Ronneburger

Internetausgabe s/w

Strahlentelex

Unabhängiges Informationsblatt zu Radioaktivität, Strahlung, Radon-Belastungen sowie aktuellen Umweltproblemen

Ausgabe 02/2023
Preis: 2,40 €

ISSN 2749-8417 (print)
2748-873X (online)

www.kirchengemeinde-ronneburg.de

Nr. 08 vom 01.06.2023

Optische Strahlung
Hautkrebs durch UV-Strahlung Seite 3-7

Umwelt aktuell
PFAS-Medienkampagne Seite 7

Krebsforschung/ Uranbergbau
Unsicherheitsanalyse zur Krebsforschung im Uranbergbau Seite 8-12

Radonvorsorgegebiete in Thüringen Seite 16-18

Radonvorsorge
Die Ausweisung von Radonvorsorgegebieten – fundierte Methode oder Scheinwissenschaft Seite 13-15

Beilage/Regionales:
Großverbrennungsanlage für Klärschlamm in Ronneburg auf Seite 19-20

Gefährdungspotential UV-Strahlung

Im Vergleich zum Meeresstrand ist im Hochgebirge eine 20-40 % höhere UV-Strahlung zu erwarten. Dennoch befindet sich am tiefsten Punkt der Erde, im Norden Äthiopiens einer der weltweit extremsten UV-Hotspots: Die Danakil-Salzwüste. Die Intensität gekoppelt an die Dauer des Sonnenscheins in einer Welt ohne Schatten erzeugt eine exorbitante UV-Belastung.

Titelthema Hautkrebs durch UV

Sommersonne und UV-Strahlung verbunden mit Hautkrebswarnungen werden im Zusammenhang mit steigenden Hitzeperioden in Rahmen des Klimawandels medial als unausweichlich postuliert. Jährlich Hundertausende Neuerkrankungen und steigende Todeszahlen scheinen einen unumkehrbaren Trend zu folgen, dem die Bevölkerung ausgesetzt ist und mit Schutzmaßnahmen entgegenwirken soll. Kostenintensive Messstationen werden europaweit errichtet (BfS-Messnetz siehe unten). Was tatsächlich hinter der Statistik steckt, ist Gegenstand des Titelthemas.

Cover story skin cancer caused by UV radiation

Summer sun and UV radiation combined with skin cancer warnings are postulated as inevitable in connection with increasing heat waves in the context of climate change. Hundreds of thousands of new cases every year and rising death tolls seem to follow an irreversible trend to which the population is exposed and should counteract it with protective measures. Cost-intensive measuring stations are set up throughout Europe (see below for the BfS measuring network). What is actually behind the statistics is the subject of the cover topic from Page 3.

BfS-UV-Messnetz z.Z. 33 Orte

Sachstand Nuklear-Endlagersuche:

Über die laufenden Aktivitäten der Endlagersuche informiert ausführlich www.base.bund.de. Demnach stand die „Grenztemperatur als Anforderung im Standortauswahlverfahren“ im Mittelpunkt des Workshops am 28.03.23, bei dem diverse Forschungsvorhaben betreffs unterschiedlicher „Wirtsgesteine“ dargestellt wurden. Der veränderte Zeitablauf der Endlagersuche wurde bereits im Strahlentelex 01/23 vorgestellt. *„Als möglichen Zeitraum für den Vorschlag der übertägig zu erkundenden Standortregionen an das BASE wurde entsprechend das zweite Halbjahr 2027 ermittelt, eine exakte Terminierung wird voraussichtlich erst zehn Monate vorher, sprich im zweiten Halbjahr 2026 möglich sein.“* (Zitat BGE vom 16.12.22)

Generell werden Interessenten gesucht, die sich am öffentlichen Beteiligungsprozess der Endlagersuche hochradioaktiver Abfälle beteiligen und mitwirken wollen. Jeden ersten Mittwoch im Monat findet eine Videokonferenz statt, die über den aktuellen Stand zum Suchverfahren (ohne Anmeldung) informiert und den Zugang zu weiteren Beteiligungsformaten offeriert.

Sachsen-Anhalt führte 28.03.23 eine Bürgeranhörung in Salzwedel durch.

Aktueller Ausblick: Vom 13. bis 15. September 2023 veranstaltet das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) das zweite internationale Forschungssymposium für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung safeND. Die Konferenz bietet Wissenschaftlern unterschiedlichster Disziplinen die Möglichkeit, ihre Forschungsergebnisse mit Blick auf den sicheren Umgang und die Entsorgung radioaktiver Abfälle zu präsentieren und zu diskutieren. Schwerpunkte sind:

- Stilllegung nuklearer Einrichtungen
- Zwischenlagerung, Konditionierung und Transport radioaktiver Abfälle
- Standortauswahl und Endlagerung von hoch- sowie schwach- und mittelradioaktiven Abfällen
- Safeguards und Non-Proliferation (Sicherheitskategorien und Nichtverbreitung/-export) und Alternative Entsorgungsmethoden
- Kommunikationsprozesse, Langzeitinformationserhalt und Semiotik (Kennzeichnung) und Partizipationsprozesse
- Historische, wirtschafts- und rechtswissenschaftliche Analysen

Eine Exkursion zu den Verwahrungsbauwerken der Uranbergbaufolgen ist nach Ronneburg und Schlema vorgesehen.

In dieser Ausgabe: Dem nebenstehend erläuterten Titelthema zur **Strahlenbelastung des ultravioletten Lichtanteils** (S. 3-7) folgt die Fortsetzung der Bewertung der langwierigen Studienergebnisse der sogenannten Wismutkohorte betreffs der **Krebshäufigkeit bei Uranbergarbeitern**. Die wenig aussagekräftigen Ergebnisse veranlassten die Bundesregierung, Unsicherheitsanalysen in Auftrag zu geben. Teil 1 liegt seit 5 Jahren vor, Teil 2 ist fertiggestellt, ohne dass bisher eine Veröffentlichung erfolgte. Dazu mehr ab Seite 8. Eine aktuelle bundesweite **Umweltkampagne** betraf „PFAS“, Kurzinfo S. 7.
Die **Ausweisung von Radonvorsorgegebieten in Thüringen** wird ab Seite 13 thematisiert. Unser Autor Frank Ullrich startet mit einer Themeneinleitung zum Sinn der Radonvorsorge eine Beitragsserie, die sich insbesondere der wissenschaftlich basierten Qualität bisheriger Untersuchungsergebnisse widmen wird. Ab S. 16 erfolgt die Fortführung der Beiträge zu den Bundesländern mit RVG; diesmal die Herangehensweise des verantwortlichen Ministeriums zur Ausweisung derartiger Gebiete in Thüringen.
In der Regional-**Beilage** wird über das aktuelle Umweltthema Ronneburgs, die geplante zentrale Klärschlammverbrennungsanlage Thüringens, aus/für Bürgersicht informiert.

Impressum: Herausgeber Kirchlicher Umweltkreis Ronneburg (gegründet 1988); Erscheinungsort: Ronneburg (Deutschland); alle Rechte liegen bei dem jeweiligen Verfasser. Erscheint 4/a zum jeweiligen Druckkostenpreis der kolorierten print-Ausgabe (diese Ausgabe 2,40 €; (das Abo z.Z. 1,50 €); Bezug über franklange44@web.de; © Copyright 2023 by Frank Lange. Die hier und auf unserer Webseite veröffentlichen Inhalte und Werke unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Für den Inhalt sind die jeweiligen Autoren verantwortlich. Druck: Nicolaus & Partner - 04626 Nöbdenitz;
Die online-Ausgabe erscheint s/w und ohne Regionalteil ab 15.05.2023 auf der Internetseite der Kirchengemeinde Ronneburg. **ISSN 2748-873X (online) 2749-8417 (print)**

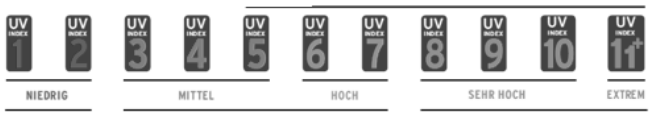
Optische Strahlung
Hautkrebs infolge Ultraviolett-strahlung (UVS)

Spätestens vor jeder Sommerperiode kommt es zu gehäuften Meldungen über Hautkrebs durch UV-Strahlung. Aktuelle Pressemeldungen benennen für Deutschlands häufigstes Krebsleiden jährlich 280.000 bis 300.000 Neuerkrankungen, dem etwa 4.000 Menschen pro Jahr erliegen. Die Ultraviolette Strahlung (UVS) deckt einen Wellenlängenbereich von 100 Nanometer (nm) bis 400 nm unterhalb des sichtbaren Lichtes ab und gehört (ab etwa 250 nm) zum energiereichsten Teil der optischen Strahlung, mit der Sonne als natürlicher Quelle.

Gesundheitliche Bedeutung

Beim natürlichen wie künstlichen „Sonnenbad“ bewirkt die UV-Strahlung durch Überlast Schädigungen von Augen und Haut. Sie wird in den Zellen absorbiert und bewirkt Veränderungen, die u.a. das Erbgut (DNA) schädigen; bereits unterhalb der Sonnenbrand-

Abb. 1: UV-Index nach [1]



schwelle setzen Schädigungen ein. Reparatursysteme in den Zellen beseitigen die Schäden am Erbgut in aller Regel wieder. Aber länger anhaltende oder intensive UV-Bestrahlungen sowie generell die Sonnenbrände überbelasten diese Systeme und können zu bleibenden Erbgutveränderungen mutieren. Das Risiko Hautkrebs steigt, in jedem Fall altert die Haut durch das Ausbleiben bzw. Aussetzen der Produktion von Strukturproteinen des Bindegewebes deutlich früher. Die ungeschützten Augen sind von Bindehaut- und Hornhautentzündungen betroffen. Langzeitschädigung führen zum Katarakt (Grünen Star), Erkrankungen der Retina (Netzhaut) sind nicht auszuschließen. Akute Hautschäden bilden neben der verbrannten Haut das Auftreten verschiedener Hautallergien. Eine Nebenwirkung ist die Schwächung des Immunsystems.

Andererseits benötigt der Körper bestimmte UV-Dosen. Eine wichtige positive biologische Wirkung des UV-Lichtes ist die Anregung der Bildung des körpereigenen Vitamin D (durch UV-B-Strahlung).

Die Wirkungen der UV-Strahlung sind unter anderem von der Empfindlichkeit der Haut abhängig. Hier differenziert man bis zu 6 Hauttypen, die vom keltischen (Melanin ungeschützt) bis zum schwarzhäutigen (Melanin geschützt) reichen.

Gefahrenindex

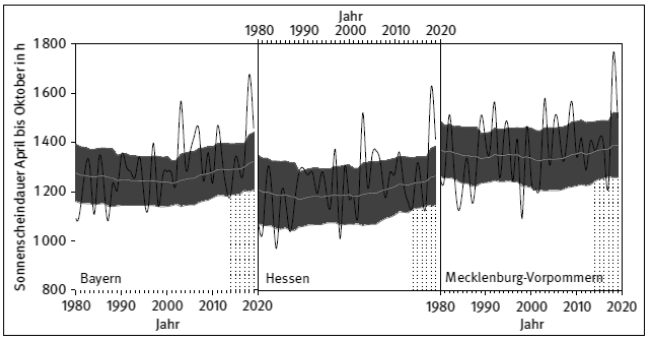
Für UV-Sonnen-Strahlung existiert mit der Einführung eines Gefahren- bzw. UV-Indexes eine Bewertungskategorie zum allgemeinem Verständnis.

„Der UV-Index beschreibt den am Boden erwarteten Tagesspitzenwert der sonnenbrandwirksamen UV-Strahlung. Je höher der UV-Index ist, desto schneller kann bei ungeschützter Haut ein Sonnenbrand auftreten. Der UV-Index ist eine Orientierungshilfe zur Beantwortung der Frage, welche Sonnenschutzmaßnahmen wann ergriffen werden sollten.“ [1]

Mit steigendem Index nimmt die UV-Bestrahlungsstärke zu. Schutzmaßnahmen setzen ab Stufe 3 ein; oberhalb Index 8 ist der Aufenthalt in der Sonne zu minimieren, zu begrenzen, letztlich weitestgehend zu meiden.

Über die Informationsskale Abb. 1 hinausgehende spezielle Faktoren zur medizinisch-wissenschaftlichen Verortungen betreffen die biologischen und biomedizinischen Wirkungen der Wellenlängenbereiche. Im Wesentlichen geht es dabei um die (stufenlose) Erfassung und Berechnung von Expositionsgrößen (Energie pro Fläche), die letztlich in Standard-Erythemdosen (SED) umgerechnet werden. (Erythem = Sonnenbrand).

