieden** werden kann

# Ist die Flutung ethisch vertretbar und zulässig ?

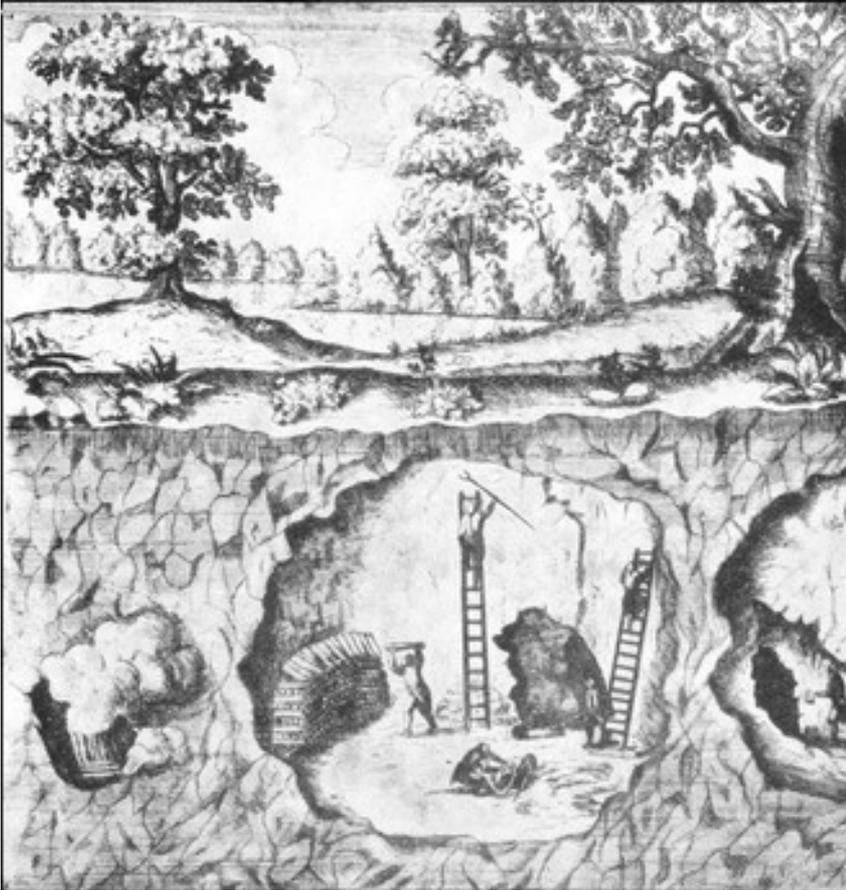
## Grubenwasserhaltung Saar



Bisheriger Grubenwasseranstieg Saarland / Lothringen  
Anstieg um 900 m - Bisher ohne Auswirkungen



# Rechtliche Grundlagen



# Schutz vor schädlicher Wirkung ionisierender Strahlung Rechtsnormen - Radon in Innenräumen

- **Grundgesetz:** Verfassungsrechtliche Grundlagen des Strahlenschutzes: Niedrigdosisstrahlung und das Grundrecht auf Leben und körperliche Unversehrtheit
- **Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (StrlSchG)** Ausfertigungsdatum: 27.06.2017: Fasst Vorgaben aus der Strahlenschutzverordnung, der Röntgenverordnung und Strahlenschutzvorsorgengesetz zusammen: erstmalige gesetzliche Regelung zum Schutz der Bürgerinnen und Bürger vor dem natürlichen und radioaktiven Edelgas Radon, insbesondere in Gebäuden der öffentlichen Hand wie Kindergärten oder Schulen...

# Niedrigdosisstrahlung und das Grundrecht auf Leben und körperliche Unversehrtheit - Verfassungsrechtliche Grundlagen des Strahlenschutzes Saarland - Strahlenschutzentwicklungsland ?

- Aufgabe des Strahlenschutzes ist, das **Grundrecht auf Leben und körperliche Unversehrtheit** zu schützen
- Das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit schützt die körperliche Existenz und Integrität des Menschen
- Deren rechtlicher Schutz durch Art. 2 Abs. 2 S.1 GG wird als „**Höchstwert der Verfassung**“ anerkannt
- Das Grundrecht auf Leben und körperliche Unversehrtheit begründet in erster Linie ein **Abwehrrecht**
- Es wehrt Eingriffe in den Schutzbereich des Grundrechtes ab, durch die die **biologisch-physische Existenz zerstört** oder **auf die Substanz des Körpers eingewirkt** und seine **Beschaffenheit verändert** wird
- **Eingriffe in dieses Recht sind nach Art. 2 Abs. 2 S.3 GG nur möglich, wenn sie auf der Grundlage eines formellen Gesetzes erfolgen und das Prinzip der Verhältnismäßigkeit beachten**
- Neben dem individuellen Abwehranspruch begründet Art.2 Abs. 2 S.1 GG auch die **„Pflicht der Staatlichen Organe, sich schützend und fördernd vor die darin genannten Rechtsgüter zu stellen“**
- Aus dieser objektivrechtlichen Verpflichtung des Staates kann je nach Umständen ein subjektiver Schutzanspruch des einzelnen erwachsen
- Das Grundrecht auf Leben und körperliche Unversehrtheit schützt aber nicht nur vor Verletzungen, sondern **will bereits auch Gefährdungen des Schutzgutes verhindern**, sofern sie einer Verletzung gleichzuachten sind
- Dabei wird die **Trennlinie** zwischen unbeachtlicher Gefährdung im Vorfeld des

# **Gesetz zum Schutz vor schädlichen Wirkungen ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrISchG) 27.06.2017**

- Neue Grundlage für den Strahlenschutz, setzt EU Richtlinie in nationales Recht um, fasst Vorgaben aus der Strahlenschutzverordnung, der Röntgenverordnung und dem Strahlenschutzvorsorgegesetz zusammen
- Zentrale Bereiche: umfassender Schutz vor schädlicher Strahlung in der Medizin, Schutz vor Radon in Wohnungen und bessere Versorgung für den Notfall
- Neuregelung spiegelt die wachsende Bedeutung des Strahlenschutzes in vielen Lebensbereichen wider, schafft klare Strukturen und bildet den aktuellen Stand der Wissenschaft zum Schutz der Bevölkerung ab
- Gliederung neben allgemeinen Regeln vier Hauptteile:
  1. Strahlenschutz bei geplanten Expositionssituationen
  2. Strahlenschutz bei Notfallexpositionssituationen
  3. **Strahlenschutz bei bestehenden Expositionssituationen**
  4. Expositionsübergreifende Vorschriften

## § 2 Strahlenschutzgesetz - StrlSchG

### Exposition; Expositionssituationen, Expositionskategorien

(1) **Exposition** ist die Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper durch Strahlenquellen außerhalb des Körpers (äußere Exposition) und innerhalb des Körpers (innere Exposition) oder das Ausmaß dieser Exposition

(4) **Bestehende Expositionssituation** ist eine Expositionssituation

die bereits besteht, wenn eine Entscheidung über ihre

Kontrolle getroffen werden muss :

# Strahlenschutz bei bestehenden Expositionssituationen

## Strahlenschutzgesetz Teil 4 Kapitel 2: **Schutz vor Radon**

- Abschnitt 1: Gemeinsame Vorschriften
  - § 121 **Festlegung von Gebieten**;  
Verordnungsermächtigung
  - § 123 Maßnahmen an Gebäuden;  
Verordnungsermächtigung
- Abschnitt 2: Schutz vor **Radon in Aufenthaltsräumen**
  - § 124 **Referenzwert**; Verordnungsermächtigung
- Abschnitt 3: Schutz vor **Radon an Arbeitsplätzen in Innenräumen**
  - § 132 Verordnungsermächtigung

## **Kapitel 2**

### **Schutz vor Radon**

#### **Abschnitt 1**

#### **Gemeinsame Vorschriften**

##### **§ 121 Festlegung von Gebieten; Verordnungsermächtigung**

*(1) Die zuständige Behörde legt durch Allgemeinverfügung innerhalb von zwei Jahren nach Inkrafttreten einer Rechtsverordnung nach Absatz 2 die Gebiete fest, für die erwartet wird, dass die über das Jahr gemittelte Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen den Referenzwert nach § 124 oder § 126 überschreitet. Sie veröffentlicht die Festlegung der Gebiete. Die Festlegung der Gebiete ist alle zehn Jahre zu überprüfen.*

(2) Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates zu bestimmen, unter welchen Umständen die zuständige Behörde davon ausgehen kann, dass in einem Gebiet in einer beträchtlichen Zahl von Gebäuden mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen die Referenzwerte nach den §§ 124 und 126 überschritten werden und welche Verfahren und Kriterien für die Festlegung der Gebiete heranzuziehen sind.

## **Abschnitt 2**

### **Schutz vor Radon in Aufenthaltsräumen**

#### **§ 124 Referenzwert; Verordnungsermächtigung**

*Der Referenzwert für die über das Jahr gemittelte Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft in Aufenthaltsräumen beträgt 300 Becquerel je Kubikmeter. Spätestens zehn Jahre nach Inkrafttreten dieses Gesetzes legt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit einen Bericht über die Entwicklung der Schutzmaßnahmen für die Allgemeinbevölkerung gegenüber Radonexpositionen, über deren Wirksamkeit und Kosten auf Bundes- und Länderebene vor. Die Bundesregierung wird ermächtigt, durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates festzulegen, wie die Messung der Radon-222-Aktivitätskonzentration in der Luft in Aufenthaltsräumen zu erfolgen hat.*

# Tolerable Radon-Konzentrationen in Aufenthaltsräumen heftig umstritten

## Referenzwert 100 oder 300 Becquerel Jahresmittelwert ?

- Im **Arbeitsschutz 300 Bq/m<sup>3</sup>** als Jahresmittelwert
- Für die **Bevölkerung 300 Bq/m<sup>3</sup>** (im Referentenentwurf/Gesetzesentwurf **100 Bq/m<sup>3</sup>** -> Fachorganisationen wie WHO, deutsche Fachgesellschaften : Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS), Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie, AIR (Ausschuss für Innenraumrichtwerte): **100 Bq/m<sup>3</sup>**
- **Bevölkerung** hat mit 300 Bq/m<sup>3</sup> ein **ungleich höheres Lungenkrebsrisiko als Arbeitnehmer** zu tragen, weil sich die normale Bevölkerung bezogen auf die Lebensdauer, drei bis fünfmal länger in Innenräumen aufhält als Arbeitnehmer bei der Arbeit
- Lungenkrebsrisiko beträgt bei **300 Bq/m<sup>3</sup> 1:500** d.h. eine von 500 Personen aus der Bevölkerung erkrankt im Laufe ihres Lebens an Lungenkrebs durch Radon

# Ausgangsmaterial der Studie

Kartographie

# Kohlevorkommen an der Saar

Die Kohlengruben an der Saar - Hrsg. Generaldirektion der Saargruben - Paris 1953









FLÖTZ-KARTE  
von dem  
SAARBRÜCKER  
STEINKOHLLEN-DISTRICT.

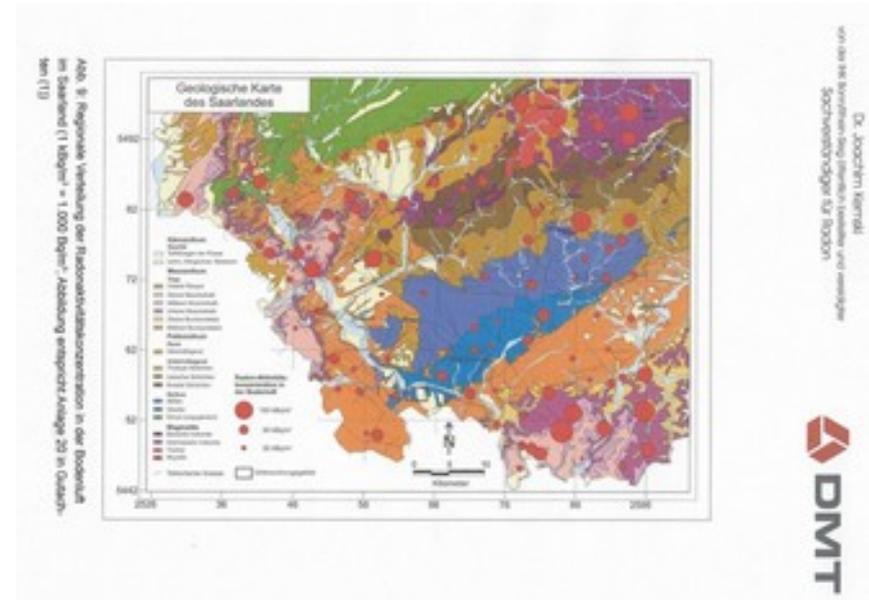
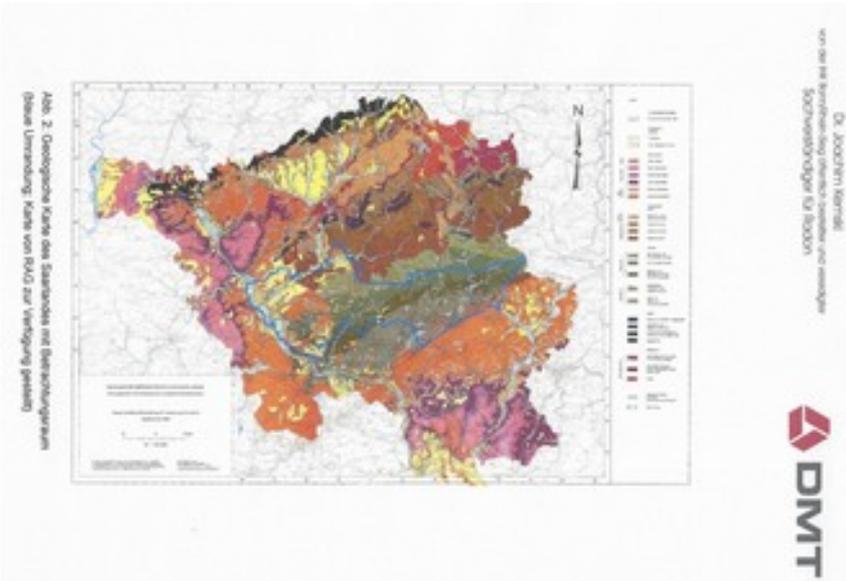
Verfasser: W. Klein, Bergbauingenieur in Saarbrücken

Maßstab 1 : 100,000

# Geologie des Saarlandes

## Regionale Verteilung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft

© Dr. Joachim Kemski – Sachverständiger für Radon - DMT



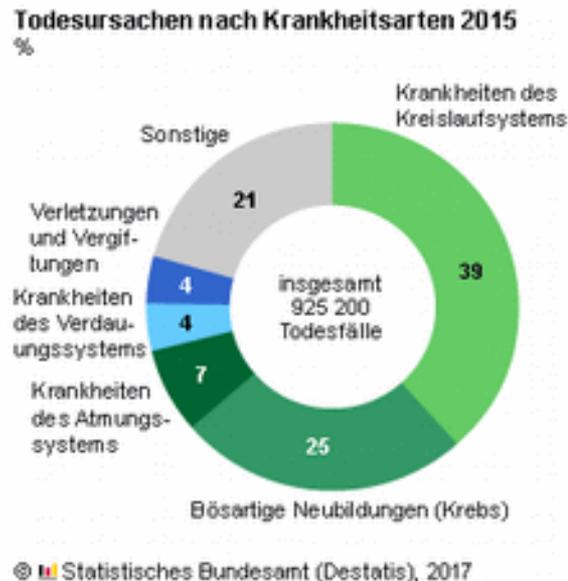
**Gesundheitspolitische und Gesundheitsökonomische  
Bedeutung**

**broncho-pulmonale  
Malignome**

**Deutschland -  
Bundesländer**

# Todesursachenstatistik Deutschland - Epidemiologie von Lungenkrebs

## Quelle: RKI Bericht zum Krebsgeschehen in Deutschland 2016

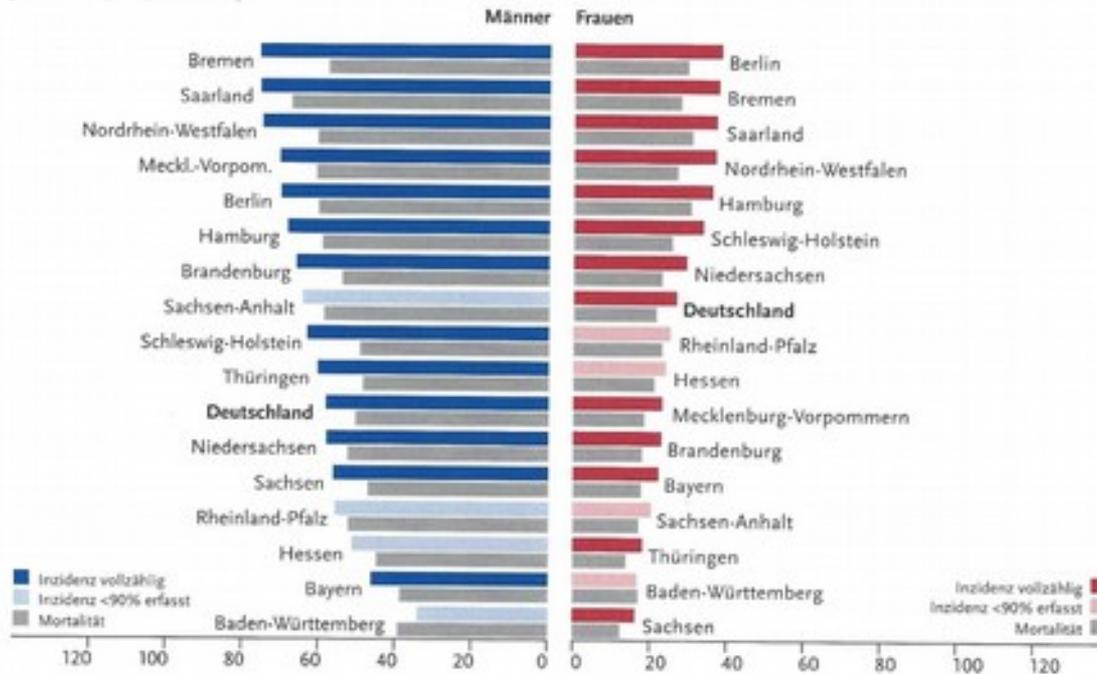


- Für beide Geschlechter aufgrund der demographischen Entwicklung und der steigenden Raten bei den Frauen Anstieg der Lungenkrebs-Erkrankungsfälle bis 2020 prognostiziert
- Höhere Sterblichkeit an Lungenkrebs im **Saarland** und **in den Stadtstaaten** – Sterblichkeit der Frauen an Lungenkrebs doppelt so hoch wie in den süddeutschen bzw. südostdeutschen Bundesländern
- Zunahme des Anteils von **Adenokarzinomen**
- **Adenokarzinom** im Vergleich zu den anderen beiden Krebserkrankungen der Lunge **weniger stark mit dem Rauchen assoziiert** und gilt als **häufigste Form des Lungenkrebs von Nichtraucherern**
- Verbirgt sich hinter dem Anstieg dieses Tumortyps ein steigender Trend der Lungenkrebsinzidenz bei Nichtrauchern ?

# Altersstandardisierte Neuerkrankungsrate Lungenkrebs in den Bundesländern nach Geschlecht 2011 - 2012

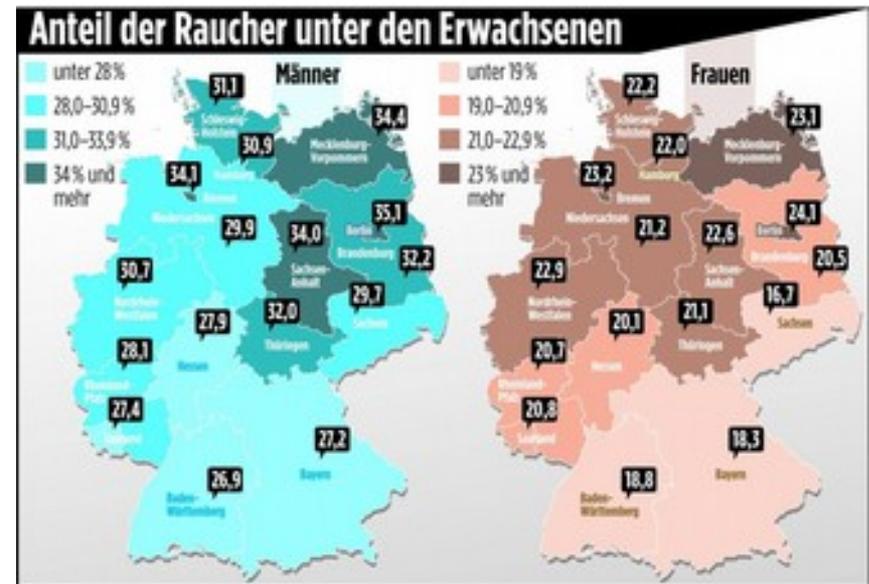
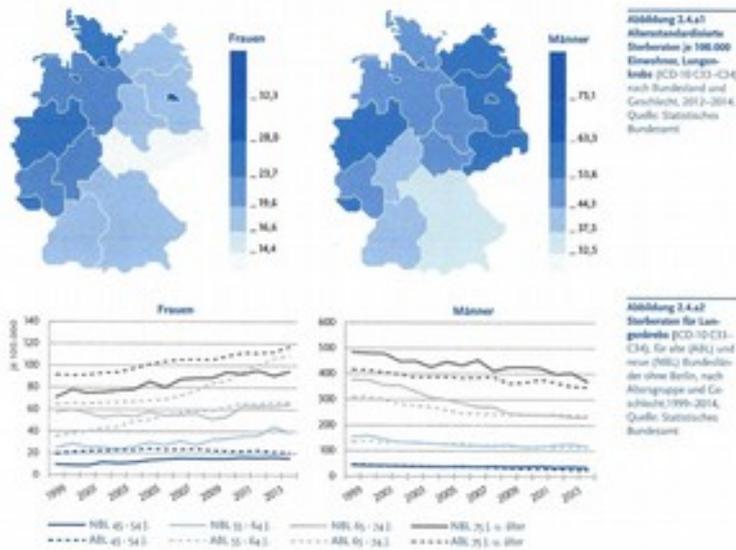
ICD-10 C33-34 | Krebs in Deutschland

Abbildung 3.10.5  
Erfasste altersstandardisierte Neuerkrankungs- und Sterberaten in den Bundesländern, nach Geschlecht, ICD-10 C33-C34, 2011-2012  
je 100.000 (Europastandard)



# Altersstandardisierte Sterberaten je 100.000 Einwohner Lungenkrebs (ICD-10 C33-C34) nach Bundesland und Geschlecht

Quelle: RKI Bericht zum Krebsgeschehen in Deutschland 2016; Raucheratlas DKFZ

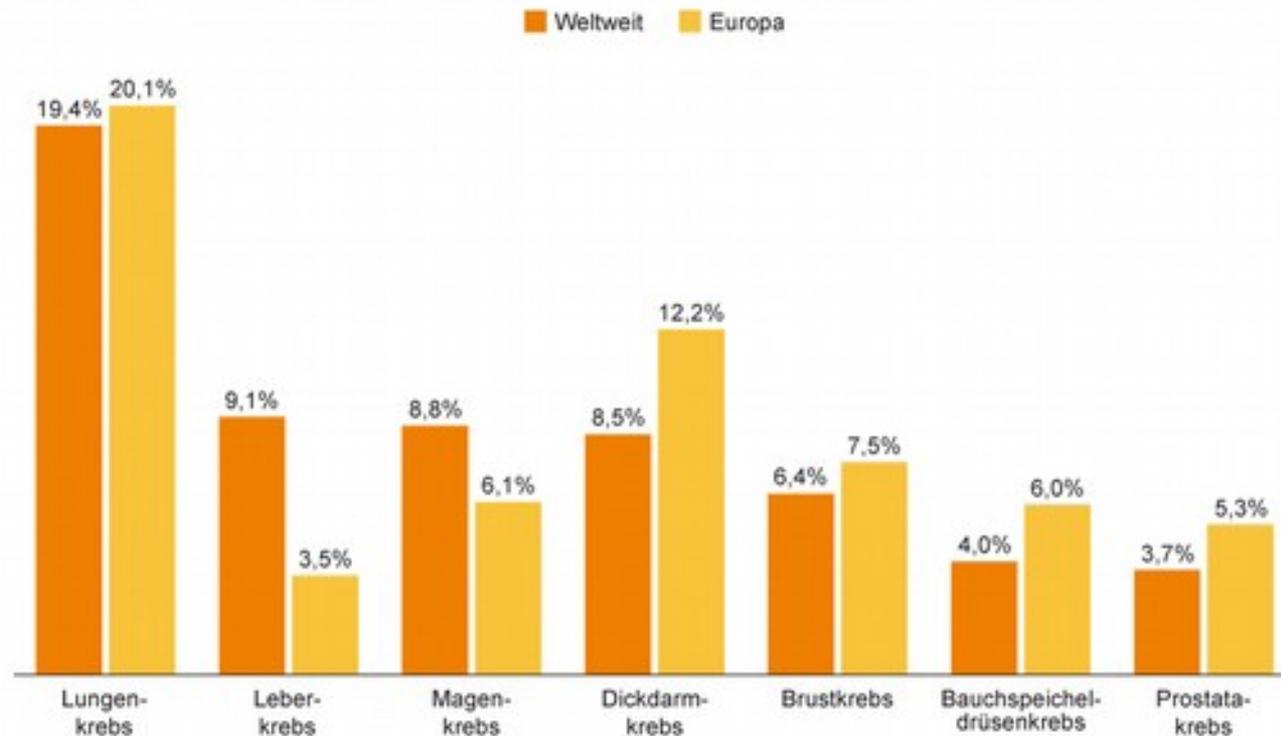


# Lungenkrebs - absolute Überlebensrate (2011-2012) gbe- bund.de

**Männer nach 5 Jahren 14% (12-16), nach 10 Jahren 9% (7-11)**  
**Frauen nach 5 Jahren 19% (14-24), nach 10 Jahren 13% (9-17)**

## In Europa sind vor allem Lungen- und Darmkrebs tödlich

Anteil häufiger Krebsarten an der weltweiten Zahl der Krebs-Todesfälle im Jahr 2012



Quelle: WHO

## „Schneeberger Lungenkrankheit“ im Saarland ?

Epidemiologische Aspekte zur  
Clusterbildung Broncho-  
pulmonaler Malignome ICD -  
10 C33- 34 in  
Bergbauregionen des  
Saarlandes

Dr. med. Karl-Michael Müller  
Facharzt für Allgemeinmedizin  
Rathausstrasse 12  
66287 Quierschied

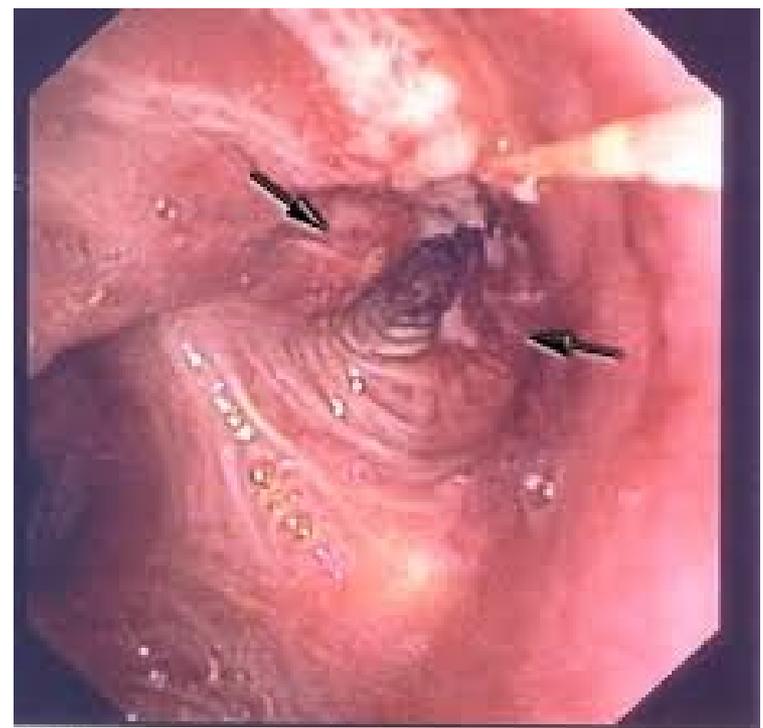
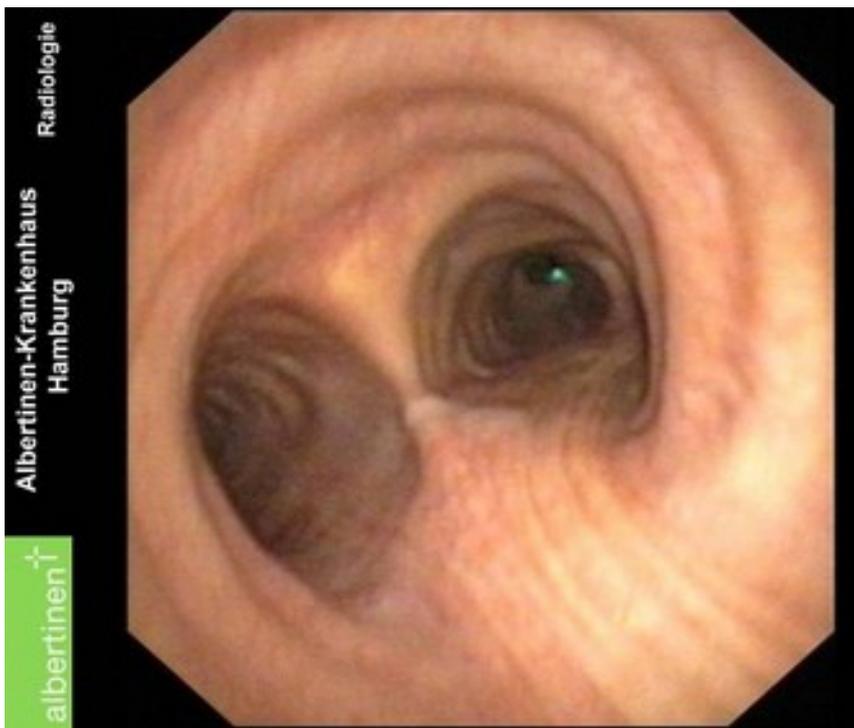


# Bergbau Schacht



# Bronchoskopie Bronchialkarzinom

© Albertinen-KH Hamburg Radiologie  
© Wikipedia / Creative-Commons-Lizenz



# Bronchoskopie Bronchialkarzinom

© Universimed Cross Media Content GmbH 2018



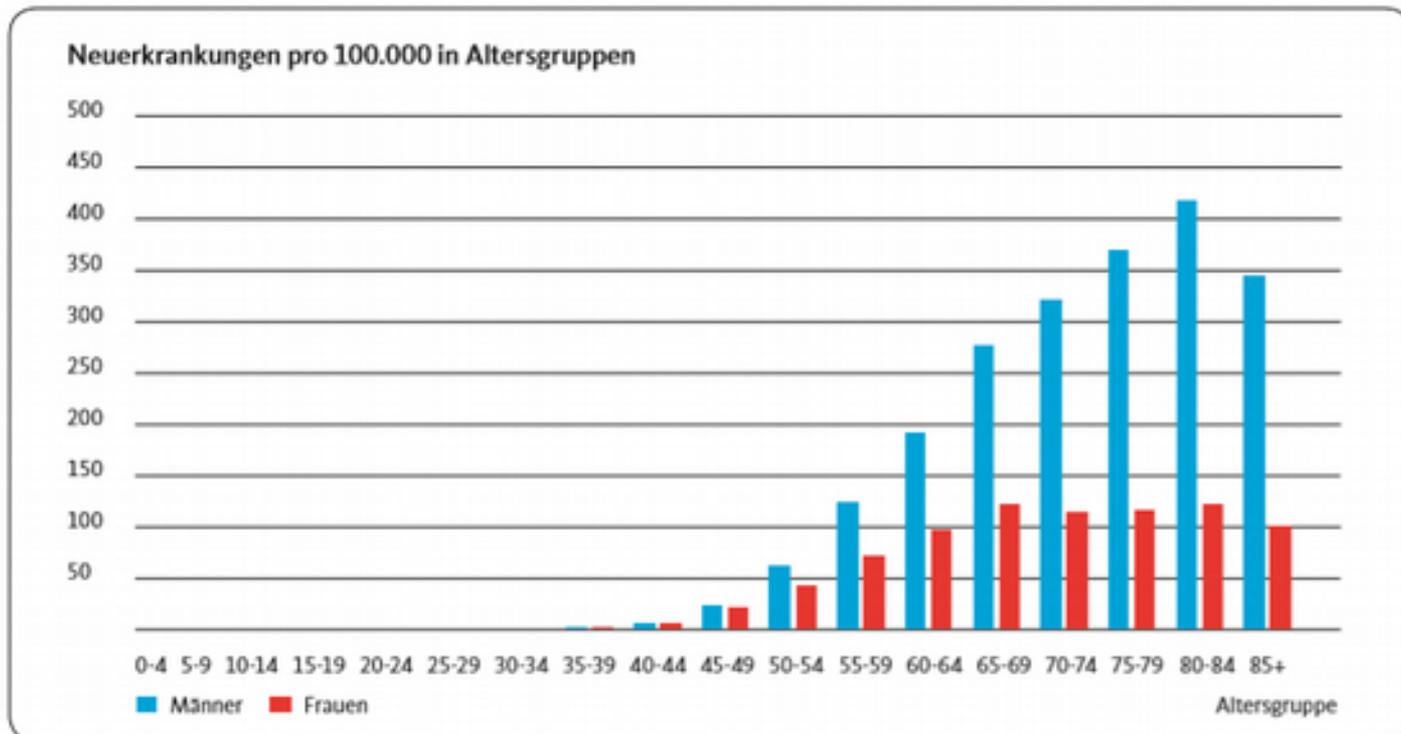
Abb. 3: Stenosierendes Bronchialkarzinom im linken Hauptbronchus. Rekanalisierung mit Bronchialstent.

