

**Wetterprojekt
zur Senkung der bergbaulichen Radonbelastung
in den Häusern der Bergstadt Schneeberg**

**6. Sächsischer Radontag - 8. Tagung Radonsicheres Bauen
Dresden, 11.09. 2012**

Leißring, B., Leißring, N. (GEOPRAX Bergtechnisches Ingenieurbüro)

Schramm, C., Löbner, W., Geringswald, K. (WISMUT GmbH)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Luftbild von Schneeberg



Gliederung

- Einleitung
- Aufgabenstellung
- Flächenhafter wettertechnischer Lösungsansatz in Schneeberg
- Varianten einer flächenhaften Bewetterungslösung in Schneeberg
- Ergebnisse Pilotprojekt Kirchplatz
- Bewertung und Schlussfolgerungen für die weitere Bearbeitung

Bergmännische Auffahrungen im Stadtgebiet



Zeitgenössische Darstellung des Altbergbaues

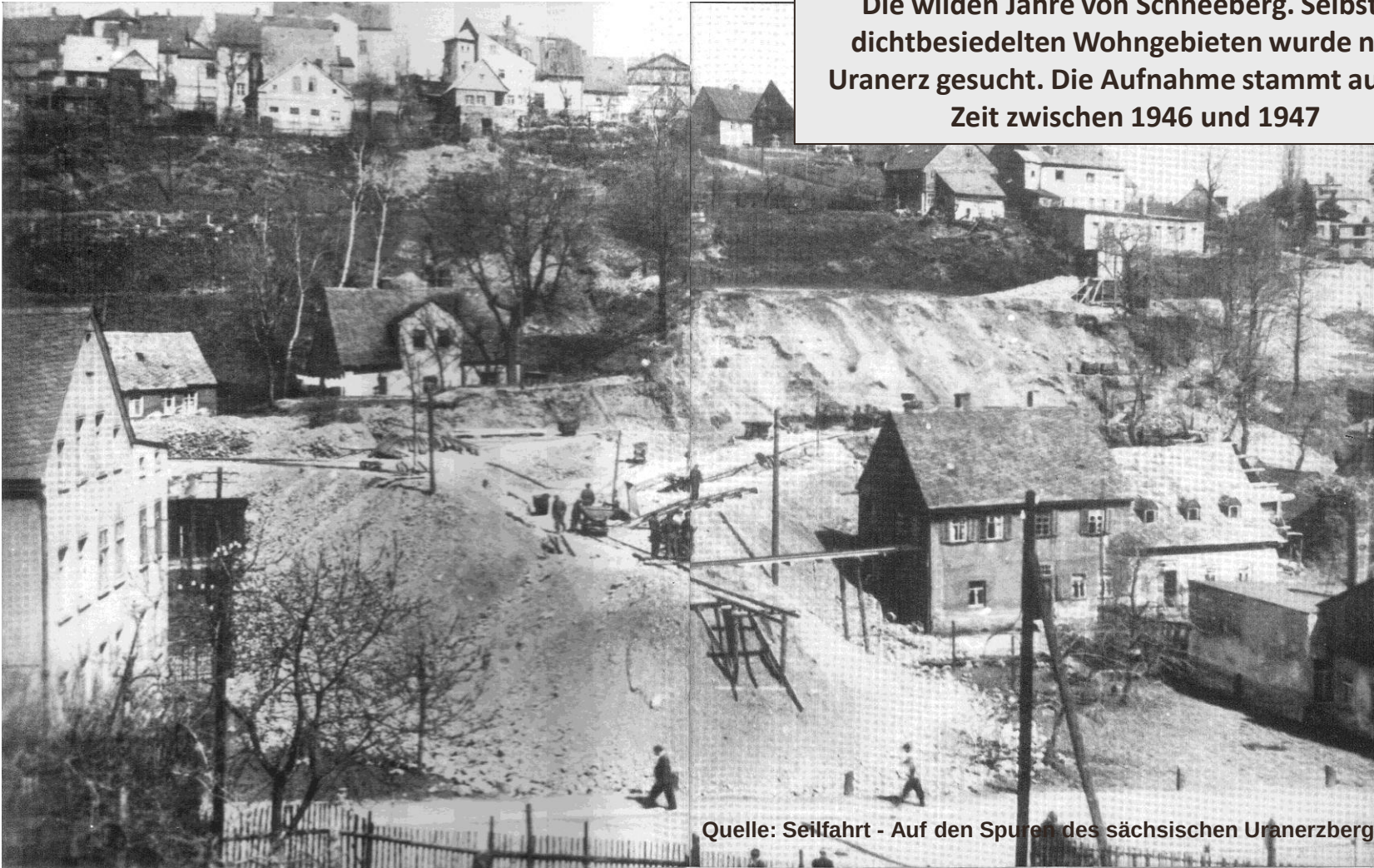
Hans Hesse (1521):

Bergaltar (Rückseite) aus
der Annenkirche in
Annaberg-Buchholz



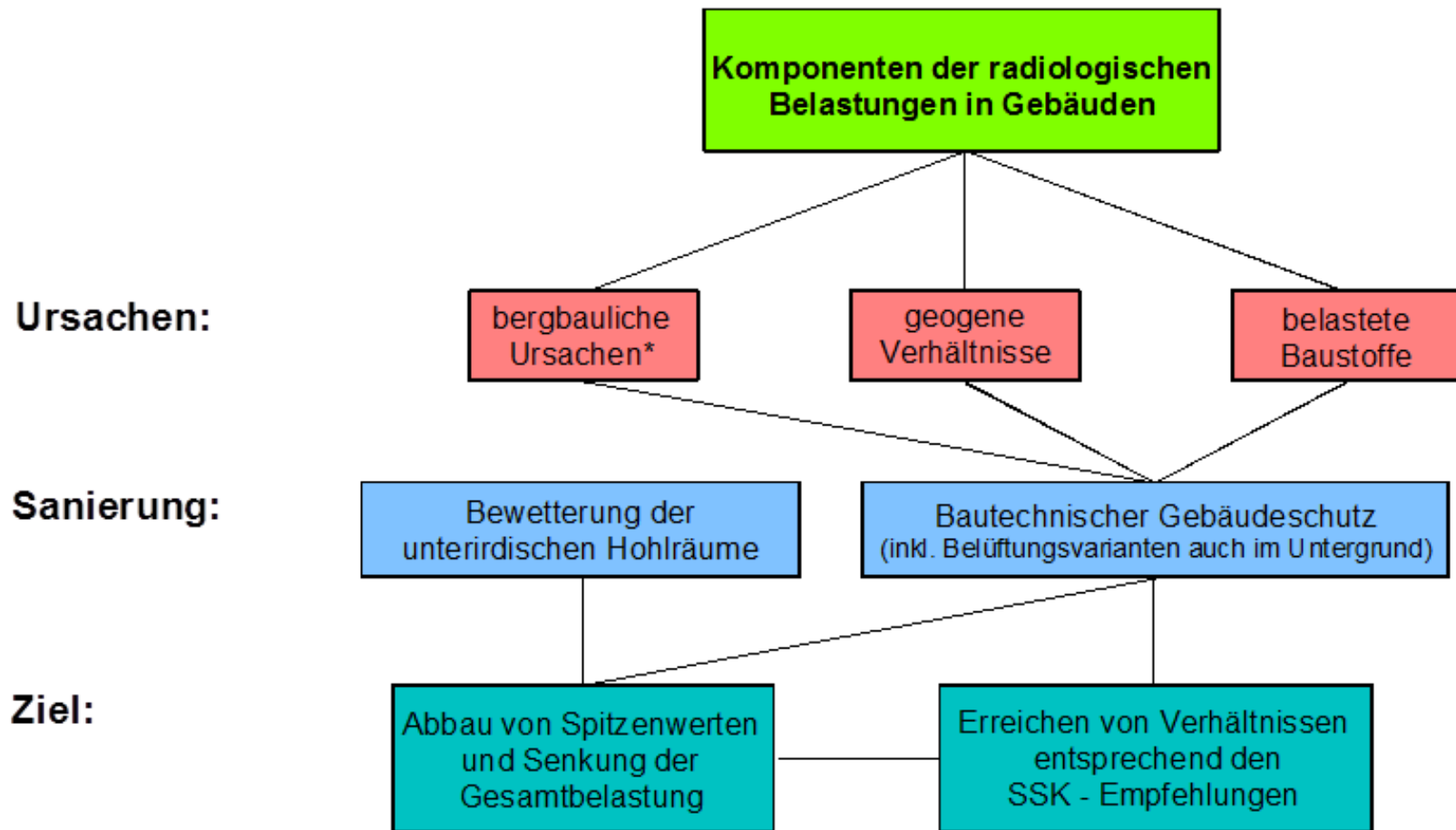
Altbergbau – Am Stangenberg in Schneeberg

Die wilden Jahre von Schneeberg. Selbst in dichtbesiedelten Wohngebieten wurde nach Uranerz gesucht. Die Aufnahme stammt aus der Zeit zwischen 1946 und 1947



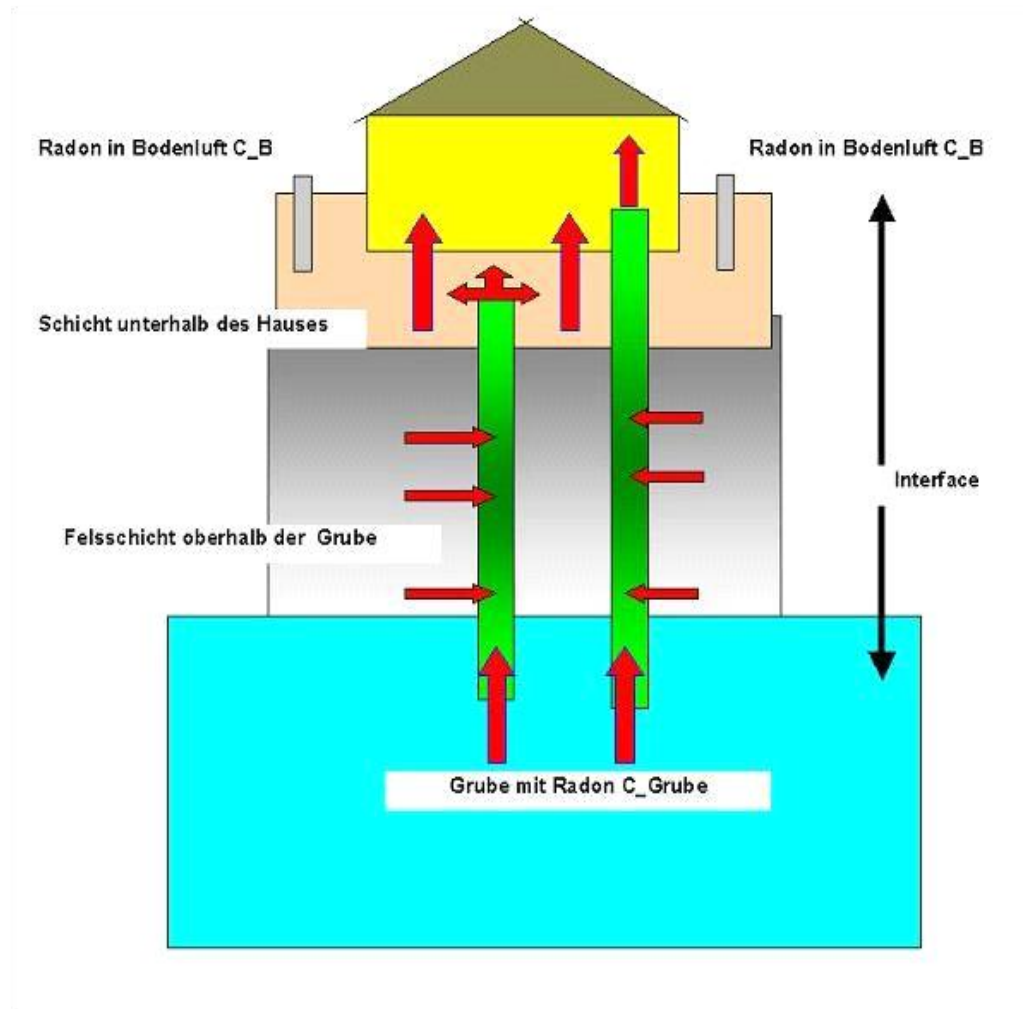
Quelle: Seilfahrt - Auf den Spuren des sächsischen Uranerzbergbaues

Komponenten der radiologischen Belastung

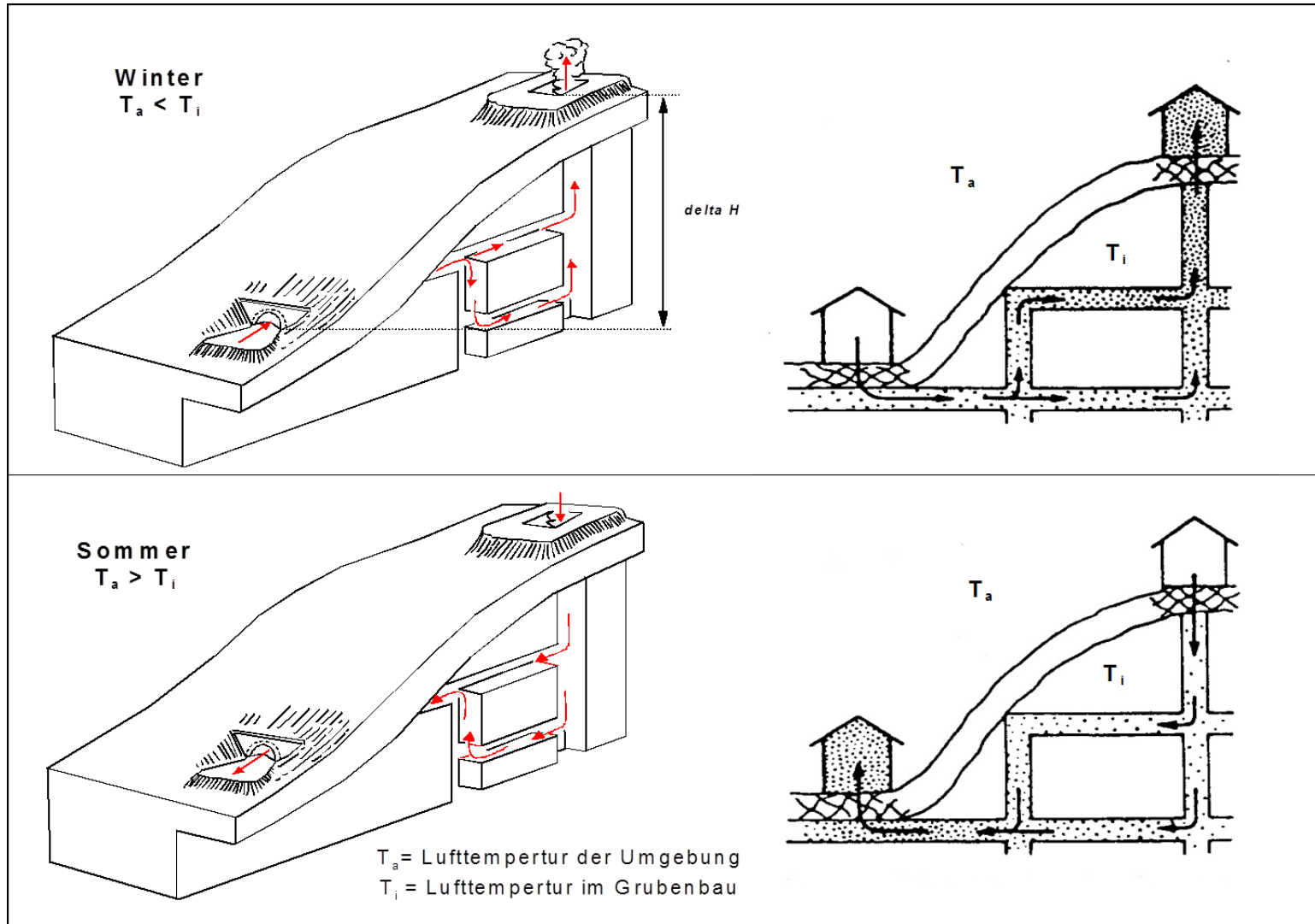


* Konzentration von Radon in Grubenwettern und Migration im anthropogen beeinflussten Untergrund