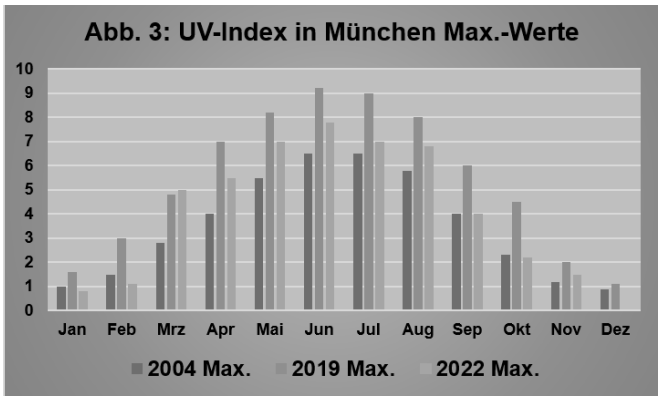
Abb.2: Sonnenstunden [3]



Benennung Haupteinflüsse der UV-Strahlung

Generell wird von einer Zunahme der Sonnenstrahlung ausgegangen. Abb. 2 bestätigt diesen Trend in gewissen Umfang für ausgewählte Bundesländer. Längere Sonnenzeiten bedeuten noch keine Zunahme kritischer UV-Belastungsbereiche. Die vermehrten Hitzeperioden bewirken den Anstieg der Herz-/Kreislaufprobleme der Bevölkerung.

UV-Index und medizinische Wirkfaktoren hängen vor allem vom Sonnenstand ab; der ändert sich am stärksten mit



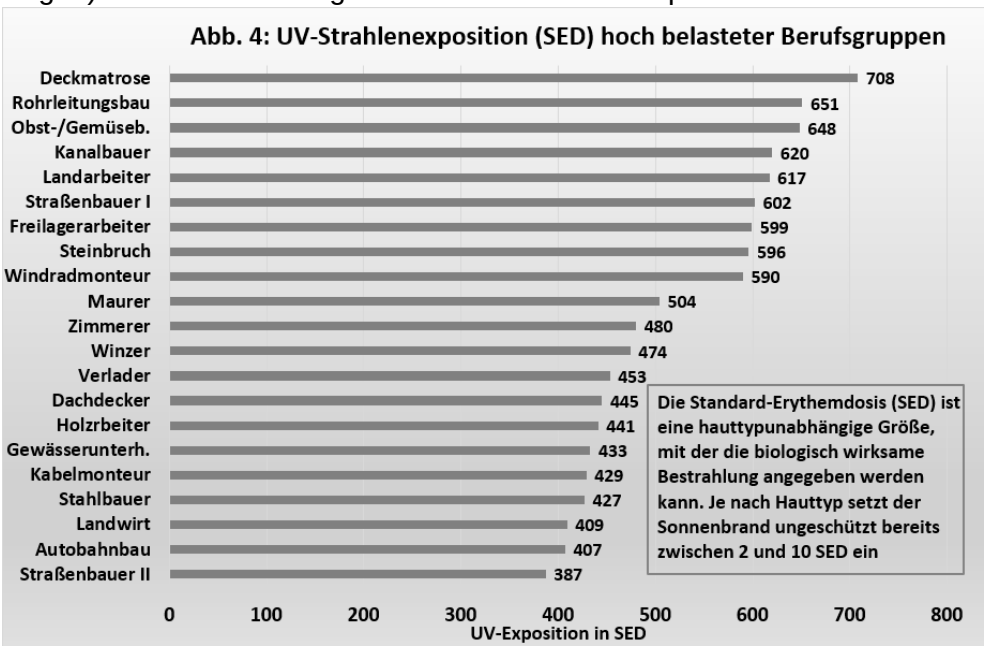
der Jahreszeit, der Tageszeit und der geografischen Lage. Weiterhin maßgebend sind Gesamtozonkonzentration in der Atmosphäre und insbesondere die Bewölkung (bis 90% UV-Absorption) sowie die Höhenlage eines Ortes. In diesem Parametervergleich wird Sonnenscheindauer, wie auch Abb.3 unterstreicht, umfänglich überschätzt. Ansteigende UV-Spitzenwerte unterliegen Schwankungen und steigern (noch) nicht die Hautkrebsverbreitung.
Trotz Zunahme von „Ausnahmesommern“ korrelierte in den letzten Jahrzehnten Sonnenscheindauer und UV-Intensität nicht signifikant, was wiederum der Stabilisierung der Ozonschicht der Atmosphäre zuzuschreiben ist. Abb. 3 dokumentiert am Beispiel der Großstadt München, dass wechselnde Niveau monatlicher Spitzen.

Generell erfordert Sonnenschein die Einhaltung von Verhaltens- und Schutzregeln, die bei Intensitätsänderungen lediglich temporär variieren müssen.

Berufsbedingte UV-Statistik

Diese erschöpft sich nicht in der Erfassung und Darstellung mehr oder weniger zunehmender Sonnenbestrahlungen der Erdoberfläche (Abb. 2) oder der aufwendigen messwertbasierten Skalierung deutscher Großstädte (Bsp. Abb. 3). Inzwischen ist die Exposition von Beschäftigten gegenüber solarer UV-Strahlung wichtiger Bestandteil beruflicher Belastungsbewertungen geworden. Seit 2015 gibt es in Erweiterung der bisherigen Berufskrankheit BK 5101 (betreffs akuter Hauterkrankungen) die BK 5103: *„Plattenepithelkarzinome oder multiple aktinische Keratosen der Haut durch natürliche UV-Strahlung”.*
Jährlich kommen über 20.000 Hauterkrankungen über die BK 5101 zur Anzeige als Berufskrankheit. Die Anerkennungsrate pendelte von 1990-2020 zwischen 2-10%. Zwischen 5,5-7,5 tausend jährliche Verdachtsfälle wurden seit 2015 über die BK 5103 direkt UV-bezogen angezeigt. Deren Anerkennung hat sich knapp über der Hälfte eingepegelt. In wie weit die anerkannten Berufserkrankungen mit den aufwendig statistisch ermittelten UV-belasteten Berufsgruppen korrelieren, ist statistisch noch offen. Die Deutsche Unfallversicherung DGUV hat zur Ermittlung und Bewertung der UV-Exposition der Berufstätigen einen über 5 Jahre erarbeiteten Forschungsbericht [3] vorgelegt. Aus diesem gehen in Abb. 4 prädestinierte Berufe und Tätigkeitsgebiete hervor. Ein Überblick, der die Vielfalt der Arbeitsplätze in den Gruppen versucht abzubil-

Abb.5: Salzbrecher in der Danakilwüste [2]



den, ohne sie jedoch individuell exakt widerspiegeln zu können. Der Bewertungsalgorithmus der DGUV ermittelt einen monatlichen Ø-Tages- und ½-Stunden Wert. Die daraus hochgerechnete Jahresextrapolation (Joule/m^2) der UV-Exposition wurden für eine Vielzahl von Berufsgruppen in [3] S. 42-95 gewichtet. Eine Auswahl zeigt Abb. 4. Allein die Unterschiede im Straßenbau von kommunaler Ausrichtung bis zum Überland-Trassenbau können für das dazwischenliegende Spektrum an Arbeitsorten gravierend sein. Es ist zu hoffen, dass die durch das Forschungsprojekt [3] aufwendig ermessenen und ermittelten Bewertungen nicht wie im Uranbergbau in eine unsägliche Arbeitsplatz-Bewertungsmatrix zum Nachteil der Beschäftigten überführt wird. Die etwa doppelt so hohe Anerkennungsrate der BK 5103 im Vgl. zur BK 2402 (betreffs ionisierender Strahlung) weist auf eine andere Handhabung.

Auch auf die seit Jahren umfassend diskutierten Wirkanteile des UV-Lichtes von UV-A bis UV-C ist hinzuweisen, deren Vertiefung hier aus Platzgründen entfallen muss.

Abschließend zum Thema BK ein Blick über den bundesdeutschen Standard hinaus auf den wohl weltweit höchst UV-belasteten Arbeitsplatz: Die Salzbrecher der Volksgruppe der Afar in der äthiopischen Danakil-Wüste! Die Salzgewinnung ist auf Grund der Sonnenintensität i.d.R. auf 6 Monate im Jahr begrenzt. (Landesfremden ist der Zugang gar nur 6-8 Wochen im Winterhalbjahr gestattet.) Nach den Maßstäben der jährlichen Expositionsbetrachtung der Deutschen Unfallversicherung würde jede Expositionseinschätzung den vorgegebenen Rahmen sprengen. Die in die Expositionsbetrachtung der DGUV eingeflossenen *zeitlichen, geographischen und persönlichen Faktoren* versagen dort. Die Salzarbeiter der Afar halten sich an keinen 8-Stunden-Tag (*zeitlich*). Des Weiteren substituiert die Äquatornähe die 125 m Tiefenlage unter NN (*geographisch*). Und Schutzmittel stehen kaum zur Verfügung, wie schon die sehr begrenzte Anzahl an Sonnenhüten auf der Aufnahme Abb. 5 zeigt (*persönlich*). Bei einem Verdienst von 2-4 € pro Tag kein Wunder.

Den Krebserkrankungen der Haut sind letztlich auch die abgehärteten Afar (Hauttyp V – dunkelhäutig) ausgeliefert.

Hautkrebs

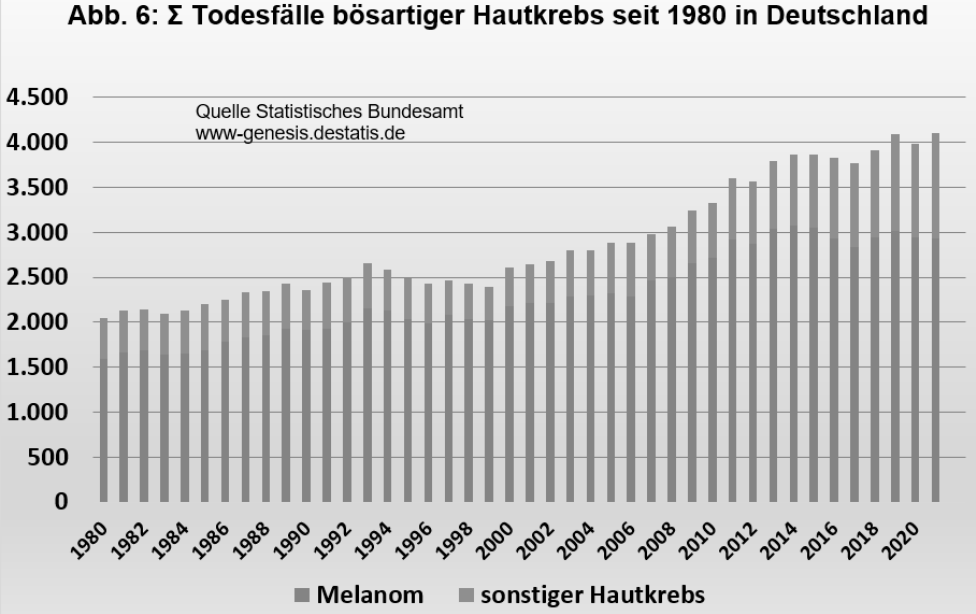
Die UV-Strahlung ist Hauptursache für Hautkrebs. Ihm werden weltweit die vergleichsweisen stärksten Zuwachsraten für Bewohner mit heller Hautfarbe zugeordnet. Nach BfS-Angaben *„…erkranken in Deutschland jeder siebte Mann und jede neunte Frau bis zum Alter von 75 Jahren an Hautkrebs – Tendenz steigend: Allein in Deutschland verdoppelt sich die Neuerkrankungsrate (Inzidenz) alle 10 bis 15 Jahre. In Deutschland sterben jährlich insgesamt knapp 4000 Menschen an Hautkrebserkrankungen, die auf UV-Strahlung zurückzuführen sind…. Am malignen Melanom sterben pro Jahr in Deutschland rund 3 100 Menschen. … man unterscheidet zwischen dem "hellen oder weißen" und dem "schwarzen" Hautkrebs.“* [1]

Heller Hautkrebs – C44

führt (bezogen auf die hohen Erkrankungszahlen) selten zum Tod, tritt aber so enorm häufig auf, dass eine statistische Auswertung fast nicht möglich ist und lediglich als Schätzungen eingeordnet werden kann: In Deutschland treten 200-300 Tausend Fälle pro Jahr auf, was etwa die Hälfte aller Krebsneuerkrankungen entsprechen würde. Der Krankheitscode ID10-C44 für die *sonstigen bösartigen Neubildungen der Haut* ist in allen statistischen Auflistungen entweder gesondert geführt oder gar nicht darstellbar. In jedem Fall liegen nur Schätzzahlen vor.

Massenhaft vertreten ist der warzenartige Basal-

Abb. 6: Σ Todesfälle bösartiger Hautkrebs seit 1980 in Deutschland



Zellen-Krebs der Haut, gefolgt vom Plattenepithelkarzinom, auch oft als Stachelzellkrebs bezeichnet, der sich vielgestaltig an Haut und Schleimhäuten bösartig entwickelt. Vorstufen sind oft raue, rötliche und trockene Hautareale (Keratose); auf Grund seines Wachsens und Wucherns bis hin zu Metastasenbildungen besteht erhöhte Gefahr und dringender Behandlungsbedarf.