# Multifaktorielle Ätiologie der Lungenkarzinome

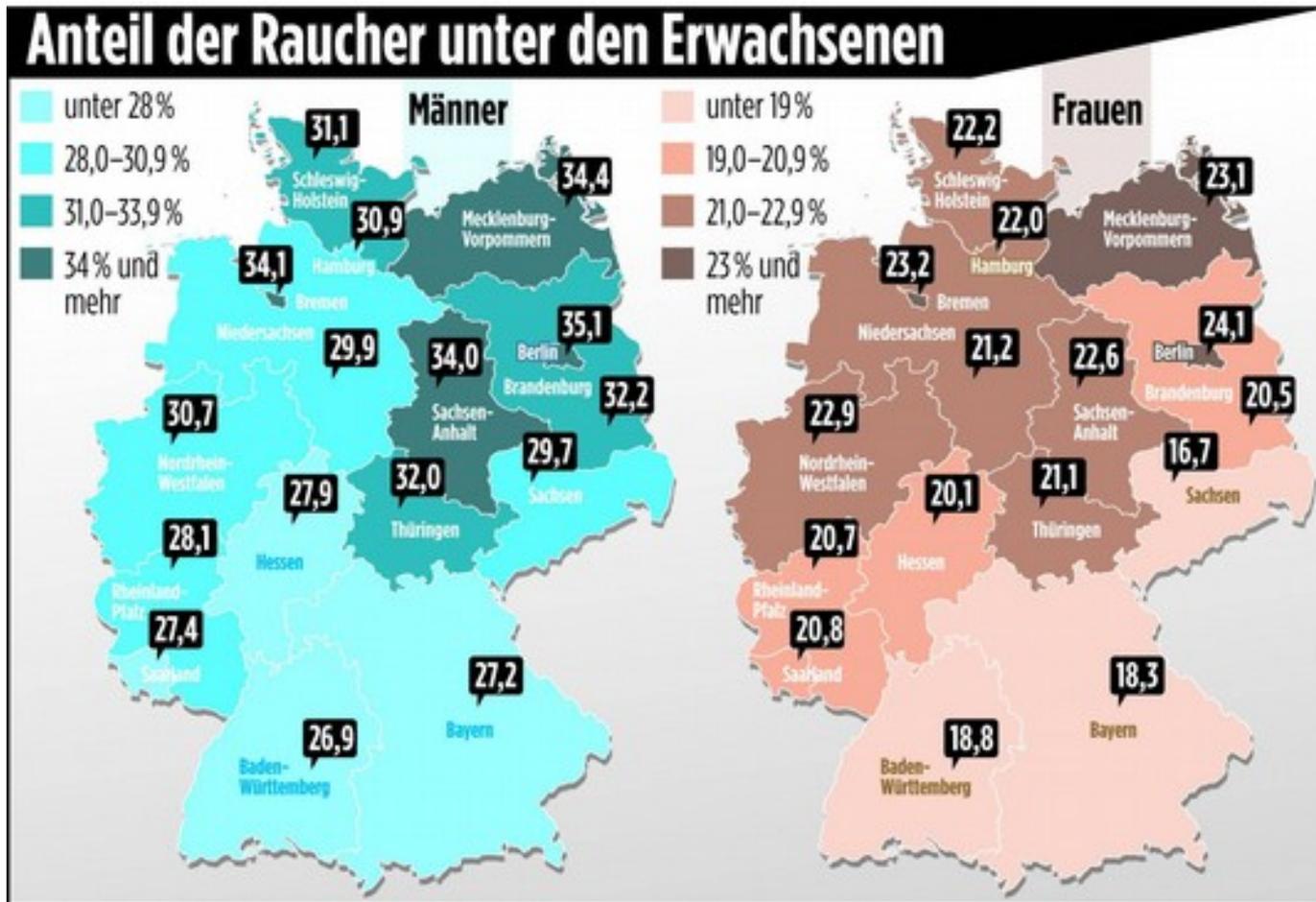
- Risikofaktor Nummer Eins ist das Rauchen: 90% bei Männern und 60% bei Frauen durch Tabakkonsum
- Erkrankungsrisiko beträgt das 8-15fache und für eine Raucherin das 2-10fache des Risikos von Nichtrauchern/Nichtraucherinnen
- Ausmaß des Risikos hängt von der Intensität des Rauchens ab (Dauer, Menge, Inhalationstiefe, Teer-/Nikotinkonzentration..)
- Sinkt nach dessen Einstellung kontinuierlich ab
- Bleibt jedoch lebenslang höher als bei einem Nie-Raucher
- Belastung am Arbeitsplatz durch verschiedene Luftschadstoffe (z.B. Asbest, Arsen, Chrom, Nickel ) und in der Außenluft (z.B. Dieselruß)
- Radon und ionisierende Strahlung im Wohn/Arbeitsumfeld wirken sich Risiko erhöhend aus (10-12%)

# Lungenkrebs Neuerkrankungen in Altersgruppen

Quelle: Deutsche Krebsgesellschaft – Foto: © dkg-web.gmbh



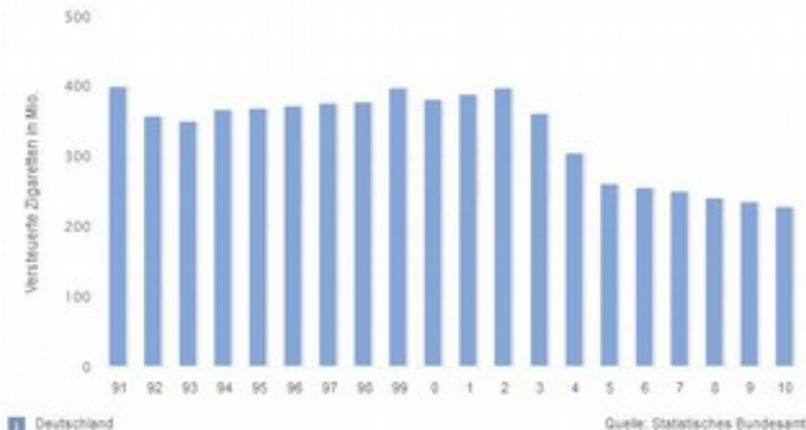
Quelle: Deutscher Tabakatlas Deutschland 2015 dkfz.  
 B.Z. Berlin (Foto: Christian Vogel)



# Tabakkonsum

ZIGARETTENKONSUM PRO TAG IN DEUTSCHLAND 1991 BIS 2010

Anzahl der im Schnitt täglich in Deutschland gerauchten Zigaretten (in Mio. Stück) von 1991 bis 2010



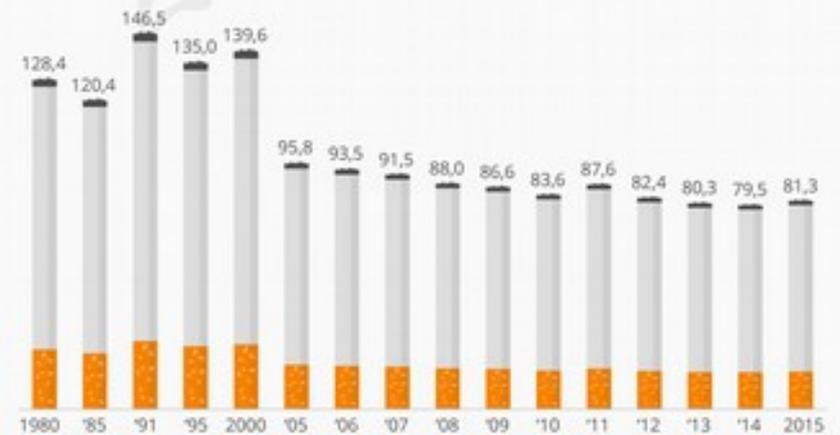
© Statista 2012

## Lesehilfe:

Die Statistik zeigt den Zigarettenkonsum pro Tag in Deutschland. 2010 wurden im Schnitt täglich 229 Millionen Zigaretten geraucht.

## Zigarettenabsatz steigt wieder

Absatz versteuerter Zigaretten in Deutschland (in Mrd. Stück)

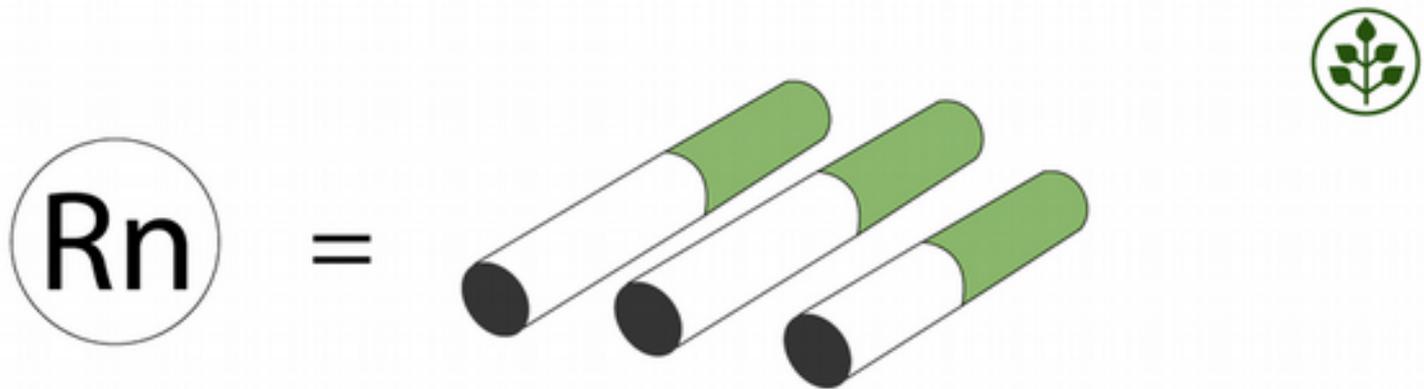


© Statista.com

Quelle: Statistisches Bundesamt

statista

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



1.0 pCi/L of radon in your home is equivalent to smoking 2.5 cigarettes per day; impacting non-smokers and smokers equally

source: Nebraska Department of Health and Human Services



# RADON IN THE WORKPLACE

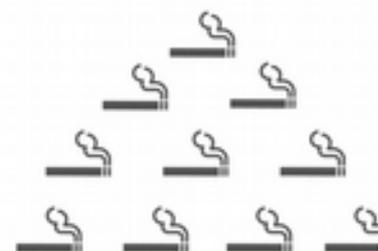
## WHAT IS RADON?

Radon is a colourless, odourless and tasteless radioactive gas that seeps through the ground and becomes trapped in buildings.



ALL workplaces can be affected

Radon is the **2nd largest** cause of lung cancer in the UK



## Our Services:



- ✓ Radon risk assessment
- ✓ Occupational exposure advice
- ✓ Project management of remedial contractor

**8 hrs** of exposure per day is the equivalent of smoking **11 cigarettes**

# Berufliche Strahlenexposition - BK-Nr. 2402



# Prävention - Berufliche Strahlenexposition



# **Berufliche Strahlenexposition durch Radon und Radon-Folgeprodukte Arbeitsplatzüberwachung bei erhöhter Radon-222-Exposition - besondere Herausforderung für den Arbeitsschutz**

- Die berufliche Strahlenexposition durch Radon und dessen Folgeprodukte kann vor allem bei **Bergleuten** zu Bronchialkrebs und Lungenfibrose führen
- Strahlenexpositionen **bei Arbeiten mit Uran und Thorium**, bei **Arbeiten in Gebäuden**, in zu Heilzwecken betriebenen **Radonstollen** und **Radonbädern**, in der **Wasserwirtschaft** und im **Bergbau** auf
- „**Schneeberger Lungenkrankheit**“ seit dem 16. Jh. Bekannt
- Seit 120 Jahren bekannt, dass es sich hierbei um Bronchialkrebserkrankungen handelt - seit 1925 Berufskrankheit - seit **40 Jahren** **Radon-Folgeprodukte als Ursache identifiziert** - Bronchialkrebs tritt oft erst Jahrzehnte nach der Strahlenexposition auf und verbleibende Lebenserwartung ist gering

# Durchführung der StrSchVO; Leitfaden Natürliche Radioaktivität für die Ermittlung und Bewertung der Expositionen durch die natürliche Radioaktivität im Steinkohlenbergbau und die sich daraus ergebenden Maßnahmen

Projektgruppe „Leitfaden Natürliche Radioaktivität im Bergbau“ Deutsche Steinkohle AG, Materialprüfungsamt NRW, Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW

Leitfaden "Natürliche Radioaktivität" [http://esh.bergbau-arnsberg.nrw.de/str\\_2\\_004a\\_2\\_004\\_023a\\_2\\_1](http://esh.bergbau-arnsberg.nrw.de/str_2_004a_2_004_023a_2_1)

	Sammlung der Bezirksregierung Arnsberg - Abteilung 9 -	Nächste Seite: Anlage 1 Ebene auf:	Suchen: <input type="text"/>
Navigation: ESH-Online I A 2 Technische Richtlinien und Handlungsanweisungen I A 2.4 Gesundheitsschutz / Durchführung der StrSchVO; Leitfaden "Natürliche Radioaktivität" / Leitfaden "Natürliche Radioaktivität" /			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitfaden "Natürliche Radioaktivität"</li> <li>• Anlage 1</li> <li>• Anlage 2</li> <li>• Anlage 3</li> <li>• Anlage 4</li> </ul>	<p><b>Leitfaden</b> <b>NATÜRLICHE RADIOAKTIVITÄT</b></p> <p><b>Für die Ermittlung und Bewertung der Expositionen durch natürliche Radioaktivität im Steinkohlenbergbau und die sich daraus ergebenden Maßnahmen</b></p> <p><b>Erarbeitet von der Projektgruppe „Leitfaden Natürliche Radioaktivität im Bergbau“:</b> Deutsche Steinkohle AG Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW</p> <p><b>INHALTSÜBERSICHT</b></p> <p><b>1. Allgemeines</b></p> <p>1.1 Vorbemerkung</p> <p>1.2 Grenz- und Richtwerte gemäß Strahlenschutzverordnung</p> <p>1.2.1 Arbeitsschutz</p> <p>1.2.2 Umweltschutz</p> <p><b>2. Radon</b></p> <p>2.1 Richtliche Grundlagen</p> <p>2.2 Messung der Radonkonzentration unter Tage</p> <p>2.2.1 Messverfahren</p> <p>2.2.2 Anordnung der Messpunkte</p> <p>2.2.3 Messdauer</p> <p>2.2.4 Umfang und Intensität der Messungen</p> <p>2.2.5 Messergebnisse</p> <p>2.2.6 Bewertung der Messergebnisse</p> <p>2.3 Maßnahmen</p> <p>2.4 Genehmigungen</p> <p><b>3. Radonrisiko und Intervallierungen</b></p> <p>3.1 Richtliche Grundlagen</p> <p>3.2 Radonkonzentrationsmessungen von hoch-radioaktiven Stoffen natürlicher Herkunft</p> <p>3.2.1 Messverfahren</p> <p>3.2.2 Messergebnisse</p> <p>3.2.3 Bewertung der Messergebnisse</p> <p>3.3.1 Arbeiten</p> <p>3.3.2 Entloftung</p> <p>3.3 Maßnahmen</p> <p>3.3.1 Arbeitsschutzmaßnahmen</p> <p>3.3.2 Umweltschutzmaßnahmen</p> <p>3.3.2.1 Unterlagige Ablagerung in ausgewählten Grubenbauen</p> <p>3.3.2.2 Oberlagige Entloftung</p> <p>3.4 Genehmigungen</p> <p>3.4.1 Genehmigungen nach Bergrecht</p> <p>3.4.2 Verankerung und Bewehrung außerhalb des Bergbaues</p> <p>3.5 Beförderung</p> <p><b>4. Ermittlung und Bewertung der Gesamtexposition</b></p> <p><b>5. Zusammenfassung</b></p>		

- „Im deutschen Steinkohlenbergbau tritt natürliche Radioaktivität zum einen in Form des **radioaktiven Edelgases Radon in den Grubenwettern** und zum anderen in Form von festen radioaktiven Stoffen in Ausfällungen aus Grubenwässern (z.B. Schlämme, Sedimente, Inkrustierung) auf
- **Zweck...** das Auftreten von natürlicher radioaktiver Strahlung im Steinkohlenbergbau zu beschreiben, **Arbeitsschutzmaßnahmen bei strahlenschutzrelevanten Radongehalten der Grubenwetter darzulegen** sowie Arbeits- und Umweltschutzmaßnahmen bei Handhabung, Transport und Ablagerung von Ausfällungen mit strahlenschutzrelevanten Gehalten an natürlichen radioaktiven Stoffen aufzuführen.
- **Ziele** sind hier ein **ausreichender Schutz für die Beschäftigten** bei Handlungen, bei denen relevante Expositionen auftreten können sowie die **Gewährleistung, dass die Umwelt und hier insbesondere die Bevölkerung durch die Exposition durch natürlich vorkommende radioaktive Stoffe aus dem Steinkohlenbergbau unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit so gering wie möglich belastet werden“**

# Betrieblicher Strahlenschutz

Grundsätzlich besteht nach §5 Arbeitsschutzgesetz die Verpflichtung zur Gefährdungsbeurteilung

- Teil 3 StrlSchV (Schutz von Mensch und Umwelt vor natürlichen Strahlungsquellen bei Arbeiten) betrifft nach Anlage XI die folgenden Bereiche:
- Teil A: Arbeitsfelder mit erhöhten Radon-222- Expositionen bei Arbeiten in
  - untertägigen Bergwerken, Schächten und Höhlen, einschl. Besucherbergwerken
  - Radon-Heilbäder und -Heilstollen,
  - Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung

Die Überwachung der Beschäftigten erfolgt im Wesentlichen durch

- **Ortsdosimetrische** Messungen
- **Personendosimetrische** Messungen
- **Kontrollmessungen durch die Behörde**

Der betriebliche Strahlenschutz umfasst auch die **jährliche Berichterstattung an die Fachbehörde mit Dokumentation der Jahresdosis für die Beschäftigten**

# Statement eines Insiders zum Grubengas vom 20.06.2018

„Ich habe erfahren, dass bei der Grubengasabsaugung nur Methan, Sauerstoff und die Feuchte des Gases gemessen wurde, **von Radon keine Spur.**

Die **Radonmessungen** seien laut meinem Informanten **zu aufwendig.**

Dadurch entstehen **sehr hohe Kosten, für die angeblich kein Geld da ist.**

Meiner Meinung nach erfüllt die RAG bei diesem Punkt ihre Aufgaben nicht.

Da wäre Handlungsbedarf.“

# **Strahlenexposition gegenüber Radon und dessen Abbauprodukte - Belastungsprofil Männer**

- Raucheranamnese -> Wechselwirkung mit Radonexposition !
- Berufliche Exposition - Anerkennung als Berufskrankheit
- Radonexposition im Wohnumfeld

# Radon-Balneotherapie

Quelle: Umweltmedizinischer Informationsdienst 03/2000 RKI und BfS

- Radon-Bäder: Aufnahme von Radon über die Haut
- Radon-Inhalation: Aufnahme von Radon über die Atmungsorgane
- Spezielle Form der Strahlentherapie mit niedrigen Dosen zur Behandlung gutartiger Erkrankungen: Chronisch-degenerative und entzündliche Erkrankungen des Skeletts und der Gelenke, M. Bechterew... Präklimakterische und klimakterische Störungen bei Frauen und Altersbeschwerden
- **Kontraindikationen:** Hyperthyreose, Infektionskrankheit im Akutstadium, Krebserkrankungen, Schwangerschaft und Anwendung bei Kindern und Jugendlichen ! - sonst individuelle Nutzen-Risiko-Abwägung !
- Beruht auf empirischen Erkenntnissen zur Linderung von Symptomen
- **Keine wissenschaftliche Evidenz !**
- **4-wöchige Radonkur im Thermalstollen** unter konservativer Annahme **zusätzliches strahlenbedingtes Lungenkrebsrisiko für die Lebenszeit von ca. 0,1%**
- Inhalationskur im Heilstollen geht mit der höchsten Strahlenexposition des Atemtraktes einher, andere Formen der Radon-Balneotherapie (z.B. Badekur) sind mit deutlich niedrigeren Lungenkrebsrisiken verbunden

# Wasserwerker

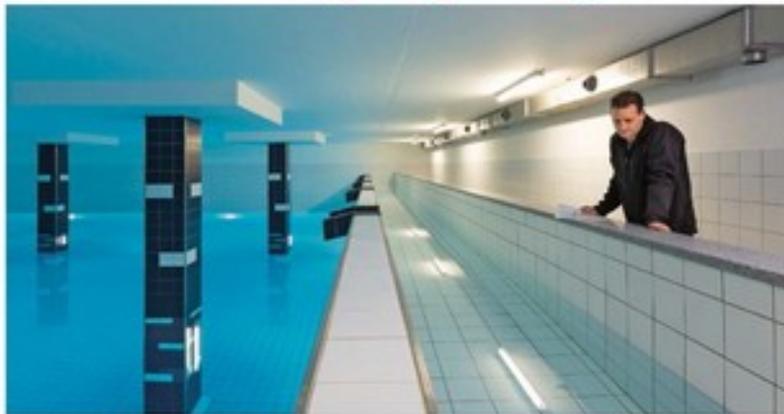
© Richard Grunder und Roland Krischek: Radon in Schweizer Wasserversorgungsanlagen



# Radon in Wasserversorgungsanlagen

Wasserversorgungsanlagen sind radongefährdete Arbeitsplätze ©  
SUVA

## Radon in Schweizer Wasserversorgungsanlagen



suva<sup>pro</sup>

Richard Grunder  
Roland Krišček

## Resultate Wasserversorgungsanlagen Messungen ohne Zeitauflösung

Kanton	Anzahl Dosismeter	Mittelwert der Radongaskonzentration [Bq/m <sup>3</sup> ]	
FR	55		2187
SO	56		2330
AG	125		8548
BE	90		2999
BL	23		4186
GE	9		743
GR	53		3315
JU	4		806
LU	29		2330
ND	9		730
OW	13		1753
SG	71		4663
SH	11		1522
SZ	8		1513
TG	28		3565
TS	14		1542
UR	1		182
VD	105		7629
VS	57		2966
ZO	19		6767
ZH	131		9687
Gesamtergebnis	Total: 920		Mittelwert über alle Messungen: 5526

suva<sup>pro</sup>





# Radon in Wasserversorgungsanlagen - See- oder Flusswasser

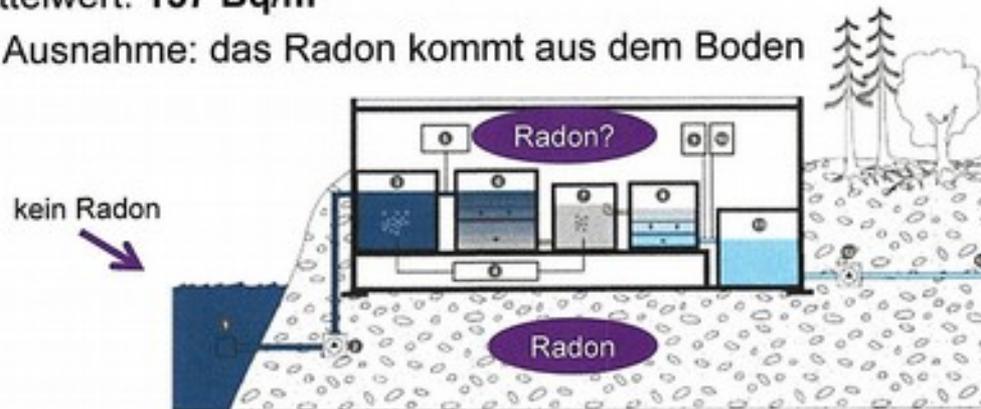
© SUVA R. Grunder/R. Krischek

## See- oder Flusswasserfassung

- ◆ In der Regel keine hohen Radon-Konzentrationen
  - Kein Radon im See- und Flusswasser

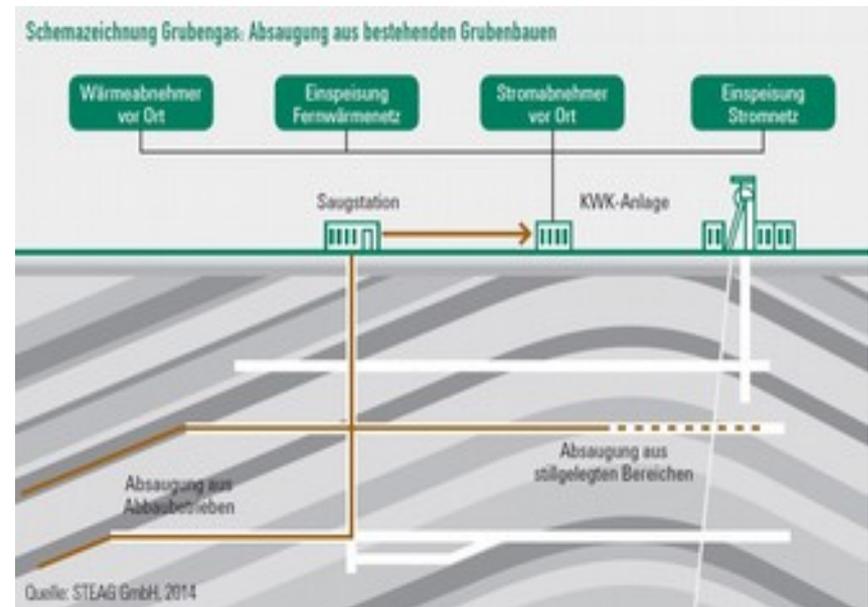
Vereinzelte Messungen Genfersee und Bodensee (10),  
Mittelwert: **157 Bq/m<sup>3</sup>**

- ◆ Ausnahme: das Radon kommt aus dem Boden

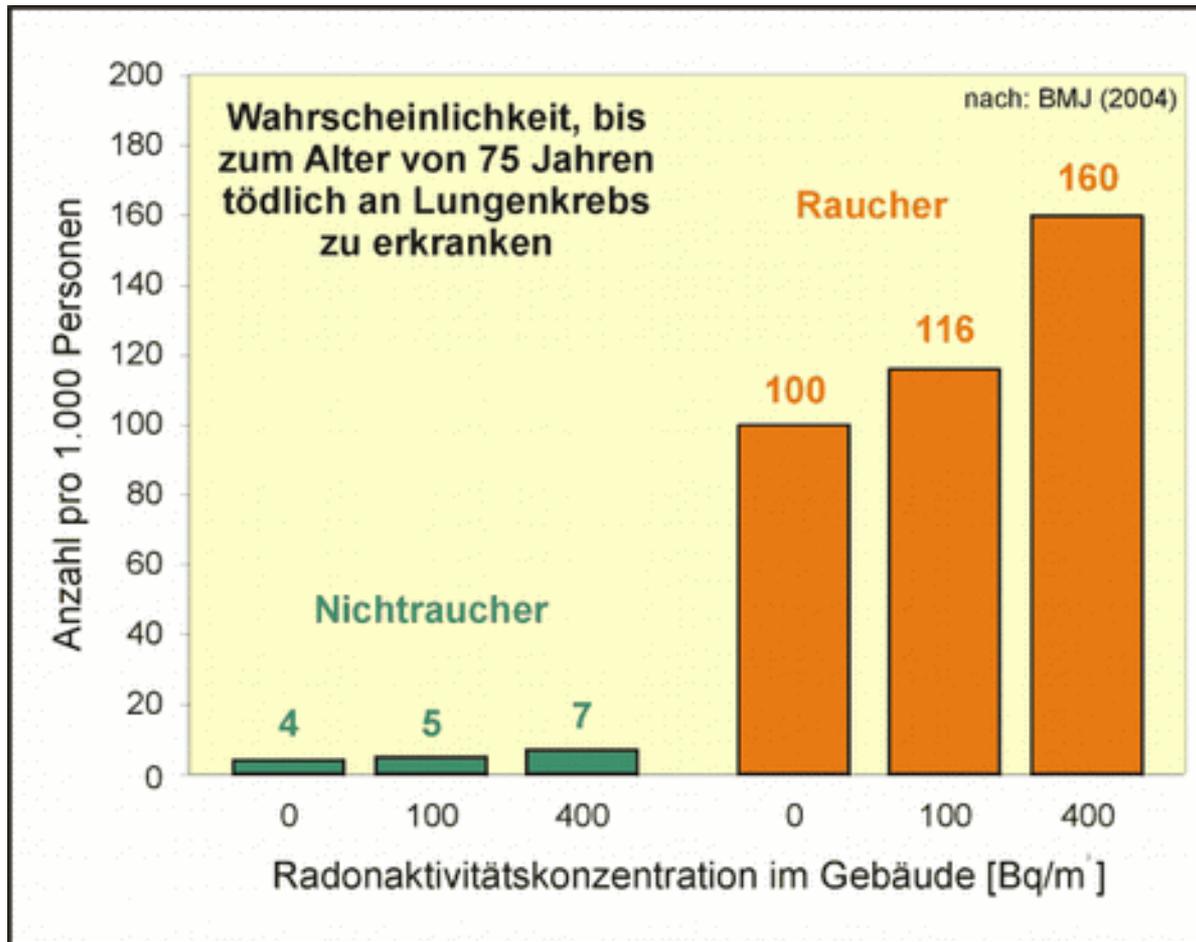


# Lungenkrebsrisiko und Umwelt

- Radon und Radonfolgeprodukte stellen im Vergleich zu chemischen Krebserregern **das mit Abstand größte umweltbedingte Lungenkrebsrisiko** dar
- Die Exposition mit **Radon und** das **gleichzeitige Rauchen** bewirken eine **multiplikative Erhöhung** des Lungenkrebsrisikos



# Rauchen und Radon - das tödliche Duett





### S3-Leitlinie Prävention, Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Lungenkarzinoms

Langversion 1.0 - Februar 2018  
AWMF-Registernummer: 026/00706

Leitlinie (Langversion)

### 3.7.3. Radon, radioaktive Strahlenquellen und Röntgenstrahlung

Radon-222 ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Edelgas, das innerhalb der Zerfallsketten langlebiger, in Gesteinen und Böden enthaltener Uran- und Thoriumnuklide entsteht. Der Hauptbeitrag zur natürlichen Strahlenexposition der Bevölkerung erfolgt durch die Inhalation des radioaktiven Radons, insbesondere in geologischen Regionen Deutschlands wie z. B. im Bayerischen Wald und im Erzgebirge oder auf Grund von beruflichen Tätigkeiten (Bergbau, Wasserwerke). Durch Übertritt des Radongases aus dem Gestein kann es zu erheblichen Konzentrationen in Innenräumen - bei Wohnungen vor allem im Keller und Erdgeschoss - kommen. Die Konzentration in der Außenluft ist deutlich geringer.

Die Inhalation von Radon und seinen Zerfallsprodukten führt zu einer Exposition des Bronchialepithels durch die freigesetzte Alphastrahlung. Die Dosen für übrige Organe und Gewebe sind demgegenüber gering. Eine europäische Poolingstudie hat gezeigt, dass eine lineare Expositions-Wirkungs-Beziehung angenommen werden kann. Pro 100 Bq/m<sup>3</sup> konstanter Radonexposition kann von einem Anstieg des relativen Risikos um 16 % ausgegangen werden [26]. Diese Datenlage macht Interventionen zur Senkung der Radonexposition erforderlich [27]. In Deutschland beträgt die mittlere Radonkonzentration in Wohnungen 49 Bq/m<sup>3</sup> und die mittlere Konzentration im Freien 9 Bq/m<sup>3</sup>. Bezogen auf die maximal vermeidbare Konzentration von 40 Bq/m<sup>3</sup> ergibt sich ein Beitrag von 5 % des Radons in Wohnungen zum Lungenkrebsrisiko, was 1896 Lungenkrebs-Todesfällen pro Jahr entspricht [28].