Interface Gebäude/Baugrund nach H. Schulz 2008

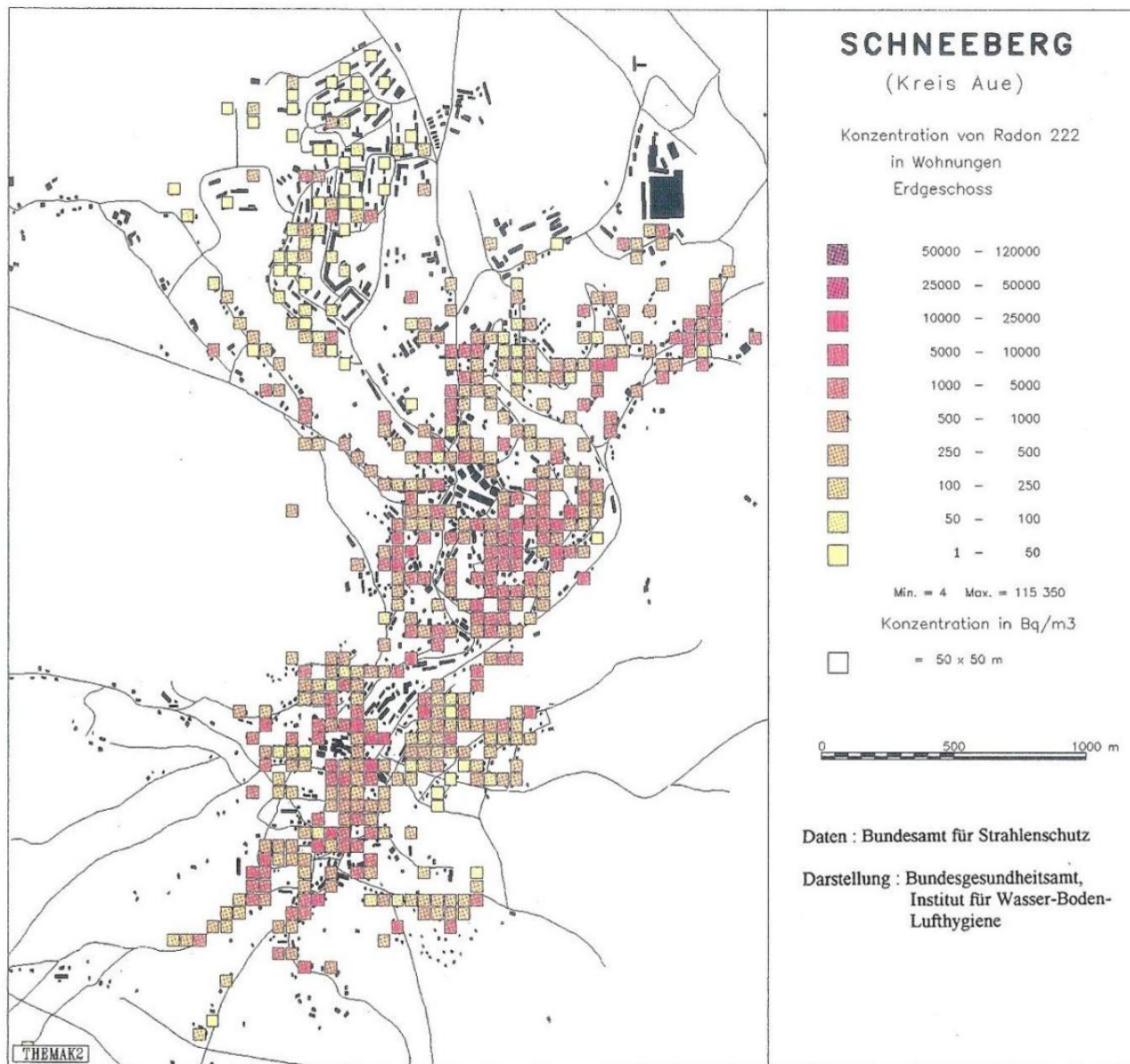


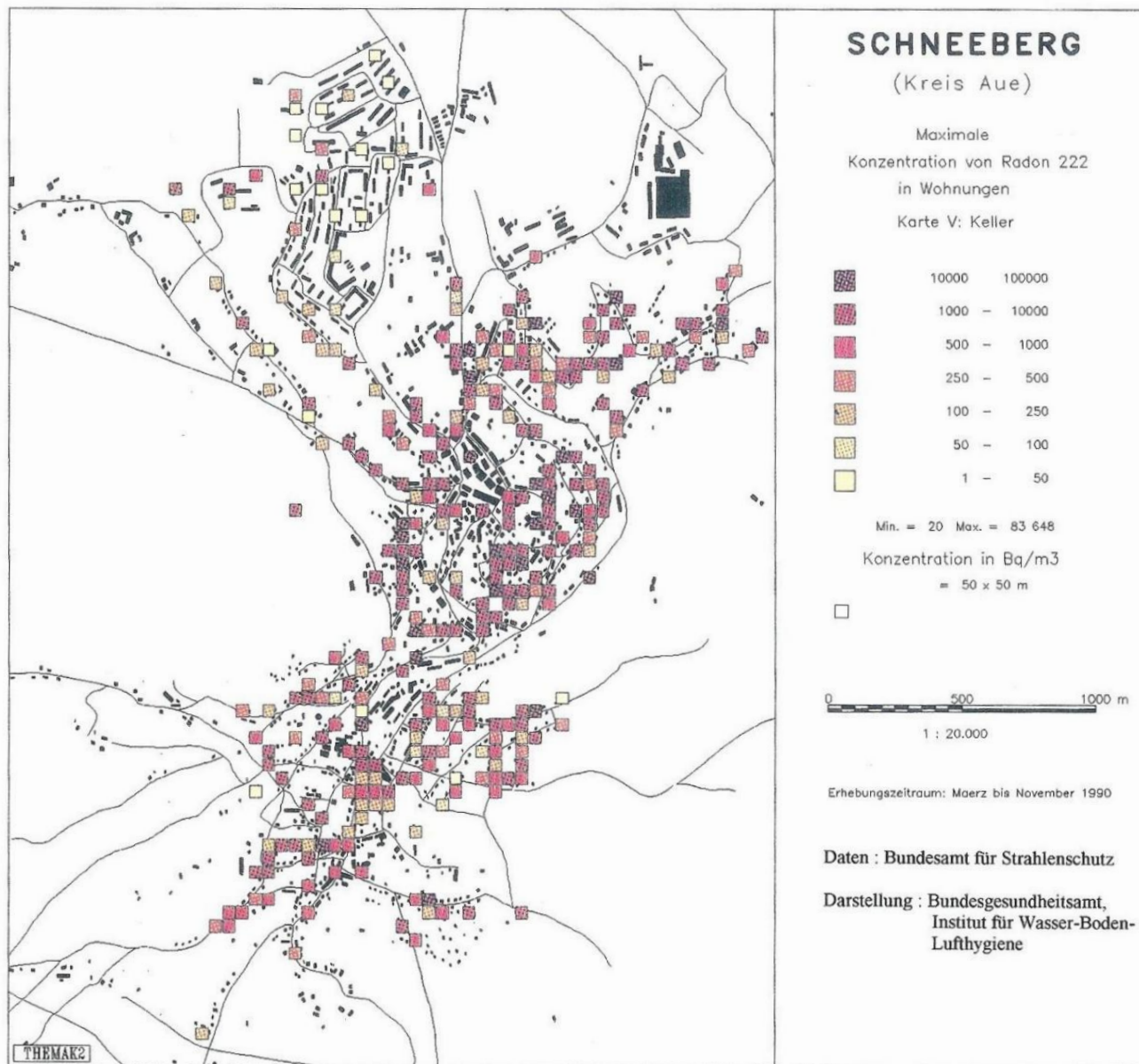
Wirkungsweise natürlicher Auftrieb/Bewetterung



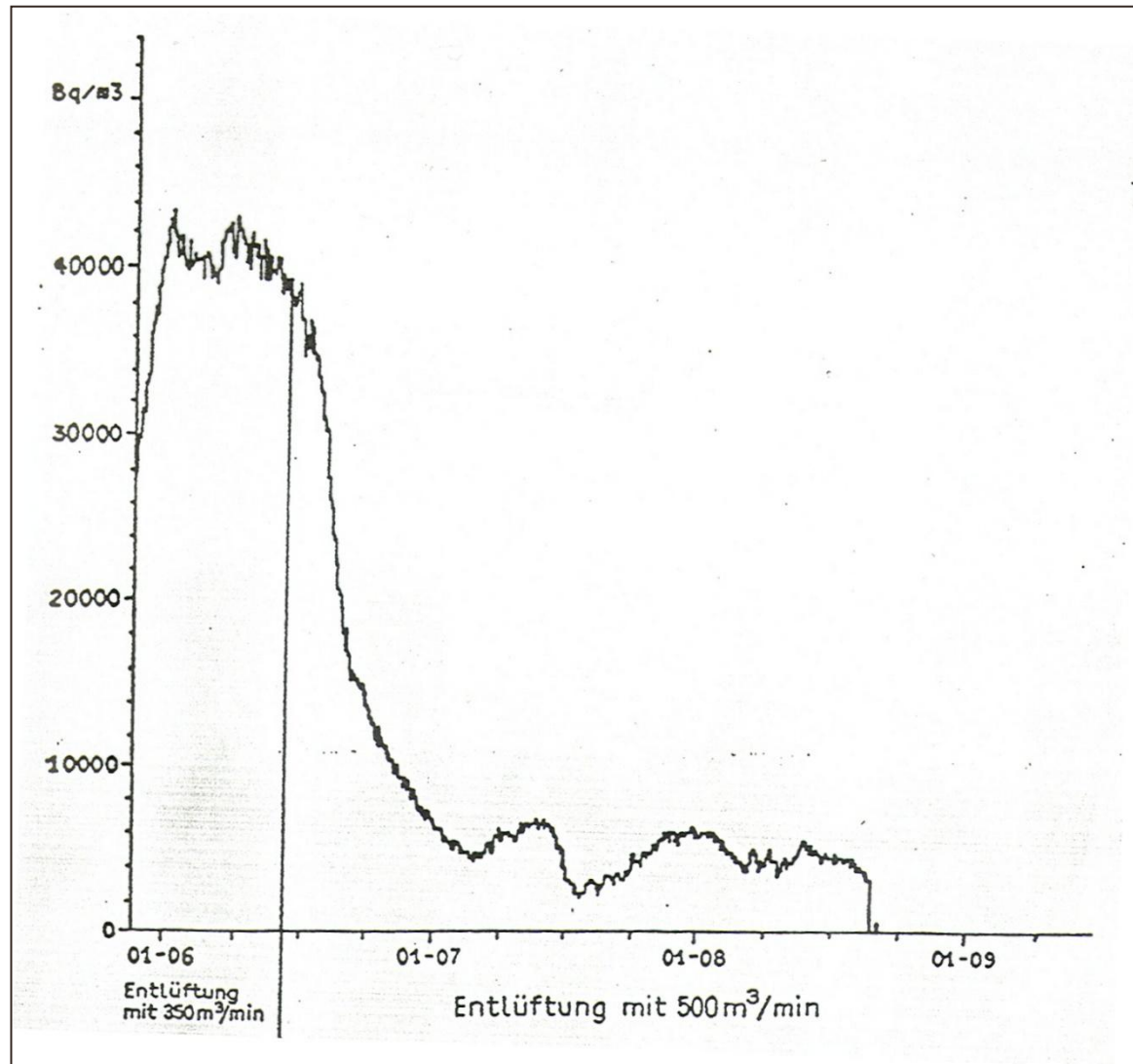
Erste flächendeckende Messungen in der Bergstadt Schneeberg

- Messungen mit Aktivkohle-Dosimetern (24 h) von März bis November 1990 im Auftrag des BfS
- Hohe Belastungen in den Häusern flächenhaft festgestellt
- „Oberflächennahe Auffahrungen, oftmals angelegt im Altbergbau und nachgenutzt durch den Uranbergbau, können bei Außerbetriebnahme der bergbaulichen Bewetterungsanlagen Ursache für hohe Radonkonzentrationen in Gebäuden sein“ BfS 1992





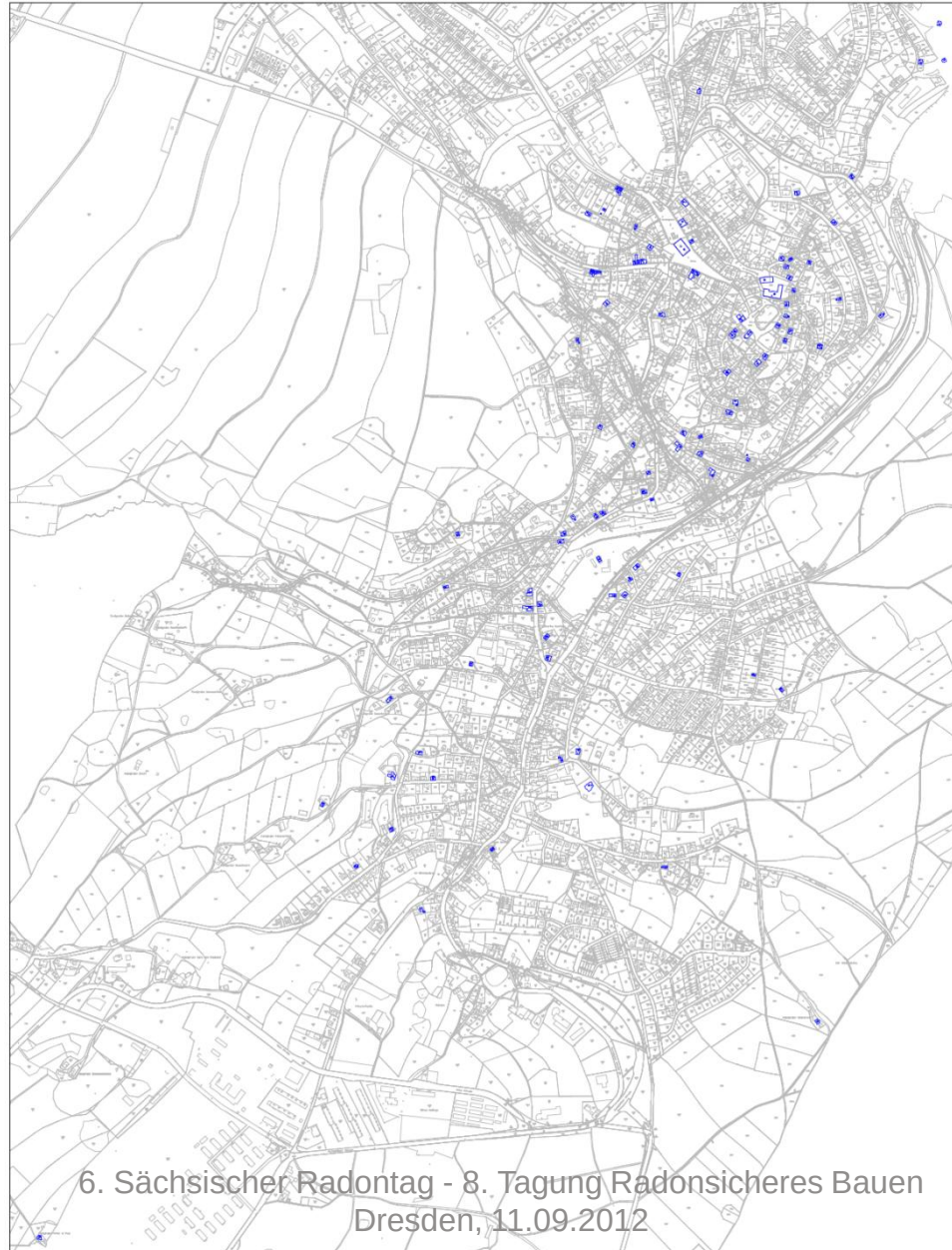
Bewetterungseinfluss auf die Radonkonzentration in einem Haus



Flächenhaftes Monitoring in den Häusern der Bergstadt Schneeberg

- Für eine funktionierende Bewetterungslösung zur Senkung der Rn-Belastung in Häusern ist eine kontinuierliche Erfassung der Rn-Situation notwendig. Somit können die Auswirkungen veränderter Wetterströme sicher erfasst werden.
- Ausgehend von dem seit 1995 betriebenen Messnetz in ausgewählten Häusern wird die Radonkonzentration seit 2009 an 102 Messstellen kontinuierlich monatlich erfasst.
- Dies sichert die Erfassung und Dokumentation der Auswirkungen gegenwärtiger und zukünftiger wettertechnischer Veränderungen auf die Radonbelastung in den Gebäuden der Stadt und dient zur Prüfung der radiologischen Relevanz aller vorzunehmender Einzelmaßnahmen im Grubenraum.