Schwarzer Hautkrebs -C43

„Der schwarze Hautkrebs (malignes Melanom) betrifft alle Altersstufen und ist für die meisten Todesfälle unter allen Hautkrebsarten verantwortlich. Das Melanom ist ein unterschiedlich wachsender, in der Regel braun gefärbter Tumor, der häufig und in einem ziemlich frühen Stadium Metastasen bildet und an beliebigen Hautpartien auftreten kann. Bei Früherkennung ist der Tumor überwiegend heilbar, bei verzögerter Therapie oft tödlich. Für den "schwarzen Hautkrebs" (malignes Melanom) nimmt die Inzidenz stärker zu als für alle anderen Krebsarten (abgesehen vom weißen Krebs-F.L.) – *und immer mehr jüngere Menschen, vor allem Frauen, erkranken daran."* [1]

Krebsstatistik

Alle Veröffentlichungen zum Thema sind von bruchstückhaften Schätzgrößen gekennzeichnet, begründet durch die bereits geschilderte enorme Verbreitung, der zudem eine hohe Dunkelziffer zuzurechnen ist. Die offiziellen statistischen Angaben beruhen auf Hochrechnungen aus einer begrenzten Anzahl von Bundesländern, die seit Jahren eine mehr oder weniger präzise Erfassung betreiben. Das im Jahre 2008 einsetzende Hautkrebsscreening (HKS) ermöglicht jeden Kassenpatienten ab 35 alle zwei Jahre, sich einer vorbeugenden Untersuchung zu unterziehen; verbunden mit einem Anstieg der jährlichen Erkrankungsmeldungen. Sozusagen ein gewisser Abbau der ohnehin hohen Dunkelziffer. Das trifft in gewissen Umfang auch auf die Statistik der Todesfälle zu, die in Abb. 6 aus den zentralen Angaben des Statistischen Bundesamtes [4] abgeleitet wurden. Ein unsteter Verlauf kennzeichnet die 90iger Jahre, ebenso ab 2008. Trotz der statistischen Defizite ist von einem Anstieg der Melanome und auch der bösartigen „weißen" Krebsarten auszugehen. Grund zur Panik besteht dennoch nicht. Eine am 20.01.23 vom Deutschen Ärzteblatt veröffentlichte Studie [5] bewertet erstmals „epidemiologisch korrekt" den Einfluss des HKS auf die Behandlungsintensität bei Hautkrebs. U.a. wurde für 2018 eine Erkrankungsrate von 0,98% ermittelt; aus 7,9 Mio. HKS ergaben sich 77.553 Fälle. Davon wären etwa 200 Todesfälle dem weißen und 550 dem schwarzen Hautkrebs zuzuordnen. Die Todesrate läge für den enorm häufigen weißen (w) Hautkrebs < 0,3%. Beim schwarzen (s) zwar etwa 7%, doch macht er weniger als 10% aller Hautkrebse aus. Die absoluten errechneten Todesfälle für Deutschland lagen 2017 für beide Krebsarten bei 2835 s + 929 w = 3.764. Der aktuellste Stand 2021 beträgt 2928 s + 1.178 w = 4.106. Inwieweit eine daraus abzuleitende 25%-Zunahme des weißen Hautkrebses von 0,3 auf 0,4% eine die breite Öffentlichkeit interessierende Signifikanz ergibt, muss einer künftig besseren statischen Erfassung überlassen bleiben. Bis dato ist die Zunahme eher von den statistischen Erfassungsqualitäten beeinflusst als von einem Anstieg der UV-Belastung.

Hautkrebsscreening und Behandlungsintensität

Ziel der Studie *„Hautkrebsscreening und medizinische Behandlungsintensität bei malignem* (schwarzen) *Melanom und nichtmelanozytärem* (weißen) *Hautkrebs"* [5] bildete die Abklärung einer möglichen gesamtmedizinischen Aufwandsminimierung und Senkung der Hautkrebsmortalität bzw. -inzidenz (Verbreitung). Die Schwierigkeiten, die Ausgangsdaten der Studie von über 500.000 Hautkrebsdiagnosen AOK-Versicherter verwertbar zu gestalten, soll stellvertretend nur ein Auszug aus [5] verdeutlichen: *„Auf Grund der multipel vorkommenden Koordinierungen für Operationen, die nicht ausschließlich im Kontext der Behandlung des Hautkrebses dokumentiert wurden, war … die Berechnung von Operationsraten aus den Versichertendaten nicht möglich. Als Surrogatmaß* (Ersatzgröße) *der Intensität der chirurgischen Behandlung ermittelten wir daher die Anzahl kodierter tumorassoziierter Operationskodes innerhalb der ersten 12 Monate nach Diagnosestellung des Hautkrebses."* Im Ergebnis geht die Studie davon aus, dass durch HKS die Erkennung niederer Hautkrebsstadien wahrscheinlich sei, was letztlich kostensenkend wirken sollte. Das recht verklausuliert formulierte Studienergebnis sagt allerdings etwas anderes aus: *„Die Adjustierung für eine eher schwache Surrogatvariable, dem Elixhauser-Komorbiditätsindex, die auf Confounding hinweisen könnte, führte zu keinen nennenswerten Änderungen der Raten-Ratio."* Zu Deutsch: Die modelhaft abgebildeten Überschläge führten im Wesentlichen nicht zu den Trends, die nicht auch auf Fehl- und Überdiagnosen zurückgeführt werden können.

Die ermittelten Raten stellten sich den Forschern zu *uneinheitlich* dar. Der Krankenhausbereich diagnostizierte 2018 über 111.300 Hautkrebse (87.386/ 23.917 w/s) ohne dass eine Verknüpfung zu zentralen Krebsregistern bestand. Allein das System der Abrechnungsziffern lassen angestrebte differenzierende Rückschlüsse nicht zu.

Abb.7: Werbefoto der AOK für Hautkrebsscreening

Im „Nebeneffekt" widmete sich die Studie der Differenzierung des HKS nach Geschlecht, Altersgruppen und BIP-Regionen (Bruttoinlandsprodukt). Demnach kommen (nicht überraschend) im Alter 64-99 die weißen Krebsarten verstärkt vor. Der BIP-Bezug ergab, dass die Bundesländer auf dem früheren Gebiet der DDR eine höhere „*tumorassoziierte Operationsintensität"* infolge HKS aufweisen. Leider gibt die Studie nicht die absoluten Zahlen bekannt. So ist keine kausale Ableitung möglich. Das gilt ebenso für die geschlechtsspezifische Betrachtung. Um aber wenigstens hier allgemein interessierende Erkenntnisse abzuleiten, wird auf aktuelle Auswertungen der AOK-Gesundheitskasse zurückgegriffen: *„Wann die meisten Menschen durchschnittlich an Hautkrebs erkranken, hängt vom Geschlecht ab. Interessant ist, dass das Melanomrisiko bis zu einem Alter von 55 Jahren bei Frauen höher ist als bei Männern, worauf sich das Verhältnis umkehrt. Dass Frauen häufiger in jüngerem Alter an schwarzem Hautkrebs erkranken, könnte eventuell auf häufigeres Sonnenbaden zurückzuführen sein – schließlich ist das UV-Licht der Sonne einer der entscheidenden Risikofaktoren für Hautkrebs."* [6]

Insgesamt lässt sich bezüglich der Neuerkrankungen schlussfolgern, dass vor 2008 eine statistisch zu niedrige und danach eine forcierte Erfassung vorliegt, was einem Rückgang der Dunkelziffer zugeordnet werden kann. Die praktizierte statistische Datenerfassung lässt dennoch weiterhin lediglich Hautkrebsschätzwerte erwarten. Das bedeutet auch, dass der in Abb. 5 über die vergangenen 41 Jahre dargestellte unbestreitbare Mortalitätsanstieg auf das Gebrauchsverhalten der Menschen entscheidender zurückzuführen ist, als auf den Klimawandel. Gut zu wissen, dass der Einzelne hierbei einen direkten Spielraum für Einflussnahme hat, der privat weit größer ist, als im Berufsleben und erst recht im Vergleich zu den Menschen der Danakil.

Frank Lange

[1] BfS-Internetseite www.bfs.de/ de/themen/opt/uv und
[2] Foto Manfred Schütz, Jannowitz
[3] Wittlich, M.; u,a. „Exposition von Beschäftigten gegenüber solarer UV-Strahlung - Ergebnisse des Projekts mit Genesis-UV" Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Berlin 2020.ISBN: 978-3-948657-08-6
[4] Statistisches Bundesamt, Destatis 2022
[5] Schuldt K, u.a. Skin cancer screening and medical treatment intensity in patients with malignant melanoma and non-melanocytic skin cancer—a study of AOK insurees in the first year after diagnosis, 2014/2015. Dtsch Arztebl Int 2023; 120: 33 / 9. DOI 10.3238/arztebl.m2022
[6] www.aok.de/pk/magazin/koerper-psyche/krebs/ neue-zahlen-zum-thema-hautkrebs/

Umwelt aktuell: PFAS

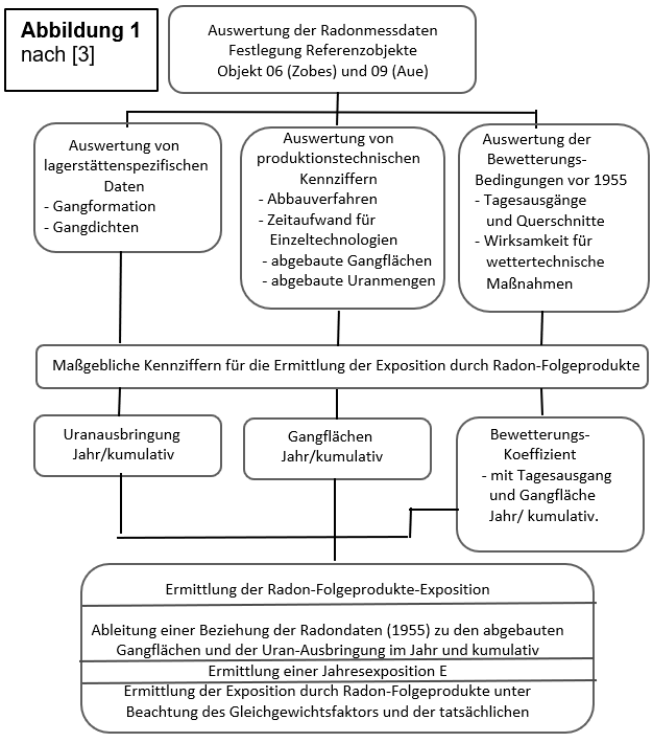
Perflourierte Alkylsubstanzen, kurz PFAS, sind vielfältige „Zuschlagstoffe" der Textil- und Plastikindustrie und sorgen für dichte Kleidung oder geschmeidige Kosmetik, Schmierstoffe und überall, wo Tenside angesagt sind. Sie kommen in überaus zahlreichen Zusammensetzungen vor, von denen etwa 20 den Weg in die neue Trinkwasserverordnung gefunden haben. Allerdings wird bei fast 5.000 bekannten Verbindungen keine zufriedenstellende Repräsentanz erreicht. Der „Summengrenzwert" der 20 ausgewählten Substanzen wird 0,1 µg/l betragen und bewegt sich im extrem niedrige Nano-Nachweisbereich. Er ist nicht mit gesundheitsrelevanten Schwellenwerten ermittelbar, sondern beruht auf hypothetischen Betrachtungen (theoretische Leitwerte). Da die PFAS-Substanzen in der Natur nicht abbaubar sind, gelangen sie in die Nahrungskette. Toxische Relevanz wird seit langem vermutet. Daher strebt die EU jetzt ein „*weitgehendes Verbot"* dieser Stoffverbindungen an. Skandinavische Studien weisen schon mal europaweit 17 Mrd. € Sanierungskosten zur „*Entseuchung*" von Böden und Gewässern aus. Die voranschreitende Labortechnik weist zunehmende Konzentration im Blut jugendlicher Probanden aus. Im Februar und März 2023 erfolgten nun erstmals bundesweite Medienkampagnen zur „PFAS-Gefahr". In wie weit damit eine wirkliche Sensibilisierung oder zweischneidige Hysterie erzielt wurde, sei dahingestellt. Die toxische Zuordnung poly- und perflourierter Chemikalien ist seit Jahren bekannt, ohne dass jedoch z.B. der Weichmacher in Kunststoffgetränkeflaschen direkt als krebserregend nachweisbar war. Wann die Initiative Deutschlands und vier weiterer Staaten tatsächlich in eine entsprechende Verbotsverordnung der EU mündet, ist offen. Mehr vorherige Tiefgründigkeit ohne Schnellschüsse wäre allerdings sehr wünschenswert.