Sehr hohe Aktivitätskonzentrationen von Radon und seinen Zerfallsprodukten bestanden im Uranerzbergbau der Wismut AG in der ehemaligen DDR. Insbesondere während der sogenannten „wilden Jahre“ von 1946 bis 1993 bestand eine sehr hohe Exposition gegenüber ionisierenden Alpha-Strahlen. Fast alle entschädigten BK-Fälle für ionisierende Strahlung (BK 2402) stammen aus der Gruppe der Beschäftigten der Wismut AG. Deutlich niedriger ist die Exposition für Berufstätige in Wasserwerken, Heilbädern und Radonbädern.

# S3-Leitlinie Lungenkarzinom 2018

---

4.4. Strahlung	61
----------------	----

---

## 4.4. Strahlung

4.6.	Evidenzbasierte Empfehlung	2010
Empfehlungsgrad <b>A</b>	Zur Verminderung des Lungenkrebsrisikos durch Radon muss die Exposition in Wohnungen durch bautechnische Maßnahmen konsequent vermindert werden. Bei der Indikationsstellung für die medizinische Anwendung ionisierender Strahlung gilt es, den Nutzen der Strahlenanwendung kritisch gegen-über dem Risiko der Strahlenexposition abzuwägen.	

# S3-Leitlinie Lungenkarzinom 2018

Das wissenschaftliche Beratungsgremium des Bundesumweltministeriums, die Strahlenschutzkommission, hat mit ihrer Stellungnahme vom 12. Mai 2005 nach Auswertung aller vorliegenden Gesundheitsstudien zum Radon festgestellt, dass ab dem Bereich von 100 bis 200 Bq/m<sup>3</sup> eine statistisch signifikante Erhöhung der Lungenkrebsrate durch Radon gegeben ist. Der Gedanke der Vorsorge verlangt Maßnahmen zum Schutz vor Radon unterhalb dieser Schwelle der Signifikanz. Grundsätzlich kann die Radonkonzentration in Wohnräumen durch vermehrtes Lüften oder Belüften gesenkt werden. Dabei erhöht sich aber insbesondere im Winter der Wärmeverlust. Bei höheren Radonkonzentrationen empfehlen sich bauliche Maßnahmen wie z.B. die Beseitigung undichter Stellen, die Versiegelung von Kellerböden oder das Abdichten von Wänden. In Gebieten mit erhöhter Radonkonzentration im Boden sollte die tatsächliche Innenraumbelastung ermittelt und dem Gebäudezustand angepasste Sanierungsmaßnahmen ergriffen werden. Bei Neubauten sind die entsprechenden bautechnischen Maßnahmen von vornherein einzuplanen. Das Bundesumweltministerium bietet Hilfen bei der Sanierung radonbelasteter Wohnungen an. Dafür hat das Ministerium Merkblätter zur Sanierung von radonbelasteten Häusern erstellt, die kostenlos versandt werden.

# Radon -Mangelnde Kenntnis und verzerrte Wahrnehmung

- Großer Handlungsbedarf bei der Informationsvermittlung
- Bevölkerung noch nicht genügend für Radonproblematik sensibilisiert
- Radon wird – wenn überhaupt – immer noch als lokales Problem und nicht als landesweites Gesundheitsrisiko betrachtet
- Radonrisiko von der Öffentlichkeit im Vergleich zu anderen Strahlenquellen (UV-Licht, Röntgenstrahlung und elektromagnetische Felder) als gering eingeschätzt
- **Öffentliche Wahrnehmung** über den unauffälligen Krebserreger im Wohnraum steht jedoch **im Widerspruch zur wissenschaftlichen Evidenz**

# Expositionsszenarien und Expositionspfade - Radon

Quelle: S. Ritzel Diss .2008 Uni Hannover: Natürliche Radionuklide in der Umwelt - Vorkommen, anthropogene Einflüsse und radiologische Relevanz in ausgewählten Bergbaugebieten Deutschlands

282

## 7. MODELLIERUNG VON STRAHLENEXPOSITIONEN

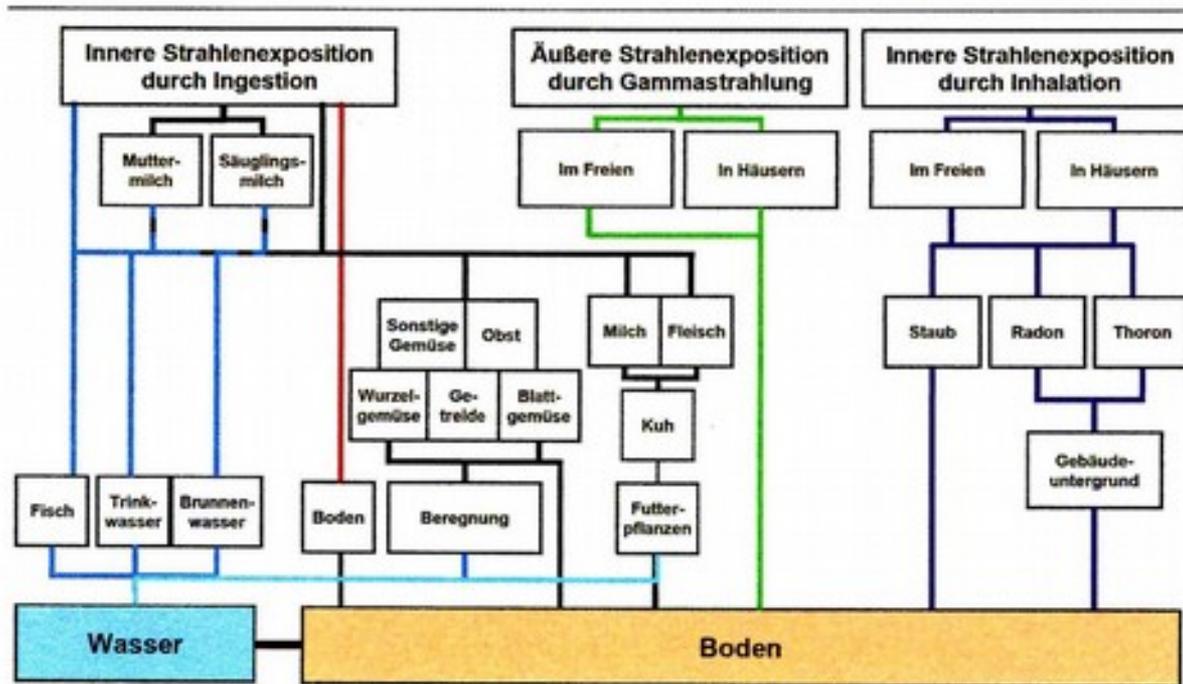
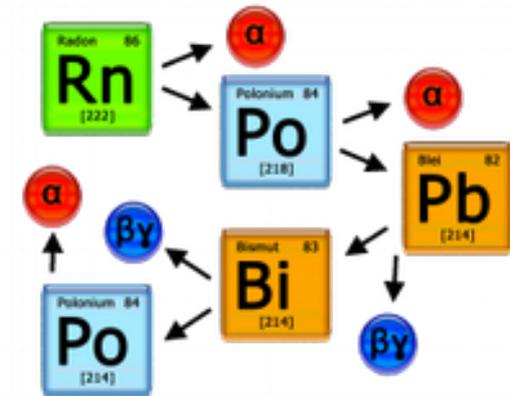


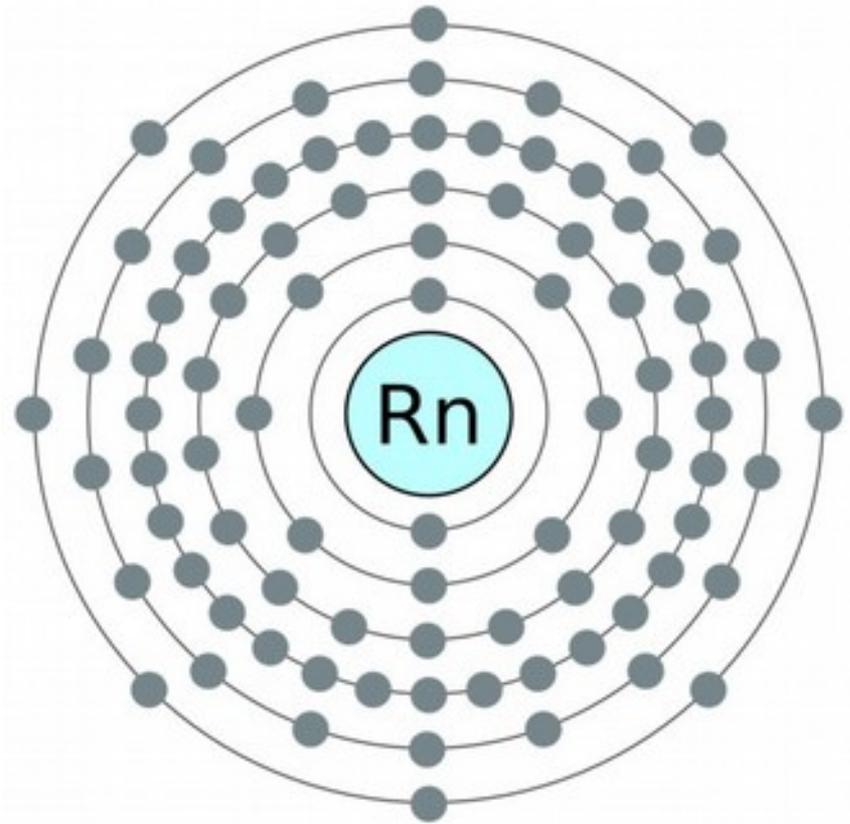
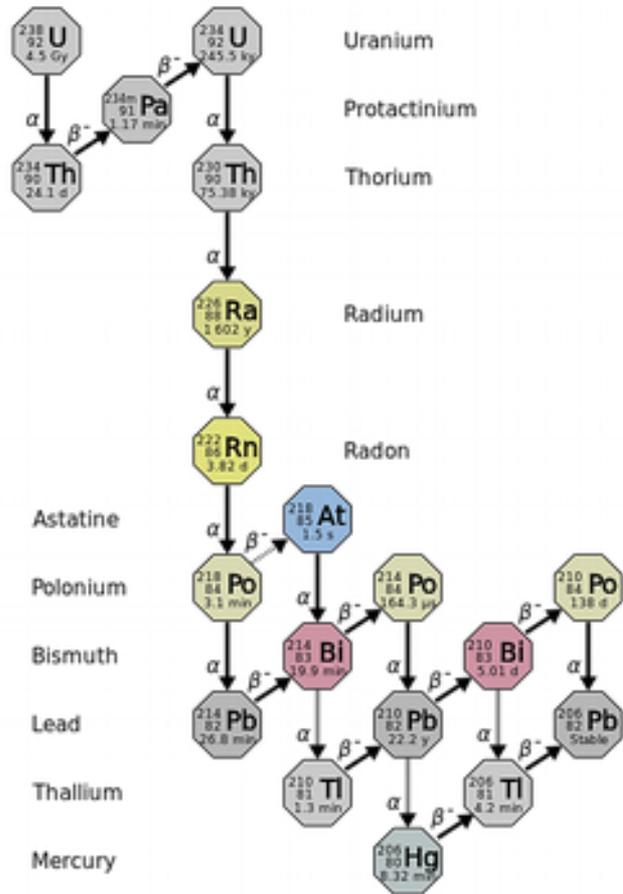
Abbildung 103. Schematische Darstellung der Expositionsszenarien und Expositionspfade nach den Berechnungsgrundlagen Bergbau [BMU99].



# Bundesamt für Strahlenschutz - [www.BfS.de](http://www.BfS.de)



# Radon 222 - Zerfallsreihe der natürlichen Radionuklide 238 Uran-Reihe



# **Becquerel (Einheit)**

## **Sievert (Einheit)**

- $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$  (d.h. ein Becquerel entspricht einem radioaktiven Zerfall pro Sekunde)
- $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Joule/kg} = 1 \text{ m}^2/\text{s}^2$  ( Körperdosis, Äquivalentdosis, Maßeinheit verschiedener gewichteter Strahlendosen bei ionisierender Strahlung)
- $1 \text{ mSv} = 0,001 \text{ Sv}$

# Radon - radioaktives Edelgas - Zerfallsprodukt aus Uran - natürliches Vorkommen im Boden - Stoffeigenschaften

- Natürlich vorkommendes, radioaktives Edelgas mit der Ordnungszahl 86
- **Geruchlos, geschmacklos, farblos, chemisch nahezu inert und ist deshalb besonders mobil, wasserlöslich, schwerer als Luft, das schwerste bekannte Gas**
- Siedepunkt:  $-61,8^{\circ}\text{C}$       Schmelzpunkt:  $-72^{\circ}\text{C}$
- Findet sich in den radioaktiven Zerfallsreihen von Uran-238 und Thorium-232 und wird dort aus dem Mutternuklid Radium gebildet
- Alle Isotope des Radons sind radioaktiv
- Das stabilste Isotop ist Radon-222, das mit HWZ von 3,8 Tagen zu Polonium-218 zerfällt
- In dieser Darstellung schließt die Bezeichnung „Radon“ die Radonisotope und deren kurzlebige Zerfallsprodukte ein
- Von den genannten Isotopen wird alpha-Strahlung emittiert – zwar sehr geringe Reichweite und Eindringtiefe, jedoch dicht ionisiert und mit relativ hoher biologischer Wirksamkeit

# Löslichkeit von Radon in Flüssigkeiten

Quelle: Radon als Tracer in aquatischen Systemen: Tobias Kluge, Fakultät für Physik und Astronomie, Ruprecht-Karls Universität Heidelberg 2005

Radon als Tracer in aquatischen Systemen 7

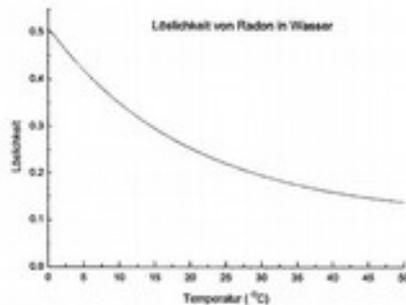
Die folgende Tabelle gibt die Löslichkeit verschiedener Gase in Wasser bei 14 °C an [Stark,1963]:

Gasart	Löslichkeit
H <sub>2</sub>	0,02
N <sub>2</sub>	0,03
O <sub>2</sub>	0,04
NO <sub>2</sub>	0,28
Rn	0,3
CO <sub>2</sub>	1,1

Tabelle 1:  
Löslichkeiten verschiedener  
Gase in H<sub>2</sub>O

Die Löslichkeit von Radon in Wasser ist temperaturabhängig und nimmt mit steigender Temperatur ab. Eine Näherungsformel für die Löslichkeit hat Weigel [Weigel,1978] (T in °C) angegeben:

$$\alpha(T) = 0,105 + 0,405 \cdot \exp(-0,0002 \cdot T) \quad (1)$$

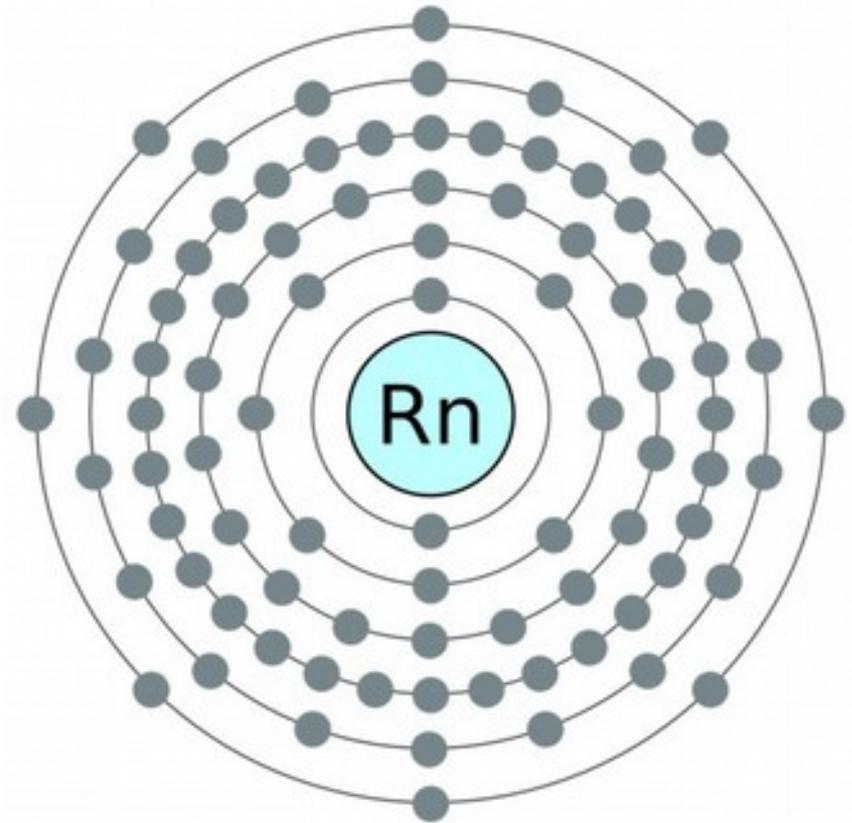
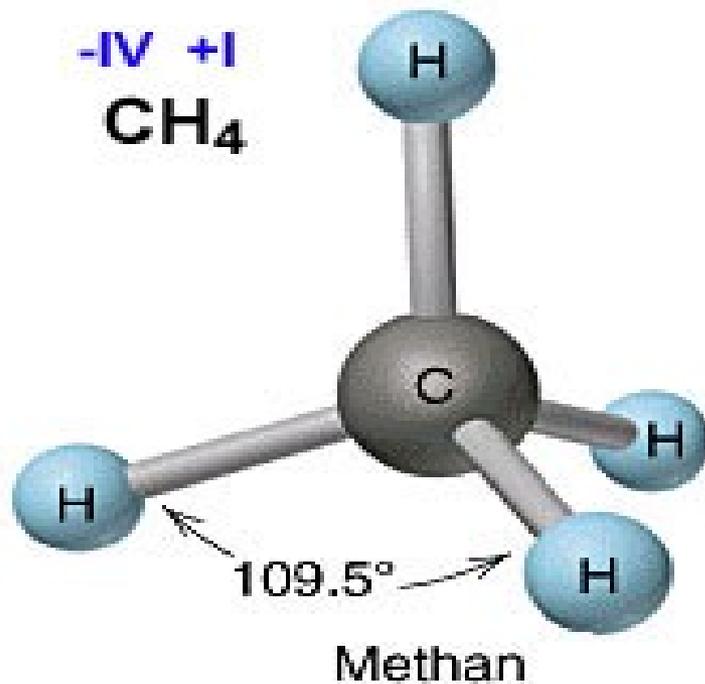


- Löslichkeit von Radon ist temperaturabhängig und **nimmt mit steigender Temperatur ab**
- Die Löslichkeit von Radon in Wasser und wasserfreien Lösungsmitteln ist unabhängig von der Radon-Konzentration im Trägergas und dessen Druck
- Unter Trägergas versteht man den Hauptbestandteil eines Gasgemisches, das zum Transport eines anderen Gases verwendet wird
- **In wässrigen Lösungen ist Radon schwerer löslich als in reinem Wasser**
- Für Salzlösungen gilt: **je höher die Salzkonzentration des Wassers, desto geringer die Löslichkeit** und je höher das Molekulargewicht des gelösten Salzes, desto geringer die Löslichkeit

# Expositionsquellen

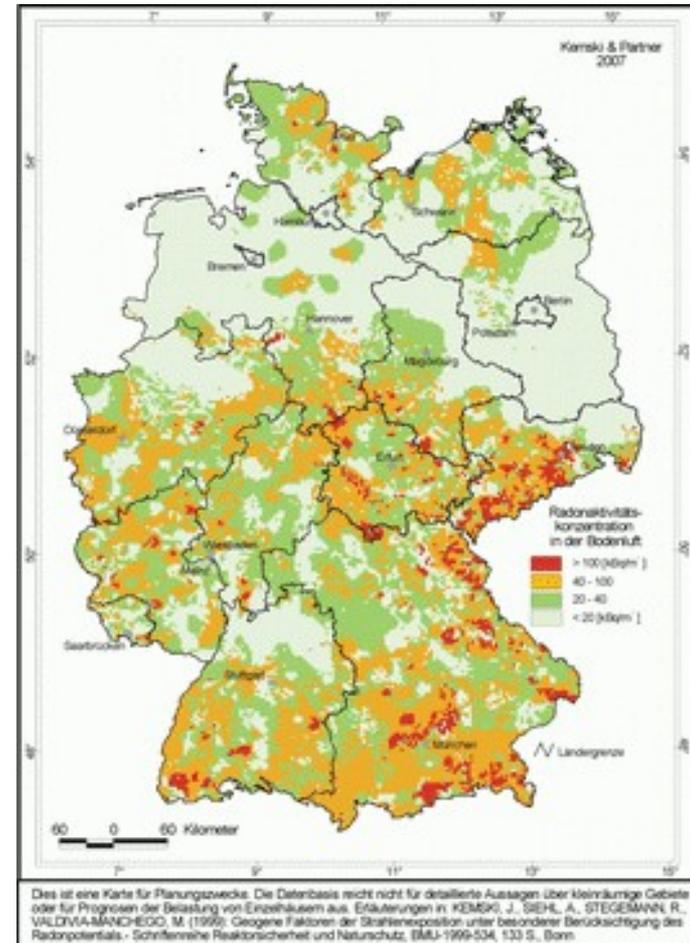
- Quellen des Radons: im Gestein und im Erdreich vorhandenes Uran und Thorium
- Es gelangt aus den oberen Bodenschichten in die Atmosphäre
- In der bodennahen Luft können erhebliche Radonkonzentrationen auftreten, die im Freien jedoch rasch verdünnt werden
- **Durch Eingriffe des Menschen in die Natur (z.B. Halden des Kohle- und Erzbergbaus) können lokal Radon -Konzentrationen vorkommen, die über das natürliche Niveau der Region hinausgehen**
- Radon kann in das Grundwasser, in Keller, Rohrleitungen, Höhlen, Bergwerke und Wasserversorgungsanlagen eindringen
- Über Undichtigkeiten in der Bodenplatte und den erdberührenden Wänden kann Radon in Häuser eindringen und sich dort anreichern (in Gebäuden treten meist deutlich höhere Konzentrationen auf als im Freien)
- In Gebäude eingedrungenes Radon kann sich über Treppenaufgänge, Kabelkanäle und Versorgungsschächte und durch Geschossdecken in höher gelegene Räume des Hauses ausbreiten

# Methan - Transportgas für Radon



# Radon-Karten für die Ermittlung des Gefährdungspotentials durch Radon

Erlauben keine Aussagen über einzelne Grundstücke oder Gebäude:  
steht zwar oft im Kleingedruckten, wird aber häufig übersehen, gelten unter vielen Fachleuten daher als unzuverlässig für Vorhersagen !



# Vom Nutzen der Bodenradon-Karten

Bernd Leißring (GEOPRAX) : Radonschutzprobleme im geologisch/bergbaulich beeinflussten Standorten  
9. Sächsischer Radontag – 11. Tagung Radonsicheres Bauen, Dresden 08.09 2015

- Mit großem Aufwand wurden in Deutschland Bodenradon-Karten erstellt und Transferfaktoren (Bodenluftkonzentration – Innenraumluftkonzentration) abgeleitet
- Für die Verringerung existierender Radonsituationen im Gebäudebestand in den Bergbauregionen des Saarlandes sind diese Ergebnisse wahrscheinlich nicht hilfreich (Anm. des Verfassers)
- Gebiete mit besonderen geologischen und bergbaulichen Gegebenheiten können zu erhöhten Radonbelastungen in der Bodenluft führen
- Sind solche Standorte durch Bebauung gekennzeichnet, sind erhöhte Radonkonzentrationen in den Gebäuden vorprogrammiert und nachgewiesen
- Durch Tracergasuntersuchungen können die Einflüsse durch das sich in den Grubengebäuden sammelnde Radon und dessen Migration in die Bebauung eindeutig belegt werden
- **Dass in Gebäuden der Gemeinden, in denen sich bergbauliche Hinterlassenschaften (Haldenaufschüttungen, tagesnahe Grubenbaue, ehemalige Schächte, gestörtes Gebirge) befinden, besonders hohe Radonkonzentrationen zu verzeichnen sind, ist eine lange bekannte Tatsache**

# Effektive Jahresdosis durch ionisierende Strahlung

Effektive Jahresdosis einer Person durch ionisierende Strahlung in mSv im Jahr 2011 in Deutschland



Quelle: Parlamentsbericht der Bundesregierung 2013 zur Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung

Stand: Juni 2013

# Radon - Biologische Effekte beim Menschen

- Inhalation von Radon führt zur hohen lokalen Belastung mit Alpha-Strahlung im Bereich der Bronchialschleimhaut
- Von Bedeutung sind die Zerfallsprodukte des Radon, die im Atemtrakt angelagert werden
- Energiereiche Alpha-Strahlung trifft die strahlenempfindlichen Zellen des Bronchialepithels mit der Folge von DNA-Schäden
- Hierdurch können Tumorerkrankungen verursacht werden
- In der Arbeitsmedizin ist das gehäufte Auftreten von Lungenkrebs-erkrankungen durch Radon und dessen Zerfallsprodukte unter der historischen Bezeichnung „Schneeberger-Krankheit“ bekannt
- **Lungenkrebserkrankungen der Bergleute sind der häufigste beruflich verursachte Strahlenschaden in Deutschland**
- **Gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse liegen für den umweltmedizinischen Bereich nur für Lungenkrebserkrankungen vor**

# **Radon von der WHO seit 1980 als krebserzeugender Stoff eingestuft**

## **Langfristige Risiken der Exposition gegenüber Radon**

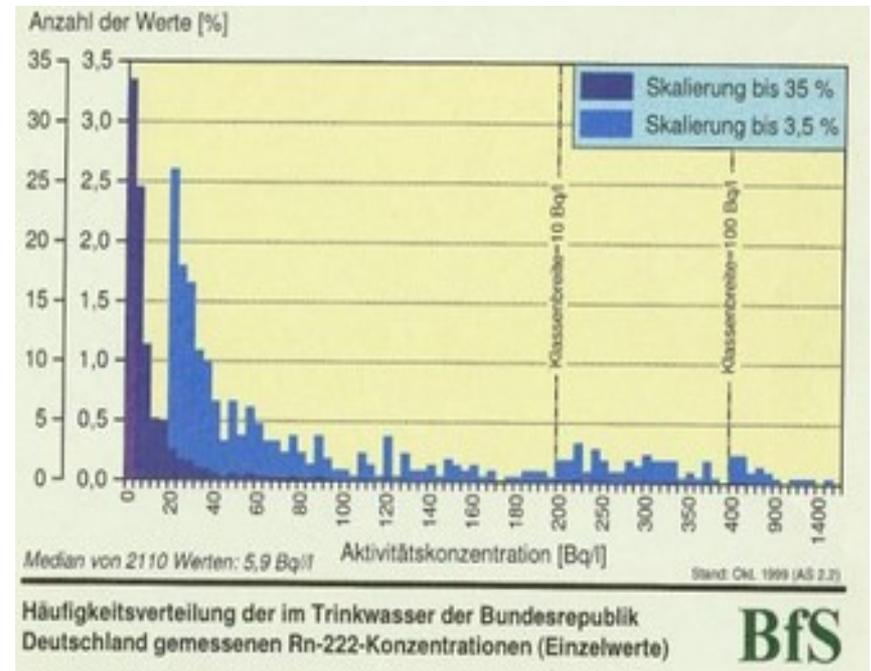
- Eine langjährige Radonbelastung, auch in niedrigen Konzentrationen, wie sie in Wohnungen vorkommen, kann Ursache für Lungenkrebs sein
- Es gibt keinen Hinweis für einen Schwellenwert
- Mit zunehmender Radonkonzentration steigt das Risiko proportional an
- Radon und Rauchen verstärken wechselseitig ihre Wirkung
- Raucherinnen und Raucher haben deshalb besonders hohes Lungenkrebsrisiko durch Radon: Verdoppelung je 1000 Bq/m<sup>3</sup>
- Gilt auch für das geringe Risiko bei lebenslangen Nichtrauchern
- Radon in Wohnungen zweithäufigste Ursache von Lungenkrebs
- Individuelles Lungenkrebsrisiko **steigt um 16% pro zusätzlichen 100 Bq/m<sup>3</sup>**
- **Für Hausbewohner in hochbelasteten Häuser ist Strahlendosis durch Radon über gesamte Lebenszeit vergleichbar mit der beruflichen Strahleneinwirkung von Uranbergarbeitern**
- Bei mittleren Radonkonzentrationen von 50 Bq/m<sup>3</sup> in Wohnräumen etwa 10% der gesamten beobachteten Lungenkrebsfälle durch Inhalation durch Radon und seiner Folgeprodukte

# Radon - Referenzwerte

- Vorliegende Daten erlauben es nicht, einen Grenzwert festzulegen, bei dessen Überschreitung ein Risiko ausgeschlossen werden kann
- Da Radon in allen Gebäuden vorkommt, stellt es ein wichtiges Gesundheitsproblem dar
- Notwendigkeit Radonkonzentrationen in Räumen, in denen sich Personen nicht nur vorübergehend aufhalten, sind so niedrig wie möglich zu halten
- Aktuelle EU-Richtlinie schreibt vor, dass Mitgliedsstaaten nationale Referenzwerte für die Radonkonzentration in Innenräumen festlegen: im Jahresmittel dürfen Aktivitätskonzentrationen in der **Raumluft 300 Bq /m<sup>3</sup>** nicht überschreiten (EU-RL 17.01.2014 bis 06.02.2018 in nationales Recht umzusetzen !)
- **Aktuelle Empfehlung (WHO):** Neubauten Planungswert **<100Bq/m<sup>3</sup>** und bei Altbauten durch Sanierung anzustreben

# Trinkwasser und Radon

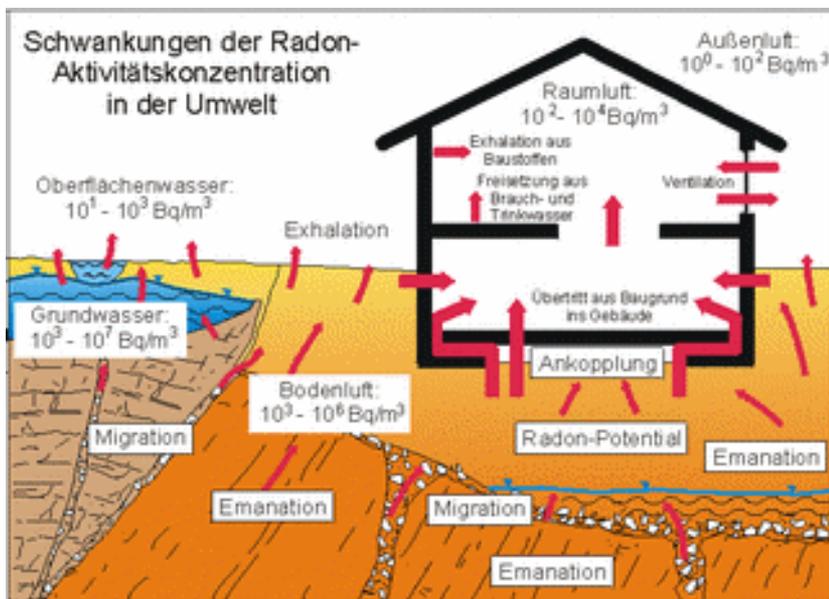
- Das aus Grundwasserleitern gewonnene Trinkwasser kann in Abhängigkeit von den lokalen geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten Aktivitätskonzentrationen natürlicher Radionuklide aufweisen, die zu Strahlenexpositionen der Bevölkerung führen, deren Höhe nicht mehr als geringfügig anzusehen ist (Strahlenschutzkommission, 2004)



# Radonmigration - Wetterlage

© [www.radon-info.de](http://www.radon-info.de)

© [www.uni-kassel.de](http://www.uni-kassel.de)



# Radoneintritt in Häuser- Transportmechanismen

© C. Schramm et al. Wismut GmbH

Beiträge tagesnaher Grubenbaue und weiterer unterirdischer Hohlräume zur Radonbelastung in Häusern –  
Grundlagen und Lösungsansätze

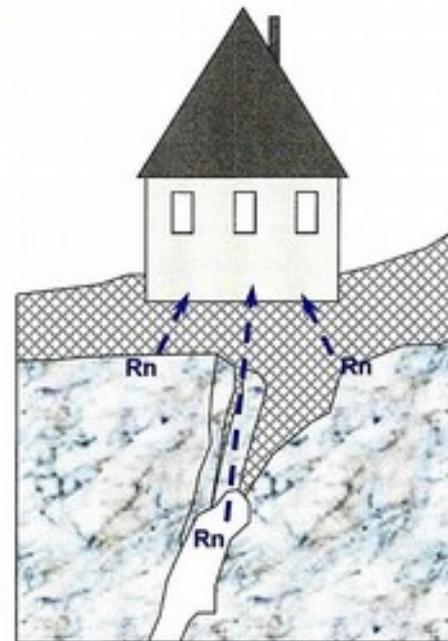
10

## Radoneintritt in Häuser – Transportmechanismen

- Der Radontransport variiert sowohl räumlich als auch zeitlich erheblich.
- Im bergbaulich beeinträchtigten Untergrund dominiert der konvektive Radontransport.
- Die Transportentfernungen können mehrere 100 m betragen.
- Triebkraft konvektiver Transportprozesse sind stets Druckdifferenzen:

$$v = - \frac{(k_p + k_R)}{\eta} \frac{\partial p}{\partial z}$$

- An der Gebäudehülle wirken prinzipiell die gleichen Transportmechanismen.
- Die Radonkonzentration in einem Gebäude wird vom Radonzufuss und vom Luftaustausch mit der Außenluft bestimmt.