Messstellen im Stadtgebiet Schneeberg

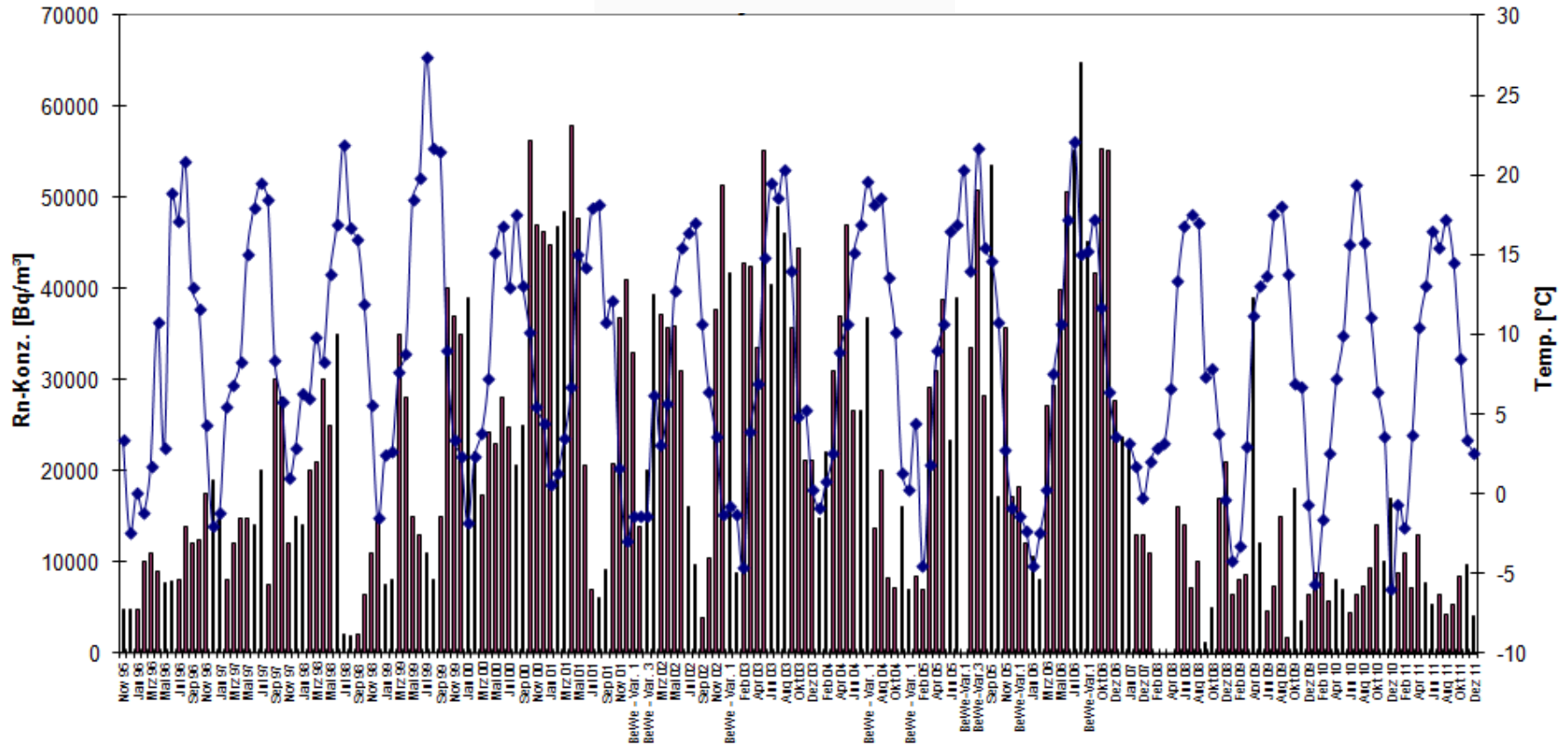


Beispiele Gebäudemessung Radon-Belastung im Projektverlauf



Gesamtübersicht Bewetterung des Schneeberger Grubengebäudes Dosimetermessungen von 1995 bis 2011

Messort: Obj.-Nr. 3

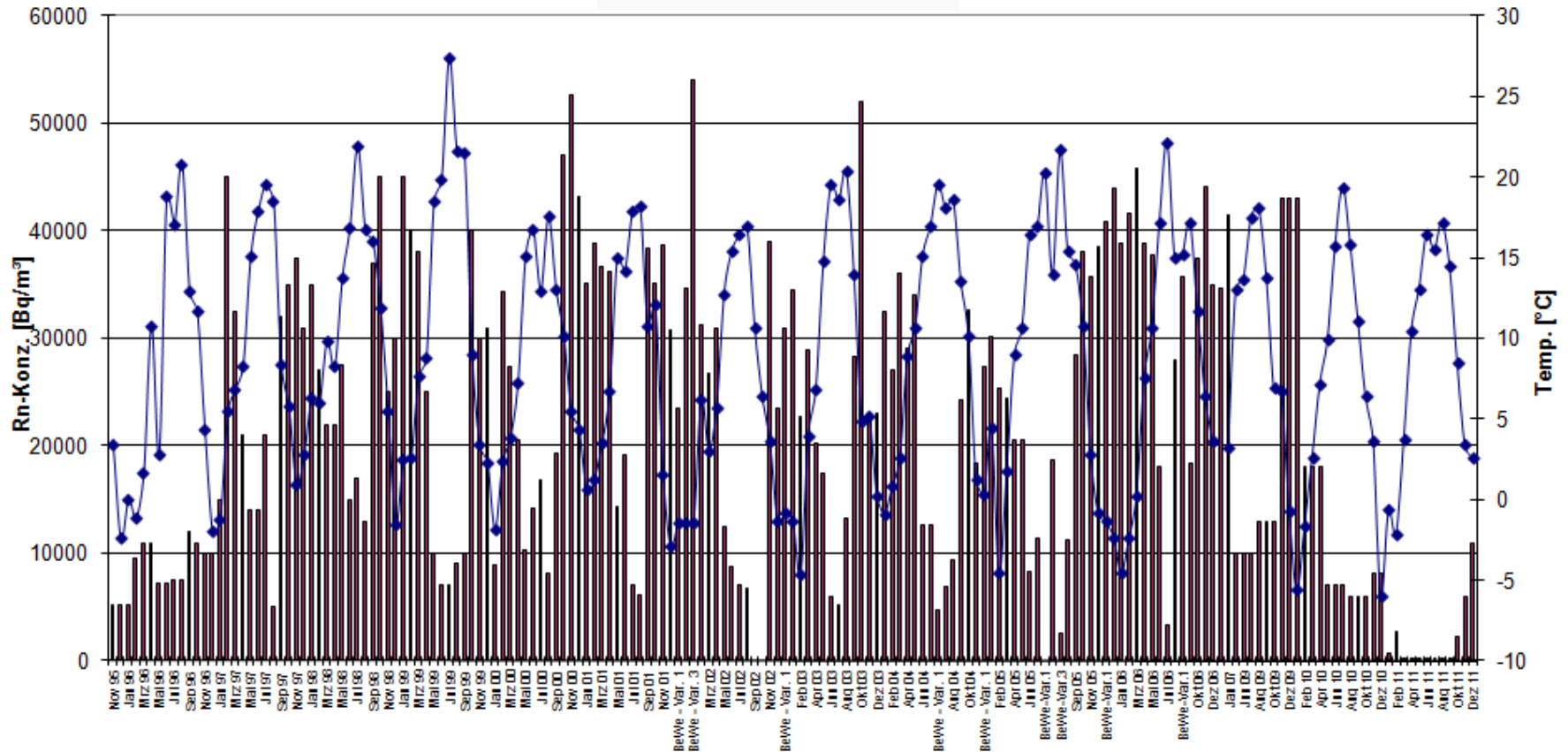


Beispiele Gebäudemessung Radon-Belastung im Projektverlauf



Gesamtübersicht Bewetterung des Schneeberger Grubengebäudes
Dosimetermessungen von 1995 bis 2011

Messort: Obj.-Nr. 15

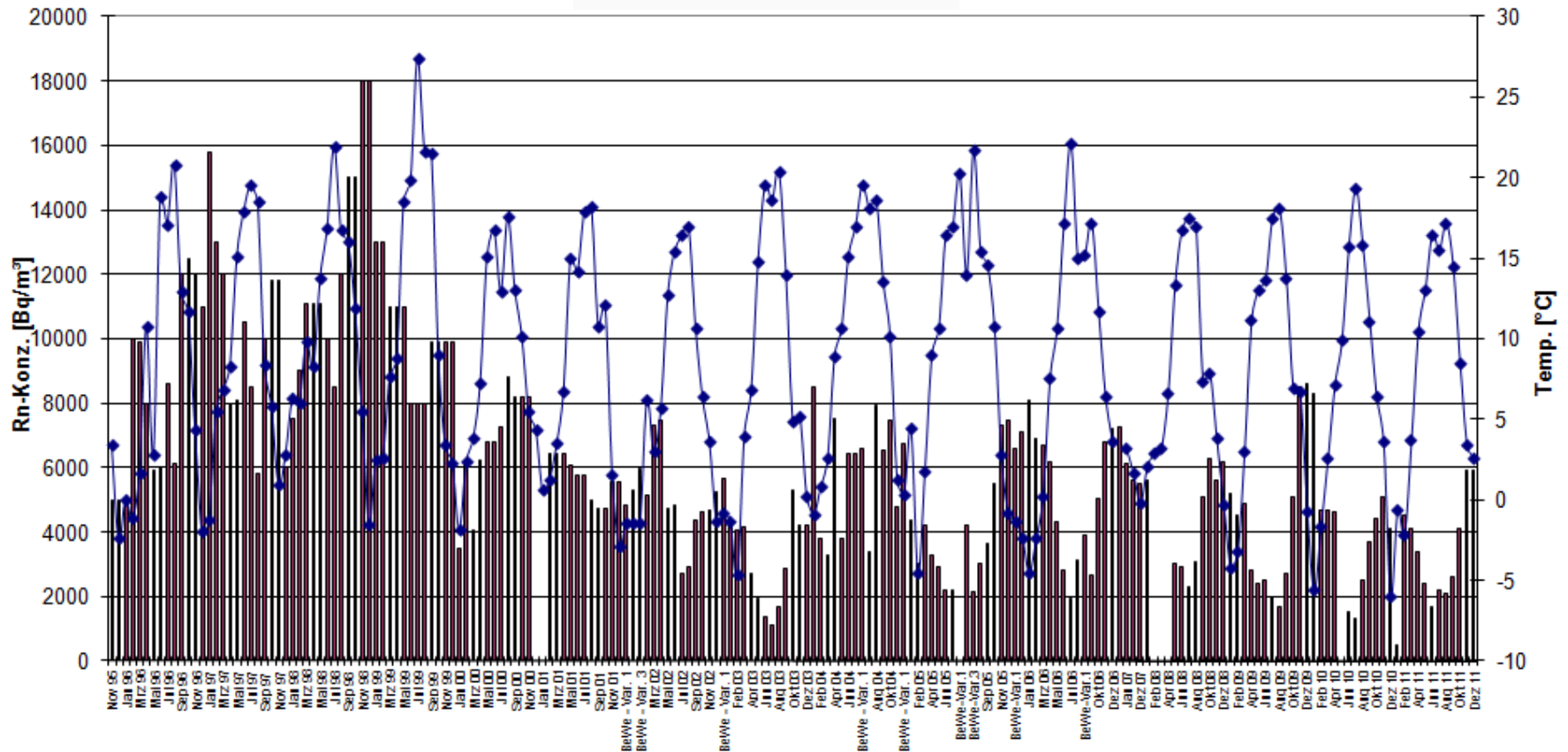


Beispiele Gebäudemessung Radon-Belastung im Projektverlauf

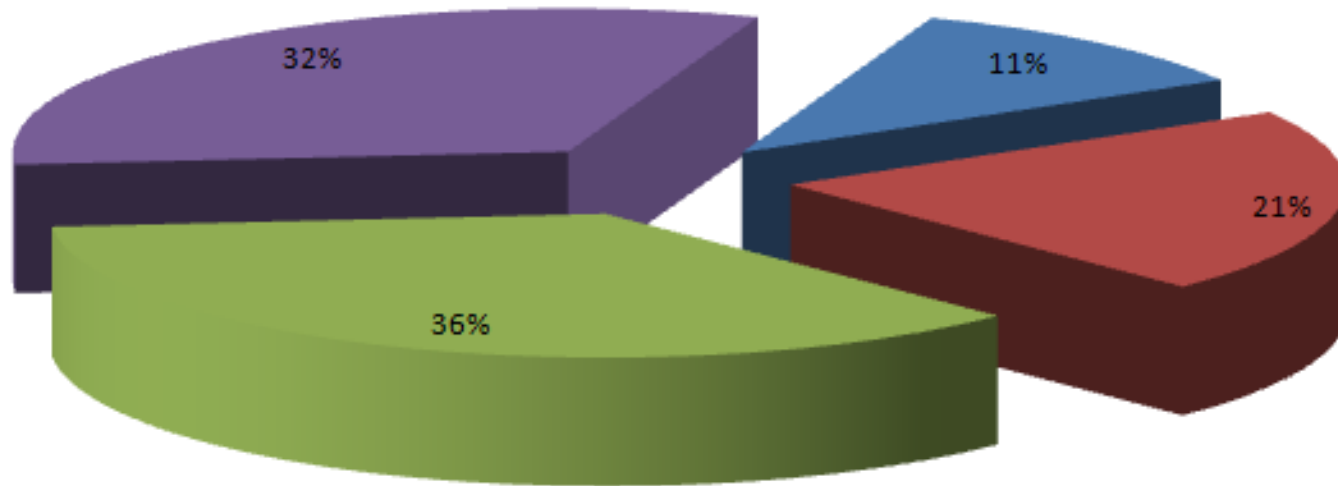


Gesamtübersicht Bewetterung des Schneeberger Grubengebäudes Dosimetermessungen von 1995 bis 2011

Messort: Obj.-Nr. 20



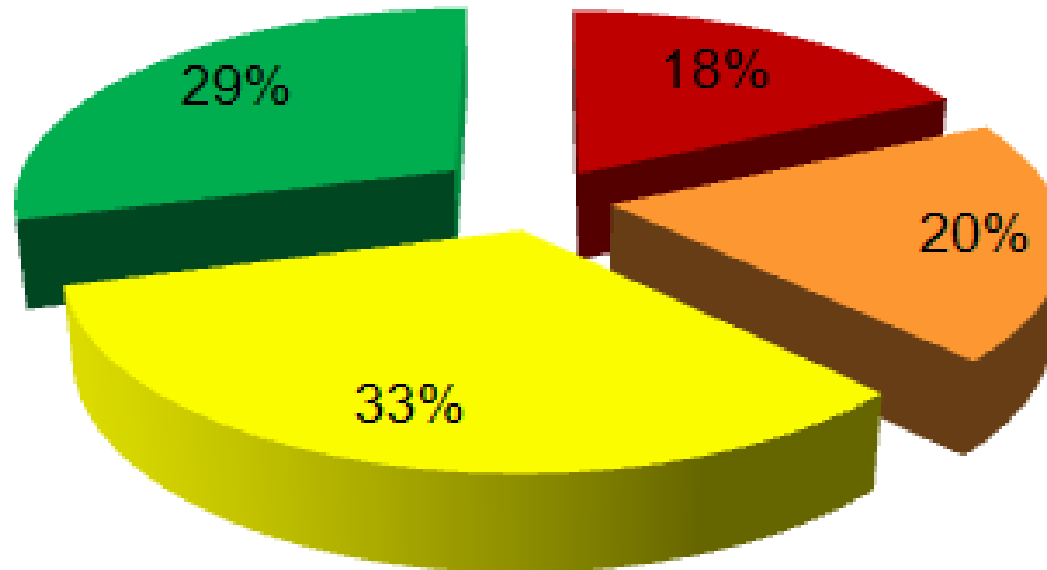
Radonkonzentration in Schneeberg



■ Kat. 1: > 20.000 Bq/m³ ■ Kat. 2: 5.000 - 20.000 Bq/m³ ■ Kat. 3: 1.000 - 5.000 Bq/m³ ■ Kat. 4: < 1.000 Bq/m³