Radioaktivität im Uranerzbergbau

Die Ergebnisse der bundesdeutschen Krebsforschung im Uranerzbergbau

Teil 2: Unsicherheitsanalysen zu den Studien der Uranbergarbeiter-Kohorte des BfS

Gespräche mit krebskranken ehemaligen Bergbaubeschäftigten oder ihren verbliebenen Angehörigen sind heute überwiegend von Desinteresse, Resignation und – vorsichtig ausgedrückt – Misstrauen gegenüber den offiziellen Ergebnissen der bundesdeutschen Krebsforschung auf dem Gebiet der ionisierenden Strahlung gekennzeichnet. Letzteres beruht auf den Erfahrungen Betroffener und ihrer Familienangehörigen mit der Anerkennungspraxis von Berufskrankheiten (BK) durch die Berufsgenossenschaft; hauptsächlich betreffs BK 2402 - Erkrankungen hervorgerufen durch ionisierende Strahlung. Die langwierigen Forschungsvorhaben zur Uranbergarbeiter-Kohorte attestieren im Vergleich zur Normalbevölkerung den Uranbergarbeitern, die ihre Tätigkeit vor 1955 aufgenommen hatten, eine erhöhtes, aber nach 1955 lediglich ein gering erhöhtes und nach 1970 kaum ein erhöhtes Lungenkrebserkrankungsrisiko. Anderen Krebsarten wird keinerlei signifikante Erhöhung zugesprochen. Das auf wissenschaftlicher Basis ermittelte Ergebnis widerspricht den Wahrnehmungen der ansässigen Bevölkerung. Was kommt der Realität näher?



Der im Strahlentelex Nr. 04 erschienene Teil 1 [2] enthielt eine Bestandsaufnahme mit Offenlegung von Schwachstellen der bisher epidemiologisch als gesichert ermittelten Krebsrisiken. Die Wissenschaftler der Kohortenstudien sahen in den Wismut-Archivmaterialien den Stoff zur Schaffung eines signifikanten statistisch und epidemiologisch ausreichend gesicherten Unterbaus zur Ermittlung von Risikoraten der (Lungen)Krebserkrankung.

Dabei beruhte die ermittelte standardisierte Krebsrate vor 1960 auf einem Vergleich mit vermeintlich nicht oder „gering“ strahlenbelasteten Wismut-Beschäftigten.

Ab 1960 leitete man den Erwartungswert aus der männlichen gleichaltrigen Normalbevölkerung der DDR ab. Diese und weitere in [2] enthaltene Bezugsdifferenzen sind Anlass für Unsicherheitsanalysen, wozu eine vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beauftragte Untersuchung herangezogen werden kann. Der kaum beachtete Schlussbericht „*Ermittlung der Unsicherheiten der Strahlenexpositionsabschätzung in der Wismut-Kohorte*“ aus dem Jahr 2017 [1] ist sozusagen eine „amtliche“ Bewertung der in den Kohortenstudien erzielten Resultate. Die achtmonatige Bearbeitung „*… umfasste folgende Aufgaben: 1. Beschreibung der Arbeitsbedingungen in der Wismut und Vorgehensweise bei der* ***Abschätzung der beruflichen Exposition*** *gegenüber Radon und seinen Folgeprodukten und 2.* ***Identifizierung möglicher*** *Quellen von* ***Unsicherheiten*** *sowie eine vorläufige Bewertung von deren möglicher Relevanz. Die Quantifizierung der Unsicherheiten sowie eine vorläufige Bewertung der Unsicherheiten sowie ihres Einflusses auf die Risikoschätzung sind Teil eines Folge-Forschungsvorhabens.“* ([1], S. 5). Auf Nachfrage teilte das BUMV am 16.01.23 mit: *„Die Veröffentlichung des Forschungsberichts wird derzeit vorbereitet, so dass dieser in wenigen Monaten zur Verfügung stehen wird.“* Zumindest enthält der (nur in Englisch) veröffentlichte 2017er Bericht „*eine vorläufige Bewertung … möglicher Relevanz“*, die für einen Abgleich mit praktisch relevanten Gesichtspunkten unter Zuhilfenahme eines bundesamtlichen Leitfadens ausreichen sollte. Nach [4] sind **Unsicherheitsanalysen zur Expositionseinschätzung** dreistufig angelegt: Unsicherheitsfaktoren zusammenstellen – dann qualitativ bewerten – und letztlich quantitativ als zusätzliche Dimension in die Expositionsschätzung einfügen. Der Bericht [1]

erreicht in etwa Stufe 1,5.

Expositionsabschätzung

Die Ermittlung der Strahlenbelastung durch Radon/Radonfolgeprodukte (RFP) beruht auf Modellierung(en) komplexer Wirkprinzipien betreffs der Spezifik von Geologie, Bergbau-Objekt, Schacht, Technologie, Arbeitsplatz und messtechnischer Erfassung radioaktiver Komponenten. Abbildung 1 (nach [3] S.52) zeigt hier stellvertretend das Modell „…*zur Ableitung von Bewertungskoeffizienten zur Bestimmung der Radon/Radonfolgeprodukt (Rn/RFP)- Exposition aus bergwerksspezifischen, produktions- und lüftungsbedingten Größen in hydrothermalen Erzganglagerstätten in Sachsen“.* Im Ergebnis entstand eine detaillierte Job-Exposure-Matrix (JEM); eine Bezeichnung der Berufsgenossenschaft für die strahlungsrelevante Arbeitsplatzbewertung jedes sich zur Berufskrankheit anmeldenden Bergbaumitarbeiters, sozusagen vom Wachmann bis zum Hauer. Für diese Einschätzungen existieren von vornherein drei Bewertungszyklen betreffs der durchschnittlichen Radonbelastung, die zur Übertragung auf ein individuelles Arbeitsleben angewendet und einem Schwellenwert zur Anerkennung als BK gegenübergestellt werden. Als Expositionsgröße dient der Working Level Months (WLM) – eine arbeitszeitbezogene Expositions-Berechnungsgröße aus der Bergbautätigkeit, die wiederum mit einer Bewertungsfläche als Maß für die Größe des Radonaustrittsfeldes und ortsbezogenen Bewertungsfaktor(en) als Maß für die Radonexposition pro Einheit des geförderten Urans für 2000 Arbeitsstunden pro Jahr errechnet wurden. Die entwickelten Formeln mit spezifischen Minderungs- oder Zuschlagsfaktoren dienten zunächst der Berücksichtigung unterschiedlicher Umgebungsbedingungen der Arbeitsorte und zur Erzeugung einer Vergleichbarkeit der Radiologischen Belastungskomponenten, um letztlich einen Bewertungsalgorithmus aller Arbeitsplätze zu erhalten.

Gammastrahlung, auch einige langlebige Radonnuklide (LRN), aber vor allem Messungen von Radon/RFP (wie in Abb. 2 dargestellt) wurden unter Verwendung von Beiwerten in die Übertragungsmodelle auf Objekte unbekannter Expositionen einbezogen.

Die Zeiträume der Erfassungsart der Expositionen und deren Anteile an bewerteten Arbeitsjahren der Kohorten-Mitglieder sind in Abb. 3 zusammengefasst. Die

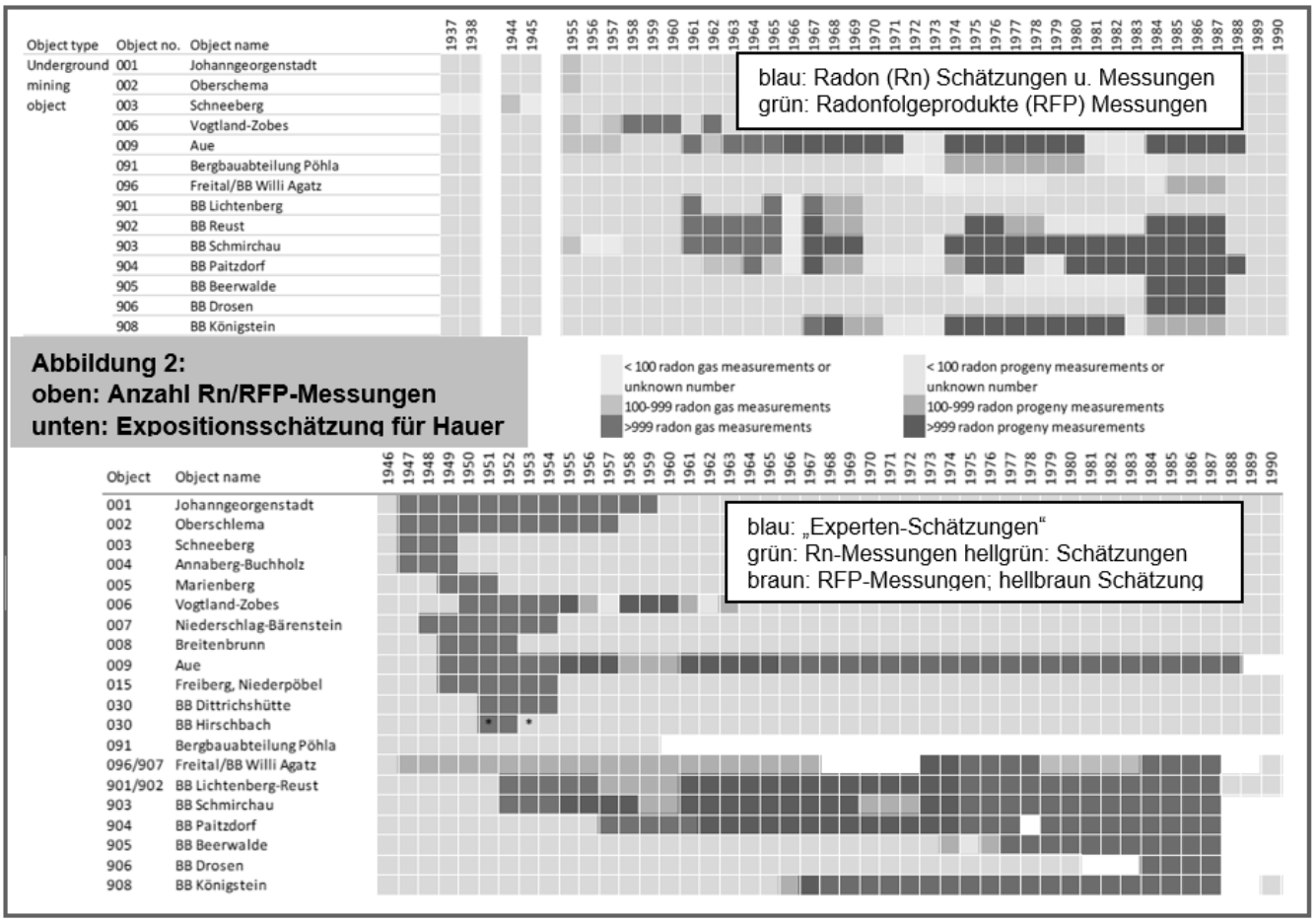


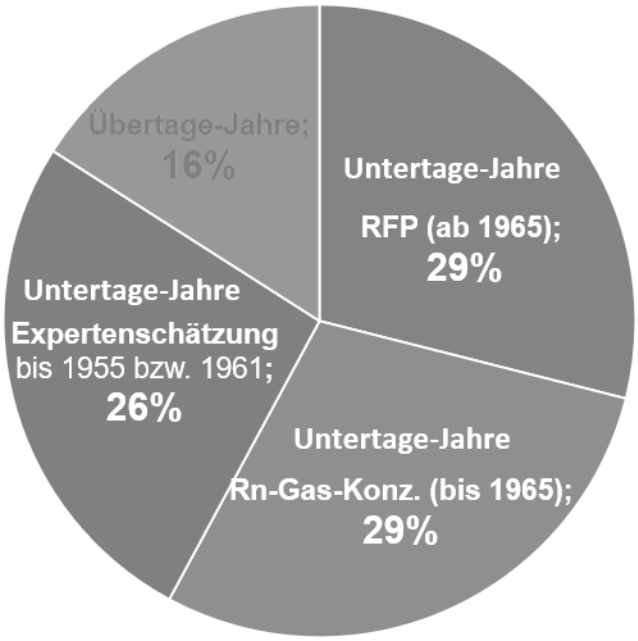
Abbildung 2:
oben: Anzahl Rn/RFP-Messungen
unten: Expositionsschätzung für Hauer

phasenweise ermittelten Durchschnittsgrößen für Rn/RFP übertrug man auf Objekte/Schächte zur Berechnung von spezifischen Arbeitsplatzbelastungen. Die in [1] verwendeten Daten und Komponenten der Kohorte sind beispielhaft in Abb. 2 dargestellt. Die darin enthaltenen Übersichten sind entnommen aus: *[1], S. 37, Abbildung 5 betreffs Anzahl der Radongas-/RFP-Konzentrationsmessungen in untertägigen Bergbauobjekten, in denen Messungen erfolgten*. Sowie *[1], S. 42, Abbildung 7 betreffs Methoden zur Expositionsabschätzung für einen Hauer in untertägigen Bergbauobjekten der SAG/SDAG Wismut*; alle Angaben in [1] nach LEHMANN u.a. [3].

Die Exposition des Hauers bildete die Grundlage für die modellhaften, beiwertbezogenen Übertragungen auf alle Arbeitsplätze unter und über Tage. Den Darstellungen ist zu entnehmen, dass erst aus geschätzten und ab 1955 geschätzt-messwertbasierten Radonkonzentrationen, später aus direkten RFP-Messungen gebildete Durchschnitte in alle Arbeitsplatzbewertungen eingingen.