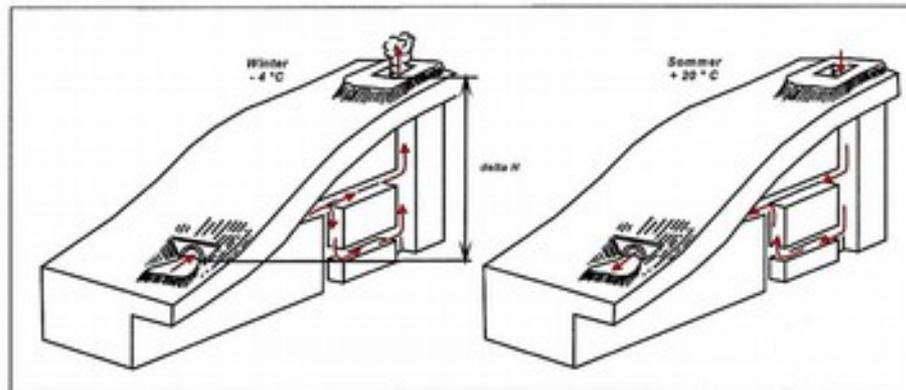
# Radoneintritt in Häuser - natürlicher Auftrieb

© C. Schramm et al. Wismut GmbH

Beiträge tagesnaher Grubenbaue und weiterer unterirdischer Hohlräume zur Radonbelastung in Häusern –  
Grundlagen und Lösungsansätze

12

## Radoneintritt in Häuser – natürlicher Auftrieb



) natürl. Auftrieb: = beruht auf Dichteunterschieden:

$$\Delta p_{\text{nat}} = (\rho_1 - \rho_2) \cdot g \cdot h ,$$

maßgeblich sind Temperaturunterschiede,

Richtung und Betrag sind zeitlich und räumlich verschieden,

Ausbildung einer druckneutralen Zone,

Beträge bis 220Pa, gemessene Differenzdrücke bis 60 Pa.

## **Die Höhe der im konkreten Fall in Innenräumen auftretenden Radonkonzentration ist im Wesentlichen abhängig von:**

- Der Beschaffenheit des Untergrundes, auf dem das Haus steht (z.B. Granitgestein)
- Der Beschaffenheit der Bausubstanz (Dichtigkeit im erdberührenden Bereich)
- Den Witterungsbedingungen und Druckverhältnissen
- Dem Luftaustausch und der Dichtigkeit von Fenstern und Türen
- Abhängigkeit von den Jahreszeiten: höhere Werte in den Herbst- und Wintermonaten !

# Bergschäden



# Bergschäden



# Bergschäden



# Radon in Baumaterialien

- In Baumaterialien kann, wie in Böden und Gesteinen, Radon gebildet werden, das teilweise in die Häuser freigesetzt wird
- Werden Baustoffe mit höherer Radonfreisetzung verwendet, kann das erhöhte Radonkonzentrationen in den Räumen zur Folge haben
- **In Deutschland spielt die Belastung durch Baumaterialien jedoch eher eine geringe Rolle**

# Radonmigration und Schließung der untertägigen Hohlräume

- Während des Steinkohleabbaus wird Methan freigesetzt
- Durch Methan kann Radon an die Erdoberfläche transportiert werden (advektiv)
- Radon besitzt als radioaktives Gas die Fähigkeit in Gebäude einzudringen
- Schließung der untertägigen Hohlräume bewirkt zunächst Störung im Gleichgewicht des Gebirgsspannungszustandes, später Veränderungen im Untergrund und nachfolgend an Bauwerken: Risse in den Wänden und in den Bodenplatten der Kellerräume
- Undichtigkeiten im Mauerwerk begünstigen die Radonmigration ->
- Erhöhung der Radonkonzentration in der Raumluft ->
- Inhalation von Radon in Bergbaugebäuden bedeutet verborgene ernsthafte gesundheitliche Gefährdung des Menschen (Lungenkrebs)

# Radon-Messungen im Saarland

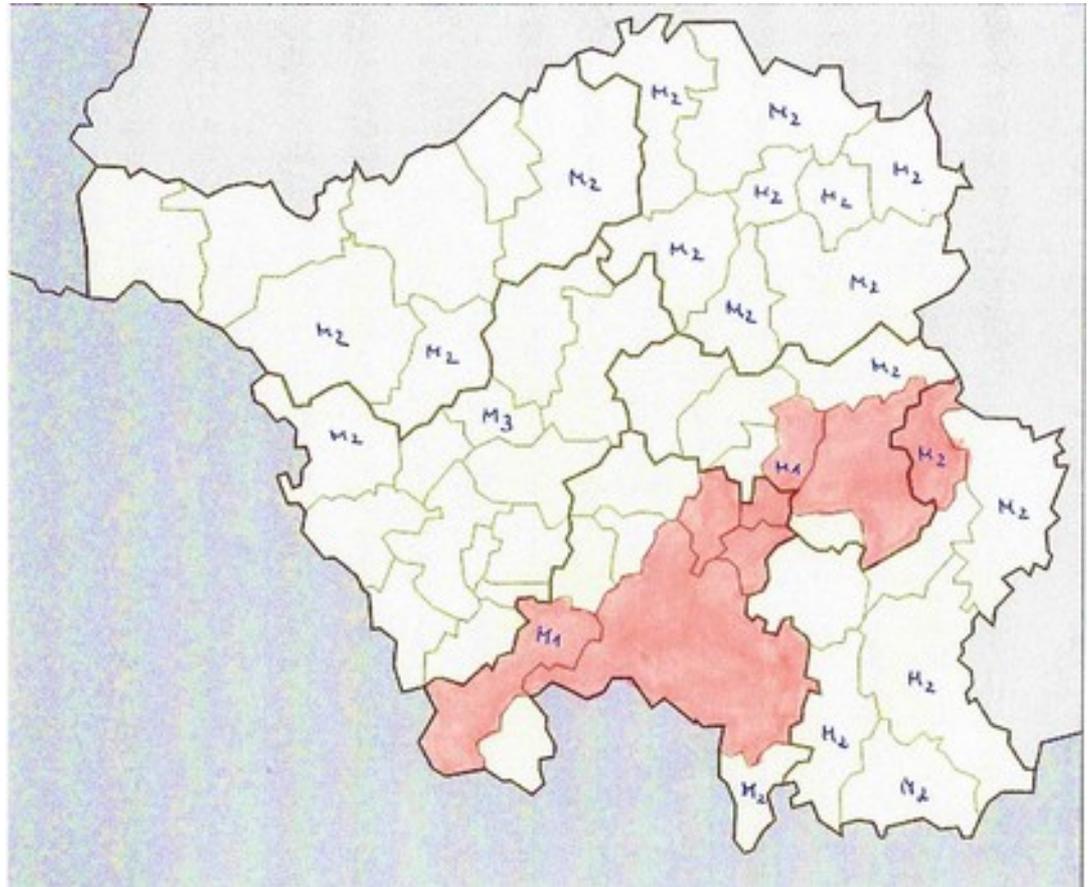


# Radonmessungen in Innenräumen im Saarland Strahlenschutzentwicklung Saarland ?

Am Problem vorbeigemessen ?

M1 und M3 Biophysik  
Universität des Saarlandes  
1996 und 2006-2008

M2 Bundesamt für  
Strahlenschutz 2001 -2003



# Regionale Verteilung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft

## Kommunen des Saarlandes mit signifikant erhöhter SIR broncho-pulmonaler Malignome

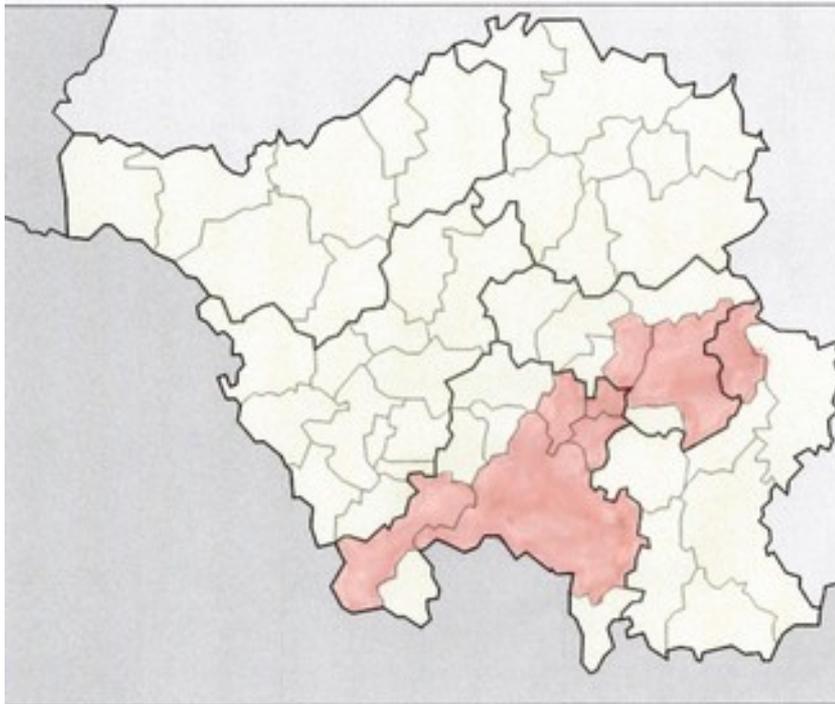
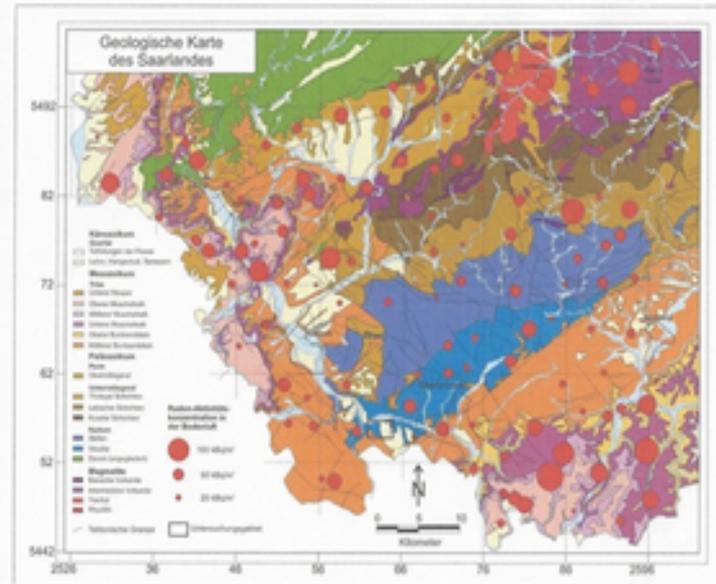


Abb. 8: Regionale Verteilung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft im Saarland (1 kg/m<sup>3</sup> = 1.000 Bq/m<sup>3</sup>), Abbildung entspricht Anlage 20 in Gutachten (11)



# Radon-Messungen im Saarland

- Erste Radonmessungen auf privater Initiative **1995** Schiffweiler
- Flächendeckende Messungen in der Gemeinde Schiffweiler durch Institut für Biophysik der Universität des Saarlandes **02/1996**: „lokale Radonmessungen im Rahmen einer Risikostudie“ (Gert Keller, Markus Schütz), (Messdauer 8 Tage) über Höhe der Radonkonzentrationen in Gebäuden über den dort anstehenden Gesteinen des Oberkarbon
- Radonmessungen im Saarland im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz in saarländischen Gemeinden **2001 - 2003** (Messzeit jeweils 1 Jahr mit Kernspurdetektoren)
- Untersuchungen zur Verteilung der Radonkonzentration in Gebäuden in Abhängigkeit von der bergbaulichen Tätigkeit in Fürstenhausen **1998** (Oberbergamt Saarland) **2002 - 2005 (DSK)**, Nalbach 2006-2008 **(DSK->RAG)** und Reisbach **2009-2010 (RAG)**

# Lokale Radon-Studie Schiffweiler 1996

- Schiffweiler liegt am Rande des saarländischen Karbongebietes
- Wie alle Sedimentgesteine enthält auch das Karbon natürliche radioaktive Mineralien in leicht erhöhter Konzentration
- Der Untergrund von Schiffweiler ist außerordentlich stark zerklüftet
- Im gesamten Gemeindegebiet kommt bankiger Sandstein vor, der schon von Hause aus zur Kluftbildung neigt
- Intensive geologische Störungen mit Versetzungen bis zu einigen hundert Metern verlaufen vor allem in Nord-Süd-Richtung durch den Ortskern
- Auch hier treten vermehrt Bruchspalten infolge bergbaulicher Tätigkeiten auf, deren Auswirkungen auf die Bausubstanz stellenweise verheerend sind
- Korrelation zwischen auftretenden Bruchspalten und erhöhten Werten wurde erkannt, flächendeckende Korrelationsanalyse nicht durchführbar, da die entsprechenden **Bruchspaltenkarten nicht zur Verfügung gestellt wurden**
- 1995 durch private Messungen: 1000 Bq/m<sup>3</sup> (WB) – 20.000 Bq/m<sup>3</sup> (K)

# Lokale Radonmessungen im Rahmen einer Risikostudie

Gert Keller und Markus Schütz Institut für Biophysik der Universität des Saarlandes 1996 - Schiffweiler

- Flächendeckende Messungen in Schiffweiler
- 202 Häuser (20%), Wohnräume und Keller, Kurzzeitdosimeter, MZ 3 Tage + LZM in allen Wohnräumen Langzeitdosimeter (März – Juni 1996)
- 116 Radon-KZM in KR+WR in Stennweiler, Landsweiler und Heiligenwald + Schulen, Turnhallen, Kindergärten und Ämter + spezielle Messungen im „Leopoldsthal“ (Schiffweiler): 90% aller Häuser (+ 35 LZM)
- Kritik der Verfasser: „Ein kompletter Nachweis über die genauen Ursachen der erhöhten Radonwerte in Schiffweiler konnte nicht erbracht werden....und andererseits an der **mangelnden Kooperation der Bergbauunternehmen.**“

# Ergebnisse Radonmessungen in Kellerräumen und Wohnräumen

KR=Kellerraum Gert Keller et al. 1996

## Ergebnisse der Radonmessungen in Kellerräumen

Für Dosisbetrachtungen sind die Radonmessungen in Kellerräumen aufgrund der geringen Aufenthaltsdauer im Keller nicht relevant. Allerdings kann aus diesen Messungen womöglich auf die Quellen des Radons geschlossen werden. Um die maximal möglichen Radonkonzentrationen zu erhalten, werden diese Messungen immer unter 'closed-door'-Bedingungen durchgeführt.

Ortsteil	Anzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert	Medianwert
Schiffweiler	210	18 Bq/m <sup>3</sup>	7691 Bq/m <sup>3</sup>	431 Bq/m <sup>3</sup>	180 Bq/m <sup>3</sup>
Landsweiler	13	31 Bq/m <sup>3</sup>	686 Bq/m <sup>3</sup>	174 Bq/m <sup>3</sup>	84 Bq/m <sup>3</sup>
Heiligenwald	35	33 Bq/m <sup>3</sup>	3398 Bq/m <sup>3</sup>	223 Bq/m <sup>3</sup>	97 Bq/m <sup>3</sup>
Stennweiler	4	115 Bq/m <sup>3</sup>	1043 Bq/m <sup>3</sup>	396 Bq/m <sup>3</sup>	212 Bq/m <sup>3</sup>
gesamte Gemeinde	262	18 Bq/m <sup>3</sup>	7691 Bq/m <sup>3</sup>	390 Bq/m <sup>3</sup>	154 Bq/m <sup>3</sup>

**Tab. 1: Zusammenfassung der Radonmessungen in Kellerräumen.**

**Antrag der B90/Grüne-Landtagsfraktion betreff: Umfassende und sachliche Information über Radonkonzentrationen daraus resultierende Gesundheitsgefährdungen - ausgegeben 10.05.2005**  
**Bezug: Radonmessungen des BfS Schiffweiler 1996 ... Bexbach 2003**

. . . . Diese hohen Radonkonzentrationen sind vermutlich bedingt durch den Bergbau in diesen Regionen. Das Umweltministerium geht jedoch von einem Mittelwert von 56 Bq/m<sup>3</sup> Luft im Saarland aus, den es rechnerisch erreicht, **indem es alle Bergbauregionen aus den jüngsten Messungen ausgenommen hat.**

Da aber besonders in Bergbauregionen häufig erhöhte Werte auftreten und die Bergbauregionen (einschließlich der oberirdischen Grubenzugänge, Wetterschächte, Abraumhalden, Absinkweiher etc.) einen erheblichen Raumanteil im Saarland ausmachen, dürfte davon auszugehen sein, dass der Mittelwert im Saarland über 56 Bq/m<sup>3</sup> Luft liegt. Einige oder zahlreiche besonders gefährliche Konzentrationsspitzen dürften noch deutlich darüber liegen...

Der Landtag des Saarlandes fordert die Landesregierung daher auf:

Die Bevölkerung des Saarlandes **umfassend und sachlich** über die im Saarland bestehende Gesundheitsgefährdung durch Radonkonzentrationen zu informieren;

.....

# Validierung der regionalen Verteilung der Radonkonzentration in Häusern mittels Radonmessungen unter Berücksichtigung der Bauweise

Kemski et al. In BMU - 2004- 641

Kemski & Partner St. Sch. 4211. Radonrauschmessungen



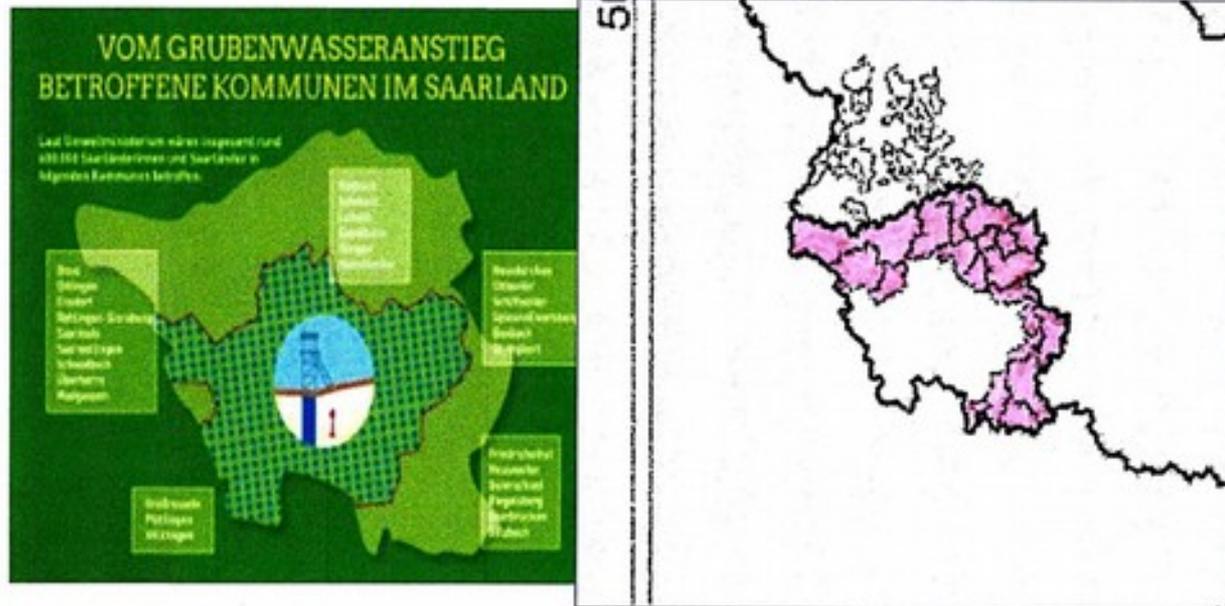
Abb. 1  
Geographische Verteilung der untersuchten Gemeinden

- 6 -



# Fehlende Radonmessungen in den vom Grubenwasseranstieg betroffenen Kommunen im Saarland !

Validierung der regionalen Verteilung der Radonkonzentration in Häusern  
mittels Radonmessungen unter Berücksichtigung der Bauweise  
Kemski et al. in BMU – 2004 - 641



## **Deutschland-weites Forschungsvorhaben BMU 2001 -2003 Radonkonzentrationen in der Raumluft - Jahresmessungen mit Kernspurdetektoren in saarländischen Gemeinden**

- Je Gemeinde ca. 20 Gebäude untersucht
- 686 Radonmessungen in insgesamt 398 Wohngebäuden
- Messungen vornehmlich im Norden und Osten des Landes, nicht jedoch im zentralen Teil mit den ausstreichenden Karbonablagerungen, in dem der Bergbau umging !

# Ergebnisse

- Median im Keller 49 Bq/m<sup>3</sup> (Anzahl Räume N=277) - Varianz ?
- Median im Erdgeschoss 37 Bq/m<sup>3</sup> (N=331) - Varianz ?
- Konzentrationen > 400 Bq/m<sup>3</sup> in 2,2% der Kellerräume und 0,9% der Erdgeschosse - Varianz ?
- Für Wohngebäude in der Raumluft existieren in Deutschland unverbindliche Richtwerte !
- Empfehlungen nationaler und internationaler Strahlenschutzbehörden sowie der EU liegen bei 100 Bq/m<sup>3</sup> im Jahresmittel im Aufenthaltsbereich

# Radonproblematik im Zusammenhang mit dem Bergbau im Saarland 1998 - 2010 - Gutachten: Auftraggeber(AG)/Auftragnehmer (AN)

- 1 Auftreten von Radon im Zusammenhang mit geplantem Abbau des Bergwerks Warndt/Luisenthal: **Oberbergamt für das Saarland (AG)** /Kemski et al. (AN) 1998 + Radonmessungen in Gebäuden (Prof. Keller, Biophysik Uni Homburg)
- 2 Raumluf-Radonmessungen in Fürstenhausen: **Oberbergamt für das Saarland (AG)** /Kemski et al. (AN) 1998
- 3 Raumluf-Radonmessungen in Fürstenhausen: **Deutsche Steinkohle AG (AG)** / Kemski et al. (AN) 2002
- 4 Raumluf-Radonmessungen in Fürstenhausen: **Deutsche Steinkohle AG (AG)** / Kemski et al. (AN) 2005
- 5 Boden-und Raumluf in Nalbach: Ist-Zustand: **DSK (AG)** / Kemski et al. 2006
- 6 Fortlaufende Radon-Raumlufmessungen in Nalbach: **DSK (AG)** / Kemski et al. (AN) 2007
- 7 Fortlaufende Radon-Raumlufmessungen in Nalbach: **DSK (AG)** / Kemski et al. (AN) 2008
- 8 Radonsituation in Nalbach während des Kohleabbaus in der Primsmulde: **RAG (AG)** / Kemski et al. 2008 (AN)
- 9 Radonbelastung in Wohnräumen der Gemeinde Reisbach: **RAG (AG)** / Kemski et al. 2010(AN)

# 1 Boden- und Raumlufmessungen in Fürstenhausen (VK) 1998

- Völklingen- Stadtteil Fürstenhausen: stark besiedeltes Areal
- Beeinflussung der Bodenluftwerte durch untertägige Abbauarbeiten wahrscheinlich, nicht auszuschließen sind Veränderungen an der Schnittstelle zwischen Baugrund und Haus in den vom Abbau unterfahrenen Bereichen, die einen Radoneintritt ins Haus begünstigen
- Karten der stehenden Zerrungszonen: räumlich weit ausgedehnte Klüftung des Untergrundes kann eine Erhöhung der Wasser- und Gaspermeabilität bis in den oberflächennahen Bereich
- Ein kanalisierter Radonaufstieg bis in den Fundamentbereich der Häuser durch zerrüttete Gesteine als Folge von Bergsenkungen oder oberflächennahen Auffahrungen kann hohe Radonkonzentrationen in der Raumluf bewirken = >neu entstandene Wegsamkeiten => erhöhtes Radonangebot (Cave: schlechter Bauzustand !)
- Hochsignifikante positive Korrelation Methan/Radon => Methan (max. bis 62 Vol%) als Transportmedium für Radon aus dem Untergrund !
- Prof. Keller, Uni Homburg, Biophysik: unplausible sehr hohe Werte, deren Ursache nicht geklärt werden konnte ?? - fehlende Risskarten ??

## 2 - 4 Raumluft-Radonmessungen in Fürstenhausen 1998 - 2005

- Raumluftmessungen in allen Kampagnen drei Monate – Spätsommer und Herbst - (Anm. d. V: Zeit der guten Durchlüftung !)
- Keller: 26 – 620 Bq/m<sup>3</sup> Fallgebiet, 30 – 275 Bq/m<sup>3</sup> Kontrollgebiet
- **Beeinflussung der Radonkonzentration in den Gebäuden durch untertägigen Abbau anzunehmen (+20% )**
- Durch Änderungen im Gefüge des Mauerwerkes wird Radonbewegung ins Haus hinein begünstigt
- **Setzungsbewegungen im vom Bergbau unterfahrenen Gebiet wirken sich zeitlich direkt auf Radonkonzentrationen aus**
- Schwerpunkt der höher belasteten Häuser folgt der Abbaurichtung der Kohle

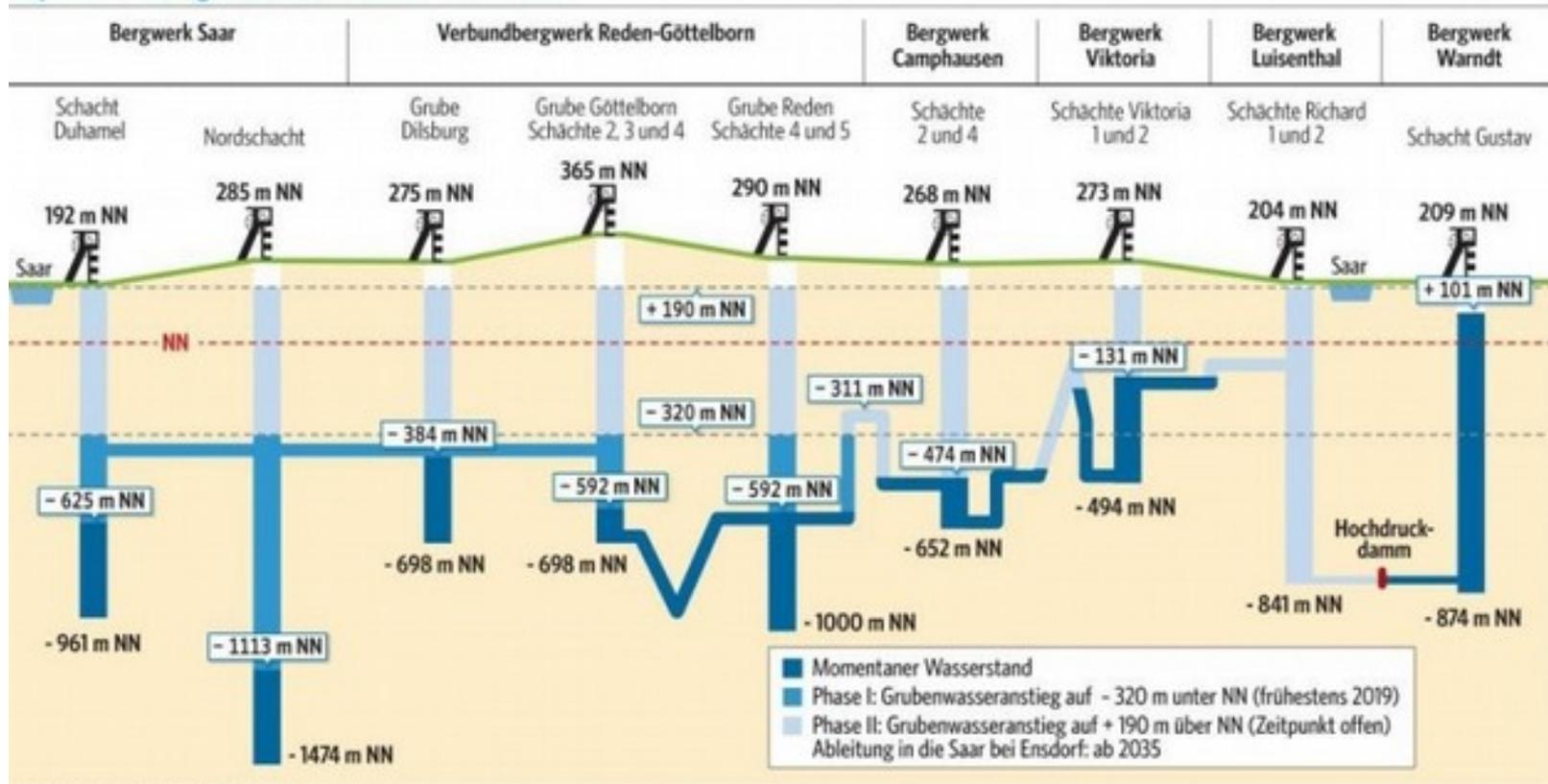
## **5 - 9 Boden- und Raumlufmessungen in Nalbach 2006 - 2008 Einstellung des Abbaues durch Verfügung der Landesregierung aufgrund schwerer bergbaubedingter Erderschütterungen am 24.02.2008**

- Nalbach, Bilsdorf, Körprich, Reisbach – Am Nordrand des Saarkarbons im Gebiet der Primsmulde
- Kohleführende Gesteine des Karbons nur noch in größerer Tiefe
- **Wie in anderen, vom Bergbau betroffenen Gebieten waren Radonkonzentrationen im Keller von Häusern mit Schäden höher**
- Ein Einfluss der Bergbau bedingten Beben-tätigkeit auf die Radonaktivitätskonzentrationen konnte nicht nachgewiesen werden (?) – weder LZ-Messungen noch die zeitaufgelösten Messungen liefern Hinweise für einen Einfluss des Bergbaus auf die Höhe der Radonkonzentration in der Raumluf (??)
- Reisbach: **Raumlufmessungen in Häusern, die von der RAG benannt wurden (!)**

# Gefahren des Wasseranstiegs

Grube Göttelborn 365m NN - Duhamel 192 m NN = 173 m Höhendifferenz

## Geplanter Anstieg des Grubenwassers im Saarland



# Wirkfaktoren - potentielle Wirkungen - Schutzgüter

Planerische Mitteilung zum Ansteigenlassen des Grubenwasserspiegels in den Wasserprovinzen Reden und Duhamel

Wirkfaktoren und potentielle Wirkungen und zu betrachtende Schutzgüter (x)

Wirkfaktor	Wirkungen	Mensch	Kultur-, Sachgüter	Boden	Wasser	Tiere, Pflanzen biolog. Vielfalt	Landschaft	Klima Luft
Bodenbewegungen	Zu erwarten, sehr geringes Ausmaß	x	x	-	-	-	-	-
Unstetigkeiten	Nur in eng begrenzten Bereichen gering denkbar	x	x	-	-	-	-	-
Erschütterungen	Keine relevanten Erschütterungen zu erwarten	x	x	-	-	-	-	-
Bergschäden	Keine signifikanten Bergschäden zu erwarten	x	x	-	-	-	-	-
Tagesbrüche	Nicht zu erwarten wg. ausreichendem Abstand zum Grubenwasserspiegel	x	x	-	-	-	-	-
Vernässungen	Nicht möglich wg. ausreichendem Abstand zum Grubenwasserspiegel	x	x	x	x	x	-	-
Trinkwasservorkommen	Keine Auswirkungen wg. großem Abstand zu GW-Leitern	-	-	-	x	-	-	-
Naturgasaustritte	Verstärkt möglich bei Methan nach Überstauen der 8. Sohle Reden	x	x	-	-	-	-	-

# Ausgasungen - Risiken des Grubenwasserkonzeptes der RAG 1

- Im Bereich der saarländischen Steinkohlelagerstätten Vielzahl von natürlichen Grubengasaustrittsstellen bekannt
- An diesen Stellen tritt CH<sub>4</sub> (Radon ?) über Tage aus, obwohl in den Grubenbauen der Saarlagerstätte aktiv Grubengas besaugt wird
- Häufig ist Bezug zwischen bergmännisch erstellten Grubenbauen und den natürlichen Austrittsstellen nicht herzustellen
- Überwachung: RAG, Bergbehörde, Stadtwerke Saarbrücken sowie die STEAG New Energies GmbH
- Erhöhter Gasaustritt über Tage an den Naturgasaustrittsstellen
- Entstehung zusätzlicher Austrittsstellen
- Eine Abschätzung der frei werdenden Grubengasmengen bzw. des Restpotentials aus dem stillgelegten Steinkohlenbergbau ist aufgrund mangelndem Datenmaterials äußerst schwierig