Radonkonzentration in Neustädte

- Kat. 1: größer 20.000 Bq/m³
- Kat. 2: 5.000 bis 20.000 Bq/m³
- Kat. 3: 1.000 bis 5.000 Bq/m³
- Kat. 4: kleiner 1.000 Bq/m³

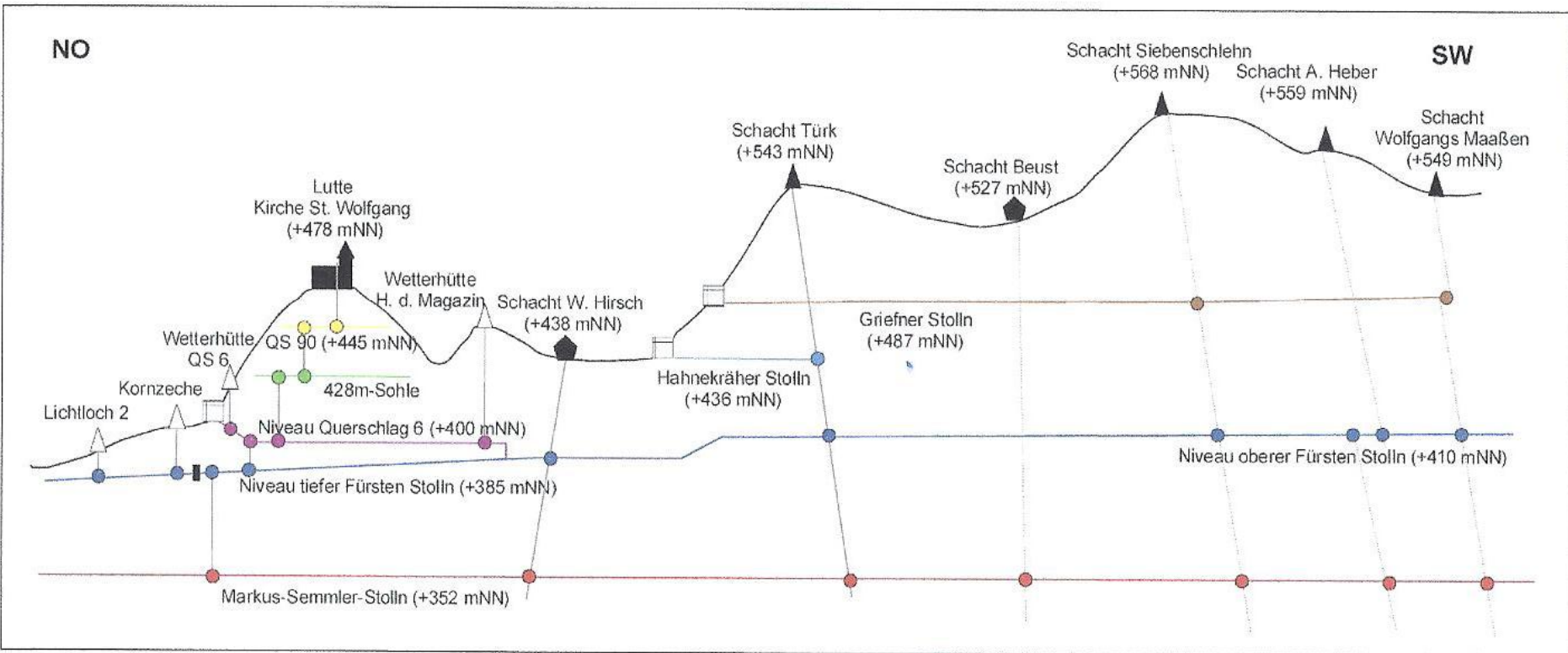


Forschungsstudie:

Untersuchung über Möglichkeiten der gezielten Bewetterung im Schneeberger Grubenfeld zur Senkung der Radonbelastung für die Bevölkerung (1994)

- Ausgangspunkt für die ab 1995 laufenden Maßnahmen und Untersuchungen bis hin zum laufenden Wetterprojekt zur Senkung der grubenbedingten Radonbelastung in den Gebäuden der Bergstadt Schneeberg

Schematische Darstellung von Wetterwegen im Schneeberger Grubenraum



Chronologie Wetterprojekt Schneeberg

Jahr	Realisierte Leistungen
1990	Flächenhafte Screening-Messung der Radonkonzentration in den Häusern von Schneeberg durch das BfS
1991 - 1995	Modellhafte Sanierung radonbelasteter Wohnungen in Schneeberg, einschließlich Großversuch zur Beeinflussung der Radonkonzentration durch Grubenwetter, BMU und BfS
1994	Vorlage der Forschungsstudie „Untersuchung über Möglichkeiten der gezielten Bewetterung im Schneeberger Grubenfeld zur Senkung der Radonbelastung der Bevölkerung“ durch GEOPRAX
1995	Antragstellung zum Fördervorhaben „Gezielte natürliche Bewetterung des Schneeberger Grubengebäudes zur Senkung der Radonbelastung in den Häusern der Stadt Schneeberg“ - Fördermittelbewilligung durch das LfUG, Gründung einer Arbeitsgemeinschaft „Natürliche Bewetterung“
ab 1995	Beginn der praktischen Realisierung des Pilotprojektes „Natürliche Bewetterung“ bergmännische Arbeiten / ingenieurtechnische Begleitung / kontinuierliches Messprogramm
1996 - 2006	Jahresberichte über den Stand des Projektes „Natürliche Bewetterung“ Ständige Messungen in ca. 68 Gebäuden, gezielte Messreihen an Punkten im Grubenraum und an Wetteröffnungen, Erfassung der Bodenradonkonzentration an 12 Messpunkten sowie Durchführung von Winter- und Sommerbewetterungsversuchen, bergmännische Arbeiten zur Realisierung der Wetterwege
2003 - 2005	Ergänzende Untersuchungen durch die WISMUT GmbH auf der Basis des Verwaltungsabkommens WISMUT-Altstandorte in Vorbereitung des Standortsanierungskonzeptes Schneeberg
2005	Vorlage des Standortsanierungskonzeptes Schneeberg, Beginn der Planungen für die Realisierung der prioritär zu bearbeitenden Vorhaben
2006	Abschlussbericht zum Pilotprojekt „Natürliche Bewetterung“, Darstellung der erreichten Möglichkeiten und Grenzen der natürlichen Bewetterung auf der Basis des bisher realisierten Bewetterungssystems
ab 2007	Beginn der bergmännischen Arbeiten im Komplexen Sanierungsareal 2 Kirchplatz St. Wolfgangskirche, radiologische Begleitung des Vorhabens durch die WISMUT GmbH in Zusammenarbeit mit GEOPRAX Sicherung des im Pilotprojekt „Natürliche Bewetterung“ erreichten Standes durch Fortsetzung der Radonmessungen in den Häusern von Schneeberg und Neustädtel, Ausbau des Häusermessnetzes im Bereich Kirchplatz St. Wolfgangskirche zur Erfassung der Auswirkungen der bergmännischen Arbeiten

Jahr	Realisierte Leistungen
ab 2008	radiologischen Begleitung der bergmännischen Arbeiten im Bereich Kirchplatz St. Wolfgangskirche, Durchführung von Feldexperimenten zur Aufklärung der Herkunft des Radons, der Transportmechanismen und des Systemverhaltens sowie zum Nachweis der Wirksamkeit des Lösungsansatzes „Erzeugung eines grubenwärts gerichteten Druckgefälles“ durch die WISMUT GmbH und GEOPRAX in 2008, 2009 und 2011 Bearbeitung des standortübergreifenden Projektes „Konzept zur Beherrschung der grubenbedingten Radonsituation in Bad Schlema und Schneeberg“ durch GEOPRAX und die WISMUT GmbH, Durchführung von Feldexperimenten zu Möglichkeiten einer wetter-technischen Kopplung der Gruben Schlema-Alberoda und Schneeberg in 2008 und zur Beeinflussungssituation in Neustädtel in 2009
2009	Vorlage des Abschlussberichtes zum Projekt „Konzept zur Beherrschung der grubenbedingten Radonsituation in Bad Schlema und Schneeberg“
2010	Fortsetzung des Projektes am Standort Schneeberg unter dem Titel „Wetterprojekt Schneeberg“ im Status einer Vorplanung, Bearbeitung durch die WISMUT GmbH und GEOPRAX Etablierung eines Basismessprogramms zur Messung der Radonkonzentration in insgesamt 102 Häusern im gesamten Stadtgebiet, inklusive Messung der Radonkonzentration in der Grubenluft, in der Bodenluft und in der Außenluft an ausgewählten Messstellen sowie Erfassung der Wetterbewegung an Tagesöffnungen
2011	Vorlage des Abschlussberichtes zum Wetterprojekt Schneeberg

Gründe für eine flächenhafte Lösung

- Durch Tracergasversuche in den Häusern wurde der maßgebliche Einfluss der migrierenden Grubenwetter auf die Radonkonzentration in den Häusern nachgewiesen.
- Zudem werden durch laufende Messungen der Radonkonzentration in über 100 Häusern die Einflüsse der Grubenwetter kontinuierlich monatlich erfasst.
- Da die Gruben unter Schneeberg weitestgehend unter dem gesamten Bebauungsareal flächendeckend gegeben sind, ist der Grubenwettereinfluss in der überwiegenden Zahl der Häuser gegeben und nachgewiesen.

Gründe für eine flächenhafte Lösung

- Diese besondere Situation in Schneeberg zwingt zur wettertechnischen Lösung der bergbaubedingten Radonquelle, um die Beeinflussung durch die belasteten Grubenwetter auszuschalten und um flächenhaft zur Senkung der Radonkonzentration in den Häusern zu kommen.
- Eine projektgemäße wettertechnische Abführung der Grubenwetter ist eine ursachengemäße Lösung des Problems und ist aufwandseitig und praktisch einer Einzelsanierung aller beeinflusster Gebäude vorzuziehen.
- Zudem kommt dem Synergieeffekt zwischen notwendigen geotechnischen Bergsicherungsmaßnahmen und dem Strahlenschutz für die Bevölkerung eine ausschlaggebende Bedeutung zu.

Wettertechnische Lösungen

- **Vorteile:**

- ⇒ Mit wettertechnischen Lösungen kann eine größere Anzahl von Häusern gleichzeitig beeinflusst werden
- ⇒ Wettertechnische Lösungen bringen für die Bürger im Durchschnitt die geringsten Unannehmlichkeiten mit sich
- ⇒ Es liegen positive Erfahrungen mit wettertechnischen Lösungen vor

- **Nachteile:**

- ⇒ Wettertechnische Lösungen greifen nur in Häusern, die mit der Grube kommunizieren
- ⇒ Wettertechnische Lösungen sind mit dauerhaftem, wenn auch vergleichsweise geringem Aufwand verbunden
- (Bei Außerbetriebnahme des Systems wird die Rn-Situation wieder schlechter)
- ⇒ Es erfolgt eine Radonableitung an bestimmten Punkten in die Atmosphäre

Voraussetzung

- Wettertechnische Lösungen kommen in Betracht, wenn:
 - eine größere Anzahl von Häusern ein grubenbedingtes Radonproblem aufweisen,
 - die Grube entsprechende Wetterwege und Tagesverbindung oberhalb des Flutungspegels besitzt.

⇒ Die wettertechnischen Lösungen können auch noch nachträglich im Einzelfall von objektspezifischen Einzelfalllösungen flankiert werden.

(Einzelfalllösungen bitte vorhalten ! Siehe Erfahrungen Schlema !)

Diese Voraussetzungen sind speziell am Standort Schneeberg gegeben

Zentrale wettertechnische Lösung

- **Merkmale:**

- die Druckerzeugung wirkt im gesamten Grubenfeld bzw. in einem großen Teilbereich

- ⇒ **Tagesverbindungen geschlossen !**

- ⇒ Grubenfeld offen

- die Druckerzeugung erfolgt zentral !

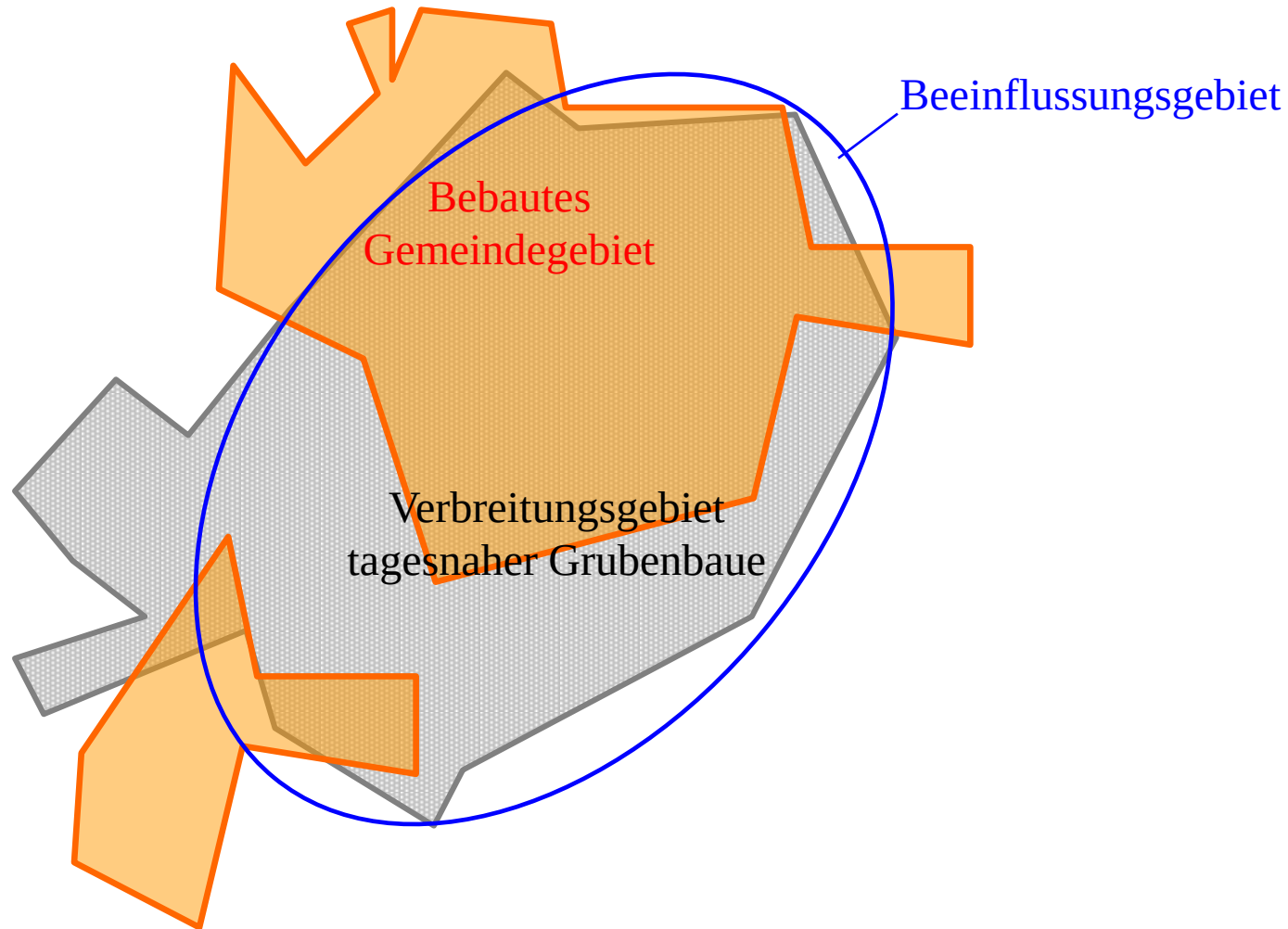
- **Anwendungsvoraussetzungen:**

- flächenhafter Grubeneinfluss auf die Radonsituation in Häusern im gesamten Grubenfeld bzw. in einem großen Teilbereich