Der enorm differierende jährliche Messumfang geht aus dem oberen Abbildungsteil hervor. Objekte, bei denen die Expositions-abschätzungen nicht auf Messungen beruhten, sondern aus Abschätzungen anderer Objekte (i.d.R. aus 09 Aue) übertragen wurden, sind nicht abgebildet. *„Für Jahre, in denen nur Radongasmessungen zur Verfügung standen, wurden die mittleren jährlichen Radongas-*

Abbildung 3: Expositionsabschätzung für % Personenarbeitsjahre (PAJ)



konzentrationen in den verschiedenen Schächten mit Gleichgewichtsfaktoren von 0,6 bis 0,2, je nach Belüftungssituation, in WLM umge-rechnet. Die Expositionsabschätzung für Betriebe unter Tage und im Tagebau wurden für die Referenztätigkeit Hauer durchgeführt… Quellen der potentiellen Unsicherheiten werden im Bericht beschrieben und systematisiert. Die Struktur der Unsicherheiten ist komplex, da die mehrstufige Bestimmung der Exposition zeitlich und in Abhängigkeit der Arbeitsbedingungen variiert und somit unterschiedliche Arten und Größen von Fehlern erzeugt. Fehler bei der Expositionsbestimmung können durch die Verallgemeinerung von Expositionsmessungen zu einer JEM mit objekt-, kalenderjahr- und tätigkeitsspezifischer Exposition (Generalisierungsfehler), durch die Zuordnung der Werte in der JEM zu einzelnen Beschäftigten (Zuordnungsfehler) und

Tabelle 1: Qualitative Unsicherheitsanalyse nach [1] (Tab. 29, S. 114) und [4] (Tab.9, S. 37)

Fehlertyp nach [1]	Fehlerbeschreibung [1]	Relevanz nach [1]	Vorschlag nach [4]	Begründung nach [1] Angaben in Klammern ergänzt
Generalisierungsfehler	Verwendung von Ø-Messwerte für schachtspezifische Exposition	hoch	stark/ nicht bekannt	betrifft alle Expositionsabschätzungen mittelgroßer, klassischer Fehler
Parameterunsicherheiten	Unsicherheiten der Parameterbestinnung, z.B. Bewertungskoeffizienten	hoch	stark/ nicht bekannt	betrifft alle Expositionsabschätzungen mit z.T. erheblichen Auswirkungen
Zuordnungsfehler	Zuordnung gruppenspezifischer Daten zu Einzelpersonen	mittel	stark	betrifft alle Expositionsabschätzungen; große aber zufällige Fehler (bei hoher Messdichte weniger bedeutend)
Übertragungsfehler	Daten-Übertragung auf andere Kalenderjahre und andere Objekte/Schächte	mittel	stark	betrifft einige Expositionsabschätzungen; klassischer Messfehler, hoher Unsicherheitsgrad
Dokumentationsfehler	Fehlerhafte Dokumentation von Berufsverläufen, Messwerten u.a.	mittel bis gering	mäßig	betrifft unbekannte Anzahl Expositionsabschätzungen, uneindeutige Fehlerart
Fehler der Expertenbewertung	Experten legen Expositionen fest (ohne Messdatenbezug)	gering	mäßig	betrifft (vermeintlich) wenige Expositionsabschätzungen; zufällige Fehler, eventuell hoher Unsicherheitsgrad
Prozedurfehler	menschliche u. technische Fehler bei Messungen	gering	gering	Aggregation Messungen (bezieht sich auf Messdichte und Messarten)
Approximationsfehler (Näherungsfehl.)	Schätzgleichungen, gerundete bzw. Faustwerte	gering	stark	(vermeintlich) geringe Auswirkung auf Expositionsabschätzungen durch Experten

durch Schätzfehler in allen Stufen des Prozesses der Expositionsschätzung entstehen. Generalisierungsfehler und Zuordnungsfehler wirken sich auf die Expositionsschätzung der gesamten Kohorte aus." ([1], S. 6)

Damit beschreibt der Bericht das wesentliche Manko der gesamten Kohortenstudie! Hier zeigen sich die Schwächen der Kohortenstudien. Welcher Unsicherheitsgrad und Fehlerbereich sich wie auswirkt oder zulässig ist, bedarf der quantitativen Klärung. (Unsicherheitsanalysenstufe III)

Identifizierung möglicher Unsicherheiten

Auf Grund der Vielfalt und Spezifik oben genannter Einflusskomponenten sind die mathematischen Her- und Ableitungen nur von den Modellentwicklern selbst nachvollziehbar und wurden im epidemiologischen Forschungsverlauf als gegebene Grundlage verwendet. Der vorliegende Forschungsbericht [1] versucht die *„… Expositionsabschätzung der deutschen Uranbergarbeiterstudie allgemein verständlich zu dokumentieren, mögliche Quellen von Unsicherheiten zu identifizieren und deren Relevanz vorläufig zu bewerten."*

Ob das bei so viel Vorläufigkeit durch den Inhalt, der zudem nur in Englisch erschienen Veröffentlichung gelungen ist, sei jedem Interessierten selbst überlassen, zu bewerten.

Bereits die Beschreibung der Kohorte im Teil 1 [2] offenbarte eine Reihe einschränkender Tatsachen, die sich bei der Bewertung einer epidemiologisch erwünschten großen Personenanzahl über die Jahrzehnte einstellen. Diese betrafen die enorm unterschiedlichen Belastungen, denen die Probanden zugeordnet wurden und zu denen keine ausreichend stimmigen Vergleichsdaten vorliegen. Das Schema der Abb. 3 beleuchtet die Verteilung der unterschiedlichen Datengrundlage zur Expositionsschätzung bezogen auf alle erfassten Arbeitsjahre der Kohorte. Die „Expertenschätzungen" beruhen auf einfachen Daten, wie z.B. geförderter Erzmengen. Spätere messtechnische Bewertungen erreichen nicht 2/3 der bewerteten Personenarbeitsjahre.

Einordnung des vorliegenden Berichtes mit Hilfe des Leitfadens [4]

Die Unsicherheitsanalyse nach [4] ist keine Fehleranalyse. Sie soll die Expositionsschätzung und die Expositionsmodelle qualitativ und quantitativ bewerten. Auf den stufenförmigen Verlauf wurde oben hingewiesen. Nach Benennung und Erstbewertung der Unsicherheitsfaktoren folgt die eigentliche qualitative und quantitative Analyse. Dabei soll, vereinfacht ausgedrückt, das Ausmaß der Unsicherheit, das Vertrauen in die Wissensbasis und die Subjektivität der Ergebnisse und Entscheidungen detailliert hinterfragt und einer Bewertung unterzogen werden. Der vorliegende Bericht schätzt seinen Bearbeitungsgrad als *„vorläufige mögliche qualitative Bewertung"* ein. Folgt man den in [4] formulierten Ansprüchen einer Unsicherheitsanalyse für Expositionseinschätzungen, lassen sich bereits für diesen Bearbeitungsstand eine Reihe unzulänglich beachteter bzw. nicht ausreichend hinterfragter Kriterien ausmachen. Abb. 3 verdeutlicht den hohen Anteil reiner Expositionsschätzungen. Die zahlenmäßig und qualitativ nutzbarsten Radon/RFP-Messungen decken maximal ein Drittel der PAJ ab, für zwei Drittel muss von einer absolut dünnen Datendecke ausgegangen werden, wodurch eine statistische Schieflage entsteht. Aber weniger Vollständigkeit und Beschaffenheit/Zusammensetzung (Konsistenz) als mehr Zuverlässigkeit und Robustheit der Wissens- und Datenbasis geben hierfür den Anlass. Die im Bericht [1] betrachteten Modellierungen, Daten, Annahmen und Informationen gingen trotz einzelner beschriebener Bedenken als ausreichend wahrscheinlich und zuverlässig für die gesundheitliche Bewertung durch (Tab. 1 in Spalte 3). Die vorbehaltslose Übernahme der Bewertungsmatrix JEM der Berufsgenossenschaft widerspricht jedoch der nach [4] erforderlichen Prüfung der Subjektivität. Hier muss eine interessengeleitete Anwendung im Verfahren der Berufskrankheitsanerkennung berücksichtigt werden.

Auch ist die Robustheit der Wissens- und Datenbasis durch die Konzentration der relevantesten Messdaten auf wenige Standorte und Tätigkeitsbereiche mit einer Vielzahl „abgeleiteter" Bewertungs- bzw. Übertragungsparametern nicht ausreichend, um eine Unsicherheitsgradierung „gering" in Tab. 1 anzugeben. Insbesondere die Expositionszuordnungen exponierter Personen/Berufsgruppen sind nicht adäquat, d.h. nicht angemessen erfasst (vgl. Praxisbeispiele S.12).

Im Bericht [1] (S. 38, Abb. 6) ist kritiklos die Behauptung übernommenen worden, ab 1965 seien schachtbezogene Belastungswerte anstatt „Objektübertragung" in die Arbeitsplatzbewertungen als aktualisierte JEM 2 eingearbeitet worden. Allerdings ergaben Überprüfungen durch EIGENWILLIG: *„Die JEM 2 verwendet für einzelne Schächte jeweils die abgeschätzten Kollektivwerte des ganzen Objektes."* [6]

Unser Überblick zu den bundesdeutschen Ergebnissen der Krebser-

forschung wird im Teil 3 mit einer praxisorientierten Bewertung der Uranbergarbeiter-Kohorten-Studie im Strahlentelex 03/2023 vorläufig abgeschlossen. Nachfolgend ein Vorgeschmack auf den Bericht.

Frank Lange

[1] Kukenhoff, Deffner, Aßenmacher, Neppl (Institut für Statistik der LMU München) und Kaiser, Güthlin (Helmholtz Zentrum München): Schlussbericht 2017 „Ermittlung der Unsicherheiten der Strahlenexpositionsabschätzung in der Wismut-Kohorte – Teil1“,
[2] Strahlentelex Nr. 04, Ausgabe 02/2022, S. 10-15: „Die Ergebnisse der bundesdeutschen Krebsforschung im Uranerzbergbau“ Teil 1
[3] Lehmann F, Hambeck L, Lutze H, Meyer H, Reiber H, Reinisch A, et al. 1998. „Belastung durch ionisierende Strahlung im Uranerzbergbau der ehemaligen DDR: Abschlussbericht zu einem Forschungsvorhaben.“, Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften: Sankt Augustin.
[4] Leitfaden zur Unsicherheitsanalyse in der Expositionsschätzung - Empfehlung der Kommission für Expositionsschätzung und -standardisierung des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) 2014, www.bfr.bund.de
[5] Chronik der Wismut Grubenbewetterung; 1.4.8.1 und 1.8.2
[6] Mitteilung G.G. Eigenwillig vom 29.08.22 mit Nachweis in „Der Uranerzbergbau im Erzgebirge – die dadurch bedingten Strahlenexpositionen und Erkrankungen der Bergleute“, Frankfurt /Main 2020: Nachweis auf S. 5 u. 8 im Anlagenteil B (ISBN 978-3-00-0646157)

Praxis im Uranbergbau

Herr Dietmar Schützner aus Ronneburg-Raitzhain berichtet mit einer kurzen Auswahl seiner praktischen Erfahrungen als Uranbergarbeiter wie folgt:

Ich habe 11,5 Jahre **Untertage**, gut 3 Jahre im Bergbaubetrieb (BB) Paitzdorf im Versatz (die Füllung von Hohlräumen zur Stabilisierung im Grubengebäude) als Rohrleger und nach meiner Armeezeit dann gut 7 Jahre im BB Schmirchau als Schlosser und Schweißer gearbeitet. In Paitzdorf waren wir auf den Abbaublöcken und auch auf „vergammelten“ Versatzstrecken (Abwurf ausgeerzter Stollen) tätig. Von Radonmessungen haben wir im praktischen Arbeitsablauf in dieser Zeit um 1979/80 nichts erfahren oder gesehen. Aus der späteren Untertagearbeit im BB Schmirchau gab es dann Erfahrungen; hier einige konkrete Beispiele:

1. Wir haben mal auf einer Abwetterstrecke Rohrleitungen für Wasser und Druckluft getauscht. Zu einem Frühstück kam einmal ein Kumpel, welcher die Radonkonzentration gemessen hat, vorbei und frühstückte mit uns. Als er wieder gehen wollte, er hatte sein Messgerät angehabt, sagte er uns, wir müssten den Arbeitsort verlassen, es sind Sperrwerte in der Abwetterstrecke vorhanden. Das führte dazu, dass wir 4 Wochen dort gearbeitet haben und dann 4 Wochen Übertage eingesetzt wurden. Und dies im Wechsel über einen längeren Zeitraum.

2. Etwa 1987/88 mussten wir in einer Elektrikerwerkstatt Untertage im BB Schmirchau eine Belüftungsanlage einbauen, da dort gigantische Radonwerte festgestellt worden wären über die wir keine Aufklärung erhielten.
Grund war folgender: Die Werkstatt war am Anfang einer alten Nebenstrecke errichtet worden; die dahinter weiterverlaufende nicht mehr genutzte Nebenstrecke war vermauert. Von einer wirksamen Abdichtung konnte dabei keine Rede sein.