# Ausgasungen - Risiken des Grubenwasserkonzeptes der RAG 2

- Mit Bergwerkschließungen wird die aus stillgelegten Gruben austretende Gasmenge weiter **zunehmen**
- In alten Bergbaugebieten, in denen die Wasserhaltung eingeschränkt oder eingestellt wurde, kommt es zum Wasseranstieg unter Tage
- Bedeckt das Wasser nun die Öffnung von Entgasungsrohren, kann das weiterhin entstehende Gas nicht mehr abgeleitet werden
- Dieses Gas drängt nun durch das Deckgebirge in die Atmosphäre
- Hierbei werden Wege mit dem geringsten Widerstand genutzt
- Vermutlich sind dies Risse und Spalten, die durch den vorhergehenden Kohleabbau in großer Zahl geschaffen wurden
- Auch natürliche Störungszonen können als bevorzugte Gaswege unterstellt werden

# Ausgasungen - Risiken des Grubenwasserkonzeptes der RAG 3

- Diese diffusen Ausgasungen sind abhängig von der Wetterlage und verändern sich mit dem atmosphärischen Luftdruck
- Beim Wechsel von einem Hochdruck- zu einem Tiefdruck ist besonders mit Gasaustritten an die Erdoberfläche zu rechnen
- In alten Steinkohlenbergwerken wird permanent Gas durch Desorption freigesetzt – in alten Gruben stellt sich daher ein konstanter Gasdruck ein
- Er ist unabhängig von der Atmosphäre und durch die Möglichkeit der Gasableitung (Entgasungsort, Deckgebirge, Klüftigkeit, etc) bestimmt
- Grundsätzlich ist die Entstehung von höheren Gasdrücken zu unterstellen ( bis zu 40 Bar !)
- Bei der Migration des Gases durch das Deckgebirge wird der Weg des geringsten Widerstandes genommen – damit sind im oberflächennahen Bereich besonders Rohr- und Kabeltrassen als Verteilerwege gefährdet, die bewusst in lockeren Sand- und Kiesschichten verlegt sind, damit Regenwasser besser versickern kann

# Radon - Aussagen und Zusammenhänge - Widersprüche

Quelle: Ergänzende Einschätzung der Gefährdungen an der Geländeoberfläche durch Grubengas- und Radonaustritte während und nach dem Grubenwasseranstieg, Projekt-Abschlussbericht  
LV 030415 Prof.Dr. Wagner für das Oberbergamt des Saarlandes , Kap. 9.1 S. 1 - 47

- **Radon** ist einer der in der öffentlichen Einschätzung **am meisten unterschätzten kanzerogenen Stoffe**. Seine Schadwirkung bzw. gesundheitlichen Risiken entfaltet es aber so gut wie nicht im Freien, sondern in Gebäuden bzw. in deren Keller oder unteren Wohnebenen
- Im saarländischen Steinkohleengebirge bzw. Saarbrücker Kohlensattel existiert **kein** im Vergleich zu anderen Gebieten in Deutschland **auffällig hohes Nachlieferpotential** für Radon (??) – vgl. Prof. Dr. Keller und Markus Schütz in „lokale Radonmessungen im Rahmen einer Risikostudie“
- Aufgrund kurzer Zerfallszeit der verschiedenen Isotope zerfällt Radon bei langen Fließzeiten oder großer Entfernung schon auf dem Transportweg, so dass die Emanation in großen Tiefen in der Regel keine Bedeutung für den Austritt übertage hat. Auch das im Wasser gelöste Radon zerfällt bei langen Fließzeiten bzw. großen Transportwegen auf dem Weg zur übertägigen Auslaufstelle bereits weitgehend
- Von einigen wenigen Ausnahmen abgesehen, sind vorhandene Austritte an der Geländeoberfläche auf struktureologische Auffälligkeiten begrenzt
- **Stärkere Erschütterungen** können eine **Mobilisierung** und schlussendlich auch **erhöhte Konzentration** von Radon und **stärkere Austritte** an die Geländeoberfläche **und in Gebäuden** verursachen. Deshalb ist eine erhöhte Überwachung übertage nach stärkeren Erschütterungen im Verlauf des Grubenwasseranstiegs angebracht
- Die Örtlichkeiten mit höherem Radonrisiko sind schon jetzt weitgehend bekannt. Es ist aber nicht auszuschließen, dass einige **neue Austrittsstellen** in schon eingrenzbaeren vermuteten Bereichen **hinzukommen** können
- Die Austritte und Konzentrationen werden im Zuge des Grubenwasseranstiegs temporär ansteigen, dann aber mit hoher Wahrscheinlichkeit dauerhaft zurückgehen und unter die Messwerte, die aktuell zu messen sind, fallen (??)
- Es ist nicht auszuschließen, dass auch nach dem Grubenwasseranstieg noch **Lokalitäten mit erhöhten Radonaustritten**, wenn auch in geringer Zahl, bestehen bleiben und vereinzelt auch **nicht tolerierbare Konzentrationen in Gebäuden** verursachen können, die dann Anlass für Minderungsmaßnahmen geben

# Gefährdungen durch Grubengas- und Radonaustritte

## Aussagen - Widersprüche

**Prof. Wagner: Ergänzende Einschätzung der Gefährdungen an der Geländeoberfläche durch Grubengas- und Radonaustritte während und nach dem Grubenwasseranstieg Kapitel 9 Projekt-Abschlussbericht LV 030415 für das Oberbergamt des Saarlandes**

- ...die Kohle im Saarland in großen Bereichen und im Vergleich zu Teilen der Kohlenlagerstätte im nördlichen Ruhrgebiet.. Eine geringere Inkohlung erfahren. Damit verbunden ist der **höhere Gehalt an flüchtigen Bestandteilen in der Saarkohle und folglich das grundsätzliche, geochemisch bedingte Ausgasungspotential für diese Kohle-Reifungsstufe merklich höher**
- ... Im saarländischen Steinkohleengebirge bzw. Saarbrücker Kohlensattel existiert **kein im Vergleich zu anderen Gebieten in Deutschland auffällig hohes Nachlieferpotential für Radon**

**Prof. Keller: Institut für Biophysik, Universität des Saarlandes, Homburg/Saar: Lokale Radonmessungen im Rahmen einer Risikostudie - Schiffweiler 1996**

- ...Wenn bekannt ist, dass an den Gas-Absaugstationen bis zu 20 Millionen Bq pro Stunde an Radon abgegeben werden, so wird das **riesige Radonpotential im unterirdischen Schacht- und Stollen-System** erkennbar
- ...Für die Höhe der Radonwerte in Wohnungen ist im allgemeinen das Radonpotential des Erdreiches verantwortlich, d.h. wieviel Radon kann das Erdreich an die Häuser liefern. Ein hohes Radonpotential des Erdbodens ist vor allem in solchen Gebieten zu erwarten, in denen das Erdreich relativ hohe Uran-Radium-Konzentrationen (Granit, Porphyry, Feldspat, Rotliegendes usw.) aufweist und **-oder** - in denen bevorzugte Wege für einen raschen Transport des Edelgases durch das Erdreich zu finden sind (**geologische Verwerfungen, Spalten**, hoher Grundwasserspiegel, **poröse Erdschichten**, Vulkanismus, **Bergbau** usw.)

# **Methangas - Wie entsteht es und welche Risiken sind damit verbunden ?**

- Geruchloses, ungiftiges Gas, das bei der Kohleentstehung (Inkohlung) gebildet hat, Methan ist leichter als Luft
- Durch Beimischung von Schwefelwasserstoff, der hochgiftig ist, entsteht Geruch nach faulen Eiern
- Findet sich als freies Gas in Rissen, Klüften und Poren, als adsorbtiv gebundenes Gas an der inneren Oberfläche der Kohle bzw. des Nebengesteins
- Methan ist hochexplosiv und eine Gefahr für Bergleute und über Tage Gefahr für die Bevölkerung des Saarlandes heute und in Zukunft
- Auch nach Schließung der Schachtanlagen wird Methangas immer mehr zu einem Problem, denn auch nach Stilllegungen wird weiterhin Gas frei
- Methan wird zum Teil durch Entgasungsleitungen, die in einigen Schächten verblieben sind, kontrolliert in die Umwelt abgegeben
- Eine Flammenrückschlagsperre verhindert die Rückzündung in das Bergwerk

# Kohleflözgas

Quelle: Tabelle 9.1: Gliederungsübersicht für Kohleflözgas in Wagner J. : 9 Ergänzende Einschätzung der Gefährdungen an der Geländeoberfläche durch Grubengas- und Radonaustritte während und nach dem Grubewasseranstieg

**Tabelle 9.1:** Gliederungsübersicht für Kohleflözgas. Entsprechend Ihrer Herkunft enthalten die Gase unterschiedliche Gehalte an Einzelsubstanzen. (KWs = Kohlenwasserstoffe)

<i>Flözgas</i>		<i>Grubengas</i>	
Coalbed Methane CBM	Coalseam Methane CSM	Coalmine Methane CMM	
Gas aus unver- ritztem Gebirge	Gas aus dem aktiven Bergwerk	Gas aus dem stillgelegten Bergwerk	
Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%	
CH <sub>4</sub> 90 – 95 %	CH <sub>4</sub> 25 – 60 %	CH <sub>4</sub> 60 – 80 %	
CO <sub>2</sub> 2 – 4 %	CO <sub>2</sub> 1 – 6 %	CO <sub>2</sub> 8 – 15 %	
CO 0 %	CO 0.1 – 0.4 %	CO 0 %	
O <sub>2</sub> 0 %	O <sub>2</sub> 7 – 17 %	O <sub>2</sub> 0 %	
N <sub>2</sub> 1 – 8 %	N <sub>2</sub> 4 – 40 %	N <sub>2</sub> 5 – 32 %	
höhere KWs in Spuren	höhere KWs in Spuren	höhere KWs in Spuren	

Die großen offenen Hohlräume in den saarländischen Kohlegruben (Strecken, teilverstürzte Abbaubereiche, Schächte) oder mit Füllmaterialien hoher Porosität versehene Hohlräume sind in aller Regel die Zonen, in den hinsichtlich der Gasdrücke entweder natürliche oder künstlich hergestellte Depressionen anzunehmen sind und zu denen folglich ein in der Regel relativ langsamer, aber permanenter Zustrom von adsorptiv gebundenem Gas stattfindet. Diese Orte bilden ein weit reichendes „Drainage-System“ für Grubengas und liefern grundsätzlich gute Voraussetzungen für eine effiziente Gasabsaugung. Das Gas verhält sich hier deutlich ähnlicher als das davon weit im Gebirge befindliche bei Vergleich mit klassischen Kohlenwasserstoff-Lagerstätten und dem dort gespeicherten Gas.

# Wie groß sind die Methangasvorkommen im Saarland ?

- Wie groß die freiwerdenden Mengen bzw. die Potentiale aus dem stillgelegten Steinkohlebergbau sind lässt sich **wegen fehlenden Datenmaterials kaum abschätzen**
- **Über die Zeitdauer der Ausgasung liegen bis heute noch keine Erkenntnisse vor**
- In Bergwerken, die vor mehr als 20 Jahren geschlossen wurden, steigt die freiwerdende Gasmenge, im Saarland 2003: 300 Mio. Nm<sup>3</sup> Grubengas
- **Die Größe der Gasvorkommen ist noch nicht genau erforscht**
- „Infolge ihres hohen Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen gilt die Saarkohle... bei Fernstehenden nicht als vollwertig“ (Dr. W. Gollmer in :Der Steinkohlenbergbau an der Saar 1936, Verlag W. Ernst Berlin)
- Kohle im Saarland hat in großen Bereichen und im Vergleich zu Teilen der Kohlenlagerstätten im nördlichen Ruhrgebiet bzw. bei Ibbenbüren eine geringere Inkohlung erfahren. Damit verbunden ist der höhere Gehalt an flüchtigen Bestandteilen in der Saarkohle und folglich das grundsätzliche, geochemisch bedingte Ausgasungspotential für diese Kohle-reifungsstufe höher
- „Da dennoch eine **Veränderung oberflächennaher Ausgasung nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann**, sind nicht nur an den Tiefbauschächten, sondern auch an den historischen Tagesöffnungen...Monitoring-Maßnahmen durchzuführen. Werden ausgasungstechnische Veränderungen erkannt, sind weitergehende, auf den Einzelfall zugeschnittene Maßnahmen zu ergreifen“ (Dr. Meiners in: DMT Begutachtung und sicherheitstechnische Begleitung des Grubenwasseranstiegs in den Wasserprovinzen Reden und Duhamel...im Hinblick auf Fragen der Ausgasung PFG-Nr. 351 001 16, 04/2016)

# Gasaustrittsstellen im Saarland

- Der Bergbehörde sind zahlreiche Gasaustrittsstellen bekannt
- Schwerpunkte: Raum Fürstenhausen, Altenkessel und Neunkirchen
- 2006 wurden rund 304 Mio m<sup>3</sup> Methangas abgesaugt
- Landtag des Saarlandes Drucksache 15/733 (15/560)  
14.01.14            15. WP: “Radon-Ausgasungen sind im Zusammenhang mit Grubengasaustritten bekannt. Entsprechende Untersuchungen hierzu stehen noch aus“ (Antwort der Landesregierung auf Anfrage der Abgeordneten Dr. Simone Peter (B90/Grüne))

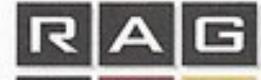
# Naturgasaustrittsstellen

Quelle RAG

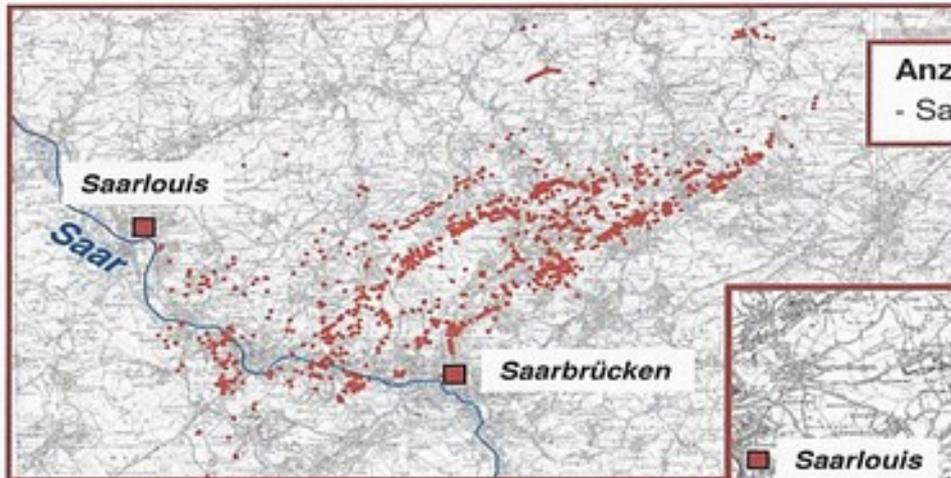


# Altbergbau / oberflächennaher Bergbau

## Grubenwasserhaltung Saar



Altbergbau - Alte Schächte / Oberflächennaher Bergbau  
Bei Bedarf rechtzeitige Sicherung

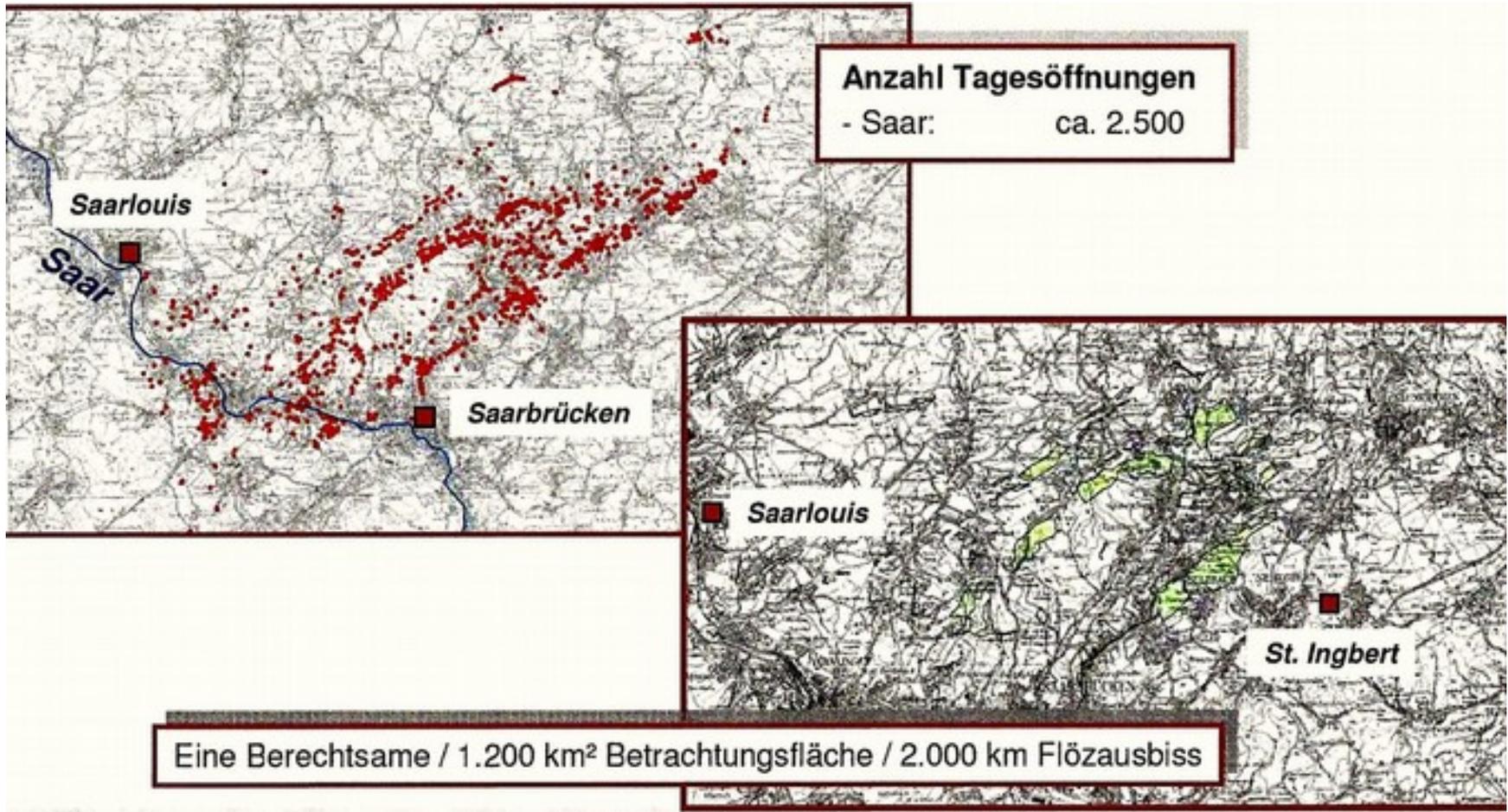


Anzahl Tagesöffnungen  
- Saar: ca. 2.500



Eine Berechtsame / 1.200 km<sup>2</sup> Betrachtungsfläche / 2.000 km Flözausbiss

# Tagesöffnungen Altbergbau



**Die Frage, ob nach einem mehr oder weniger vollständigen Anstieg des Grubenwassers mit erhöhten Methanausgasungen an der Tagesoberfläche gerechnet werden muss, ist **in der Fachwelt umstritten****

### **Physikalische Betrachtungsweise**

- Wasserdruck in dem nunmehr wassergesättigten Gebirge ausreichend, um einem weiteren Freisetzen von Methangas aus dem Steinkohlengebirge entgegen zu wirken

### **Chemische Betrachtungsweise**

- Warme, hoch salinares und damit reaktives Grubenwasser ist geeignet, aus der Kohlenlagerstätte dauerhaft bakteriologisches Methangas freizusetzen

# KPMG-Gutachten 2006 : Risiken

- Hochdrücken von Methangas (Radon ?) an die Tagesoberfläche
- Gefahr von Tagesbrüchen
- Heben der Tagesoberfläche
- Verunreinigung von Trinkwasservorkommen

## **Methan bzw. Gasgemische sind Trägermedium für Radon aus der Tiefe**

- Radon wird advektiv mit Methan als Trägergas transportiert
- CH<sub>4</sub>-Austrittsstellen sind somit Orte potenziell erhöhter Radonkonzentrationen mit hochsignifikanter Korrelation
- Erfolgt ein Methanaustritt in der Umgebung von Gebäuden, kann das Auftreten hoher Radonwerte in der Innenraumluft in den entsprechenden Häusern nicht ausgeschlossen werden
- Ein kanalisierter Radonaufstieg bis in die Fundamentbereiche der Häuser durch zerrüttete Gesteine als Folge von Bergsenkungen oder oberflächennahen Auffahrungen kann hohe Radonkonzentrationen in der Raumluft bewirken
- Prof. Jürgen Wagner ( 10.01.2018 Merchweiler, SZ): In Saarbrücken und Fischbach müsse man mit erhöhtem Austritt von Methan rechnen , Geländehebungen aus hydraulischen Gründen in Sulzbach, Neunkirchen, Saarbrücken und St. Ingbert

# INFLUENCE OF UNDERGROUND MINING ON THE GEOGENIC RADON POTENTIAL

R. Klingel, J. Kemski, Institute of Geology, Bonn University

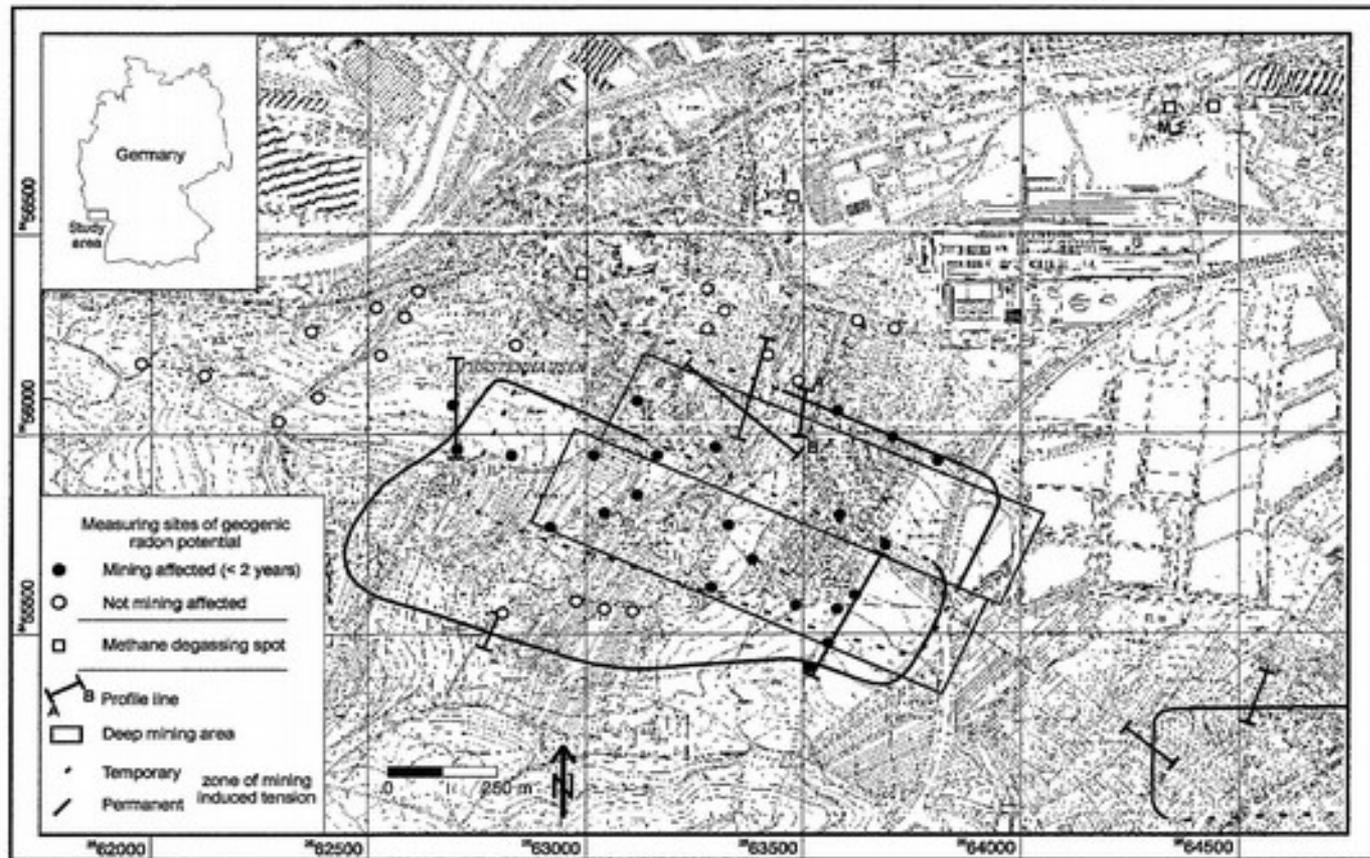


Figure 1: Map of measuring sites in the study area

„A positive correlation between methane and radon degassing spots is probably caused by a CH<sub>4</sub> flow, which collects radon from the soil and carries it up to the surface“

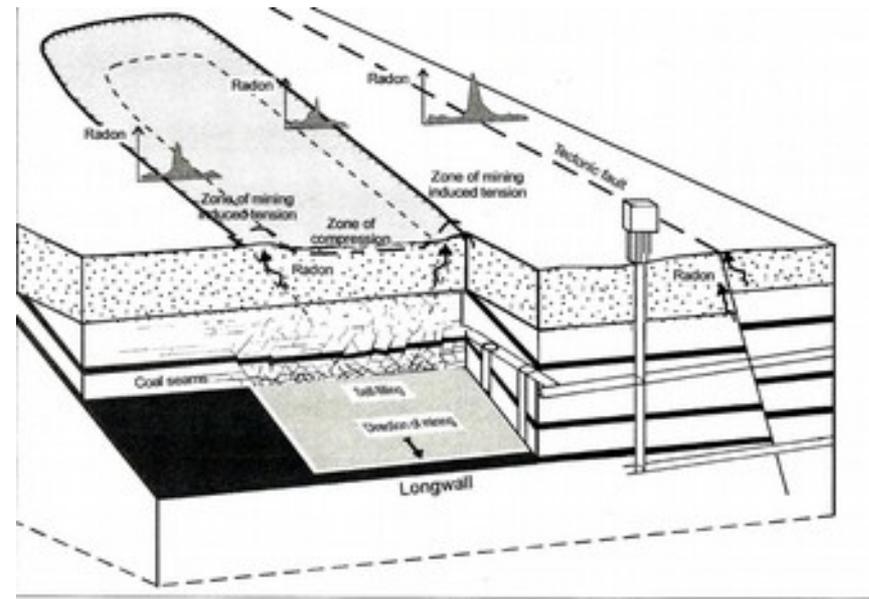


figure 3: Radon migration above deep mining affected areas and tectonic faults (modified after Palm, 1993)

Quelle: R. Klingel, J.Kemski : Influence of underground mining

# Radon in Innenräumen - Saarland 100 Häuser

Quelle: R. Klingel, J. Kempfski: Influence of underground mining on the geogenic radon potential

	control group	case group		control group	case group
	basement			ground floor	
n	37	61		40	58
min [Bq/m <sup>3</sup> ]	24	26		18	13
10 pc [Bq/m <sup>3</sup> ]	34	35		27	25
median [Bq/m <sup>3</sup> ]	60	85		47	48
90 pc [Bq/m <sup>3</sup> ]	109	164		102	122
max [Bq/m <sup>3</sup> ]	275	910		320	276

figure 6: Statistics of indoor radon concentration

### 9.7 Konkrete potenzielle Risikogebiete

Während der Phase des Wasseranstieges bis zum Erreichen des quasi-stationären Grundwasserspiegels werden in den Saargruben auch diejenigen Teufenbereiche im Untergrund, die bisher weitgehend ausgegast sind, zeitweise wieder erhöhte Gasmengen beinhalten. Die derzeitige Teufengrenze, oberhalb der der Schichtenverband derzeit weitgehend entgast ist, ist differenziert zu sehen, wie die Beispiele der in nachfolgender Tabelle genannten Tiefbohrungen zeigen:

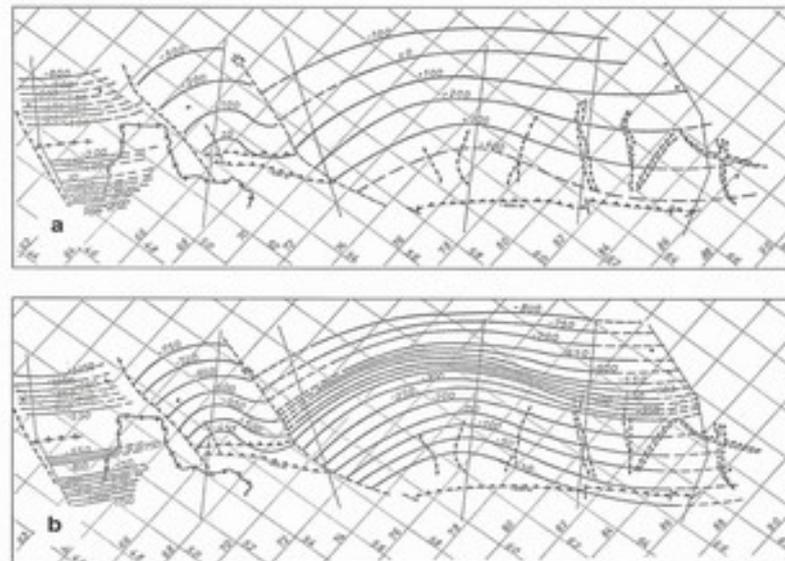
**Tabelle 9.3:** Teufenlage des Punktes, ab dem oberhalb gelegene Schichten in verschiedenen Tiefbohrungen großflächig weitgehend entgast sind (was jedoch nicht bedeutet, dass zur Oberfläche Gas abführende Wege nicht existierten):

Name der Tiefbohrung	Teufe mit $\pm$ vollständiger Entgasung oberhalb
Zehwald	65 m
Fürstenhausen Völklingen	400 m
Wemmetzweiler-Nord	430 m
Leopoldsthal-Nord	500 m
Hirschgestell	620 m

Der Gasanstieg beginnt in allen Tiefbohrungen bei einer Inkohlung zwischen etwa 3,5 und 4 % hygroskopischem Wasser des Vitrits. Bestimmt man auf der Inkohlungskarte und in Schnitten durch das Saarkarbon das Einfallen der 3,5 %-Inkohlungsfläche und stellt diese Fläche als Höhenlinien dar, so erlaubt dies eine, allerdings grobe, Veranschaulichung der räumlichen Lage des weitgehend ausgegasteten saarländischen Steinkohleengebietes. Detaillierte Betrachtungen bestehen für verschiedene Grubenfelder und sind bei der Bergbehörde oder in entsprechenden Gutachten bereits beinhaltet. Die hier beschriebene Vorgehensweise ist jedoch ein Versuch der Verallgemeinerung der Situation und einer Einschätzung für das ganze bzw. für große Teile des Saarkarbons und nicht umgekehrt, also nicht der Detaillierung.

Wird dann von den Höhenangaben dieser Karte der Meter-Betrag der Gasanstiegsspanne subtrahiert und auf einer zweite Karte dargestellt, so beschreibt diese die Fläche, unterhalb der mit mehr oder weniger konstantem Gasinhalt gerechnet werden kann. Auch diese Karte ist verallgemeinernd, nur orientierend und berücksichtigt nicht lokale Besonderheiten. Die Spanne von ausgegasteten Sedimenten bis zu solchen mit konstant hohem Inhalt beträgt im Mittel für Schichtenfolgen, die ausschließlich von Westfal-Ablagerungen aufgebaut werden 465 m, für Folgen mit Stefan-Beteiligung (z. B. Leopoldsthal-Nord, Wemmetzweiler-Nord) 675 m. Bei der Konstruktion der zweitgenannten Karte wurde daraufhin die Schnittlinie der Westfal-Stefan-Grenze an der 3,5 %-Inkohlungsfläche konstruiert und auf der nördlichen Seite die größere Spanne, auf der südlich gelegenen die geringere Spanne subtrahiert. Diese Grenze stellt einen allmählichen Übergang dar und ist in der Aufsicht durch die Höhenlinienscharung erkenntlich.

Die beiden oben erläuterten Übersichtskarten sind in Abbildung 9.10 auf der Folgeseite wiedergegeben.



**Abb. 9.10:** a: Teufenlage der Fläche, oberhalb der im ersten Ansatz von  $\pm$  ausgegasten Schichten ausgegangen werden kann.  
b: Teufenlage der etwaigen Fläche, unterhalb der mit  $\pm$  konstantem Gasinhalt gerechnet werden kann.  
Die Angaben an den Isolinen sind Höhenangaben in Metern mit Bezug auf NN.