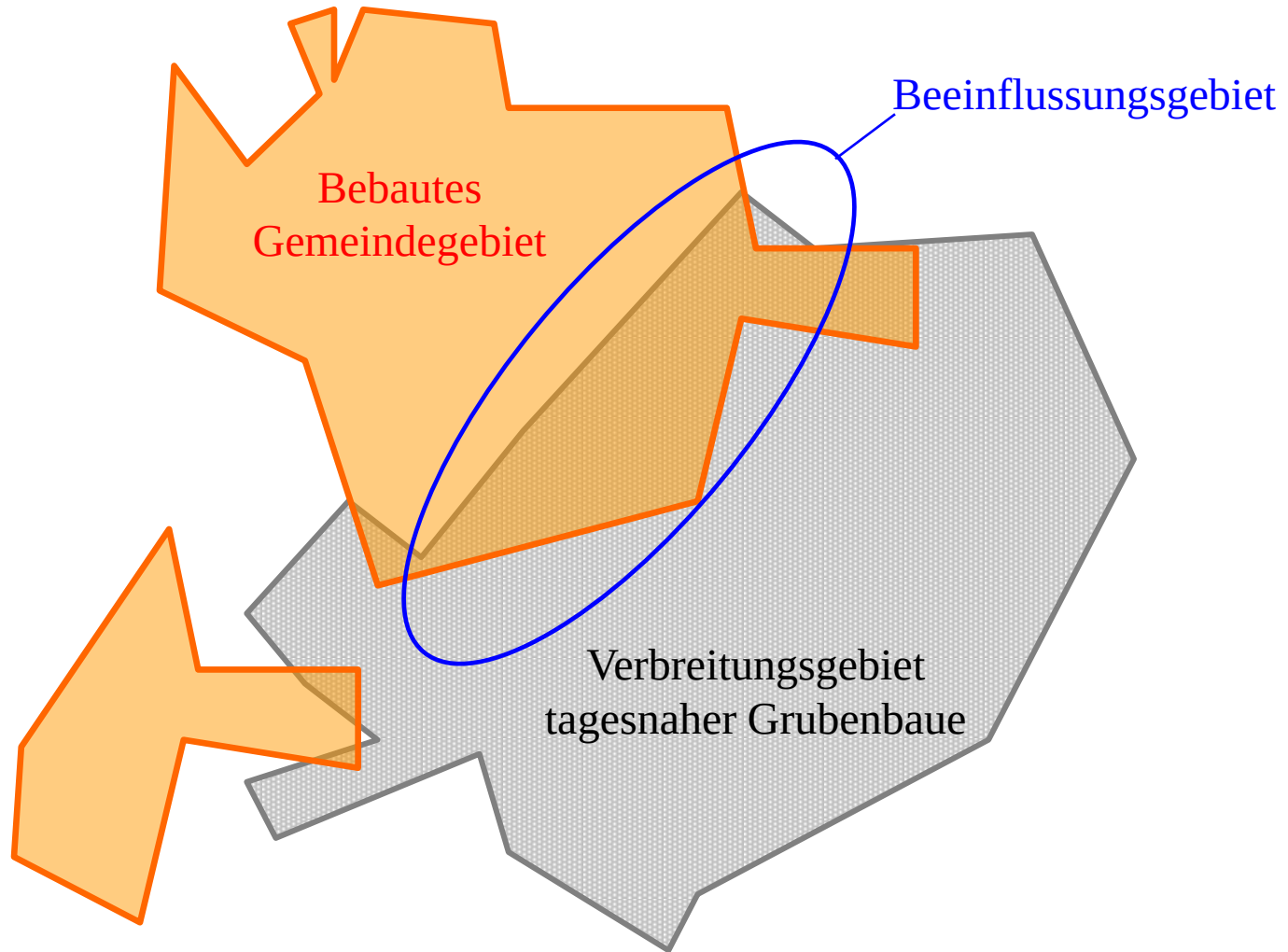
- ausreichend gute Vernetzung der Wetterwege

- geeignete Ventilatorstandorte nahe an den Schwerpunkten der Radonbelastung (wettertechnische Ankopplung, Ableitbedingungen)

Anwendungsgebiet eines flächenhaften wetter-technischen Lösungsansatzes



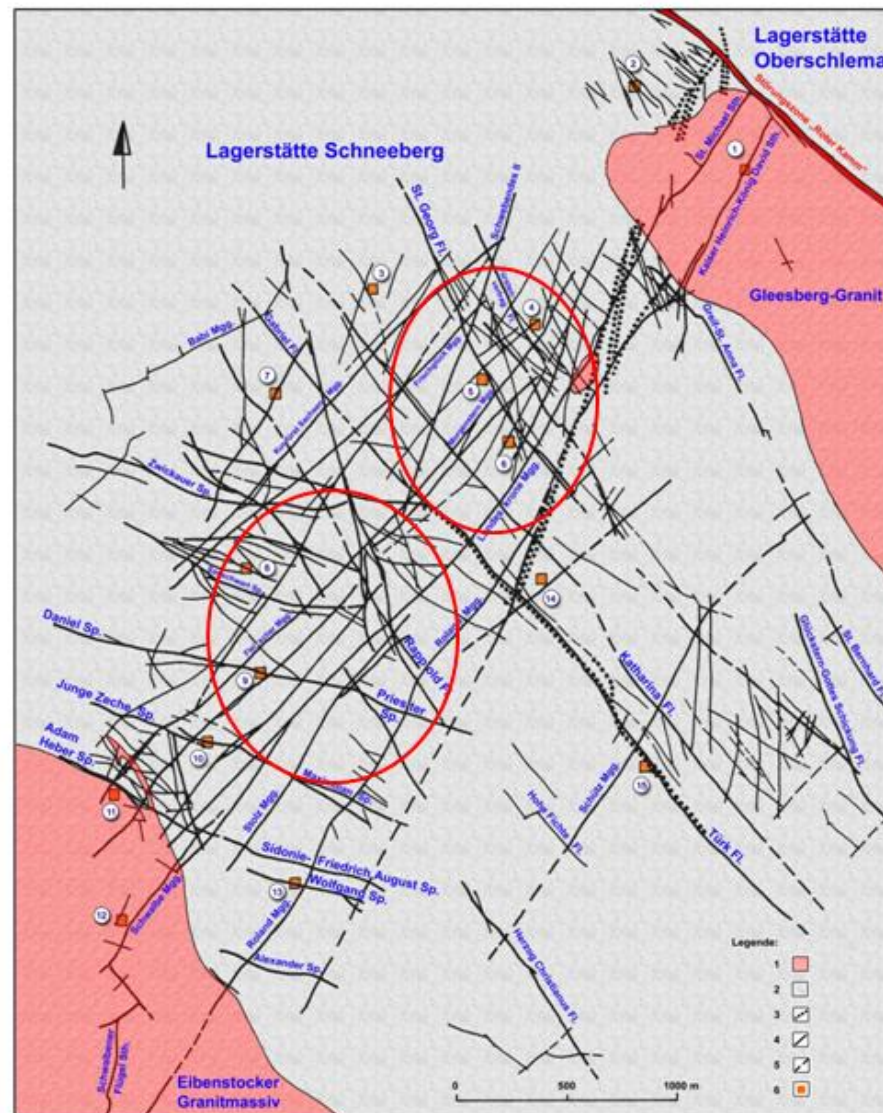
Anwendungsgebiet eines lokalen wetter-technischen Lösungsansatzes



Grube Schneeberg

Zwei Bereiche
müssen mit
Unterdruck
versorgt werden:

**Stadtberg und
Neustädtel**



Quelle: HERRMANN, 2005

Wesentliche Erkenntnisse aus der bisherigen Bearbeitung

- Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass eine wirksame Bewetterungslösung für Schneeberg **in die Fläche entwickelt werden muss** (und auch tiefere Sohlen einzubeziehen sind).
- **Als Hauptwettersohle kommt aufgrund ihrer flächenhaften Ausbildung die (obere) Fürstenstollnsohle in Betracht.**
- Der **Stadtberg von Schneeberg** ist ein Schwerpunkt zur Problemlösung. (Die lokale wettertechnische Lösung im Verwahrungsbereich Kirchplatz St. Wolfgang ist entsprechend zu integrieren.)
- Aufgrund der Belastungssituation in Häusern von **Neustädtel** muss die Bewetterungslösung auch in Neustädtel flächenhaft wirken.

Dies ist insbesondere bei der Wahl eines geeigneten Ventilatorstandortes oder Standorte zu berücksichtigen.

Zentrale wettertechnische Lösung

- **Vorteile:**

- alle Häuser, die von der Grube beeinflusst werden, können mit einer zentralen wettertechnischen Lösung erreicht werden
- Konzentration der technischen Anlagen auf einen geeigneten Standort
- Anlage gut steuerbar
- reagiert relativ unempfindlich auf untertägige Ereignisse

- **Nachteile:**

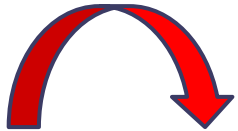
- aufwändig in Errichtung, insbesondere in der Herrichtung der Wetterwege
- vergleichsweise hohe Radonableitung
- Ausfall der Anlage betrifft alle grubenbeeinflussten Häuser

Bewetterungsvarianten

- Mittelläufige Wetterführung – 1 oder 2 Schächte in zentraler Lage
 - Unterdruck im Schwerpunkt des Beeinflussungsgebietes am höchsten
 - Rückgang des Unterdrucks mit zunehmender Entfernung zum Abwetterpunkt ist gering, da Aufteilung in NE und SW Wettergebiet (Wetterscheide)
 - Dichter Siedlungsraum erfordert Verschiebung des Abwetterpunktes an NW-Flanke
- Grenzläufige Wetterführung – 2 oder 3 Schächte in Randlage
 - Einstellung homogener Undruckverhältnisse möglich
 - Druckverteilung sehr flexibel einstellbar
 - Geringe Druckverlust an Abwetterpunkten aufgrund der Aufteilung der Gesamtwettermenge
 - Bei drei Ventilatorstandorten Anordnung im Dreieck mit mehreren Wetterscheiden

Wetternetzberechnung

- Erstellung eines vereinfachten Wetternetzmodells für alle Bewetterungsvarianten
- Durchführung von Wetternetzuntersuchungen zur Gewinnung der wettertechnischen Parameter
 - Äquivalente Grubenweite / Wettermenge / Druckerzeugung / Wetterleistung
- Ermittlung Lüfterleistung unter Verwendung realistischer Annahmen
- Abschätzung Energiekosten

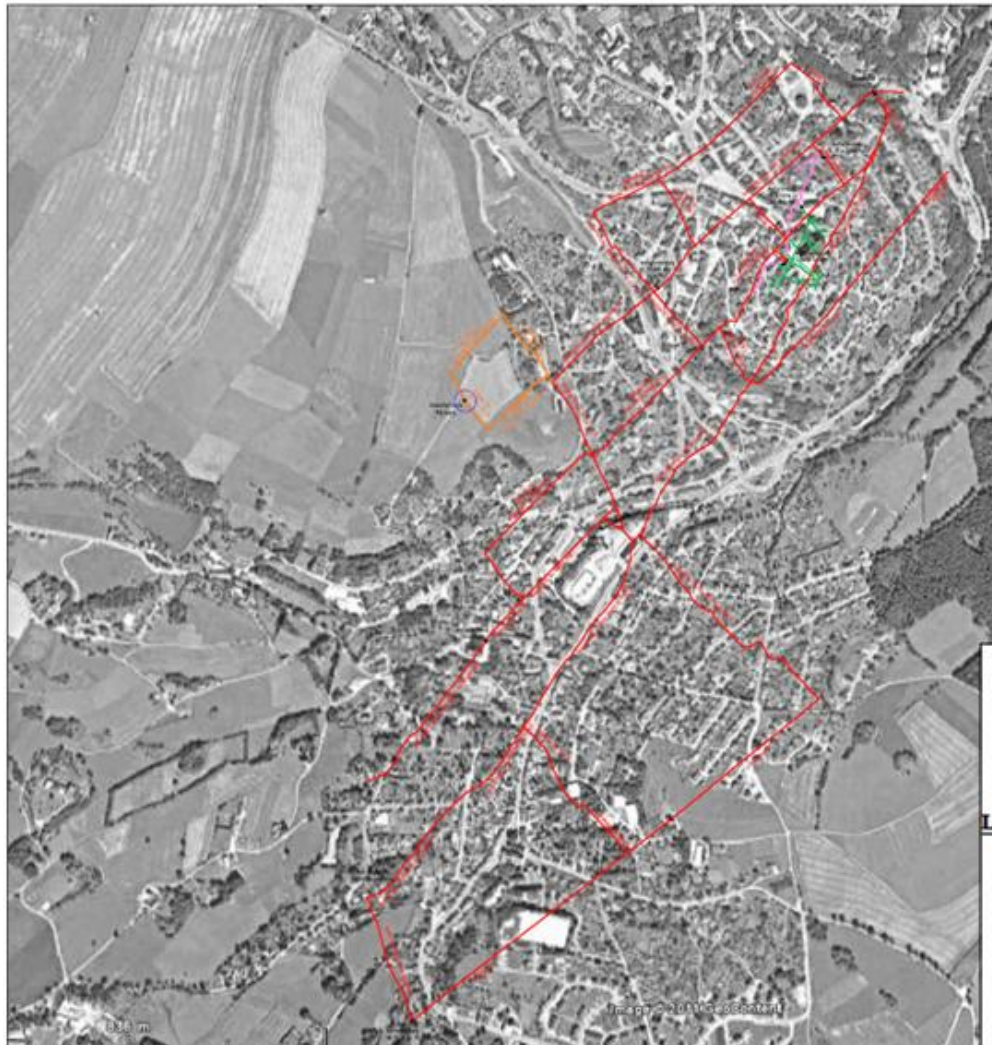


- Lage der Abwetterpunkte und deren Anbindung an Grundherrichtung beeinflussen die wettertechnischen Verhältnisse der Varianten
 - Mit größerer äquivalenter Grubenweitengröße sinkt die notwendige Druckerzeugung und damit die aufzubringende Lüfterleistung
- Varianten mit mehreren Lüfterstandorten zeigen bessere Druckverteilung
- Wettertechnisch und radiologisch günstige Abwetterpunkte
 - Bereich Mühlberg westlich von Schneeberg/Neustädtel, Bereich Widderberg östlich von Neustädtel

Wetternetzberechnung

Lösungs- variante	Abwetterverbindung	äqu. Gruben- weite in m ²	Wetter- menge in m ³ /s	Druck- erzeugung in Pa	Wetter- leistung in kW	Energie- kosten in €/a
I.1.	Schacht A	2,5	37	320	12	31.000
I.2.	Schacht B	1,9	39	590	23	59.000
II.1.	Schacht C und Schacht A	1,6	18	180	3,2	9.000
		1,8	18	150	2,7	7.000
II.2.	Schacht E und Schacht D (MSS, doppelte Anbindung)	1,8	18	150	2,7	7.000
		1,2	17	290	4,8	13.000
II.2.a	Schacht E und Schacht D (MSS, einfache Anbindung)	1,8	18	150	2,7	7.000
		0,8	19	860	15,9	41.000
II.2.b	Schacht E und Schacht D (FüStIn, einf. Anbindung)	1,7	18	150	2,8	7.000
		1,3	17	260	4,4	12.000
III.1.	Schacht E, Schacht C und Schacht D (MSS, einf. Anbindung)	1,3	12	130	1,5	4.000
		1,2	12	130	1,5	4.000
		0,7	12	380	4,4	12.000
III.1.a	Schacht E, Schacht C und Schacht D (FüStIn, einf. Anbindung)	1,2	11	120	1,4	4.000
		1,2	11	130	1,4	4.000
		1,0	11	170	1,9	5.000
III.2.	Schacht E, Schacht C und Schacht A	1,2	11	130	1,5	4.000
		1,2	11	130	1,5	4.000
		1,2	11	130	1,4	4.000

Lösungsvariante I.1.