3. Auf dem Übertage-Schachtgelände des BB Schmirchau befanden sich auch Büros in Holzbaracken, welche ca. 1 Meter über dem Erdboden waren. Diese standen auf gemauerten Pfeilern. Der Erdboden war wie so oft mit „tauben Gestein“ („schwach“- erzhaltiges Abraummaterial) aufgeschüttet. Es stellte sich heraus, dass selbst hier Radonwerte ermittelt worden waren, die Untertage zur Sperrung der Arbeitsbereiche geführt hätten. Es wurden dann Lüfter unter der Baracke eingebaut, da selbst die Gebäudeanhebung über der Bodenfläche nicht ausreichte, das Radoneindringen zu mindern. Das war auch ca. 1987/88. Die Baracken standen zu dieser Zeit aber bereits Jahre in Nutzung.

Die Wetterführung untertage wurde auf den Hauptstrecken u.a. mit Wettertüren reguliert. Diese durften nur zu Befahrungszwecken geöffnet werden, darauf wurde sehr geachtet. Wenn die Türen defekt waren, warum auch immer, wurden diese sehr schnell repariert. Allerdings verhinderte das den Arbeitsablauf „vereinfachende“ (mutwillige) Blockieren der Türen oft die angestrebte Regelwirksamkeit.

Dietmar Schützner
(Ronneburg-Raitzhain)

5. Internationales Bergbausymposium WISSYM 23 der Wismut GmbH zur Thematik: „Sanierungsbergbau neu denken – Innovative Ansätze auf dem Weg zur Nachhaltigkeit“ 25.-28.09.2023 in Dresden.
Sanierungsbergbau ist die Grundlage für nachhaltigen Bergbau. Auf dem Symposium sollen neue Aspekte auf dem Weg in einen zukunftsfähigen Sanierungsbergbau im Mittelpunkt stehen. Die Veranstaltung und vorgesehene Exkursionen bieten internationalen Bergbausanierern, Bergbaubetreibern, Wissenschaftlern, Verwaltungs- und Behördenvertretern sowie Ingenieurbüros die Möglichkeit zum Austausch und zur Diskussion von Erfahrungen in der Bergbausanierung.

Radonvorsorge

Die Ausweisung von Radonvorsorgegebieten in Thüringen – wissenschaftlich fundierte Methode oder Scheinwissenschaft – Teil 1: Themen-Einführung

von Frank Ullrich

In vorausgegangen Ausgaben des Strahlentelex wurde bereits mehrfach auf die nicht unumstrittene behördliche Allgemeinverfügung zur Ausweisung sogenannter Radonvorsorgegebiete (RVG) in Thüringen eingegangen. In dieser Beitragsreihe wird dieses, sowohl gesundheitsschutzrelevante als auch ökonomisch wichtige Thema erneut aufgenommen und der Schwerpunkt der Bewertung dabei in erster Linie auf die fachlichen Aspekte, welche dieser Allgemeinverfügung zu Grunde liegen, gerichtet.

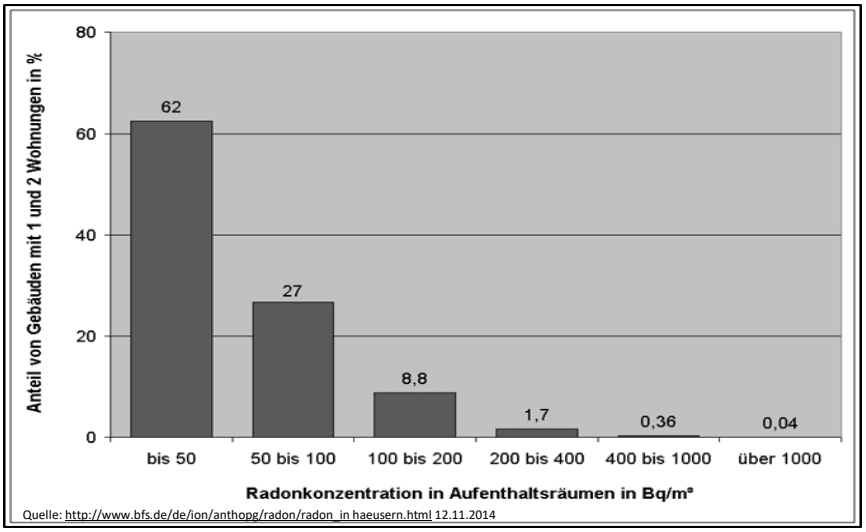
Da dieses Thema sehr umfangreich ist und an vielen Stellen ausführliche und detaillierte Darstellungen erfordert, wird der Gesamtkomplex in Form mehrerer aufeinanderfolgender Teile im Strahlentelex behandelt werden.

Das eine kontinuierliche und langandauernde Radoninhalation ein bedeutsames Gesundheitsrisiko darstellt, ist, von wenigen gegenteiligen Fachmeinungen abgesehen, im Strahlenschutz allgemein anerkannter Konsens. Dies gilt auch, wenn kurzzeitige hohe Radonexpositionen im Kurbereich, vorübergehende positive gesundheitliche Effekte (z.B. zeitlich befristete Linderung bei rheumatischen Beschwerden) bewirken können.

In diesem Sinne kann man Radonexpositionen z.B. mit dem Röntgen vergleichen. Hier bestreitet sicher kaum jemand, dass bei begründeter und maßvoller Anwendung gesundheitlich positive Effekte (z.B. wichtige Diagnosemöglichkeiten) vorhanden sind und Röntgenuntersuchungen in diesem Zusammenhang als positiv zu bewerten sind. Gleichzeitig ist jedem vernünftigen Menschen klar, dass zu viel Röntgenuntersuchungen eine strahlungsbedingte Gesundheitsgefahr darstellen.

Radon ist der radioaktive Stoff, der bei weitem die meisten Krankheits- und Todesfälle durch ionisierende Strahlung (Radioaktivität) in unserem Alltag hervorruft. Von allen bekannten Innenraum-Luftschadstoffen ist Radon der einzige, bei dem, statistisch signifikant, eine Krebs verursachende Wirkung (im Wesentlichen Lungenkrebs) nachgewiesen ist. Da man zwar die Anzahl an Lungenkrebserkrankungen und Lungenkrebstodesfällen zählen kann, aber de facto bei keinem dieser Fälle eindeutig die letztendlich auslösende Ursache erkennbar ist, kann die Zuordnung der Erkrankungs- und Todesfallursache, wie bei anderen ähnlich gelagerten Fällen (z.B. Feinstaub) auch, „nur“ statistisch abgeschätzt werden. Hierbei wird in Auswertung der vorliegenden Daten (nationale und internationale Studien, Erkrankungs- und Todesfallstatistiken, …) davon ausgegangen, dass bis zu 10 % aller Lungenkrebstodesfälle in der BRD ursächlich durch Radon verursacht werden (BfS). Bei ca. 50.000 Lungenkrebstodesfällen pro Jahr sind demnach einige tausend radonbedingte Lungenkrebstodesfälle in der BRD pro Jahr zu erwarten. Die Studien- und Datenlage bezüglich Radon wird, verglichen mit anderen Innenraumschadstoffen, als sehr gut eingeschätzt. Die in den Radonstudien scheinbar großen Schwankungsbreiten der Ergebnisse sind vor allem der Komplexität der über viele Jahre zu berücksichtigenden Expositionsverhältnisse geschuldet, da hier für jede Einzelperson die Radonexpositionssituation bis zu 30 Jahre in die Vergangenheit ermittelt oder zumindest tragbar, zuverlässig abgeschätzt werden muss! Die Gesamtaussagen zum Radon-Gesundheitsrisiko sind dennoch als ausreichend fundiert anzusehen.

Die Radonexposition (vor allem in Innenräumen) ist demnach zweifelsohne als ein bedeutsames, strahlungsbedingtes Gesundheitsrisiko einzustufen und gemäß EU-Richtline (2013/59) im nationalen Strahlenschutzsystem zu berücksichtigen.



Quelle: http://www.bfs.de/de/ion/anthopg/radon/radon_in haeusern.html 12.11.2014

Dies erfolgt in der BRD im Wesentlichen durch die Festlegung eines nationalen Referenzwertes für die Radonkonzentration in der neu eingeführten Raumkategorie „Aufenthaltsräumen“ (nicht wie in der EU-RL gefordert pauschal in Innenräumen) und an Arbeitsplätzen. Dabei haben sich die Bundesländer und der Bund, entgegen der Ratschläge der eigenen Fachbehörden und der WHO, auf den gemäß EU-RL höchsten zulässigen Referenzwert von 300 Bq/m³ geeinigt, obwohl die zu Grunde liegenden Radon-Innenraum-Daten der BRD einem solch hohen Wert als effektives Schutzniveau für die Bevölkerung widersprechen.

Die mit der EU-RL beabsichtigte, langfristige Absenkung des durchschnittlichen Radonniveaus in Innenräumen auf breiter, gesamtgesellschaftlicher Basis ist mit den im aktuellen Strahlenschutzrecht getroffenen Regelungen bewusst konterkariert worden, da nach bisherigem Kenntnisstand zu erwarten ist, dass nur in ca. 1,5 % aller Gebäude in Deutschland dieser Referenzwert überschritten werden wird. Dies ist im Grunde nach wie vor die veraltete Strategie der „Beschneidung von Radonspitzen“, statt der von der EU-beabsichtigten und inzwischen auch international anerkannten Strategie einer umfänglichen Absenkung des Radonniveaus in Innenräumen, da nur bei letzterem die gesamtgesellschaftlichen Aufwendungen in einem akzeptablen Verhältnis zum gesamtgesellschaftlichen gesundheitlichen Nutzen stehen.

Im deutschen Strahlenschutzrecht wurde zudem bewusst eine neue, vom EU-Recht abweichende Definition des Begriffs „Referenzwert“ aufgenommen, die zu einer „Entschärfung“ des EU-Referenzwert-Begriffs führt.

Auch die so in der EU-RL nicht enthaltene, eigens für das deutsche Strahlenschutzrecht entworfene BRD-Definition eines RVG lt. BfS-Modell verfehlt bei nachfolgender, genauerer Betrachtung nicht ihre beabsichtigte, die EU-RL unterlaufende Wirkung.

StrlSchG - § 121 - Festlegung von Gebieten; Verordnungsermächtigung

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.

StrlSchVO - § 153

(2) Die zuständige Behörde kann davon ausgehen, dass die über das Jahr gemittelte Radon-222-Aktivitätskozentration den Referenzwert nach § 124 oder § 126 des Strahlenschutzgesetzes in einer beträchtlichen Anzahl von Gebäuden in der Luft von Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen eines Gebiets überschreitet, wenn auf Grund einer Vorhersage nach § 127 Absatz 1 auf mindestens 75 Prozent des jeweils auszuweisenden Gebiets der Referenzwert in mindestens zehn Prozent der Anzahl der Gebäude überschritten wird.

Man kann davon ausgehen, dass die Definition gemäß § 153 StlSchVO einen inhaltlichen Fehler aufweist. Sowohl die EU-Richtlinie als auch das StrlSchG § 121 fordern Gebiete so auszuweisen, dass eine beträchtliche Zahl von Gebäuden den Referenzwert überschreitet.

Im § 156 der StrlSchVO wird aber aus einer Zahl an Gebäuden, welche den Referenzwert überschreiten müssen, plötzlich ein Anteil an Gebäuden (mindestens 10 %). Nun ist ein Anteil aber nicht gleichbedeutend mit einer Anzahl. Die daraus folgende Problematik soll nachfolgend an zwei Beispielen verdeutlicht werden. Wir vergleichen zwei Gemeinden hinsichtlich ihrer Ausweisung als RVG.

Beispiel 1:
Gemeinde 1:
100 Gebäude, davon 20 Gebäude > 300 Bq/m³ im Jahresmittel.
Gemeinde 2:
10.000 Gebäude, davon 200 Gebäude > 300 Bq/m³ im Jahresmittel.
In beiden Gemeinden sollen die Gebäude auf mehr als 75 % der Gesamtfläche verteilt sein.
Gemeinde 1:
20 % Überschreitungen = Ausweisung als RVG
Gemeinde 2:
2 % Überschreitungen = keine Ausweisung als RVG
In Gemeinde 2 ist die Anzahl der Gebäude, welche den Referenzwert überschreiten 10-mal größer als in Gemeinde 1.
Obwohl bei Ausweisung von Gemeinde 2 als RVG davon auszugehen

Referenzwert lt. EU-RL	Referenzwert im StrlSchG
In einer Notfall-Expositionssituation oder bestehenden Expositionssituation der Wert der effektiven Dosis- oder Organ-Äquivalentdosis- oder Aktivitätskonzentrationswert, oberhalb dessen Expositionen als unangemessen betrachtet werden, auch wenn es sich nicht um einen Grenzwert handelt, der nicht überschritten werden darf.	In bestehenden Expositionssituationen oder Notfallexpositionssituationen ein festgelegter Wert, der als Maßstab für die Prüfung der Angemessenheit von Maßnahmen dient. Ein Referenzwert ist kein Grenzwert.

ist, das mit Radonschutzmaßnahmen 10-mal mehr Menschen geschützt werden könnten als bei Ausweisung der Gemeinde 1, wird Gemeinde 1 als RVG ausgewiesen und Gemeinde 2 nicht!