Hinsichtlich der in der Realität festzustellenden Abweichungen von obigen stark vereinfachten Darstellungen und der Gründe hierfür müssen folgende wichtige Einflussfaktoren, die teils maßgeblichen Einfluss für einen auch nach dem Grubenwasseranstieg erhöhten Gasaustritt haben, angesprochen werden:

- 1.) Tektonik (insbesondere Kuppel-/Sattelstrukturen und hydraulisch absperrende Störungen, wie sie etwa im nordöstlichen Bereich des saarländischen Karbonsattels im Gebiet um Frankenholz bestehen - vgl. nachfolgende Darstellungen)

- 2.) Lagerungsverhältnisse (etwa großräumlich starke Verstellungen des Schichteinfallswinkels; Beispiel: südöstlicher Abbaubereich von Camphausen - vgl. nachfolg. Darstellungen)
- 3.) Kohlenart und Gasdruck (die geringer inkohlten oberen Flammkohlenbereiche im saarländischen Verbreitungsgebiet des Stefan, d. h. die betreffenden Bereiche der Gruben Göttelborn und Ens Dorf in denen vorrangig die Flöze Lummerschied, Wahlschied und Grangeleisen abgebaut wurden, haben unbedeutende Gasinhalte)
- 4.) Teufenlage
- 5.) Stratigraphie und Lithologie (Manche Schichten - etwa das Holzer Konglomerat im Netzbachtal - übernehmen die Rolle als gering(er)permeable Deckschicht; zudem ist die Durchlässigkeit in der Schichtebene im Saarkarbon sehr erheblich größer als senkrecht dazu)
- 6.) Durchbaugrad (hoher Durchbaugrad geht meist mit hoher Gasdurchlässigkeit einher)

Im Zuge der Abklärung von Abhängigkeiten zwischen Gasinhalt auf der einen und den fünf o. g. Einflussfaktoren auf der anderen Seite können Tektonik und Lagerungsverhältnisse bei grundsätzlich gleich hohem Gasinhalt eines Lagerstätten großraums als zu den wichtigsten Abhängigkeiten gehörend angesehen werden, die in erster Linie für Unterschiede der Gasführung in der Schichtebene verantwortlich sind. Messwerte sind nur schwer über größere Entfernungen extrapolierbar, sondern kennzeichnen nur relativ eng umgrenzte Gebirgsschollen. Mittelbar sind damit auch unerwartet hohe Gasinhalte in geringer Teufe erklärbar.

Für einige Gebiete im Saarkarbon treffen die o. g. Punkte allenfalls in geschwächter Ausprägung zu, so dass in diesen Gebieten grundsätzlich eher nicht mit einer kritischen Ausgasung zu rechnen ist. So etwa sei angemerkt, dass im Bereich westlich der Grube Göttelborn Richtung Ens Dorf kleinräumlich relevante Flexuren und abgeschlossene Sattelbildungen praktisch nicht bestehen. Lediglich die Großraumstruktur als Nordwestflanke des Saarbrücker Sattels mit dem Auslaufen in die Primsmulde ist ausgebildet sowie bruchtektonische Störungen in dieser Flanke. Somit existieren einige der klassischen Gasfallentypen nicht. Ferner sind in diesem Bereich nur relativ unbedeutende Gasinhalte in den oberen Flammkohlenbereichen zu messen.

Im Bereich des Netzbachtales trifft hingegen der Anreicherungsgrund Lithologie zu (Konglomerat), so dass die ohnehin dort bekannten und starken Gasaustritte mit dem Anstieg des Grubenwasserspiegels temporär eine weitere Erhöhung erfahren können/werden.

Störungen mit Gas haltender Funktion sind meist durch eine sehr dichte Sprungmasse gekennzeichnet und begrenzen Teilschollen des Gebirges mehr oder minder allseitig. Trotz annähernd gleicher Teufe und gleicher Inkohlung differieren darum die Werte verschiedener Schollen beträchtlich, wenn einmal Gas entweichen konnte und im anderen Fall die Gebirgsscholle durch solche Verwerfungen/Sprünge isoliert ist. - Störungen mit Gas abführender Funktion stellen Leckagen für Gebirgsteile dar, sind aber meist nur dann relevant, wenn neben der guten Durchläs-

sigkeiten auch große gespeicherte Gasvolumina in ihrem Nahfeld bestehen. Beide Voraussetzungen sind anhand einiger recherchierter konkreter Gegebenheiten dann der Fall, wenn bei geeigneten Lagerungsbedingungen ein direkter Anschluss an Kohlenflöze gegeben ist.

Beim Ausstreichen von hochdurchlässigen Schichten oder Kohleflözen an der Tagesoberfläche ist mit der im Vergleich zur vertikalen Durchlässigkeit höheren horizontalen Durchlässigkeit eine tief greifende Ausgasung einhergehend. - Abgeschlossene Antiklinalstrukturen sind für eine Gasanreicherung grundsätzlich prädestiniert.

Unter Bezugnahme auf die bisherigen Erläuterungen sowie auf die unveröffentlichte Arbeiten zur Interpretation von Gasinhaltsmessungen in Tiefbohrungen und Abbaufeldern als Grundlage für die Erstellung einer Gasinhaltskarte des Saarkarbons (WAGNER, J., 1978 [95]) werden an dieser Stelle neben denjenigen Lokalitäten, welche den Bergbehörden ohnehin bekannt sind und an denen entsprechende Untersuchungen, Überwachungen und Maßnahmen seit langem durchgeführt werden, folgende Stellen für eine zukünftig erhöhte Aufmerksamkeit im Zuge während und nach dem Grubenwasseranstieg genannt:

#### Bergwerk Reden, Felder Waldwiese, Emsenbrunnen und Feld Ziehwald:

Die beiden Felder Waldwiese und Emsenbrunnen werden weitgehend durch drei bedeutende Störungen isoliert, und zwar durch den Aeacus-Sprung im Westen, den Sattel-Minos-Sprung im Osten und den Circe-Sprung im Norden. Trotz annähernd gleicher Teufe und nahezu identischer Inkohlung wie sie im Feld Maybach 3 besteht, lagen frühere Messwerte im Emsenbrunnenfeld über denen im Feld Maybach, was auf die gashaltende Wirkung der Störungen einerseits und das Nicht-Ausstreichen der Flöze andererseits zurückzuführen ist. Die Abbildungen 9.11 a und b auf der Folgeseite veranschaulichen die Situation.

Eine ähnliche Lage besteht im Ziehwald-Feld nahe Neunkirchen: Im Osten verläuft der Nördliche Hauptsprung, im Süden und Norden die nach Nordwesten zusammenlaufenden Sprünge Hector und Kohlwald, welche den Gasfluss in benachbartes Sedimentgestein erschweren. Der zu früherer Zeit gemessene hohe Gasinhalt in der Tiefbohrung Ziehwald wurde durch Proben aus vier Flözen der Richtstrecke Ziehwald in -353 m NN bestätigt. Auch im Ziehwald-Feld streichen die Flöze nicht steil an die Tagesoberfläche aus, so dass, sofern keine tektonisch bedingten Fließwege bestehen, die tiefe Ausgasung verhindert wird. Den Verlauf der Sprünge zeigt Abb. 9.11 c auf der übernächsten Seite.



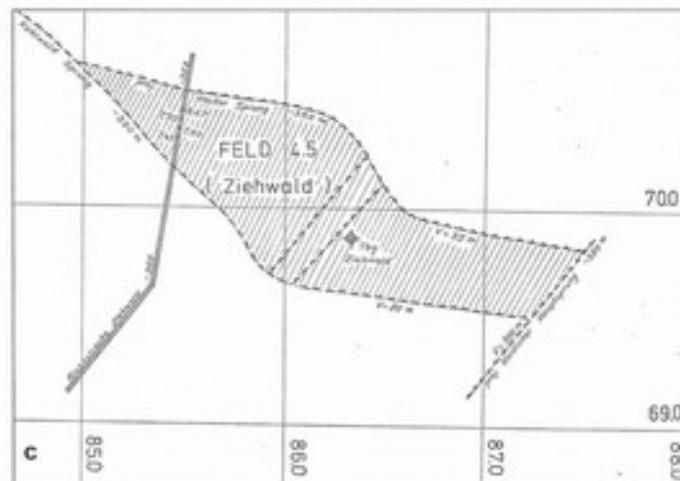


Abb. 9.11 a bis c: Bereiche, in denen im Zuge des Grubenwasseranstiegs eine erhöhte Aufmerksamkeit in Form von Überwachungen im ersten Schritt und möglicherweise auch entsprechende Maßnahmen in einem Folgeschritt aufgrund weiterhin bestehender oder erhöhter Ausgasung angebracht sein könnten.

a und b: Bergwerk Reden, Felder Waldwiese und Emsenbrunnen als Aufsichtsdarstellung (a) und als Schnittbild (b)

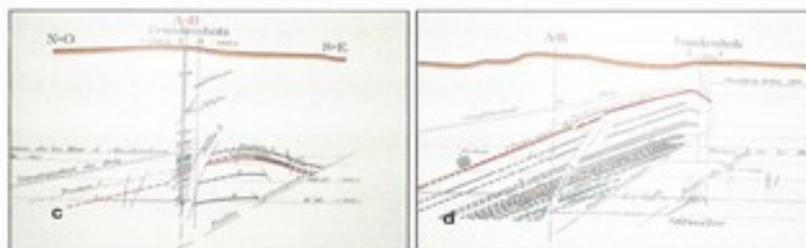
c: Aufsichtsdarstellung Feld Ziehwald

#### Nordostteil des Saarbrücker Kohlesattels, Bereiche Frankenholz, Hangard, Wiebelskirchen:

Wenngleich auch andernorts im Saarkarbon relevante tektonische bzw. strukturelle Aufwölbungen bestehen (Alsbach-Sattel, Klarenthaler Kuppe usw.), treffen im Nordostteil des im Saarland aufgeschlossenen Saarbrücker Sattels gleich mehrere Besonderheiten des Untergrunderbaus zusammen, was dazu führt, dass sich dort großräumig hohe Gasinhalte im Gebirge ansammeln und an exponierten Singularitäten über Tage austreten können.

Die verschiedenen Teile der nachfolgenden Abbildung lassen vor allem die in dieses Gebiet aus mehreren Richtungen aufsteigenden Schichten und Kohlenflöze erkennen, in denen eine in der Schichtebene stattfindende Gasmigration in Richtung des Hochpunktes stattfindet. Diese Hochzone ist wegen des dortigen Abtauchens des Saarbrücker Sattels nach Nordosten in Form einer





**Abb. 9.12:** Strukturgeologischer Aufbau des Saarbrücker Karbonsattels in dessen nordöstlichem Teil im Bereich der ehemaligen Grube Franckenholz und Umgebung als Rissdarstellung und in Form verschiedener Schnittbildarstellungen als wesentliche Mitursache für starke Gasaustritte zur Geländeoberfläche (Abb. entnommen aus: SIVIARD, E. et al., 1932 [100]).

- a: Das Rissbild zeigt das teilweise umläufige Einfallen der Kohlenflöze bzw. das Abtauchen des Kohlesattels nach Nordosten sowie zahlreiche Störungen, insbesondere auch der Südlichen Randstörung.
- b: Obwohl die eigentliche Sattelstruktur bei Nordwest-Südost-Schnitten sich am deutlichsten erkennen lässt, zeigt auch der Längsschnitt durch den Saarbrücker Kohlesattel im Bereich Franckenholz diese abtauchende Struktur bzw. die Kuppenbildung.
- c und d: In den beiden in einem gewissen horizontalen Abstand voneinander erstellten Nordwest-Südost-Schnitten sind der steile Einfallswinkel, die Sattel/Kuppenstruktur und die Versatzwirkung der Südlichen Hauptstörung gut zu sehen, Faktoren, die durch ihr gleichzeitiges Auftreten neben den übrigen genannten Einflüssen (z. B. Kohlenart) Gründe für den sehr hohen Gasanfall darstellen.

#### Bereich Heinitz und Umgebung:

Bereits derzeit sind an verschiedenen Stellen im Bereich Heinitz und Umgebung mit Annäherung an die Südliche Hauptstörung bzw. Randüberschiebung erhöhte Gasaustritte festzustellen. Als Gründe hierfür ist wiederum die Überlagerung mehrerer der oben genannten Einfluss- bzw. Wirkfaktoren zu nennen: Die höher inkohlierten Flöze im Sattelkern, die Verstellung des Schichteneinfallswinkels auf relativ geringer Distanz sowie die Unterbrechung der Migrationswege zur Geländeoberfläche. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die beschriebenen Gegebenheiten anhand zweier Schnittbilder.

# Grubenwasserflutung im saarländischen Bergbau

Einzelfragen zur möglichen Belastung mit Radon

Sachstand WD 8 -3000 - 021/18 vom 22.03.2018 Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag

Fazit: Verbunden mit dem Methanaustritt tritt auch radioaktives Radon aus dem Untertagebau aus. Die Experten gehen von einem Anstieg der Werte bei einer Grubenwasserflutung aus. Bisherige Messungen haben ergeben, dass die Werte, wenn nicht unbedingt in den Kellerräumen, zumindest aber in den Aufenthaltsräumen unterhalb des vom Bundesamt für Strahlenschutz empfohlenen Grenzwertes liegen. Inwieweit die Werte bei der geplanten Grubenwasserflutung im Saarland ansteigen, muss ein Monitoring zeigen. Davon unabhängig ist zu berücksichtigen, dass kein Grenzwert für Radon existiert, unterhalb dem es kein Risiko für das Entstehen von Lungenkrebs gibt.

# **Onkologische Epidemiologie**

broncho-pulmonale  
Malignome

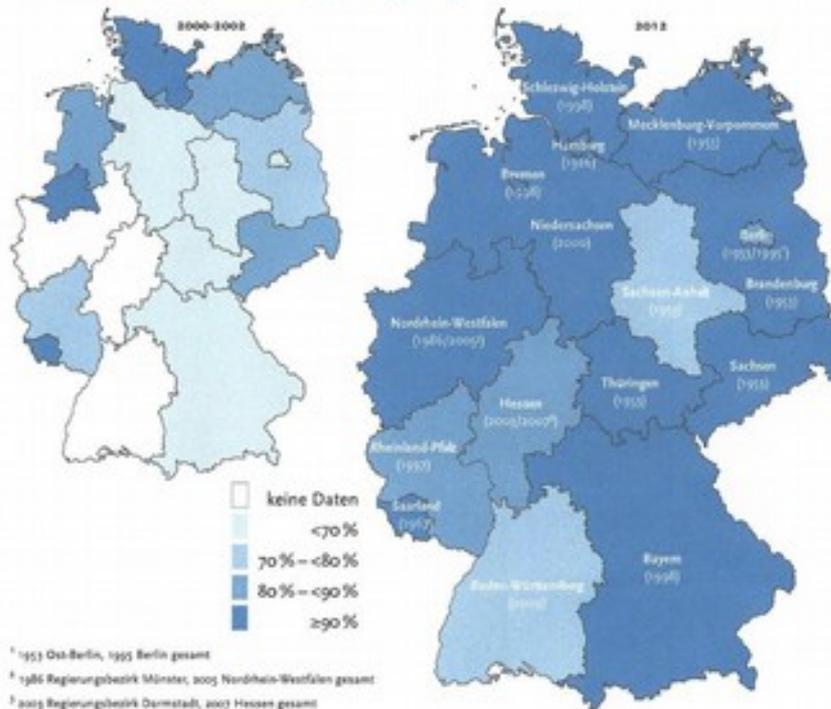
ICD 10 : C33-34

Krebsregister Saarland 1997 -  
2006

# Entwicklung der geschätzten Vollzähligkeit der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland 2000 bis 2002 und 2012, nach Bundesland bzw. Region (in Klammern Beginn der Registrierung)

Krebs in Deutschland 2011/2012 10. Ausgabe Robert Koch-Institut (Hrsg) Berlin, 2015

Abbildung 2.1.1  
Entwicklung der geschätzten Vollzähligkeit der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland 2000 bis 2002 und 2012, nach Bundesland bzw. Region (in Klammern: Beginn der Registrierung)



# Präventivmedizinische Aufgabe onkologischer Epidemiologie 1

- Erforschung von Gesetzmäßigkeiten der quantitativen Verteilung von malignen Erkrankungen in der Bevölkerung
- Bestimmung der dafür verantwortlichen Kausalfaktoren und Faktorenkomplexe
- Krebserkrankungen in Deutschland großes gesundheitliches und gesundheitsökonomisches Problem  
-> Todesursachenstatistik Deutschland
- Wichtigkeit prophylaktischer Maßnahmen ergibt sich aus der Erkenntnis, dass **der überwiegende Teil aller Krebserkrankungen nicht schicksalsbedingt ist sondern prinzipiell vermeidbar** erscheint, wenn die verantwortlichen Noxen bzw. Faktorenkomplexe erkannt und eliminiert werden

# Präventivmedizinische Aufgabe onkologischer Epidemiologie 2

- Eine anerkannte epidemiologische Methode in der Kausalfaktorenanalyse stellen geographische Vergleiche durch Kartierung der Krebsinzidenz und -mortalität **in kleineren regionalen Einheiten** dar
- Sie sind zur **Aufstellung ätiologischer Hypothesen** unentbehrlich
- Durch Zusammenführung mit Daten über umweltbedingte Einflussfaktoren sollen **stochastische Zusammenhänge diskutiert und damit Ansatzpunkte für weitergehende Forschungen und Maßnahmen gewonnen** werden
- Angesichts immer noch unzureichender therapeutischer Konzepte **kann der entscheidende Ansatz zur Krebsbekämpfung nur in einer Expositionsprophylaxe liegen**

# Anfrage des Abgeordneten Hubert Ulrich (B90/Grüne)

Einsatz gesundheitsgefährdender Stoffe unter Tage und ihre Auswirkungen auf Bergleute  
Landtag des Saarlandes 15. Wahlperiode Drucksache 15/1482 (15/1262) **24.07.2015**

LANDTAG DES SAARLANDES  
15. Wahlperiode

Drucksache 15/1482 (15/1262)  
24.07.2015

## ANTWORT

zu der

Anfrage des Abgeordneten Hubert Ulrich (B90/Grüne)

**BGR:** Einsatz gesundheitsgefährdender Stoffe unter Tage und ihre Auswirkungen auf Bergleute

Vorbemerkung des Fragestellers:

„Wie in der Saarbrücker Zeitung vom 10. Februar 2015 zu lesen ist, klagen 800 Bergleute aus Lothringen gegen ihren ehemaligen Arbeitgeber aufgrund nicht ausreichender Aufklärung beim Einsatz krebsgenerierender Stoffe unter Tage. Im Dokumentationsband über die 40. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V. in Berlin vom 15. bis 18. Mai 2000 könnte ein wissenschaftlicher Beitrag erhebliche PCB- und DDT-Belastung im Vollblut von Steinkohlenbergleuten mit oder ohne Exposition gegenüber schwer entflammbaren Hydraulikflüssigkeiten nachweisen. Auch im Saarland wurden PCB-haltige Hydraulikflüssigkeiten und andere gesundheitsgefährdende Stoffe unter Tage verwendet.“

Vorbemerkung der Landesregierung:

Im Frühjahr 2015 erschienen Berichte von lothringischen und saarländischen Tageszeitschriften, wonach es Hinweise gebe, dass Krebskrankungen ehemaliger lothringischer Bergleute auf den Einsatz toxischer Stoffe unter Tage im lothringischen Steinkohlenbergbau zurückzuführen seien.

Die „Steinstelle Bergschäden“ beim Oberbergamt des Saarlandes hat die Situation auf französischer Seite recherchiert. Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass der rechtliche Hintergrund, der unter anderem zu Schadenersatzklagen französischer Bergleute führte, in Frankreich sehr spezifisch, insbesondere branchenspezifisch ist. Dort existieren besondere Voraussetzungen der Arbeitgebert Haftung, vor allem in namentlich aufgelisteten Wirtschaftssektoren.

Ausgegeben: 24.07.2015 (19.02.2015)

Drucksache 15/1482 (15/1262) Landtag des Saarlandes - 15. Wahlperiode -

Die Bereitstellung der erforderlichen persönlichen Schutzausrüstung und die Veranlassung der erforderlichen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen obliegen dem berechtiglichen Unternehmer. Im Rahmen der Bergaufsicht wurde vom Bergamt Saarbrücken stichprobenartig kontrolliert, ob diesen Verpflichtungen nachgekommen wurde.

Welche Erkenntnisse besitzt die Landesregierung über diagnostizierte Erkrankungen wie z.B. statistisch auffällige Zahlen an Krebskrankungen bei saarländischen Bergleuten?

Zu Frage 4:

Erhebungen über erstmalig erkrankte Fälle von Berufskrankheiten werden vom Träger der gesetzlichen Unfallversicherung, BGRCI (früher BGG), durchgeführt.

Krebskrankungen von saarländischen Bergleuten, die auf den Umgang mit Hydraulikflüssigkeiten zurückzuführen sind, sind der Landesregierung nicht bekannt. Durch die umfangreichen Forderungen in den Zulassungen schwerentflammbarer Flüssigkeiten - geregelt in § 4 Abs. 2, 3, 4, 5 und 6 GesbergV - sollte ausgeschlossen werden, dass derartige Erkrankungen auftreten.

Im Zusammenhang mit dem Bericht der Landesregierung über die gesundheitlichen Folgen des Bergbaus für die verrenteten Bergleute im Folge des Einsatzes von Giftstoffen im Saarland (SZ vom 23.04.02.2013), TOP 6 der Sitzung des Ausschusses für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Grubensicherheit des Landtages am 07.03.2013, wurde von Seiten der Bergbehörden eine Stellungnahme des Leitens des Arbeitsmedizinischen Zentrums Hirschbach, Herrn Dr. med. Michael Emmerich, eingeholt. Die Stellungnahme wird im Folgenden im Wortlaut wiedergegeben:

„Das Arbeitsmedizinische Zentrum Hirschbach der RAG Deutsche Steinkohle AG hat zusammen mit dem Institut für Arbeitsmedizin der Universität zu Köln und dem Krebsregister des Saarländischen Landesamtes Saarland von 1980 bis 2002 das Auftreten von Krebskrankungen bei über 4.500 saarländischen Steinkohlenbergleuten untersucht. Hierbei wurden die beruflichen Belastungen mit den Sterbe- und Erkrankungsdaten von Krebsleiden verglichen. Wenn auch primär die Frage des Lungenspektrums beim Bergmann im Vordergrund gestanden hat, so konnten aus dem Erkrankungs- und Sterbedaten des saarländischen Krebsregisters zu allen Krebsarten konkrete Aussagen getroffen werden.“

Insgesamt wurden im Beobachtungszeitraum bei über 4.500 Studienteilnehmern über 600 Krebskrankungen bzw. Todesfälle dokumentiert.

Auch nach langer Unterfertigkeit lassen sich jedoch in dem 23-jährigen Follow up keine nachteiligen Wirkungen der beruflichen Exposition der Steinkohlenbergleute auf die Erkrankungs- und Sterberisikofaktoren (durch Krebsrisikofaktoren festmachen, es fanden sich keine Überfalligkeiten im Vergleich zur saarländischen Bevölkerung.

Als Fazit der Studie zur „Krebemorbidität und Krebsmortalität saarländischer Steinkohlenbergleute“ lässt sich hinsichtlich aller Krebskrankungen kein signifikant überdurchschnittliches Risiko für das Auftreten von bösartigen Leiden feststellen.“

# **Epidemiologie der Malignome Lunge und Bronchien**

## **ICD - 10 C33-34 im Saarland**

- Im Bund-Saarland Vergleich im Saarland bei beiden Geschlechtern höhere Erkrankungshäufigkeit: Männer + 24,8% - Frauen + 25,2%
- Nach Europastandard altersbereinigte Neuerkrankungsraten: Männer 80,4/100.000 - Frauen 27,2/100.000
- Mit einem Anteil an den Krebserkrankungen insgesamt von 18,8% bzw 7,9% war er die 2.häufigste Krebsform bei Männern und 3.häufigste bei Frauen
- 2004 - 2006 im Jahresmittel 573 männliche und 228 weibliche Neuerkrankungen an Lungenkrebs im Saarland
- Für beide Geschlechter nahezu identisches medianes Erkrankungsalter (68,6 und 67,8 Jahre)
- Seit Mitte der 1979er Jahre bis 2006 für Männer ein kontinuierlicher Anstieg der rohen Erkrankungsrate (+20%) mit Erhöhung der ESR bis Mitte der 1980er Jahre, seither kontinuierlicher Rückgang von 109,1/100.000 auf 81,1/100.000 (-25,7%)
- Bei Frauen: divergierender Anstieg altersbereinigt um Faktor 4,1 von 6,9 auf 28,1/100.000

# Lunge und Bronchien ICD - 10 C33 - C34

Aktuelle Situation

Langzeittrends

Risikofaktoren

Überlebensaussichten

Quelle: Saarland Ministerium für Justiz,  
Arbeit, Gesundheit und Soziales  
Krebs im Saarland, Atlas der Inzidenz und  
Mortalität 1997- 2006

## LUNGE UND BRONCHIEN ICD-10 C33-34

### AKTUELLE SITUATION

Von 2004-2006 wurden im Jahresmittel 573 männliche und 228 weibliche Neuerkrankungen an Lungenkrebs im Saarland gemeldet. Mit einem Anteil an Krebs insgesamt von 16,8% bzw. 7,9% war er damit die 2.häufigste Krebsform bei Männern und 3.häufigste für Frauen. Bei der Krebssterblichkeit belegt er mit 29,4% bei Männern nach wie vor mit weitem Abstand den Spitzenplatz; bei Frauen (12,9%) ist er inzwischen, wie bei der Inzidenz, auf den 3. Rang vorgerückt. Für beide Geschlechter wurde ein nahezu identisches medianes Erkrankungsalter (68,6 und 67,8Jahre) ermittelt. Die nach Europastandard altersbereinigten Neuerkrankungsraten lagen bei 80,4 bzw. 27,2 pro 100 000. Im Bund-Saarland Vergleich wurde im Saarland bei beiden Geschlechtern eine um jeweils ein Viertel höhere Erkrankungshäufigkeit als im Bundesmittel festgestellt, Männer (+24,8%) und Frauen (+25,2%). In der Sterblichkeit ergaben sich marginal ungünstigere Vergleichswerte. Die vollständige und validitätsgesicherte Dokumentation bei Tumoren mit eher ungünstiger Prognose ist schwieriger als bei Tumoren mit guten Überlebenschancen. Demgemäß war für Bronchialkarzinome eine überdurchschnittliche DCO-Rate von 11,8% und eine unterdurchschnittliche MV-Quote von 82,6% zu verzeichnen.

### LANGZEITRENDS

Seit Mitte der 1970er Jahre bis 2006 wurde für Männer ein kontinuierlicher mäßiger Anstieg der rohen Erkrankungsrate von 95,2 auf 114,2/100 000 (+20,0%) ermittelt. Die nach Europastandard altersbereinigte Rate (ESR) erhöhte sich zunächst noch bis Mitte der 1980er Jahre auf 109,1/100 000 und ging seitdem kontinuierlich bis auf aktuelle 81,1/100 000 (-25,7%) zurück. Divergierend hierzu das Bild bei den Frauen. Seit Beginn der Beobachtungsperiode hat sich die rohe Rate mit einem Anstieg von 8,5/100 000 auf 44,4/100 000 mehr als verfünffacht (Faktor 5,2). Nur ein geringer Teil dieser Steigerung ist auf die zunehmende Zahl älterer und alter Frauen zurückzuführen. Altersbereinigt ergibt sich für den gleichen Zeitraum ein alarmierender Anstieg um mehr als das Vierfache (Faktor 4,1) von 6,9 auf 28,1/100 000. Die gegenläufigen geschlechtsspezifischen Trends spiegeln sich erwartungsgemäß auch im Langzeitvergleich der kumulativen Inzidenzen wider. Bei den Männern ist das Risiko bis zur Vollendung des 74. Lebensjahres am Bronchialkarzinom zu erkranken von 1972-1976 bis 2002-2006 von 9,4% auf 6,9% gesunken; bei den Frauen hat es sich von 0,6% auf 2,3% beträchtlich erhöht. Wegen der immer noch hohen Letalität des Lungenkrebses zeichnen sich bei der Mortalität annäherungsweise identische Entwicklungen ab.

### RISIKOFAKTOREN

Risikofaktor Nummer Eins ist das Rauchen, das für die übergroße Mehrzahl der Erkrankungsfälle bei Männern und Frauen verantwortlich ist. Bis zu 90% bei Männern und 60% bei Frauen sind auf Tabakkonsum zurückzuführen. Der kausale Einfluss des Rauchens bei der Entstehung von Lungenkrebs ist der am gründlichsten belegte biologische Wirkungsmechanismus aller Risikofaktoren. Das Erkrankungsrisiko beträgt für einen Raucher etwa das 8-15fache und für eine Raucherin etwa das 2-10fache des Risikos von Nichtrauchern/Nichtraucherinnen. Das Ausmaß des Risikos hängt von der Intensität des Rauchens ab (Dauer, Menge, Inhalationstiefe, Teer-Nikotinkonzentration etc.) und sinkt nach dessen Einstellung kontinuierlich ab, bleibt jedoch lebenslang höher als bei einem Nichtraucher. Auch das Passivrauchen gilt als etablierter Risikofaktor. Der Belastung durch verschiedene Luftschadstoffe am Arbeitsplatz (z.B. Asbest, Arsen, Chrom, Nickel) und in der Außenluft (z.B. Dieselruß) wird ebenfalls ein, jedoch vergleichsweise niedriger, Anteil der Lungenkrebstfälle zugeschrieben. Auch Radon und ionisierende Strahlung im Wohn/Arbeitsumfeld wirken sich Risiko erhöhend aus.

### ÜBERLEBENSAUSSICHTEN

Aktuell liegen im Saarland die relativen 5-Jahres-Überlebensraten für Patienten mit Lungenkrebs für Männer bei ca 16% und für Frauen bei ca 19%. Im Langfristvergleich bedeutet dies zwar eine Verbesserung für beide Geschlechter, dennoch ist die Situation nach wie vor unbefriedigend. Der Lungenkrebs gehört immer noch zu den prognostisch ungünstigen Tumoren.