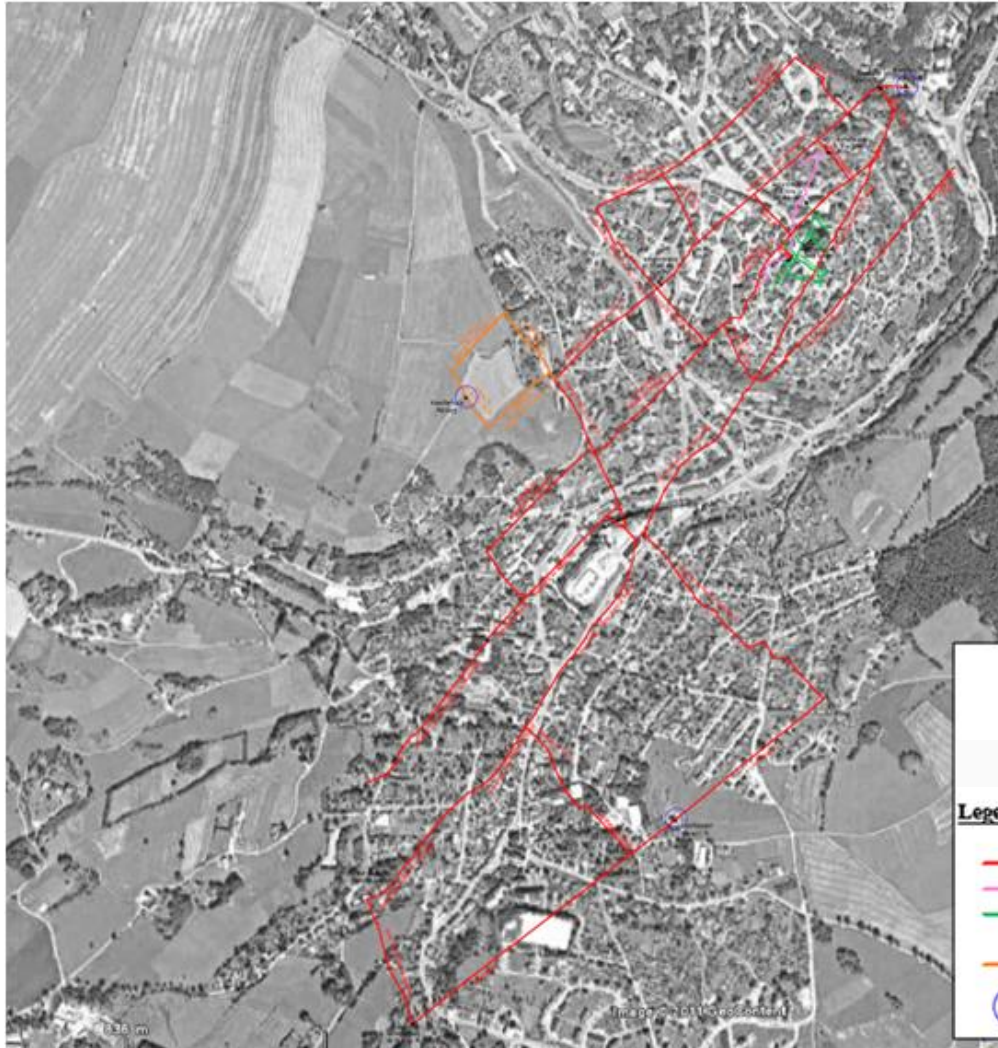


**Darstellung der Bewetterungsvarianten
Variante I.1.**

Legende

- Grundherrichtung Niveau Fürstenstolln
- Grundherrichtung Niveau 428m-Sohle
- Grundherrichtung Niveau 445m-Sohle
- Anbindung Abwetterteufe Mühlberg Niveau Fürstenstolln
- Abwetterpunkt

Lösungsvariante III.2.

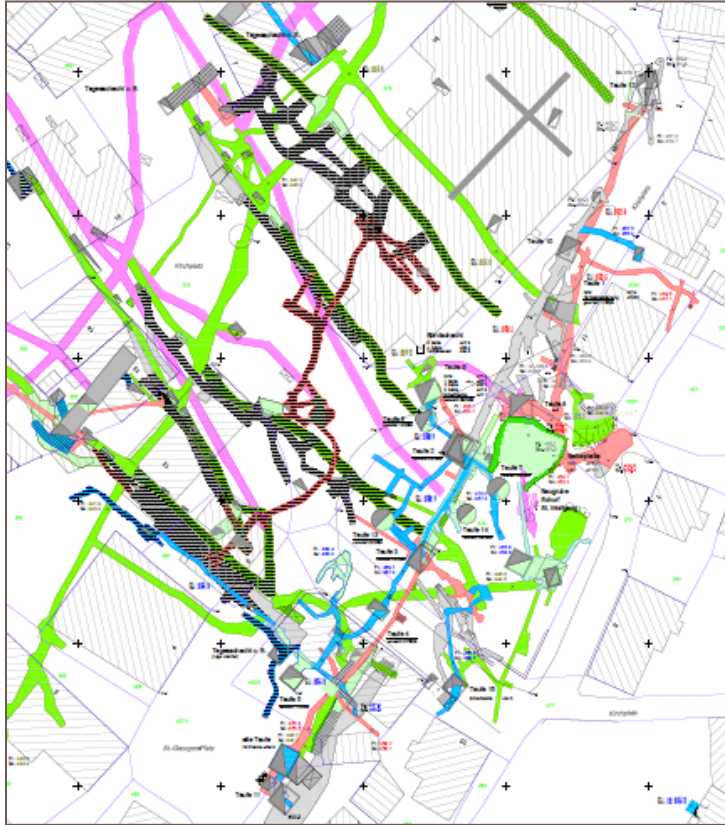


Darstellung der Bewetterungsvarianten Variante III.2.

Legende

- Grundherrichtung Niveau Fürstenstolln
- Grundherrichtung Niveau 428m-Sohle
- Grundherrichtung Niveau 445m-Sohle
- Anbindung Abwetterteufe Mühlberg Niveau Fürstenstolln
- Abwetterpunkte

Altbergbausituation im Bereich Kirchplatz St. Wolfgangskirche



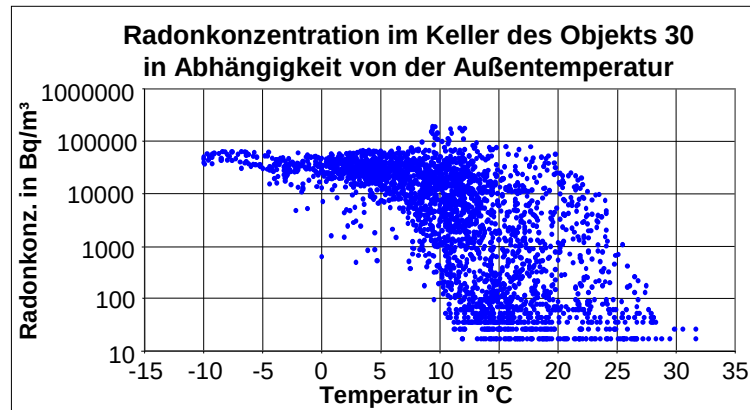
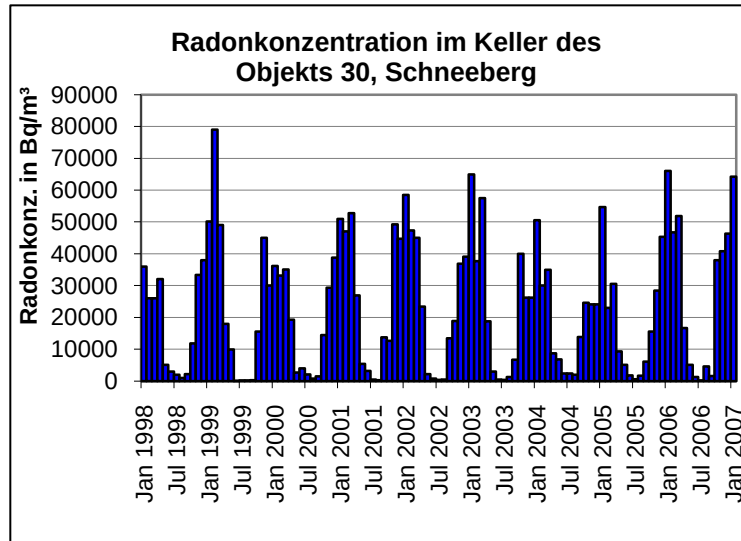
Rissausschnitt und Foto: IB Dr. G. Meier, Wegefath

⇒ Notwendigkeit umfangreicher Bergsicherungsarbeiten

- › Standortsanierungskonzept: prioritäres Sanierungsgebiet
- › umfangreiche tagesnahe Hohlräume, Vielzahl von Tagesöffnungen
- › tagesnächste Sohle in 10 m Teufe
- › enge Verquickung zwischen Altbergbau und Uranbergbau



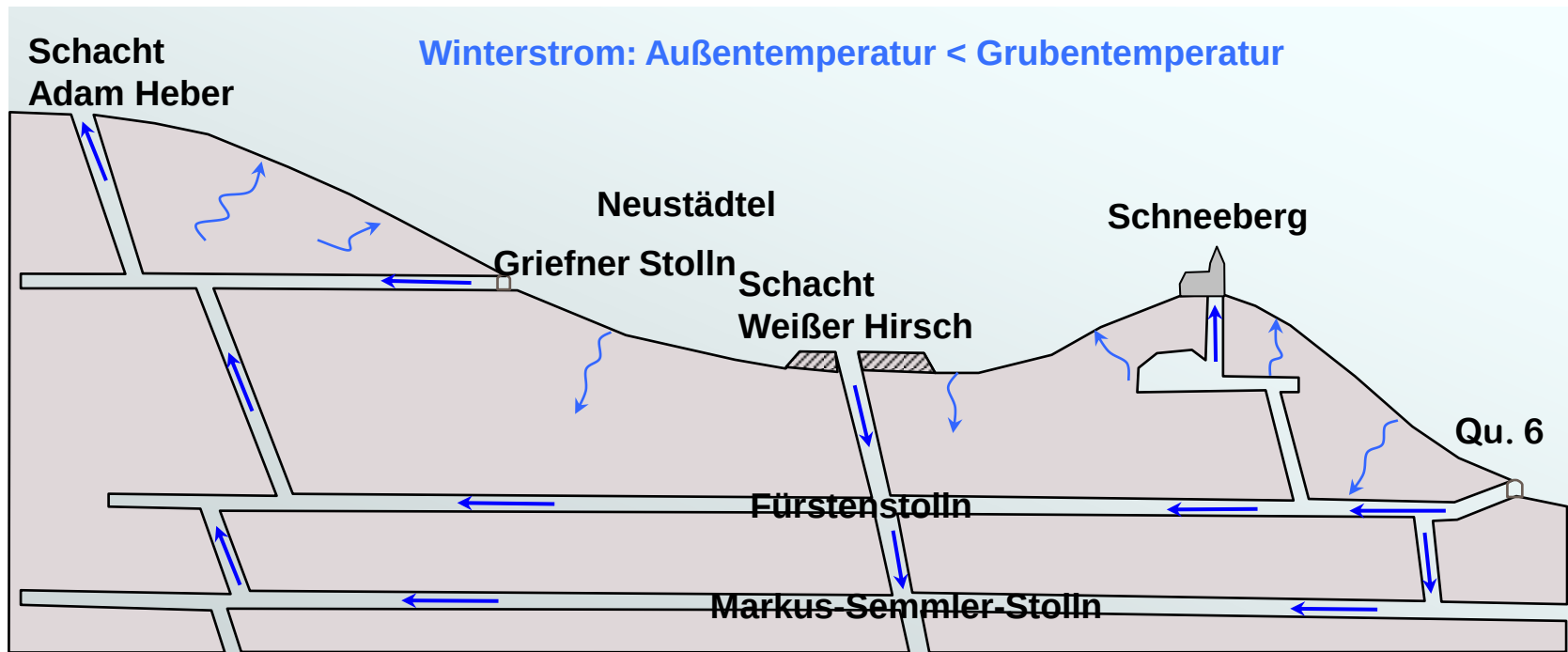
Radonsituation in den Häusern im Bereich Kirchplatz St. Wolfgangskirche



- › sehr hohe Radonkonzentrationen in der Grube
- › große Anzahl von Häusern mit grubenbeeinflusster Radonsituation
- › z. T. extrem hohe Radonkonzentrationen im Keller
- › starke saisonale und tageszeitliche Schwankungen

- ⇒ konvektive Radontransportprozesse
- ⇒ Triebkraft: natürlicher Auftrieb in der Grube

Standörtliche Situation



- › Bereich Kirchplatz: oberhalb der druckneutralen Zone, ist daher wetter-technisch als lokale Hochlage aufzufassen
- › kritische Radonverhältnisse in den Häusern bei winterlicher Witterung
- ⇒ Beachtung der Radonproblematik bei der Planung und Ausführung von Bergsicherungsarbeiten, insbesondere hinsichtlich der Bewetterung

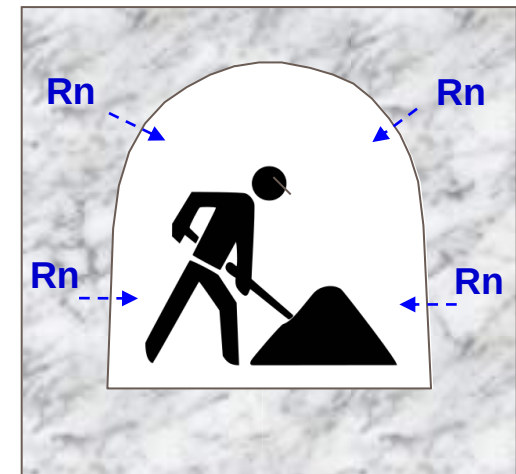
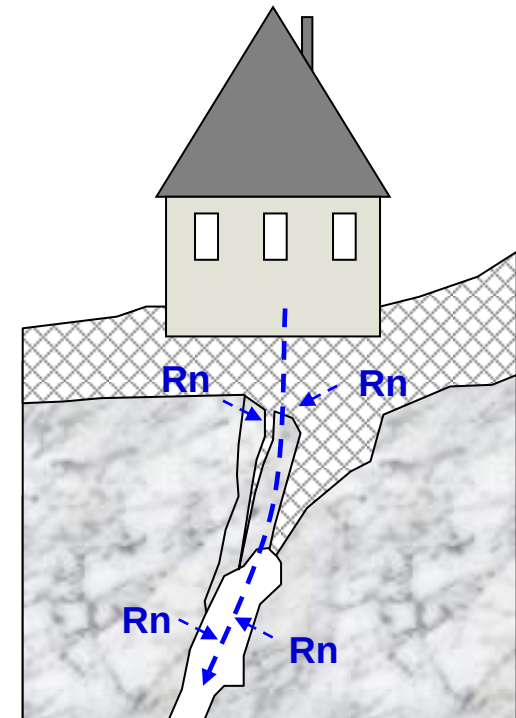
Bewetterungskonzept

› Ziele:

- ⇒ Gewährleistung zulässiger Strahlenschutzbedingungen für die Beschäftigten u.T.
- ⇒ Vermeidung negativer Auswirkungen auf die Strahlenschutzsituation der Bevölkerung
- ⇒ Vorbereitung einer langfristigen wettertechnischen Lösung

› Ansatz:

- ⇒ durchgehende Wetterführung
- ⇒ saugendes Bewetterungsprinzip
- ⇒ Begrenzung der Radonzuflüsse im Arbeitsbereich
- ⇒ Offenhalten bzw. Ausbau von Wetterwegen