Beispiel 2:
In einer Gemeinde befinden sich alle Gebäude auf einer Fläche die geringer als 75 % der gesamten Gemeindefläche ist. Das dürfte für den übergroßen Anteil aller Gemeinden der Fall sein. Selbst wenn hierbei alle existierenden Gebäude in der Gemeinde den Referenzwert überschreiten kann das Gebiet nach StrlSchVO § 153 (2) nicht als RVG ausgewiesen werden, da das Flächenkriterium „auf mindestens 75 % der Fläche“ nicht erreicht wird.
Damit bestimmen, unbebaute und sehr wahrscheinlich niemals zu bebauende Gemeindeflächen, über den Radonschutz in bestehenden Gebäuden und an Arbeitsplätzen. Das hat das mit dem Sinn der EU-RL nichts mehr zu tun und kann nicht im grundgesetzlich verankerten Gesundheitsschutzanspruch aller Bürger sein. Die Vorgaben der EU-RL werden hier bewusst unterlaufen.

Mit der oben aufgeführten „Umdefinition“ und damit „Entschärfung“ des Begriffes „Referenzwert“ im deutschen Strahlenschutzrecht und der den folgenden Artikeln näher betrachteten, „zielorientierten“, angepassten Methodik für die Ausweisung von sogenannten Radon-Vorsorgegebieten (RVG) werden im Wesentlichen die nachfolgend aufgeführten, Ziele realisiert:

- Schutz der öffentlichen Hand (Bund, Länder und Kommunen) vor „zu hohen“ und aus Sicht der öffentlichen Arbeitsgeber „unangemessenen“ Aufwendungen für die Radonzustandsanalyse und Radonschutzmaßnahmen, also für den Gesundheitsschutz im Rahmen ihrer Obhutspflicht für ihre Mitarbeiter.
- Schutz des Bau- und Mietbereiches vor zusätzlichen Kostensteigerungen durch Aufwendungen für den Radonschutz der Arbeitnehmer und der Bevölkerung.
- Minimierung der „Gefährdung“ der Akzeptanz von energetischen Sanierungen und damit des „Klimaschutzes“, die oft (bei unsachgemäßer Herangehensweise) mit Radonschutzmaßnahmen kollidieren können (Energiesparmaßnahmen am Bau führen nicht selten zur Reduzierung des Luftwechsels und bergen damit die Gefahr steigender Radon-Innenraumkonzentration nach energetischen Sanierungsarbeiten.)

Man kann den aktuellen gesetzlichen Stand und die behördliche Umsetzung des sogenannten Radonschutzes in der BRD als Abwägung zwischen Lobbyinteressen und dem Gesundheitsschutz der Bevölkerung interpretieren. Wobei letzterem eindeutig die nachrangige Priorität zugeordnet wurde.
Selbstverständlich ist dabei die juristische und öffentliche Darstellung so gewählt, dass, beim nicht mit der Materie vertrauten „Normalbürger“, der gegenteilige Eindruck entstehen soll und wird.
Da die Methodik der Ausweisung der RVG im Gesamtsystem des Radonschutzes eine zentrale Rolle spielt, wird diese Methodik im Nachfolgenden, in erster Linie unter dem Aspekt der laut Gesetz zwingend geforderten Wissenschaftlichkeit und fachlichen Korrektheit, also Angesichts der gesundheitlichen Bedeutung eines wirksamen Radonschutzes, der zwingend notwendigen Seriosität des Verfahrens betrachtet werden.
Deutschland ist eines der wenigen Länder in Europa, das sich entschieden hat, RVG nicht an Hand von Messungen der lt. Gesetz zu begrenzenden Größe (Radon-Innenraumkonzentration) auszuweisen, sondern benutzt hierfür im Wesentlichen eine zusätzliche Fehler und Unsicherheiten verursachende Kunstgröße („geogenes Radonpotential“ - RP), die auf Kurzzeitmessungen im Boden in 1 m Tiefe, i.d.R. km-weit von Wohnbebauungen entfernt, basiert.
Um aus diesen indirekten Messungen auf mögliche Radonkonzentrationen in Innenräumen (Welche ja das eigentliche Regelungsziel sind!) schließen zu können, werden nicht triviale, diskussionswürdige und höchst fehlerbehaftete Probenahme- und Messverfahren sowie umfangreiche, z.T. kaum nachvollziehbare Modellannahmen und statische Datenbehandlungsverfahren benutzt.
In den folgenden Beiträgen wird es darum gehen, diese Verfahren soweit möglich nachzuvollziehen und ihre fachliche Korrektheit auch Hand praktischer Versuche zu bewerten.
Dabei werden zuerst die normativen Grundlagen beleuchtet und im Anschluss daran, die eingesetzten Messverfahren und Messtechnik auf ihre Eignung und korrekte Anwendung hin geprüft.
Abschließend werden einige Aspekte der (der Ausweisung der RVG in Thüringen) zu Grunde liegenden Daten und Gutachten dargestellt und bewertet.

Frank Ullrich

Unser Autor ist Dipl.-Physiker und über drei Jahrzehnte im Strahlenschutz und im radiologischen Messdienst tätig.

Radonvorsorge

Die Radonvorsorgegebiete (RVG) in Thüringen

Von den sechs Bundesländern, die bisher gesetzliche Radonvorsorge mittels Allgemeinverfügung nach § 153 StrlSchV festlegten, hat das Land Thüringen verbal die allgemeinste Fassung [1] aufzuweisen. Sie enthält keinerlei spezifische Erläuterungen festgelegter RVG. Es erfolgt kommentarlos die Auflistung von 19 Gemeinden als RVG. Eine Begründung der Auswahl ist aber in Form eines separaten Berichtes [2] existent, der jedoch nicht in der Verfügung genannt ist. Für jeden Betroffenen war und ist damit die eigentliche Grundlage der Gebietsfestsetzung einer Radonvorsorge nicht öffentlich zugänglich. Hingegen wird eine Vielzahl an Grundlagen aufgezählt, die überwiegend nicht zur Entscheidung dienten und im Nachgang zu informativen Hilfsmitteln erklärt wurden. Das zuständige Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) unterließ sowohl Bekanntgabe, als auch Veröffentlichung des ausschlaggebenden Gutachtens [2]. Erst die Einreichung von Klagen führte zur Offenlegung, allerdings nur für klageführende Personen, Gemeinden und Vereine. Insgesamt waren 6 Klagen aus Ostthüringen anhängig, die nach 2,5 Jahren immerhin die fehlerhaften Praktiken der verantwortlichen Behörden offenlegen konnten und so nachfolgende detaillierte Angaben überhaupt erstmöglich machten.

Die **Allgemeinverfügung** enthält viele juristische Angaben zur Umsetzung der Radonvorsorge. Hierzu werden Gesetzestexte ausführlich zitiert. Zur örtlichen Gebietsfestlegung selbst erfolgten keine Begründungen, dafür verwirrt man mit weitschweifiger Grundlagenaufzählung und einer speziellen „Thüringen-Methodik“. Auszüge: *„In Thüringen erfolgte die Ermittlung der Radonvorsorgegebiete auf der Grundlage der Methodik des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) (P. Bossew, B. Hoffmann: Die Prognose des geogenen Radonpotenzials in Deutschland und die Ableitung eines Schwellenwertes zur Ausweisung von Radonvorsorgegebieten, …, vom Januar 2018). Die bestimmende Größe in dieser wissenschaftlichen Methode ist das geogene Radonpotenzial. Das Radonpotenzial erfasst die Radon-Verfügbarkeit, d.h. die Radonkonzentration in der Bodenluft und die Gaspermeabilität des Bodens. Jeder geologischen Einheit wird jeweils ein mittleres Radonpotenzial unter Berücksichtigung der spezifischen Geologie von Thüringen zugeordnet. In Gemeinden mit mehreren geologischen Einheiten wurde ein flächengewichtetes Mittel des Radonpotenzials gebildet. Im Rahmen der Untersuchungen wurden neben einer geologischen Karte im Maßstab 1:200.000 Aero-Gamma-Messungen (Äquivalent-Uran-Gehalte in der oberen Bodenschicht), Geologische Studien im Zusammenhang mit dem Uranerzbergbau, Bodenkartierung (Urangehalte), Messdaten der bodennahen Radonkonzentration, tektonische Kartierungen und epidemiologische Studien verwendet. Hierbei wurden unter anderem auch die für Thüringen vorhandenen Daten betrachtet. Dies waren 4.321 Datensätze aus Radon - Bodenluftgutachten flächendeckend für Thüringen der Radonkonzentration in der Bodenluft und der Boden - Gaspermeabilität in einer Auflösung von 2 x 2 km aus den Jahren 1995/1996, 362 Datensätze aus dem Radon - Bodenluftmessprogramm des Bundes - Teil Thüringen der Radonkonzentration in der Bodenluft aus den Jahren 1993 - 2003, 301 Datensätze aus dem Radon - Bodenluftmessprogramm des Bundes - Teil Thüringen der Boden - Gaspermeabilität aus den Jahren 1993 - 2003, 682 Datensätze aus der Messung der Langzeit - Innenraumluft für Keller …, 757 Datensätze … für Erdgeschosse … und 171 Datensätze … für 1. Etagen aus der Radon - Innenraumluft - Messung - Bund Teil Thüringen aus den Jahren 2001 – 2003. Nach den Vorgaben des BfS kann im Rahmen der verwendeten Methode für Gebiete, die ein Radonpotential größer 44 aufweisen, davon ausgegangen werden, dass in mindestens 10 Prozent der Anzahl der Gebäude in dem Gebiet der Referenzwert von 300 Bq/m³ überschritten wird, d. h. für Gebiete mit einem Radonpotenzial größer 44 ist das Flächenkriterium (auf mindesten 75 % der Fläche) erfüllt. … Die vorstehende Festlegung erfolgt ... auf Gemeindeebene. Im Ergebnis der Untersuchungen wurde in den 19 in der Anlage genannten Gemeinden eine Überschreitung des Radonpotenzials von 44 nachgewiesen.“* [1] S. 2

Neuberechnung mit alter Datenbasis ergibt größere Unsicherheit

Der zitierte Text enthält aufzuklärende Ungereimtheiten. Allein ein separat wertender „*Teil Thüringen*“ ist im geologischen BfS-Modell nicht existent.

Kriterien der Ausweisung der RVG in Thüringen

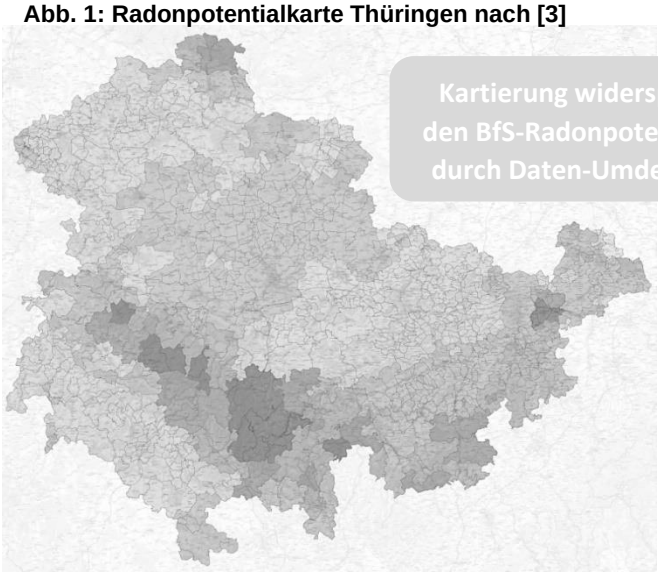
Aus 10 verschiedenen Landkreisen wurden entsprechend der nicht offen beschriebenen Methodik 19 Gemeinden im Thüringer Wald und in Ostthüringen ermittelt und zu RVG erklärt.

Im Vergleich zu den anderen Bundesländern erscheint diese Stückelung zunächst ungewöhnlich und ist die Folge der rein schwellenwertbasierten mathematisch-statistischen Herangehensweise. D.h., Orte in geologisch ähnlichen Regionen mit erhöhten Radonpotential fallen genau entlang des Schwellenwertes ≥/≤ 44 in oder aus der Radonvorsorge. Infolge des sich eigentlich noch im Aufbau befindlichen Prognoseverfahrens des BfS bedienten sich andere Bundesländer zur Absicherung z.B. weiterer Bewertungskriterien und beschrieben die Auswahl der betroffenen Kommunen konkret und für jedermann öffentlich nachvollziehbar. Die in der

thüringischen Allgemeinverfügung aufgezählten Kriterien (Grundlagen) flossen nur bei RP > 44 oder, wie die genannten 4.321 Datensätze zur Bodenluft, gar nicht in die Bewertung ein. Die erwähnten Radon-Innenraumdaten spielten für die Ausweisung zur Radonvorsorge (mit dem nachträglichen Hinweis einer nicht ausreichenden Datendecke) keine Rolle. Eine Einteilung nach gesetzlich vorgegebener Aufenthaltsrelevanz geht aus den Radonmessungen nicht hervor (Keller sind nicht zwangsläufig Aufenthaltsräume). Uranbodenkarten wurden bewusst falsch interpretiert. Die landesspezifische RP-Karte in Abb. 1 ist nachträglich, fehlerhaft und zudem infolge fehlender Datenbasis unvollständig erstellt. Die zur Ausweisung der RVG maßgeblichen Daten reduzieren sich auf 362 bzw. nur 301 Messpunkte des BfS-Netzes, die in einem internen Abschlussbericht [2] ausgewertet wurden.