# Häufigkeit von Neuerkrankungen nach Kreisen und Gemeinden

SIR= Standardisiertes Inzidenzratio/(verhältnis)

Gegenüber Saarland insgesamt signifikant erhöhte / erniedrigte SIR sind mit „+“ bzw. „-“ gekennzeichnet (p<0,05)

Krebs im Saarland, Atlas der Inzidenz und Mortalität 1997 - 2006  
Saarland MfJ/A/G/S

1997 - 2006										
LUNGE UND BRONCHIEN ICD-10 C33-34										
Häufigkeit von Neuerkrankungen nach Kreisen und Gemeinden										
Regionale Einheiten	männlich					weiblich				
	Fälle	SIR <sup>1</sup>	Inzidenz je 100.000	95% KI	Signif. (p-Wert)	Fälle	SIR <sup>1</sup>	Inzidenz je 100.000	95% KI	Signif. (p-Wert)
Saarland	6.739	1,00	119,7	95,5	165,1	2.894	1,00	76,9	59,6	104,2
Regierungsbezirk Saarbrücken	2.899	1,19+	129,9	94,2	167,7	1	1,01	120,4	91,5	151,3
Landkreis Neunkirchen	339	0,28-	104,1	83,9	124,3	4	0,37-	101,1	79,9	122,3
Landkreis Saarlouis	884	1,09+	122,8	93,3	152,0	2	1,10	121,1	92,7	150,8
Landkreis Saarbrücken	5.113	0,89-	107,4	84,9	130,9	3	0,89-	107,4	84,9	130,9
Landkreis St. Wendel	482	0,88-	96,5	75,9	117,1	1	0,88-	96,5	75,9	117,1
Saarbrücken	1.029	1,09+	117,5	94,3	141,1	12	1,09	117,5	94,3	141,1
Frederixthal	31	1,21+	143,8	107,2	179,8	2	1,21	143,8	107,2	179,8
Gröden	39	1,10	139,8	97,7	181,8	11	1,10	139,8	97,7	181,8
Huesweiler	92	0,81-	96,8	76,6	117,0	44	0,81-	96,8	76,6	117,0
Kreisverband	87	0,87-	106,2	75,7	136,8	38	0,87-	106,2	75,7	136,8
Püttlingen	521	1,08	121,6	87,0	157,4	17	1,08	121,6	87,0	157,4
Querschied	521	1,02+	119,8	92,6	147,0	1	1,02	119,8	92,6	147,0
Rapsberg	96	1,08	118,0	88,2	147,8	21	1,08	118,0	88,2	147,8
Sulzbach	533	1,25+	134,8	102,3	167,4	4	1,25	134,8	102,3	167,4
Völklingen	267	1,18+	135,8	102,2	170,4	7	1,18	135,8	102,2	170,4
Wanklingen	95	0,79-	85,5	68,0	103,0	47	0,79-	85,5	68,0	103,0
Lothar am See	90	0,94	96,3	85,3	107,3	21	0,94	96,3	85,3	107,3
Wernig	191	1,12	128,6	95,5	161,1	10	1,12	128,6	95,5	161,1
Mörsbach	38	0,85	95,5	71,0	120,0	48	0,85	95,5	71,0	120,0
Putt	36	1,00	115,2	88,8	141,6	20	1,00	115,2	88,8	141,6
Waldern	98	0,90	105,5	83,8	127,2	25	0,90	105,5	83,8	127,2
Wesslingen	21	0,94	98,8	82,1	115,5	38	0,94	98,8	82,1	115,5
Eppelborn	106	1,08	117,7	89,0	146,4	13	1,08	117,7	89,0	146,4
Wingen	98	0,91	100,1	78,8	121,4	35	0,91	100,1	78,8	121,4
Wörth	77	1,21	143,8	98,8	188,8	5	1,21	143,8	98,8	188,8
Neunkirchen	291	1,07	118,2	92,8	145,6	18	1,07	118,2	92,8	145,6
Obweiler	88	1,06	112,5	86,4	138,6	22	1,06	112,5	86,4	138,6
Schiffweiler	104	1,08+	118,8	91,7	145,9	3	1,08	118,8	91,7	145,9
Speyer-Eisenberg	105	1,19	149,3	98,4	190,2	8	1,19	149,3	98,4	190,2
Öllingen	108	1,14	123,3	98,5	148,1	9	1,14	123,3	98,5	148,1
Lebach	99	0,99	107,4	85,3	129,5	29	0,99	107,4	85,3	129,5
Malbach	40	0,81	85,6	68,6	103,6	45	0,81	85,6	68,6	103,6
Metzger-Steinberg	76	0,89	97,8	81,3	114,5	30	0,89	97,8	81,3	114,5
Metz	109	1,00	107,8	84,1	131,5	20	1,00	107,8	84,1	131,5
Neunkirchen	71	0,89	104,9	81,2	128,6	32	0,89	104,9	81,2	128,6
Scheidt	89	0,98	104,2	82,9	125,5	26	0,98	104,2	82,9	125,5
Scheidt	104	0,98	114,4	81,3	147,7	8	0,98	114,4	81,3	147,7
Clarwein	74	1,18	127,8	87,9	167,7	18	1,18	127,8	87,9	167,7
Waldgries	110	1,00	120,3	88,9	151,7	18	1,00	120,3	88,9	151,7
Waldmünchen	30	0,99	104,4	83,8	125,0	14	0,99	104,4	83,8	125,0
Wies	41	1,09	114,8	85,8	143,8	17	1,09	114,8	85,8	143,8
Embsdorf	32	0,85	96,3	71,4	121,2	41	0,85	96,3	71,4	121,2
Embsdorf	101	0,92	106,2	77,0	135,4	46	0,92	106,2	77,0	135,4
Embsdorf	90	0,88	98,0	82,2	113,8	30	0,88	98,0	82,2	113,8
Gerweiler	28	0,79	78,7	51,6	105,6	48	0,79	78,7	51,6	105,6
Hornburg	109	0,86	90,0	75,1	104,9	39	0,86	90,0	75,1	104,9
Kirkel	38	0,87-	92,2	69,0	115,4	51	0,87-	92,2	69,0	115,4
Marxthal	49	0,73-	85,2	65,4	105,0	48	0,73-	85,2	65,4	105,0
St. Ingbert	107	0,81-	86,7	67,8	107,6	46	0,81-	86,7	67,8	107,6
Freisen	46	1,00	105,2	85,2	125,2	19	1,00	105,2	85,2	125,2
Waldgries	33	0,84	87,7	71,6	103,8	40	0,84	87,7	71,6	103,8
Nordhorn	42	1,06	113,1	91,3	134,9	15	1,06	113,1	91,3	134,9
Neukirchen	33	0,94	92,8	69,9	115,7	32	0,94	92,8	69,9	115,7
Nordhorn	40	0,88	95,8	76,0	115,6	27	0,88	95,8	76,0	115,6
Obweiler	40	1,08	120,8	85,4	156,2	14	1,08	120,8	85,4	156,2
St. Wendel	136	0,90	102,3	77,8	126,8	38	0,90	102,3	77,8	126,8
Tholey	37	0,83	87,8	72,3	102,3	43	0,83	87,8	72,3	102,3

<sup>1</sup> gegenüber Saarland insgesamt signifikant erhöhte / erniedrigte SIR sind mit „+“ bzw. „-“ gekennzeichnet (p < 0,05)

# Lunge und Bronchien ICD -10 C33- C34

Quelle: Saarland Atlas der Inzidenz und Mortalität 1997 - 2006, MfJ/A/G/S



024

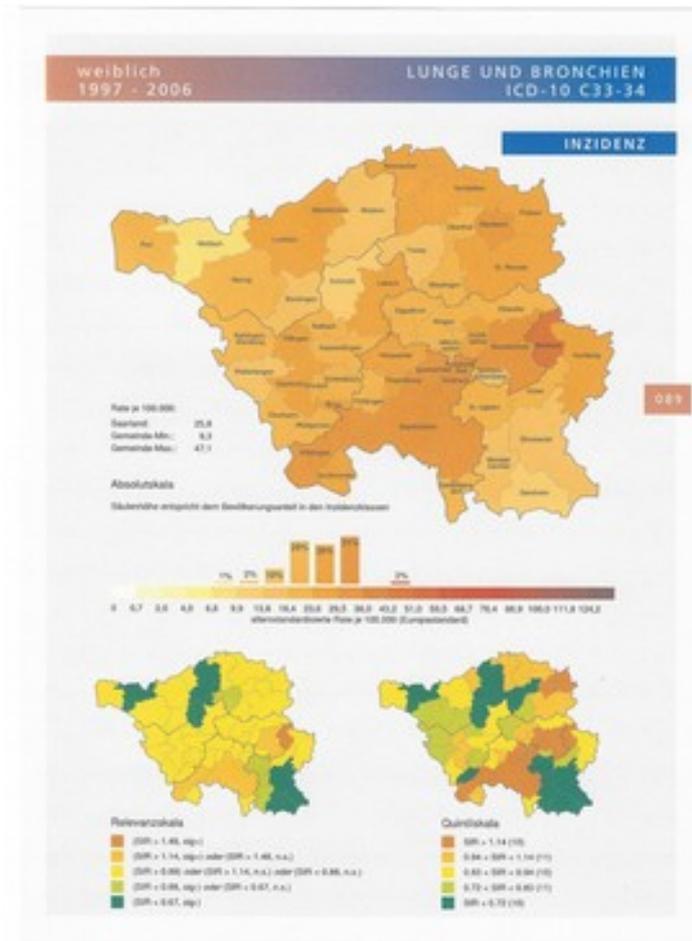
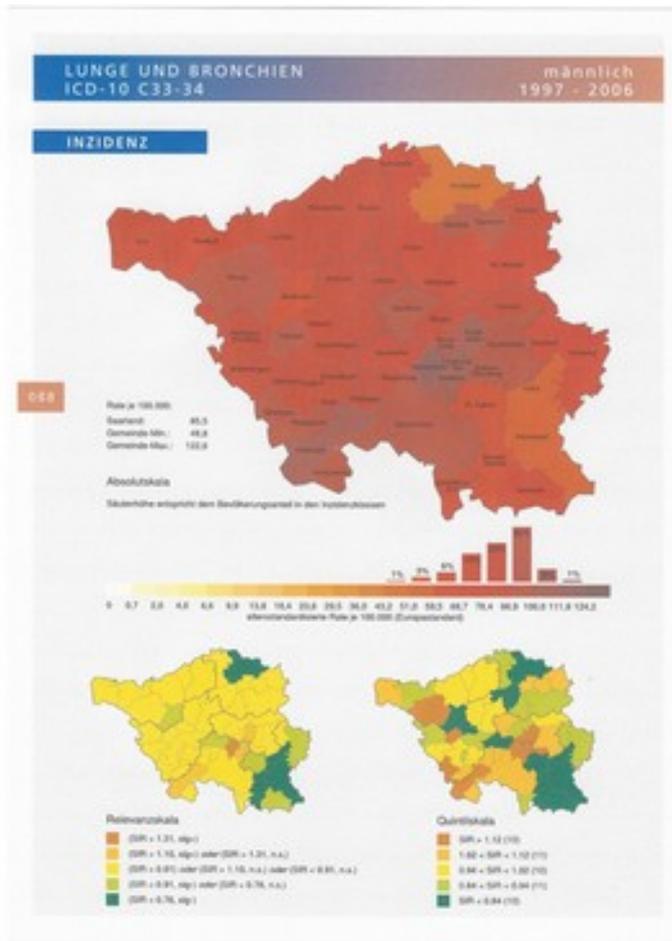


027

# Lunge und Bronchien 1997-2006

## ICD -10 C33 – C34

Quelle: Atlas der Inzidenz und Mortalität 1997 – 2006 Mfj/A/G/S



**Der Bioindikator „Mensch“ hat bereits reagiert:  
Gemeinden des Saarlandes mit signifikant  
erhöhter SIR gegenüber der saarländischen  
Inzidenz broncho-pulmonaler Malignome: Gesamt  
( $p < 0.05$ ) N = 7.810**



# Distributionsmuster Neuerkrankungen broncho- pulmonaler Malignome Saarland nach Geschlecht ( $p < 0,05$ )

**Signifikanz Männer  
N=5726**

**Signifikanz Frauen N=  
2084**



# Häufigkeit von malignen Neuerkrankungen der Lunge und Bronchien ICD -10 C33 - C34 in den Gemeinden des Saarlandes mit signifikant ( $p < 0,05$ ) erhöhter SIR 1997 - 2006

Ranking SIR Männliche Bevölkerung N= 5.726 (Radon-assoziiert 10% = 573 ?)  
- Grubenunglück Luisenthal 1962 : 299 Bergleute -  
alle 5 Jahre 1x Luisenthal ?

• 1	Quierschied :	<b>1,42+</b>	121 Männer - 38 Frauen	159 Gesamt
• 2	Friedrichsthal:	<b>1,31+</b>	81 Männer - 28 Frauen	109 Gesamt
• 3	Schiffweiler:	<b>1,28+</b>	124 Männer - 43 Frauen	167 Gesamt
• 4	Sulzbach:	<b>1,22+</b>	123 Männer - 51 Frauen	174 Gesamt
• 5	Völklingen:	<b>1,18+</b>	267 Männer - 106 Frauen	373 Gesamt
			716 Männer - 266 Frauen	982
Gesamt				
• 6	Saarbrücken	<b>1,09+</b>	1113 Männer - 490 Frauen	1603 Gesamt
•	Saarland	1,0	5.726 Männer 2.084 Frauen	<b>7.810</b> Gesamt

**Ranking SIR broncho-pulmonaler Malignome weibliche  
Bevölkerung des Saarlandes N= 2084 (p< 0,05)**

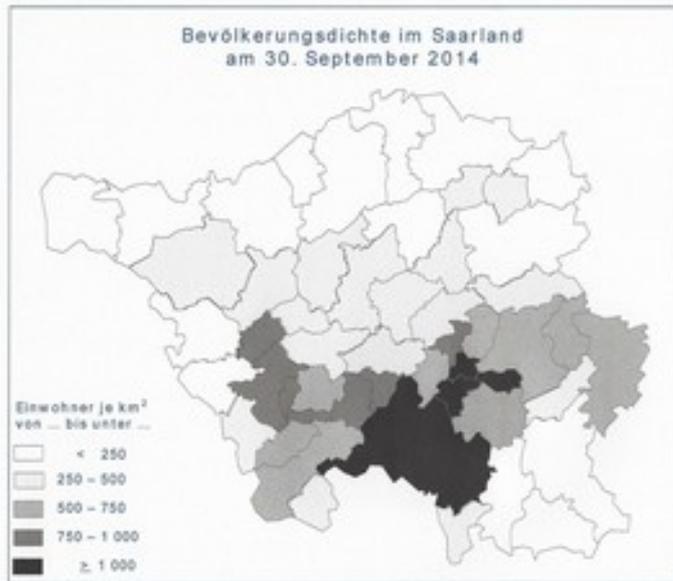
Radon-assoziiert 10 % = 208 ?

- 1 Bexbach + 1,70
- 2 Saarbrücken + 1,36
- 3 Neunkirchen + 1,31
- 4 Völklingen + 1,26
- **Saarland 1,00**

# Bevölkerungsdichte - Gemeinden des Saarlandes mit signifikant erhöhter SIR gegenüber der saarländischen Inzidenz bronchopulmonaler Malignome: Neuerkrankungen N=7810 (p<0,05)

## Bevölkerungsdichte E/km<sup>2</sup>

## Gemeinden des Saarlandes mit signifikant erhöhter SIR



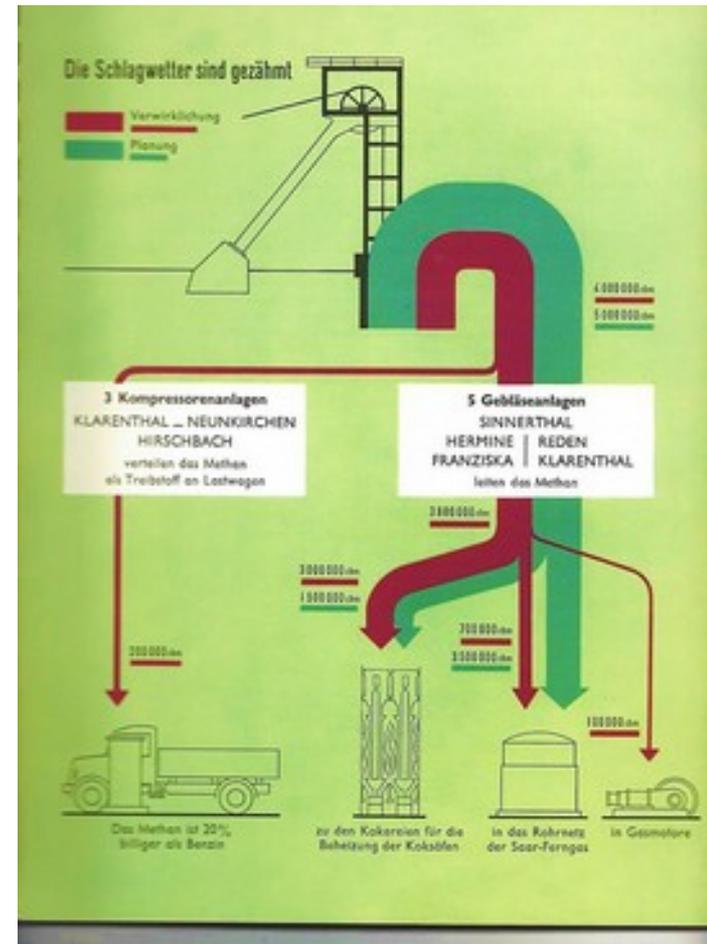
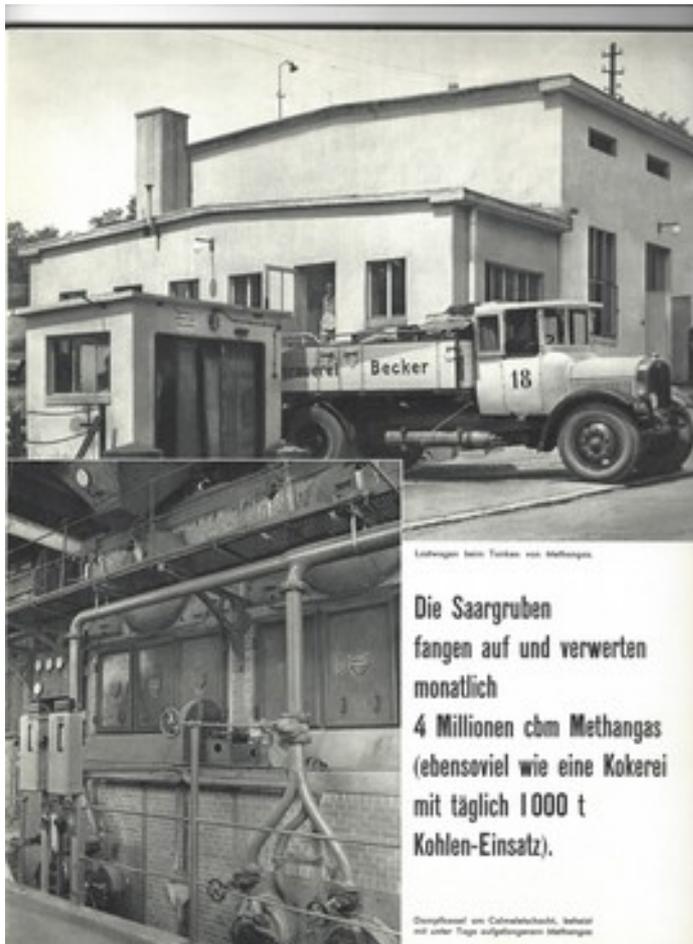
Stand: 05.05.2015

Statistisches Amt  
**SAARLAND**



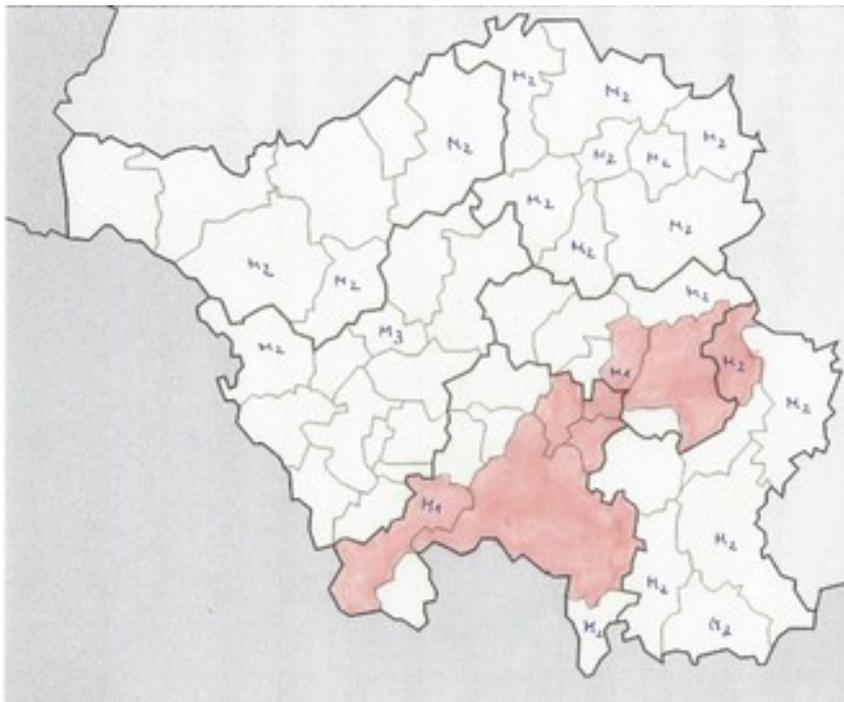
# Methangas der Saargruben

Quelle: Die Kohlengruben an der Saar: Bilder, Zahlen und Berichte über die Tätigkeit der Régie des Mines 1953





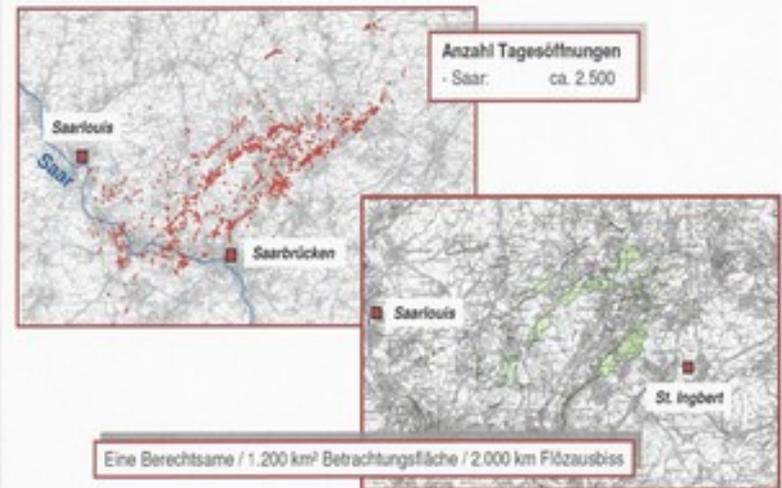
# Altbergbau/oberflächennaher Bergbau - Radonmessungen Gemeinden mit signifikant erhöhter SIR Broncho-pulmonaler Malignome ICD-10 33-34 N=7.810 $p < 0,05$



## Grubenwasserhaltung Saar

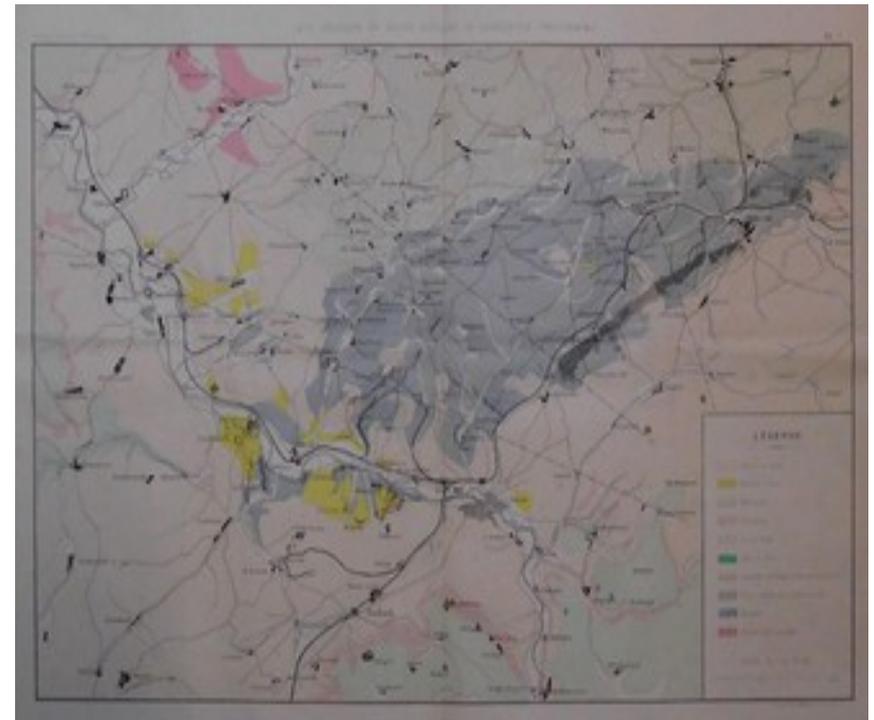
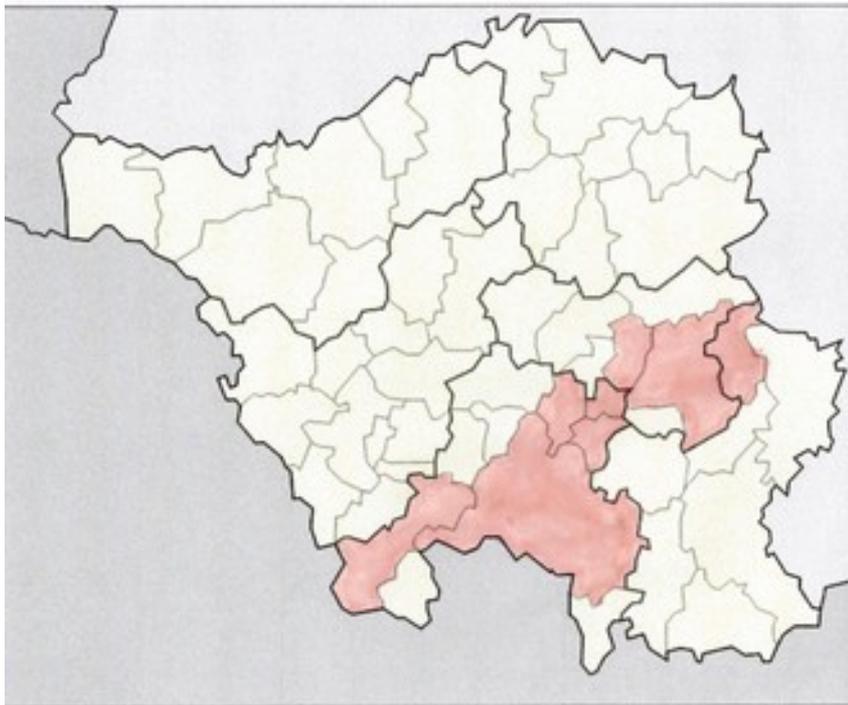


Altbergbau - Alte Schächte / Oberflächennaher Bergbau  
Bei Bedarf rechtzeitige Sicherung

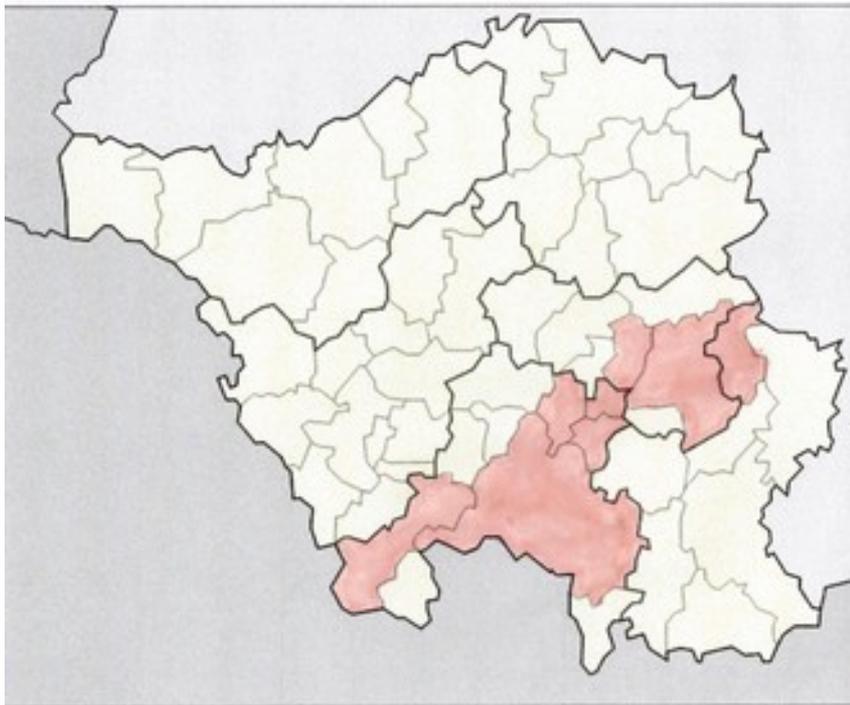


# Saarländische Kommunen mit signifikant erhöhter SIR broncho-pulmonaler Malignome 1997 - 2006

Geologische Karte des Saarbrücker Kohlebeckens - Carte géologique du Bassin Houiller de Sarrebruck 1853



**Saarländische Kommunen mit signifikant erhöhter SIR Broncho-  
pulmonaler Malignome**  
**„Flötz-Karte von dem SAARBRÜCKER STEINKOHLLEN-DISTRIKT“ 1883**



# Hypothese zur Clusterbildung bronchopulmonaler Malignome ICD C33-34 im Saarland

- Überlappung einer der dichtest besiedelten Regionen Europas mit  
der Region des Altbergbaus/oberflächennahen Bergbaus
- +  
➤ Methanausgasungen (+Radon advektiv)
- +  
➤ Hoher Anteil von Häusern mit Bergschäden und dadurch erleichterter Radon-Migration (Unbekannte individuelle Radon-Innenraumkonzentrationen !)
- +  
➤ Fehlende Präventivmaßnahmen zur Reduktion der Strahlenbelastung (Rauchen, Raumbelüftung...)

# Fakten - Konsequenzen

- ✓ Exposition gegenüber Radon und seinen Zerfallsprodukten in Innenräumen liefert wesentlichen Beitrag zur Strahlenexposition der Allgemeinbevölkerung
- ✓ Radon zählt zu den am besten untersuchten Kanzerogenen in der Umwelt
- ✓ Radon in Innenräumen erhöht Lungenkrebsrisiko relevant i.S. einer linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne Schwellenwert
- ✓ Radonexposition neben Aktivrauchen zweitwichtigste Ursache in der beruflich nicht exponierten Allgemeinbevölkerung
- ✓ Quantitativ für Lungenkrebsrisiko bedeutender als Passivrauchen
- ✓ Identifikation von Gebäuden mit hoher Radonbelastung und Einleitung von Schutzmaßnahmen sind wichtige Präventivmaßnahmen
- **Ethische Verpflichtung zur Minimierung des als relevant erkannten Risikofaktors in der Ätiologie der Lungenkrebserkrankungen**
- **Jede Maßnahme (z.B. Flutung der Bergwerke), die zu einer Erhöhung der Radonbelastung der Bevölkerung führt ist unzulässig**

# Saarland - Strahlenschutz-Musterland ->Agenda

- Landesweite und regionalspezifische Radon-Langzeit-Messungen
- Einrichtung eines Radonkatasters für das Saarland
- Wissenschaftliche Untersuchungen über ätiologische und epidemiologische Aspekte der Radon-Belastung im Saarland, z.B.  
Korrelationsanalysen zwischen Bruchspalten und den Radon-Werten in den aufsitzenden Gebäuden
- **Nicht-Genehmigung der geplanten Flutung der Saarländischen Bergwerke und Verbot des in dieser Dimension weltweit einmaligen Experimentes**

# Energiesparen auf Kosten auf Kosten der Gesundheit ?

## Vom Berufs- zum Bevölkerungsrisiko

- Zielkonflikt zwischen Klima- und Gesundheitsschutz
- Revision der Strahlenschutzgesetzgebung und Senkung der geltenden Grenzwerte
- Förderung des Radonschutzes im Bausektor: Bei Umbauarbeiten Verbesserung der Gebäudeisolation, Bei Neubau Einbau guter Isolation, Sanierung bestehender Gebäude mit zu hohen Radon-Konzentrationen ist problematisch
- Koordination der Bau- und Gesundheitsprogramme
- **Ausschlaggebend für den Erfolg eines Radonaktionsplans ist die Unterstützung durch die Bevölkerung sowie das Engagement von Politik, Behörden, betroffenen Branchen, Gesundheitsorganisationen und Medien auf nationaler und kommunaler Ebene**
- Ziel: Reduktion der Zahl der jährlich auf Radon zurückgehender Erkrankungs- und Todesfälle

# Bautechnik in der Region des oberflächennahen Altbergbaus 06.06.2018

© Dr. Karl-Michael Müller

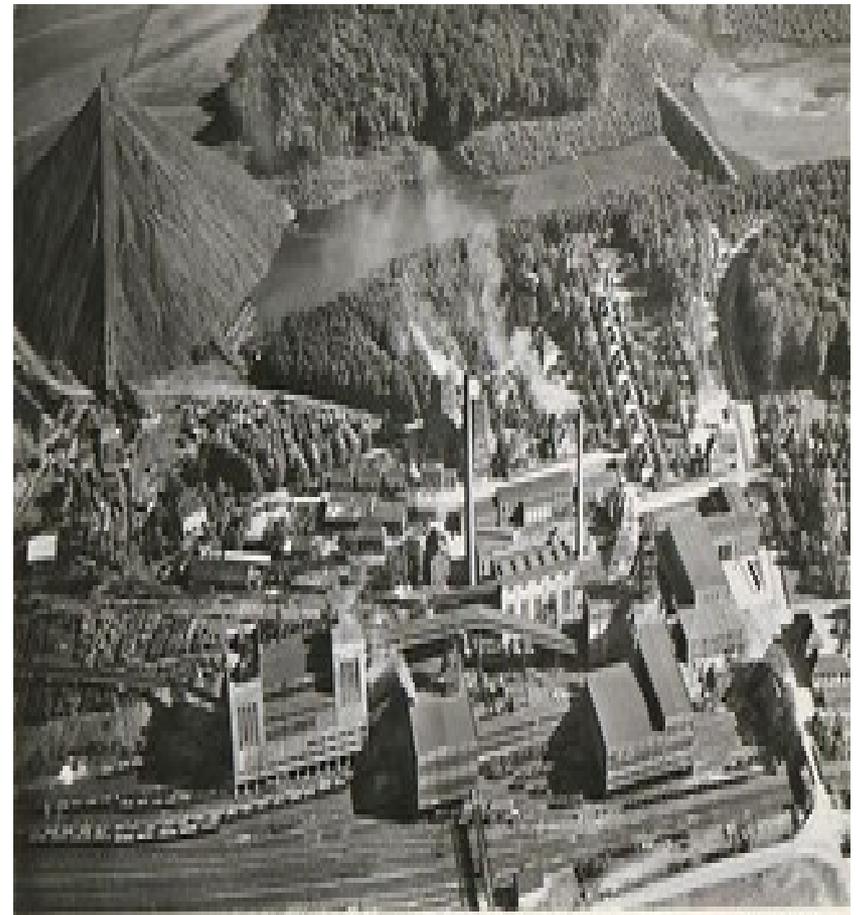
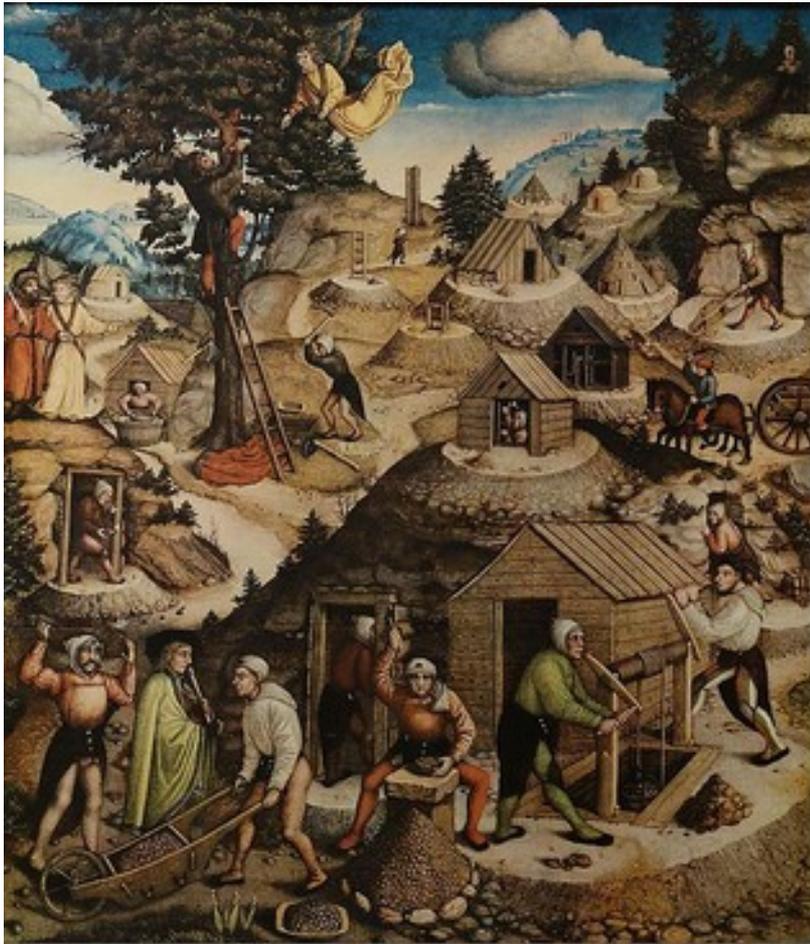


# Prävention

- **Rauchen einstellen !**
- **Im Kellergeschoss permanent auf Durchzug lüften !**
- **Neue Bau- und Belüftungstechnik !**

# Lösungsansätze zur Reduktion der Radonbelastung in Innenräumen

Annaberger Bergaltar  
© commons.wikimedia.org



RÉGIE DES MINES DE LA SARRE  
Siège de Redden

Cliché  
L.P.V.A.