Ausbau des lokalen Bewetterungssystems

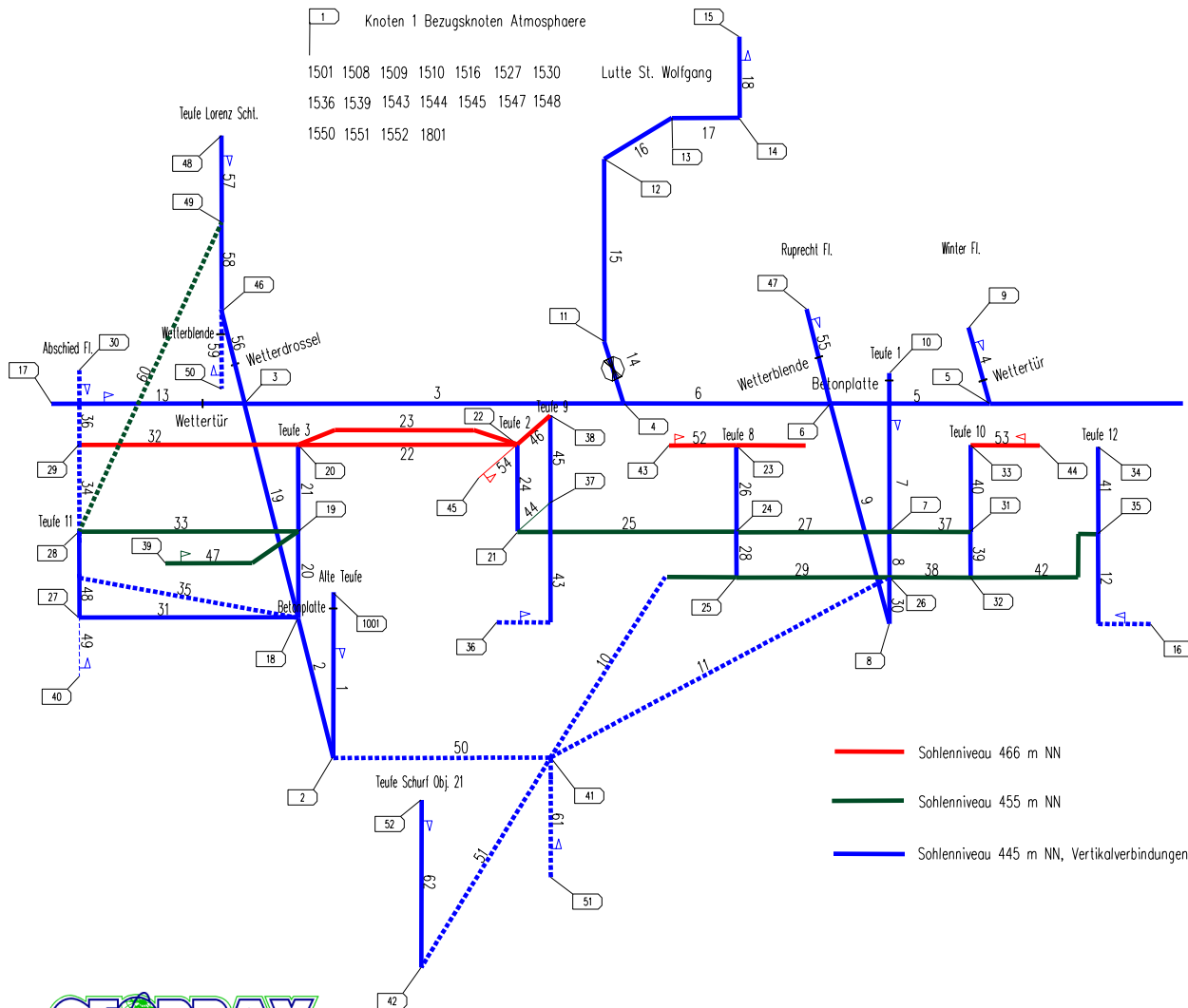


- › Lüfterstandort unter Tage
- › Ableitung der Abwetter über Lutte im Turm der St. Wolfgangskirche
- › 700er Lüfter mit 30 kW Leistung, 2.200 Pa Druckerzeugung und 8 m³/s Wettermenge



- › Herstellung horizontaler und vertikaler Wetterwege
- › Vernetzung zu einem lokalen Wetterröschensystem
- › Hermetisierung des Arbeitsbereiches vom übrigen Grubengebäude

Wetternetz des lokalen Bewetterungssystems



- Unterdruck im Wetterröschensystem regulär $> 50 \text{ Pa}$
⇒ Radondränage
- Radonzufluss stark schwankend, im Mittel 185 kBq/s
- keine signifikante Erhöhung der Radonkonzentration in der Außenluft
- sichere Beherrschung der Strahlenschutzsituation unter Tage

Bewetterungsversuch nach Abschluss der Arbeiten im Bauabschnitt I

› Ziele:

- ⇒ Überprüfung der Funktion und Nachweis der Wirksamkeit der lokalen wettertechnischen Lösung
- ⇒ Ableitung von Schlussfolgerungen bzgl. Bauabschnitt II

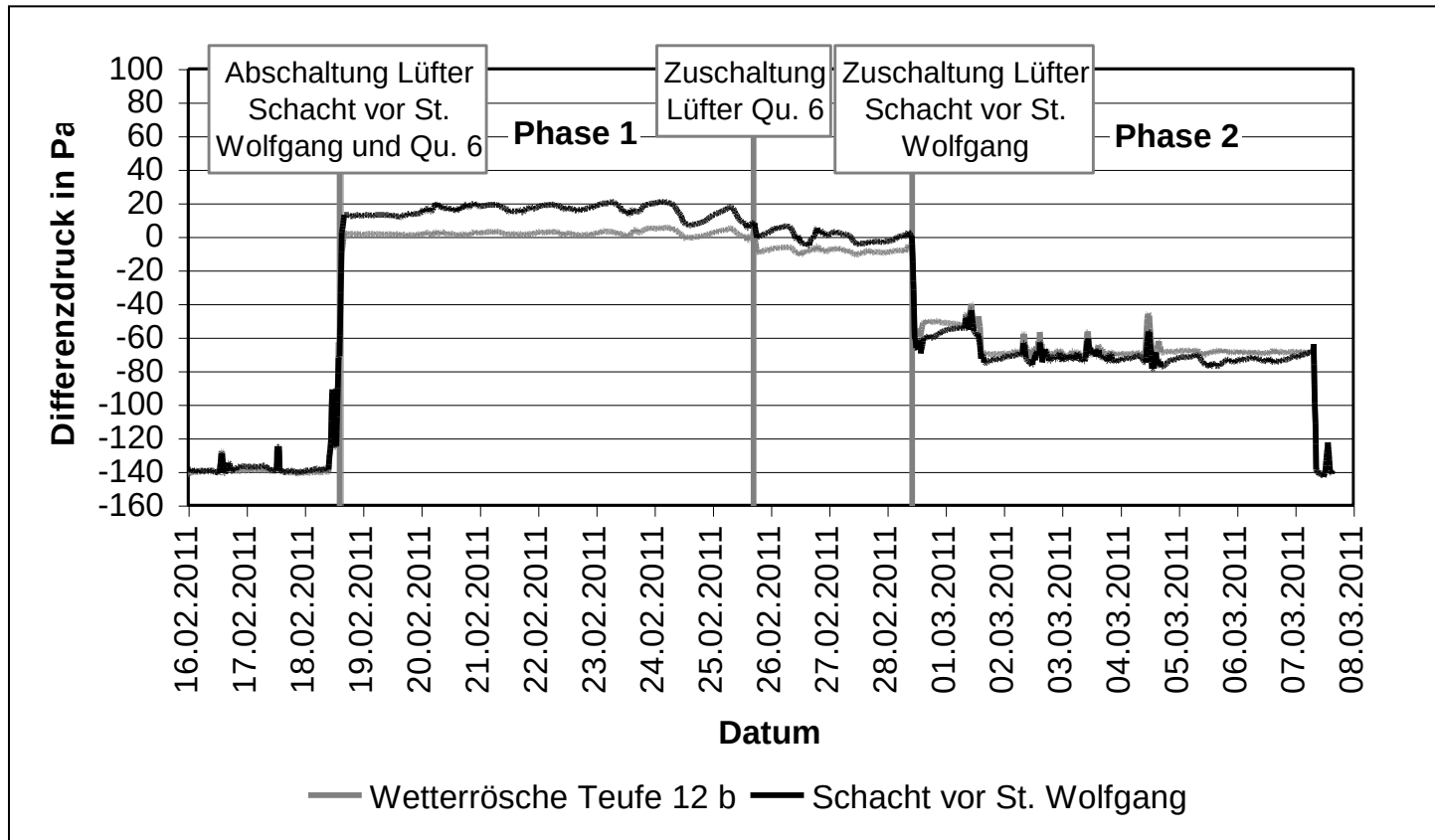
› Versuchskonzept: Vergleich der Radonsituation in Häusern bei laufender Unterdruckbewetterung und bei natürlichem Auftrieb

- ⇒ Versuch unter winterlichen Bedingungen (worst case)
- ⇒ zwei Versuchsphasen (Lüfter an/ Lüfter aus)
- ⇒ Schließen der offenen Tagesverbindungen

› Messkonzept:

- ⇒ Wetter- und Differenzdruckmessungen
- ⇒ zeitaufgelöste Radonmessungen in 36 Häusern
- ⇒ Tracergasuntersuchungen mit 3 Tracergasen bei laufender Unterdruckbewetterung

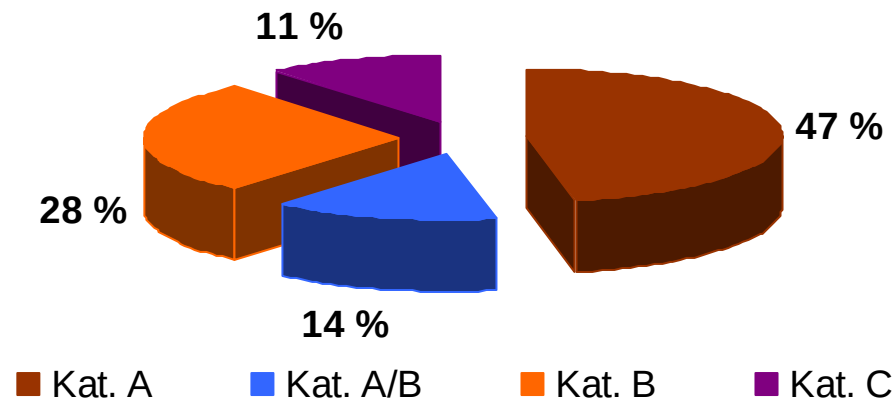
Untersuchungsergebnisse



- › Phase 1: natürlicher Auftrieb bewirkt leichten Überdruck von 2 ... 15 Pa
- › Phase 2: laufende Lüfter erzeugen einen Unterdruck von ca. 70 Pa

Beeinflussungssituation in den Häusern

- › jedes Haus zeigt individuelles Verhalten, Kategorisierung der Häuser:
- ⇒ Kategorie A: Beeinflussung durch die lokale Grubenbewetterung ist nachgewiesen
 - ⇒ Kategorie A/B: Einfluss der lokalen Grubenbewetterung ist nicht eindeutig geklärt
 - ⇒ Kategorie B: derzeit noch keine Beeinflussung durch die lokale Grubenbewetterung, aber potenziell möglich
 - ⇒ Kategorie C: Haus ist nicht von der Grube beeinflusst, niedrige Radonkonzentration

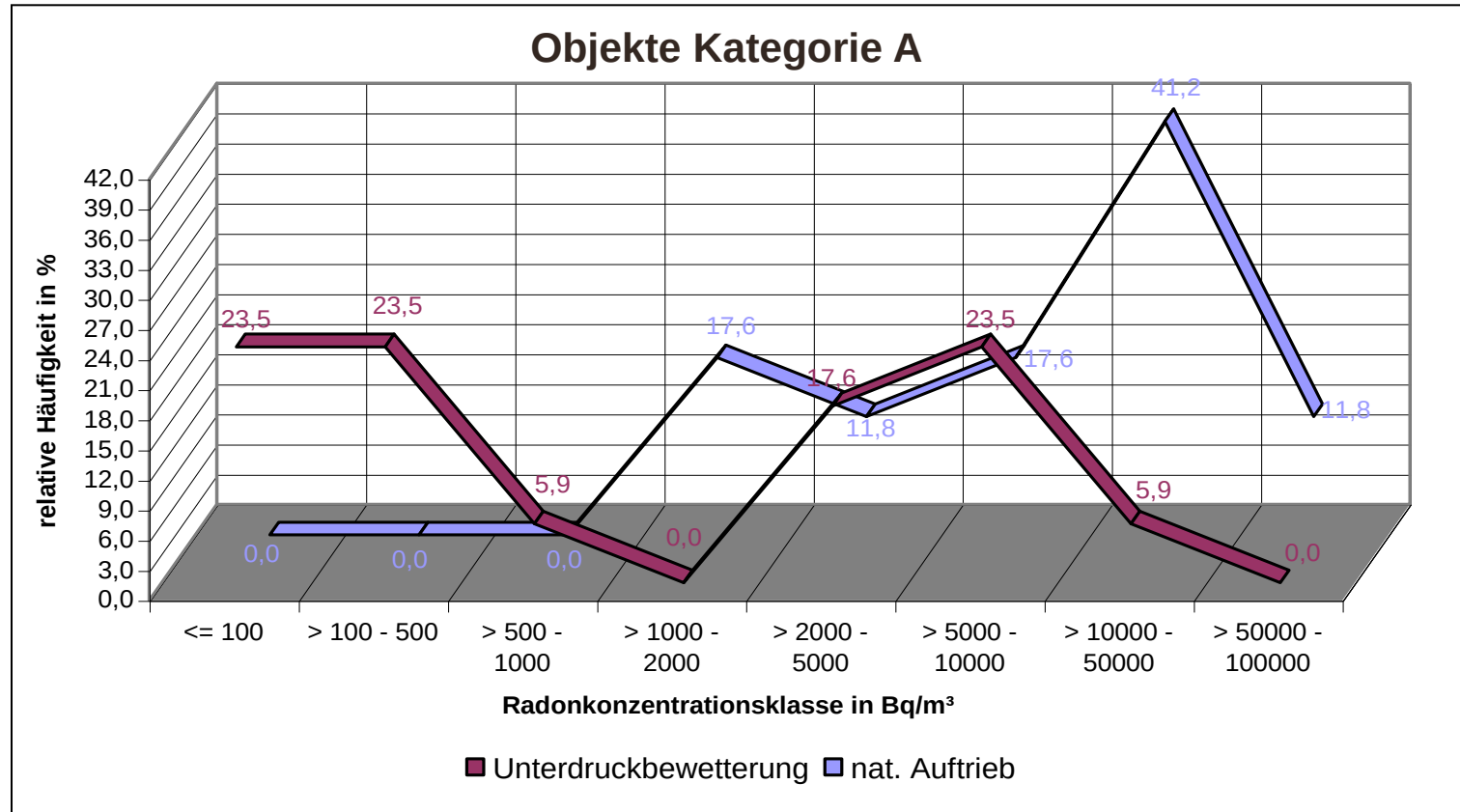


Radonsituation in den Kellern der untersuchten Häuser

› mittlere Absenkung der Radonkonzentration durch die lokale Unterdruckbewetterung:

- | | |
|---|--|
| ⇒ alle Häuser: | um 62 % |
| ⇒ Häuser Kategorie A: | um 77 % |
| ⇒ Häuser Kategorie A (zufriedenstellend): | um 99 % |
| ⇒ Häuser Kategorie A/B: | um 13 % |
| ⇒ Häuser der Kategorien B und C: | keine signifikante Änderung der Radonkonzentration |

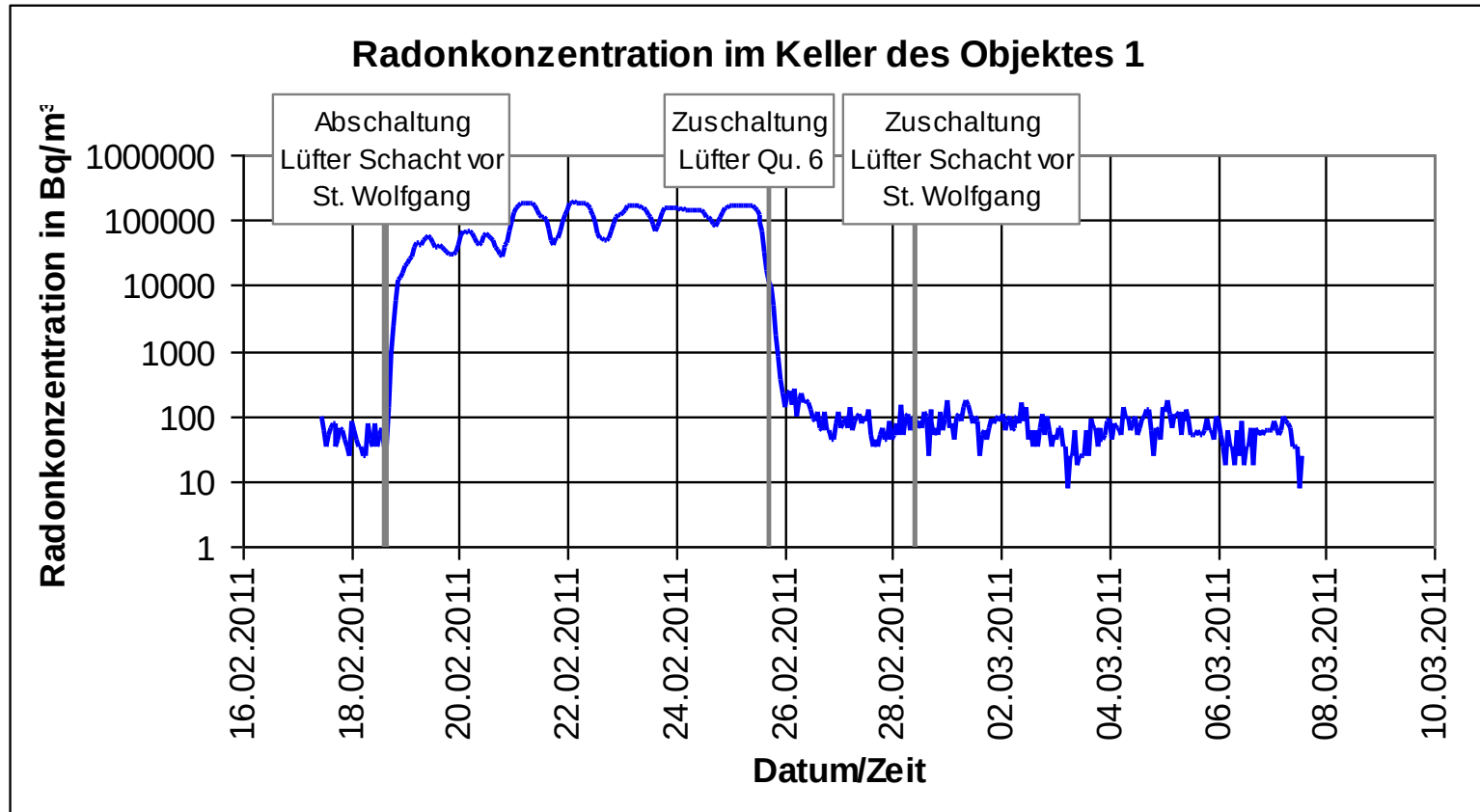
Radonsituation in den Kellern der untersuchten Häuser



⇒ starke Verringerung der Anzahl von Häusern mit sehr hohen Radonkonz. ($> 10.000 \text{ Bq/m}^3$)

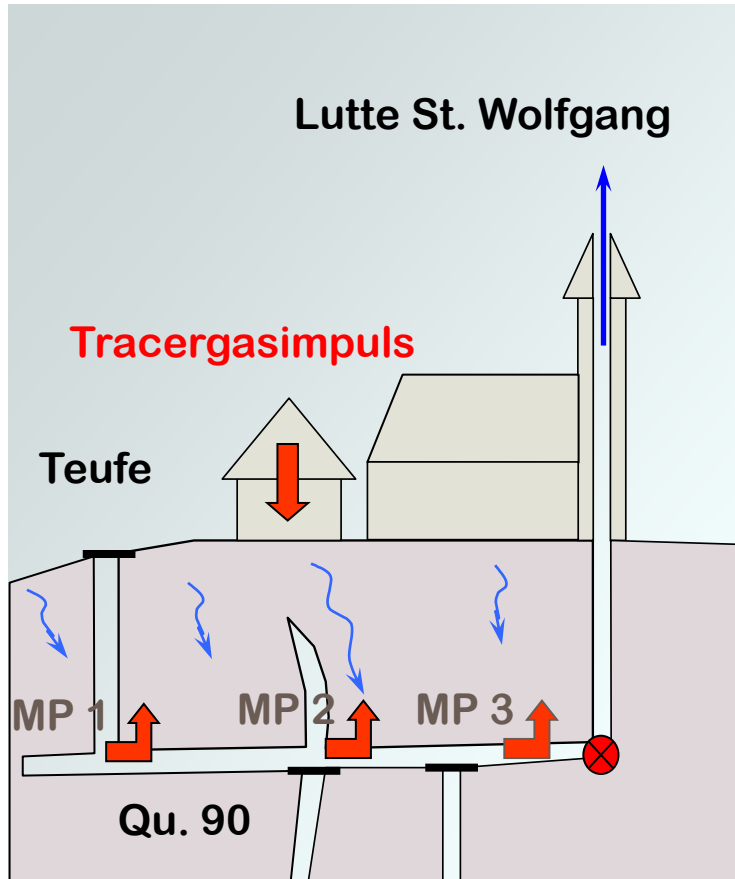
⇒ adäquate Erhöhung der Anzahl von Häusern mit niedrigen Radonkonz. ($\leq 500 \text{ Bq/m}^3$)

Radonsituation in den Kellern der untersuchten Häuser



- ⇒ Beispiel eines nachweislich von der Unterdruckbewetterung beeinflussten Hauses (Kat. A)
- ⇒ Absenkung der Radonkonzentration über drei Größenordnungen

Durchführung der Tracergasuntersuchungen



› Zielstellung:

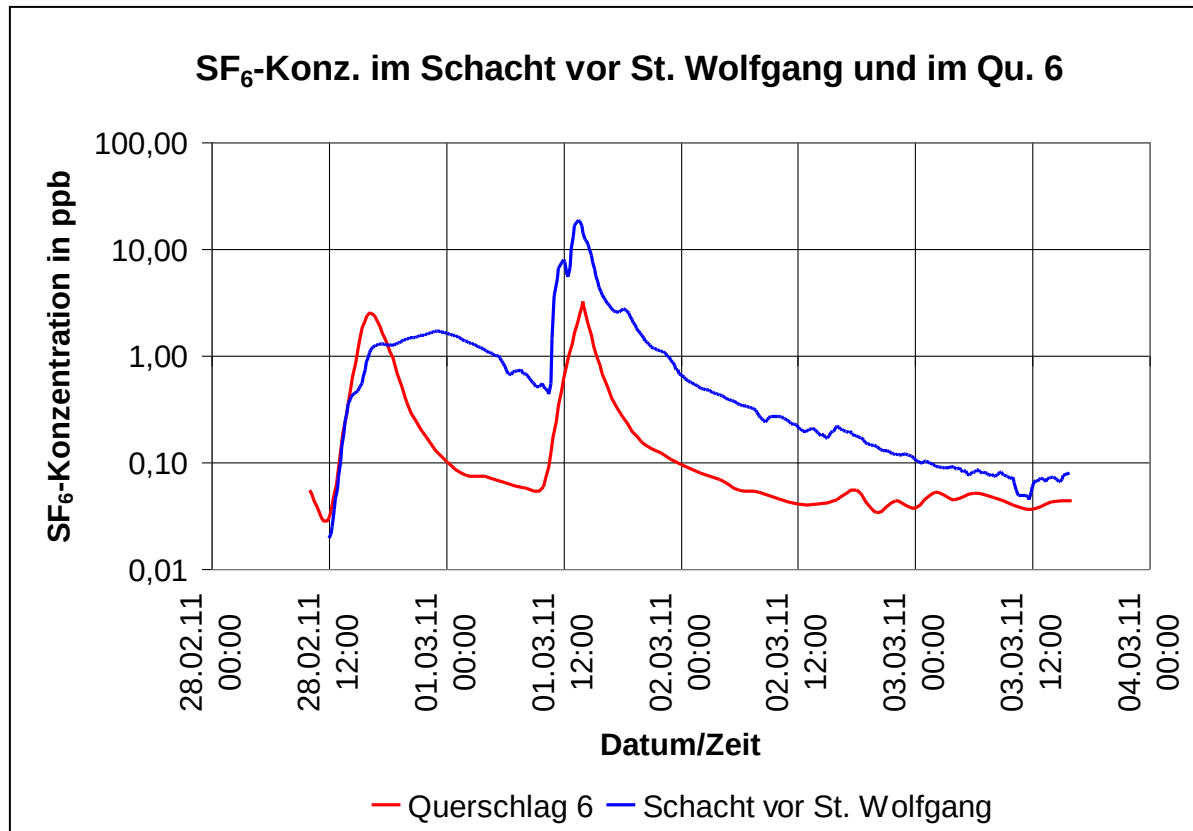
Verdeutlichung des Effektes der Bewetterung durch Quantifizierung der Migration im Untergrund

› Impulstest:

- ⇒ Durchführung bei laufender Bewetterung
- ⇒ Tracerinjektion in Hauskellern
- ⇒ Beprobung an untertägigen Messstellen
- ⇒ exemplarisch Messung der Luftwechselrate

› Bilanzierung des Tracergases an den untertägigen Messstellen

Ergebnisse der Tracergasuntersuchungen

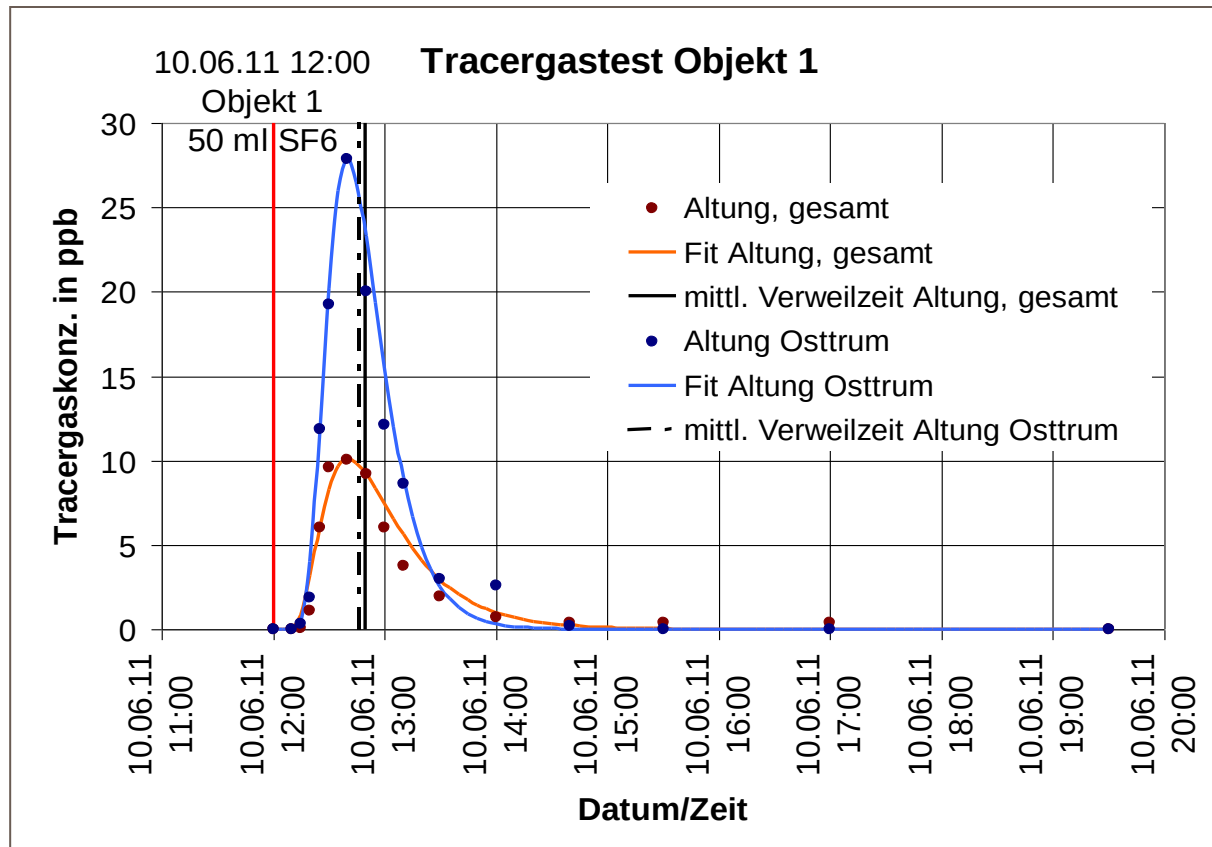


⇒ etwa 9 % des aufgegebenen Tracergases wurde in der Grube nachgewiesen, 2/3 davon am Schacht vor St. Wolfgang

⇒ NE-Teil besitzt bessere wettertechnische Anbindung

⇒ unter Ansatz einer Luftwechselrate von 0,3 ... 0,5 h⁻¹ wurde der Volumenstrom abgesaugter Kellerluft mit 80 ... 140 m³/h abgeschätzt

Ergebnisse der Tracergasuntersuchungen



- ⇒ Anfitzen eines eindimensionalen Advektions-Dispersions-Modells
- ⇒ praktisch das gesamte Tracergas wurde in der Grube nachgewiesen
- ⇒ der Volumenstrom abgesaugter Kellerluft wurde mit 28 m³/h abgeschätzt

⇒ das durchströmte Hohlraumvolumen wurde mit 1.100 ... 1.700 m³ abgeschätzt

Wesentliche Erkenntnisse und Schlussfolgerungen

- › lokale Bewetterungslösung funktioniert, der Unterdruck bewirkt nachweislich eine grubenwärts gerichtete Radonmigration,
 - › Radonsituation konnte in einem erheblichen Teil der Häuser spürbar verbessert werden,
 - › im komplexen System Grube – Untergrund – Haus spielen anthropogene Aufschüttungen (Halden) eine wesentliche Rolle als Radonquelle und flächenwirksamer Transportpfad.
- ⇒ Erzeugung eines Unterdrucks in der Grube ist ein erfolgversprechender Lösungsansatz zur Beherrschung der Radonsituation in grubenbeeinflussten Häusern,
- ⇒ konzeptionelle Ansatz ist auf den Gesamtstandort Schneeberg und auch auf andere Standorte mit vergleichbaren Problemen übertragbar,
- ⇒ Verwahrungsarbeiten zur Herstellung der Sicherheit der Tagesoberfläche und die Umsetzung einer Bewetterungslösung lassen sich in Einklang bringen,
- ⇒ bei der Fortführung der Arbeiten sind anthropogene Aufschüttungen (Halden) zu beachten, die Verwahrungstechnologien sind den Erfordernissen des Radonschutzes anzupassen .

Zusammenfassung und Ausblick

- › In Schneeberg besteht nach wie vor in einem großen Teil der Häuser eine sehr hohe grubenbedingte Radonbelastung.
- › Die flächenhafte Erzeugung eines ausreichenden Unterdrucks in der Grube ist als ursachenorientierter Lösungsansatz als einzige geeignet, das grubenbedingte Radonproblem mit vertretbarem Aufwand und überschaubaren Risiken zu lösen.
- › Mit der erarbeiteten Vorzugsvariante liegt eine ausreichend begründete, robuste sowie anpassungs- und optimierungsfähige Bewetterungslösung vor, die die Basis weiterer Planungsschritte bilden kann.
- › Mit Blick auf die nicht tolerierbare Radonsituation in vielen Häusern Schneebergs wird auf eine rasche Fortführung der Arbeiten am Wetterprojekt Schneeberg gedrungen.
- › Eine etappenweise Bearbeitung des Wetterprojektes Schneeberg mit solider ingenieurtechnischer Begleitung und regelmäßiger Erfolgskontrolle sollte die Grundlage einer erfolgreichen Projektdurchführung sein.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