Die TLUBN ging zunächst davon aus, dass ausreichende Radonpotentialdaten mit der BfS-Kartierung, Ausgabe 2018, vorliegen würden und keine eigenfinanzierten Messungen durchgeführt werden mussten bzw. sollten. Andere Bundesländer nutzten die Zeit bis 2020 zur Erweiterung ihrer diesbezüglichen Datengrundlage. Die 362 Bodenluftwerte mit den 301 Permeabilitätsmessungen wurden aus dem BfS-Modell herausgelöst **ohne** die Radonpotentiale zu übernehmen. D. h., die Interpolation vergleichbarer Daten unter Beachtung der dominanten Geologie in jedem 10x10 km-Raster wurde negiert. Stattdessen bildete man

Abb. 1: Radonpotentialkarte Thüringen nach [3]



aus den Daten neue geometrische Mittelwerte der geologischen Formationen. Dadurch entstand ein krasser Unterschied zwischen gesamtdeutschen und thüringischen Geologien gleicher Zuordnung. Die geometrischen Potentialmittelwerte aus z.B. 141 Messdaten für „Rotliegendes“ liegt bundesweit bei RP 14,2; aus den etwa 20 MP in Thüringen leiten sich 45,9 ab. Die Differenz ist entsprechend der Wertestreuung nicht einer geologischen Spezifik geschuldet, sondern der statistischen Unzulänglichkeit des Datenfundus. Für Silur verwendete die TLUBN nur **einen** „thüringischen Wert“, wogegen aus dem BfS-Datenfundus bereits 2020 im Silur mit zwölf Daten (sogar drei aus Thüringen!) das RP berechenbar war.

Eine weitere Besonderheit im Vergleich zu anderen Bundesländern besteht in einer „flächengewichteten“ Errechnung eines Gesamtdurchschnittes des Gemeindegebietes nach politischen Grenzen. In die Bewertung ging das gesamte Gemeindegebiet ein. War die Gemeinde Mitglied einer Verwaltungsgemeinschaft, zählte nur deren Flurkarte. Lag eine Eingemeindung vor, gingen die geologischen Flächen-Potentiale sozusagen in der Gesamtbilanz auf. So konnten kleine Orte über den Schwellenwert gelangen und andere mit ähnlichen oder höheren geologischen Potentialen nicht, da der „Gesamtschwellenwert“ der politischen Verwaltungsgrenze unter RP 44 geriet. Während das wissenschaftlich basierte Verfahren des BfS die domminierende Geologie zur Bestimmung des RP im Raster-Gebiet ausweist, wurde durch die TLUBN eine flächengewichtete Ermittlung aller im Verwaltungsbereich vorhandenen Geologien angewendet. Am Beispiel der Region Ronneburg hierzu eine Erläuterung nach [5]: *„Die bestimmenden homogenisierten Formationen in den vier Gemeinden nach den Angaben der TLUBN sind Devon (RP 35,2), Ordovizium (33,2), Perm/Zechstein (33,9) und Silur (75,7). Alle anderen Geologien der „abgedeckten“ Betrachtung unterschreiten den 5%-Anteil der jeweiligen Flächen deutlich. Somit ist ohne Silur von etwa einem RP um 34 auszugehen, zu dem der jeweilige Anteil von Silurflächen, die überwiegend außerhalb der Siedlungsgebiete liegen, dazu käme. Für die Aufsummierung (Vermischung) der Radonpotentiale im TLUBN-Modell bedeutet das, dass der hohe Silurwert bereits bei 25% Flächenanteil (nicht bei gesetzlichen 75%), das gesamte Gebiet als radongefährdet > 44 einstuft. Eine proportionale Wahrscheinlichkeitszunahme ist aber nicht vom BfS-Modell als Übertragung auf die Restflächen (im Beispiel 34) abzuleiten. Für kleine Gemeinden kommt es so zu besonders verfälschenden Prognosen.“* [5] S. 34

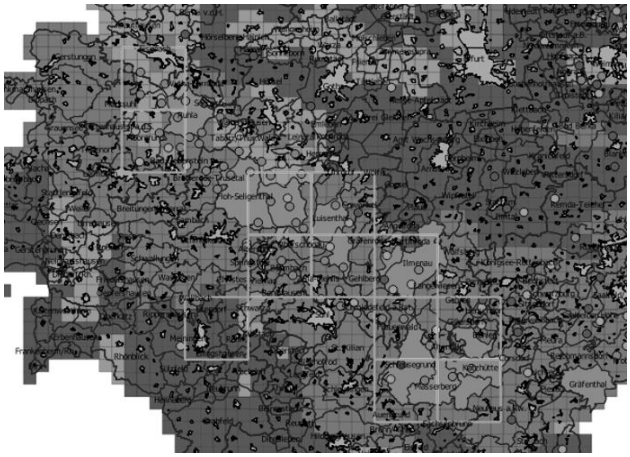
Im Übrigen stellte sich der einzige Silurwert noch als numerisch falsch heraus.

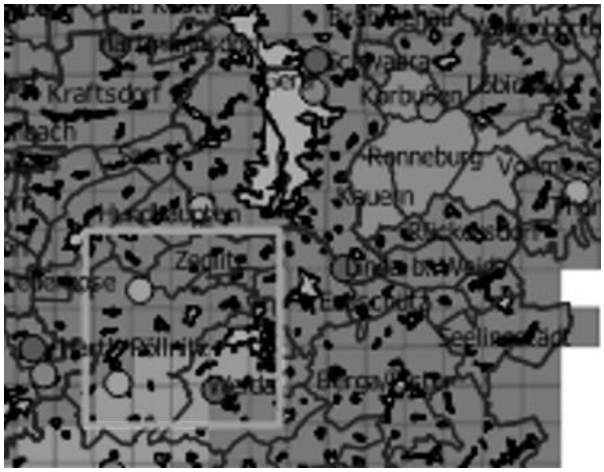
Weitere Schwachstellen

Das TLUBN erstellte eine eigene Radonpotentialkarte (Abb. 1), die sich von der wissenschaftsbasierten bundesweiten Darstellung des BfS unterscheidet. Abb. 2 macht die Unterschiede sichtbar.

Die tatsächlich verwendeten Daten beruhen allein auf dem Fundus der BfS-Kartierung, d.h. es wurden keinerlei Messprogramme zur Datenergänzung u.a. für Bodenluft und Permeabilitätsmessungen durchgeführt. Die vom BfS empfohlene Eigeninitiative der Länder zur Beseitigung von Schwachstellen der Prognosedaten betraf hauptsächlich die Schließung von Datenlücken im Messnetz des Bodenradons. Die Verantwortlichen in Thüringen lehnten jedoch jegliche Radonmessungen im Vorfeld der Allgemeinverfügung ab. Stattdessen ermittelte man aus BfS-Messpunkten auf

Abb. 2: RVG Thüringens (lila Orte) im Vgl. zur BfS-Kartierung (10x10 km-Raster) aus [4] im Thüringer Wald (links) und Ostthüringen (rechts)





dem Thüringer Territorium. „eigene“ RP, die nicht auf der Interpolation vergleichbarer Bedingungen für die dominierende Geologie des betrachteten Gebietes beruhen. Lediglich die geometrischen Mittelwerte der Radonbodenluft und -permeabilität „thüringischer“ Geologien zog man zur Berechnung des geologischen RP heran. Die 16 erwählten geologischen Formationen bilden die geologische Vielfalt nicht ab; Die Datengrundlage an RP ist zudem gering; drei hatten sogar weniger als 3 Messpunkte aufzuweisen.

Bei fehlender Permeabilität diverser Bodenluftmessungen bildete man einfach ein geometrisches Mittel vergleichbarer Geologie ([2] S. 36), was jeglichen bodenphysikalischen Grundsätzen widerspricht.

Für das Verwaltungsgebiet einer Gemeinde wurde Art und Fläche der Geologie aus dem Kartenwerk GÜK 200 ermittelt, die anteiligen RP errechnet und dann zu einem spezifischen „Gesamtpotential“ der Verwaltungseinheit aufsummiert. Derartige grobe Verallgemeinerungen gingen dann in die Potentialberechnungen ein, die bis auf die zweite Stelle nach dem Komma letztlich (nicht erzielbare) Genauigkeiten suggerieren sollten.

Auf die Berechnung für die Siedlungsgebiete und Vorhalteflächen für Bebauungen bezüglich möglicher Radonlast wurde verzichtet, was nach Meinung der TLBUN juristisch mit dem Begriff „Verwaltungseinheit“ in § 153 StrSchV Abs. (3) begründet sei. So gingen alle Flächen in die Ermittlung eines Gebiets-Mischpotentiales ein. Neben Siedlungsflächen auch Agrar- und Waldflächen, Naturschutzgebiete, Wasserflächen u.a.m. In Ostthüringen kommen Gebiete hinzu, die unter Bergrecht stehen und in keiner Weise je bebaut werden dürfen (Sanierungsflächen der Wismut GmbH). Sie fallen komplett aus der Nutzung der Gemeinden heraus, bestimmen aber das Radonpotential in deren eigentlichen Bebauungsgebieten. Für die in Kauf genommene Verfälschung schuf man den Begriff *„geo-statistischer Verdünnungseffekt“*, der bereits bei den unterschiedlichen politischen Verwaltungsgrenzen bemüht wurde.

Die kleinteilige Flächen- und Potentialberechnungen der TLUBN benötigen belastbare und ausreichende Ausgangsdaten, die mit „thüringischen“ geologischen RP nicht erreichbar waren. Nur 38 der 362 Bodenluftwerte befinden sich in RVG, was nach der TLUBN 0,05 pro Quadratkilometer entsprechen soll. Jedoch in 7 der 19 Gemeinden gab es gar keine MP, also 0,0. In Ostthüringen stand für die erklärten RVG kein Wert zur Verfügung, von einem falschen Silurwert abgesehen.

Passte die Geologie nicht zum angestrebten Ergebnis, erfolgte ein Datenwechsel. U.a. beim bereits erwähnten „Rotliegenden“, indem man statt dem errechneten Thüringen-RP von 45,9 die bundesweit ermittelten 14,2 des BfS in Einzelgebieten verwendete. Auch in anderen Fällen griff man auf eigene Interpretationen zurück, die ein gewünschtes Ergebnis liefern sollten. So wurde die Verwendung eines einzigen Messwertes für Silur als zulässig begründet, weil diese geologische Formation nur 0,2 % der Fläche in Thüringen repräsentiere. Dieser MP wird mit dem RP 75,7 in der Gemarkung Korbußen ausgewiesen. Allerdings befinden sich an der Messstelle über 10 m quartäre und darunter devonische Schichtungen. Die Überprüfung des Momentanwertes aus dem Jahre 2001 ergab 2022 mittels einer 3-Monatsmessung ein örtliches RP von 30.

Fazit

Mit dem Bemühen um Genauigkeit erreichte man Gegenteiliges: Eine zu ungenaue Prognose, die zu viele tatsächliche radonbelastete Gebiete nicht erfasst und andere auf Grund falscher Datengrundlage überbewertet.

F. Lange

[1] Allgemeinverfügung des Thüringer Landesamtes für Umwelt, Bergbau und Naturschutz zur Festlegung von Gebieten zum Schutz vor Radon-222 in Innenräumen nach § 121 Absatz 1 Satz 1 StrlSchG (Radonvorsorgegebiete) vom 01.12.20

[2] Abschlussbericht „Ermittlung und Ausweisung von RVG“, IAF-Radiologie-Ökolo-gie GmbH (Radeberg) und Geos-Ingenieurbüro GmbH Jena vom 31.10.2020 - nicht veröffentlicht

[3] https://tlubn.thueringen.de/ Umweltschutz/ Strahlenschutz. Karte Radonpotential v. 31.12.20

[4] Die radiologische Situation der Region Ronneburg von 1989 bis 2021“ Kirchlicher Umweltkreis Ronneburg vom 15.07.2021

[5] Stellungnahme in Verwaltungsstreitsache Frank Joachim Lange gegen Freistaat Thüringen wegen Atom- und Strahlenschutzrechts 5K 61/21 Ge vom 16.12.21

Regionales

Die zentrale Mono-Klärschlamm-verbrennungsanlage (KSV) Thüringens soll nach Ronneburg

Bürgerinitiative und technische Beschreibung

Viel Unzufriedenheit und Unmut kommt derzeit zu einem öffentlich bekanntgewordenen kommunalen Großvorhaben auf, wonach in Ronneburg-Raitzhain eine zentrale Klärschlammverbrennung für mindestens 18 thüringischen Entsorgungsunternehmen errichtet wird. Nachfolgender Beitrag bündelt technische Erläuterungen, den aktuellen Sachstand und die Aktivitäten von Bürgern der Stadt zum Vorhaben.
Der Beitrag erscheint nur in der print-Ausgabe