# Beiträge tagesnaher Grubenbaue und weiterer unterirdischer Hohlräume zur Radonbelastung in Häusern – Grundlagen und Lösungsansätze – 6. Sächsischer Radontag Dresden

© C. Schramm, W. Löbner, Wismut GmbH

Beiträge tagesnaher Grubenbaue und weiterer unterirdischer Hohlräume zur Radonbelastung in Häusern – Grundlagen und Lösungsansätze

25

## Lösungsansätze zur Beherrschung der grubenbedingten Radonsituation in Häusern



- ) bei flächenhaftem Grubeneinfluss auf die Häuser:  
Unterdruckbewetterung ist der einzige geeignete Lösungsansatz.
- ) bei kleinen Systemen, wenigen betroffenen Häusern bzw. flankierend:  
=> objektspezifische Einzelfalllösungen sind anwendbar.

# Wettertechnischer Lösungsansatz

© C. Schramm et al. Wismut GmbH

Beiträge tagesehrer Grubenbaue und weiterer unterirdischer Hohlräume zur Radonbelastung in Häusern – Grundlagen und Lösungsansätze

23

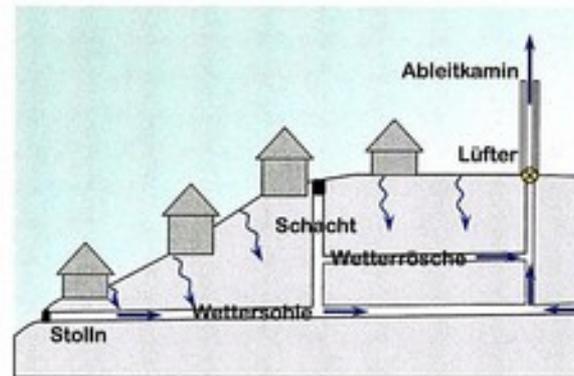
## Wettertechnischer Lösungsansatz – ein standortbezogener Lösungsansatz

### 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.



# Wettertechnischer Lösungsansatz

© C. Schramm et al. Wismut GmbH

Beiträge tagesnaher Grubenbaue und weiterer unterirdischer Hohlräume zur Radonbelastung in Häusern –  
Grundlagen und Lösungsansätze

24

## Wettertechnischer Lösungsansatz – ein standortbezogener Lösungsansatz

- › Wettertechnische Lösungen kommen in Betracht, wenn:
  - eine größere Anzahl von Häusern ein grubenbedingtes Radonproblem aufweisen,
  - ⇒ die Grube entsprechende Wetterwege und Tagesverbindung besitzt.
  
- › Vorteile wettertechnischer Lösungen:
  - es kann eine größere Anzahl von Häusern gleichzeitig beeinflusst werden,
  - ⇒ sie bringen für die Bürger im Durchschnitt die geringsten Unannehmlichkeiten mit sich,
  - ⇒ es liegen positive Erfahrungen vor.
  
- › Nachteile wettertechnischer Lösungen:
  - sie greifen nur in Häusern, die mit der Grube kommunizieren,
  - sie sind mit langfristigen Kosten verbunden,
  - es erfolgt eine Radonableitung in die Atmosphäre.
  
- › Wettertechnische Lösungen können bei Bedarf von objektspezifischen Einzelfalllösungen flankiert werden.

# Wettertechnische Lösung - stabiler Unterdruck im Grubengebäude

© C. Schramm et al. Wismut GmbH

Beiträge tagesnaher Grubenbaue und weiterer unterirdischer Hohlräume zur Radonbelastung in Häusern – Grundlagen und Lösungsansätze

22

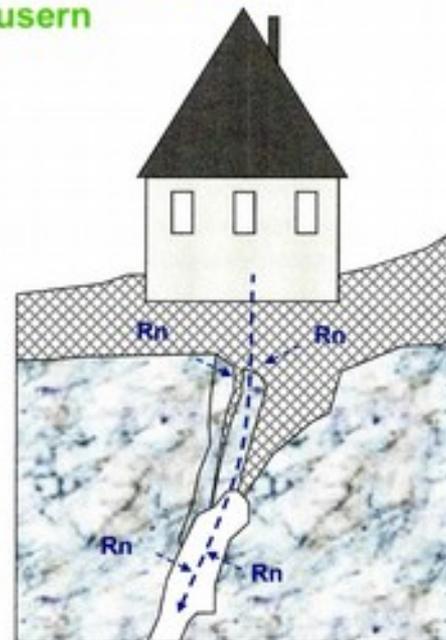
## Lösungsansätze zur Beherrschung der grubenbedingten Radonsituation in Häusern

) zutage gerichtetes Druckgefälle:

Herstellen eines stabilen Unterdrucks im Grubengebäude.

Gehört zu den wettertechnischen Lösungen, die an der Grube als dem eigentlichen Ursprung des Problems ansetzen.

Standortbezogene Lösung, als lokale Lösung oder flächenhafte Lösung ausführbar!



# Einzelfalllösung objektspezifisch

© C. Schramm et al. Wismut GmbH

Grundlagen und Lösungsansätze

20

## Lösungsansätze zur Beherrschung der grubenbedingten Radonsituation in Häusern

### Permeabilität des Untergrundes:

Abdichten des Untergrundes bspw. durch Injektage.

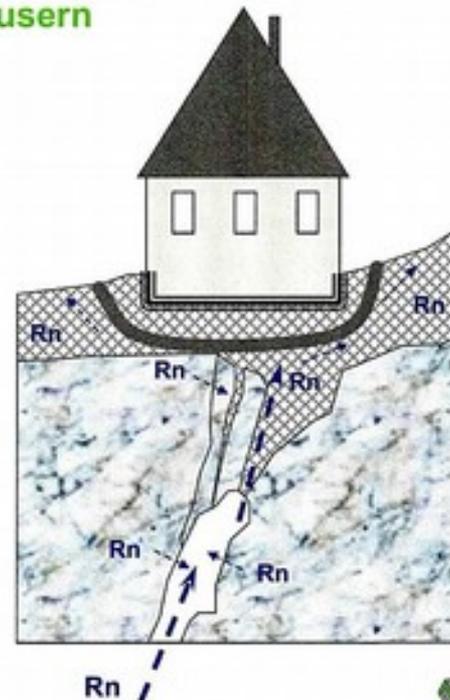
Nur unter bestimmten Voraussetzungen, objektspezifische Einzelfalllösung!

### undichte Gebäudehülle:

Abdichten der Gebäudehülle,

Abdichten zwischen Keller und Wohnbereich.

Ggf. kompliziert, objektspezifische Einzelfalllösung!



# **GEOPRAX - Bergtechnisches Ingenieurbüro**

- Prof. h.c. Dr. rer. nat. habil. Bernd Leißring, Geschäftsführer
- GEOPRAX Bergtechnisches Ingenieurbüro Bernd Leißring und Nick Leißring GbR, Chemnitz
- Von der IHK Südwestsachsen öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für „Radiologische Messungen und Radonschutz“
- U.a. Aufträge des Sächsischen Oberbergamtes und WISMUT GmbH
- Umfangreicher Erfahrungsschatz aus Arbeiten in den Bergstädten des Erzgebirges u.a. Erfassung und Analyse von radiologischen Kontaminationen

# Markscheider - Notare des Bergbaus

**Eigenständige Markscheiderbüros in den Bundesländern (z.B. Bayern, Sachsen)**



**In NRW und Saarland direkt bei Konzern RAG angestellt**



# **Der Blick zu den Nachbarn**

# Der Blick zum Nachbarn Rheinland-Pfalz Landesamt für Geologie und Bergbau



☰ Menü

🏠 Online Karte Radonprognose

### Radonprognosekarte



Radonprognosekarte © LGB-RLP.de

Radon ist ein radioaktives Edelgas, das aus dem natürlich vorkommenden, radioaktiven Schwermetall Uran entsteht. Uran ist, wenn auch nur in geringer Konzentration, überall in der Erdkruste vorhanden, weshalb auch Radon als dessen Folgeprodukt dort überall entsteht. Das gasförmige Radon gelangt mit der Bodenluft über Risse und den Porenraum im Gestein und Boden in Gebäude. Ist das Radon erst im Gebäude lagern sich die ebenfalls radioaktiven metallischen Zerfallsprodukte an feinste Staubpartikel in der Raumluft an und können lange Zeit in der Luft schweben und eingeatmet werden.

Radioaktive Stoffe wie Radon und seine Zerfallsprodukte senden ionisierende Strahlen aus, die die Zellen eines lebenden Organismus schädigen können. Beim Atmen werden die luftgetragenen Aerosole mit den anhaftenden Radon-Folgeprodukten hauptsächlich in den Bronchien der Lunge abgelagert. Die radioaktiven Radon-Folgeprodukte zerfallen dort in der direkten Nähe der Zellen und schädigen dadurch das empfindliche Lungengewebe. Radon und seine Folgeprodukte verursachen etwa 40 % der natürlichen Strahlenbelastung. Sind Menschen langfristig und dauerhaft dieser Strahlung ausgesetzt können daraus erhöhte Risiken einer Erkrankung an Lungenkrebs resultieren.

Das Landesamt für Geologie und Bergbau untersucht für das Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau wieviel Radon (Radonpotenzial) in unterschiedlichen Gesteinen und Böden in Rheinland-Pfalz entsteht. Dazu wurde seit 2007 eigens eine Methode der Langzeit-Radonmessung im Boden entwickelt. Weil die Radonkonzentration im Boden kurzfristig sehr starken

# Der Blick zum Nachbarn - Frankreich - Lorraine

CFDT - Ces cancers qui frappent les anciens mineurs <https://grandest.cfdt.fr/journal/grand-est/salle-de-press-13100-cancer...>

MENU Cfdt GRAND EST POURQUOI RABÉNER ADHÉREZ EN LIGNE

À LA UNE Salle de presse CONJONCTURE SOCIO ECO GRAND EST STOP AUX IDÉES DU FN LIENS

< Retour

## CES CANCERS QUI FRAPPENT LES ANCIENS MINEURS

Publié le 15/02/2013 Par RL

Le Bassin houiller lorrain possède un taux record de mortalité. Ces statistiques alarmantes peuvent aussi s'expliquer par l'apparition récente de maladies professionnelles liées à l'exploitation du charbon.

# Le Républicain Lorrain

FRANCE JOURNAL

© Le Républicain Lorrain, Vendredi le 15 Février 2013 / Région /

1 sur 3 08.04.2016, 17:00

CFDT - Ces cancers qui frappent les anciens mineurs <https://grandest.cfdt.fr/journal/grand-est/salle-de-press-13100-cancer...>



CFDT.FR

Depuis 1995, les permanents de la CFDT mineurs chargés des maladies professionnelles ont ouvert 1 027 dossiers « amiante » pour des affections de l'appareil respiratoire. Mais des dossiers concernant des cancers de la vessie, du nez ou du rein commencent à affluer. Photo RL.

La dernière mine française de charbon a fermé en 2004 à Creutzwald mais les poussières et les produits toxiques continuent d'empoisonner le corps des mineurs retraités du Bassin houiller lorrain.

### DOSSIER

On savait que des générations entières de gueules noires avaient usé leur appareil respiratoire au fond. Charbonnages de France a déjà plusieurs condamnations à son actif pour faute inexcusable à la suite du décès de salariés atteints de cancer du poumon ou de silicose.

Mais aujourd'hui, d'autres affections graves frappent cette population : cancers de la vessie, de la peau, du rein, du sang, du nez...

Une quinzaine de syndicalistes de la CFDT mineurs animent une permanence « maladie professionnelle » à Freyming-Merlebach. En accompagnant les malades dans leurs démarches, ils sont étonnés et choqués par ce qu'ils découvrent. « Plus aucun expert ne doute de l'exposition des mineurs à des cancérogènes pour les poumons. Mais en 2000, nous avons réussi à faire reconnaître comme maladie professionnelle un cancer de la vessie d'un collègue du fond. Plus récemment encore, en décembre dernier, nous avons obtenu que le décès d'un ancien piqueur de fond, victime d'un cancer du nez, soit imputé à son exposition à un pulvérisateur utilisé pour colmater des tréches dans les massifs de charbon », expliquent Frédéric Hergott, Bernard Zanoskar et Enzo Paolotti, de la CFDT mineurs.

Huit ans au fond : mort à 36 ans

Le cas de cet ancien aide-glométre de Hombourg-Haut est édifiant. Il a succombé, à 36 ans seulement, d'un cancer extrêmement rare du nasopharynx (la partie haute du nez) ayant dégénéré avec métastases osseuses. Il n'avait travaillé que de 1984 à 1992 aux Houillères, au puits Fleumieux de Freyming-Merlebach notamment. Huit années suffisantes pour l'exposer de façon mortelle au formaldéhyde, un produit utilisé pour stabiliser les terrains dans les veines minères. « Les professionnels qui injectaient cette mousse dans les failles avaient des tenues de protections, des masques. Mais ceux qui travaillaient sur le même chantier, à proximité, bossaient torse nu. Or, ces produits de colmatage sont volatils. Il en pleuvait sur les gens dans les galeries », explique Bernard Zanoskar. L'aide-glométre de Hombourg-Haut en est mort dès 2003. Mais dix ans après, grâce à la détermination des permanents de la CFDT, sa veuve, actuellement au RSA, va enfin pouvoir toucher une rente.

Les syndicalistes de la CFDT ou de la CGT qui se battent aux côtés des victimes et de leurs familles s'aperçoivent que certains produits qu'ils pensaient inoffensifs se sont transformés en poison aux pouvoirs lents et destructeurs. « Nous avons découvert la composition de certaines huiles seulement après la fermeture des mines : elles étaient hautement cancérogènes, dangereuses pour des organes comme la peau ou la vessie », poursuit Bernard Zanoskar.

2 sur 3 08.04.2016, 17:00

# **Même fermées, les mines françaises continuent de faire des victimes**

Diana Coper-Richet, Université de Versailles Saint-Quentin – Université Paris-Saclay 05.06.2017

„Entre 2013 und 2017 plusieurs plaignants sont décédés de certains maladies redoutées – cancers du poumon, de la vessie, de la peau, notamment.“

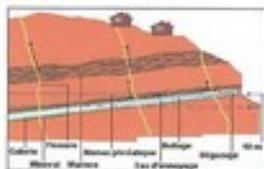


Fig. 7. Possibilité de transfert de gaz profonds par la fracturation depuis les sites profondément exploités au sein

Cette étude (Baubron et Boudot, 2000) a mis en évidence l'impact que pouvaient avoir les zones déconcochées par les travaux miniers sur les conditions de transfert du radon de la profondeur vers la surface. Certaines habitations, situées dans les secteurs surplombant ou proches des galeries décochées ou amoyées sous moins de 10 m d'eau, présentent des contaminations en radon qui peuvent atteindre ou dépasser le seuil d'intervention de 1000 Bq/m<sup>3</sup> dans l'atmosphère des pièces.

Elle a aussi mis en évidence que certaines formations sédimentaires, ou tout au moins certaines lithologies particulières à certaines strates, pouvaient induire des contaminations sensibles des habitations. C'est le cas d'habitations situées au droit d'horizons marneux intercalés dans le Dogger, qui sont susceptibles de présenter des concentrations en radon de l'ordre de 200 à 400 Bq/m<sup>3</sup> en l'absence de fractures ou fissures du sous-sol. Ces concentrations peuvent atteindre des valeurs de l'ordre de 400 à 1000 Bq/m<sup>3</sup> lorsqu'il existe des fractures induites par les anciens travaux miniers.

Cette constatation modifiait l'approche initiale de l'évaluation de la potentialité de contamination en radon des habitations du territoire national puisqu'elle intégrait certains faciès sédimentaires dans les formations géologiques susceptibles de générer des contaminations excessives en radon dans les habitations.

À l'issue de ces travaux, le DRAIS de la Moselle a fait appel au BRGM pour définir

le plan d'échantillonnage, à l'échelle du département, des habitations dans lesquelles des mesures de radon seraient effectuées, sur une base moins aléatoire vis-à-vis des lithologies que dans le plan utilisé antérieurement par l'INRS (maillage pseudo-régulier géographique) et moins rigide spatialement.

Afin d'obtenir une cartographie prévisionnelle de la potentialité de contamination en radon des habitations en fonction de leur répartition dans l'espace départemental, il convenait tout d'abord d'adapter la méthode d'étude au problème posé :

- sélection des formations géologiques les plus aptes à produire du radon en fonction de leur composition minéralogique ;
- définition d'un échantillon de villages représentatifs pour lesquels des habitations sont choisies pour mesurage ;
- détermination du degré d'exposition moyen par habitation (mesures du radon par point de 2 capteurs statiques (films sensibles) - durée d'exposition de 2 mois au printemps) ;
- analyse pondérée des résultats ;
- cartographie du risque potentiel de contamination par le radon des habitations.

Cette étude (Baubron et al., 2002) a mis en évidence que des niveaux argileux ou marneux pouvaient potentiellement induire des contaminations en radon dans les habitations situées à leur aplomb. Deux formations géologiques (Fig. 8) sont ainsi susceptibles d'induire des contaminations supérieures au seuil de 400 Bq/m<sup>3</sup>, sans pour autant amoindrir dans les conditions habituelles le seuil de 1000 Bq/m<sup>3</sup>. Il s'agit des « schistes carbon » du Stourien inférieur et des « marnes à stribitules » et « calcaires à anularia » d'âge Bathonien inférieur.

Le croisement de cette cartographie avec celle de l'occupation du sol, et plus particulièrement de la répartition des zones urbanisées, permettait alors de proposer une cartographie du risque de contamination des habitations par le radon (Fig. 9).



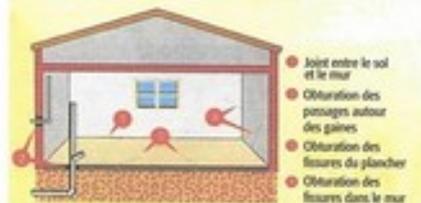
### Evaluation du potentiel de contamination par le radon des habitations du département de la Moselle (57)

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM 02-PCO-505

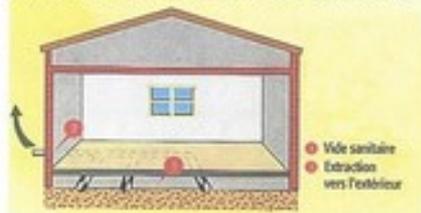
Novembre 2002  
BRGM/SP-50543-FR



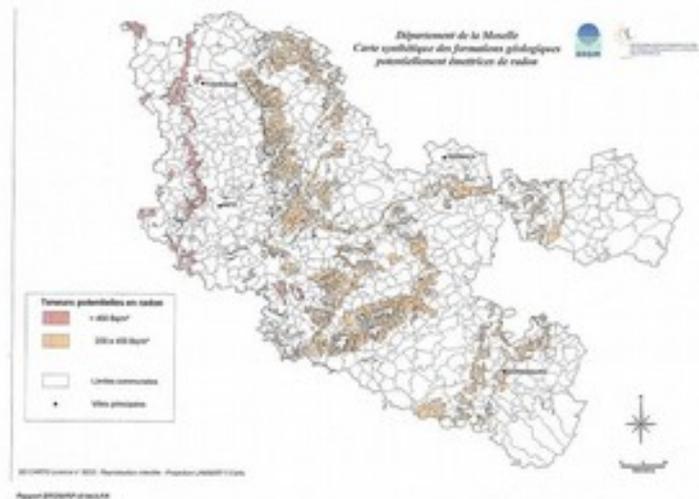
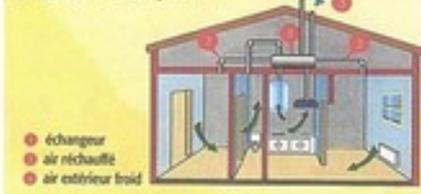
**Exemple 1 : étanchéification des voies d'entrée du radon**



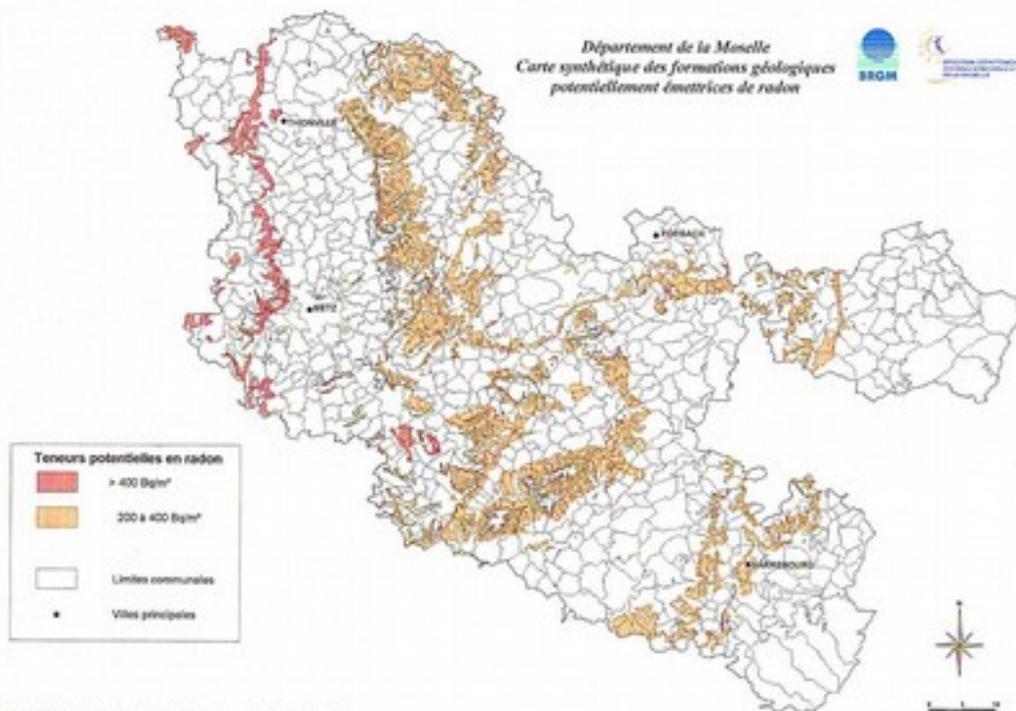
**Exemple 2 : mise en dépression dans le vide sanitaire**



**Exemple 3 : ventilation mécanique double flux en déséquilibre**



Département de la Moselle  
Carte synthétique des formations géologiques  
potentiellement émettrices de radon



# Der Blick zum Nachbarn - Schweiz

## Geoportal des Kantons Bern

Kanton Bern  
Geoportal des Kantons Bern

[Eine Seite zurück](#)

### Radonkonzentrationen in Innenräumen

**Neuinformationen**

**Hauptinformationen**

**Download**

Karte anzeigen  
PDF  
XML



Die Karte stellt die gemessenen Radonkonzentrationen in bewohnten und/oder unbewohnten Innenräumen farblich dar. Es sind jeweils immer die ersten Messungen dargestellt. Die Karte soll das Risiko bezüglich Radon abbilden, die aktuelle Belastung einzelner Innenräume ist somit nicht in der Karte dargestellt. Falls z.B. nach Umbauten oder Radonmessungen weitere Messungen vorgenommen wurden, sind diese nicht aus der Karte ersichtlich. Gesetzliche Grundlage: Strahlenschutzverordnung Art. 115 Abs. 4. Die Pläne der Gebiete mit erhöhten Radongaskonzentrationen können von jeder Person eingesehen werden.

[Detaillierte Informationen zu Legende / Copyright](#)

Typ:	Karte
Code:	RADON
Publikationsplattform:	Internet
Berechtigter Benutzerkreis:	öffentlicher Benutzerkreis
Name der Online-Quelle:	Geoportal
Status:	Wird aktualisiert
Nachführung:	10.1.2013
Publikation:	19.2.2013

[Alle weiteren Informationen ein- oder ausblenden](#)

[Weitere Informationen](#)

[Fachtechnische Auskunft](#)

[In Beziehung stehende Geoinformationen](#)

[Metadateninformationen](#)

1 von 2 04.03.2018, 14:29

Kanton Bern  
Geoportal des Kantons Bern

[Eine Seite zurück](#)

### Aktuelle Meldungen

1. März 2018  
[Kartenaktualisierung im Geoportal vom 01.03.2018](#)

22. Februar 2018  
[Kartenaktualisierung im Geoportal vom 22.02.2018](#)

15. Februar 2018  
[Kartenaktualisierung im Geoportal vom 15.02.2018](#)

[Alle aktuellen Meldungen](#)

### Kontakt

Geoportal des Kantons Bern  
Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion  
Amt für Geoinformation  
Rellerstrasse 11  
3011 Bern  
[Kontaktformular](#)

### Verfügbarkeit der Kartenanwendung

7 Tage x 24 Stunden

**Supportzeiten (Mo-Fr)**  
08:00 bis 12:00 Uhr  
13:30 bis 17:00 Uhr  
(Freitag bis 16:30 Uhr)

Für Supportanfragen verwenden Sie bitte das [Kontaktformular](#).

---

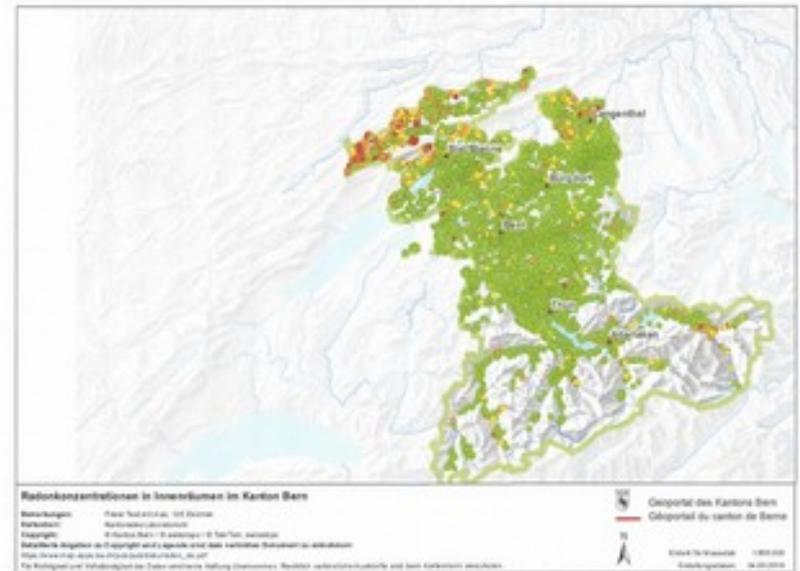
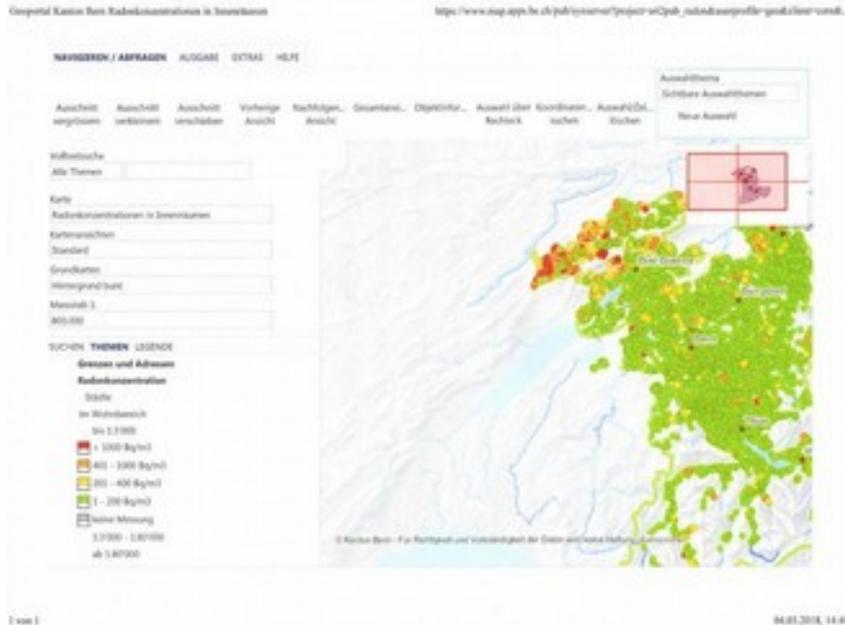
© 2018 Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern  
<http://www.geo.apps.be.ch/de/kanton-kantonbern.html?view=...>  
11e1a8a29553&catalog=map&type=complete&preview=swatch\_01

2 von 2 04.03.2018, 14:29

# Radonkonzentrationen in Innenräumen im Kanton Bern

[https://www.geo.apps.be.ch/de/karten/kartenangebot-1.html?view=sheet&guid=ffa9b544-03db-491d-80ea-11e1a48a3960&catalog=maps&type=complete&preview=se arch\\_list](https://www.geo.apps.be.ch/de/karten/kartenangebot-1.html?view=sheet&guid=ffa9b544-03db-491d-80ea-11e1a48a3960&catalog=maps&type=complete&preview=se arch_list)

Es geht auch anders !



**Die Wahrheit verhält sich wie Grubengas (Methan und Radon):  
Sie kommt immer heraus und an die Oberfläche !**



**Das darf sich nicht wiederholen !**



SZ-online vom 01. März 2018 | 22:58 Uhr

## Radon-Belastung Der Killer, der aus dem Keller kommt



Vermeintliche Bergbau-Idylle vor dem Camphauser Hammerkopf-Förderturm: Der Quierschiefer Arzt Karl-Michael Müller sieht große Gefahren, wenn die Saar-Gruben einfach geflutet werden. Durch den Grubenwasseranstieg könnte auch mehr radioaktives Radon-Gas frei werden, das Lungenkrebs erzeugt. FOTO: Robby Lorenz

Bertolt Brecht

**Wer die Wahrheit nicht weiß, der ist bloß ein  
Dummkopf.**

**Aber wer sie weiß und sie eine Lüge nennt, der ist  
ein Verbrecher !**



Grubenausfahrt aus den Mundloch des Paul-Stollens der Hermannszeche bei Allendorf

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit**